



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA QUÍMICA**

**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN CUATRO  
COMUNIDADES DEL CANTON COLTA, PROVINCIA DE  
CHIMBORAZO.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**QUÍMICO**

**AUTORES:**

**JOSSELYN YURLEI ALCIVAR ROBALINO**

**MARCO VINICIO OROZCO UNDA**

Riobamba – Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA QUÍMICA**

**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN CUATRO  
COMUNIDADES DEL CANTON COLTA, PROVINCIA DE  
CHIMBORAZO.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**QUÍMICO**

**AUTORES: JOSSELYN YURLEI ALCIVAR ROBALINO**

**MARCO VINICIO OROZCO UNDA**

**DIRECTOR: DR. CARLOS PILAMUNGA CAPUS**

Riobamba – Ecuador

2024

**©2024, Josselyn Yurlei Alcivar Robalino & Marco Vinicio Orozco Unda**

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

Nosotros, Josselyn Yurlei Alcívar Robalino y Marco Vinicio Orozco, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 11 de junio de 2024



---

**Josselyn Yurlei Alcivar Robalino**  
**025000319-1**



---

**Marco Vinicio Orozco Unda**  
**060308080-5**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA QUÍMICA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: el Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, “**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN CUATRO COMUNIDADES DEL CANTON COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**”, realizado por la señorita **JOSSELYN YURLEI ALCIVAR ROBALINO** y el señor **MARCO VINICIO OROZCO UNDA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	<b>FECHA</b>
Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 2024-06-11
Dr. Carlos Pilamunga Capus <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 2024-06-11
Ing. Sofia Carolina Godoy Ponce <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 2024-06-11

## DEDICATORIA

Deseo expresar mi gratitud por este importante logro comenzando con mi reconocimiento a Dios, quien ha sido mi guía constante a lo largo de mi carrera y mi vida. También deseo dedicar este éxito a la mujer perseverante y luchadora que he sido capaz de ser, gracias a mi esfuerzo y dedicación continuos a lo largo del tiempo. A mi hijo Alex, quien ha sido mi principal motivación y fuente de inspiración, le dedico cada uno de mis logros; él ha sido la luz que ha iluminado mi vida desde el momento en que llegó. A mi madre, Sandra, una mujer valiente y sacrificada, le agradezco profundamente por estar siempre a mi lado en los momentos buenos y malos. A mi padre, Jimmy, quien nos ha brindado amor incondicional a mí y a mis hermanos, le expreso mi más sincero agradecimiento. A mis queridas abuelitas Carmen y Divina, les agradezco por ser como segundas madres para mí. Su confianza, cariño y apoyo han sido fundamentales para guiarme a lo largo de toda mi vida. A mi querida tía Deysi, te agradezco infinitamente por estar siempre presente en mi vida, guiándome con tu apoyo incondicional y tus sabios consejos, los cuales han sido esenciales en mi camino hacia la integridad y el éxito. Finalmente, para mis hermanos Jimmy y Josué, quienes son mi familia, mi sustento y mi mayor tesoro, les dedico estas palabras con profundo amor y gratitud. Juntos hemos creado recuerdos inolvidables. ¡Que nuestra unión perdure para siempre!

Joselyn

La concepción de este trabajo de investigación está dedicada, en primer lugar, a Dios, el Altísimo, ya que, sin sus bendiciones, protección y sabiduría, no hubiera sido posible. También quiero dedicar esta tesis de investigación a mi familia, especialmente a mi esposa, a mi madre, a mis suegros y a mi cuñada, por todo el apoyo brindado, y por la confianza depositada en mí para alcanzar mis metas y realizar mis sueños.

Marco

## AGRADECIMIENTO

No existen palabras suficientes para expresar mi gratitud a cada persona que ha sido parte de mi trayectoria y ha contribuido a este logro tan significativo para mí. Agradezco a Dios, cuya guía celestial ha sido fundamental para alcanzar este triunfo. A mis padres, les agradezco por su constante lucha en favor de mí y de mis hermanos, guiándonos por el camino correcto. A mis abuelitas, mujeres que admiro y aprecio con todo mi corazón, les doy las gracias por su amor y apoyo incondicional. A mi tía, por estar presente en cada momento y brindarme su apoyo. Y a mis hermanos, por ser un pilar fundamental en mi vida y por compartir conmigo experiencias inolvidables. También quiero expresar mi reconocimiento a mi institución, la ESPOCH, por brindarme la oportunidad de formarme como una profesional de excelencia. Agradezco a cada uno de mis docentes por su dedicación y orientación durante este camino.

Josselyn

Al llegar a esta etapa de mi vida y completar la elaboración de mi tesis, es imprescindible reconocer y agradecer la colaboración inestimable de numerosas personas. Sin su apoyo incondicional, este trabajo no habría sido posible. Aprovecho este espacio para expresar mi profunda gratitud hacia todos aquellos que han sido fundamentales en este camino. En primer lugar, deseo agradecer a mi esposa por su amor, comprensión y constante apoyo. Sus palabras de aliento siempre me motivaron a dar lo mejor de mí y sus sacrificios a lo largo de mi carrera fueron indispensables para mi éxito. A mi madre, quiero expresarle mi más sincero agradecimiento por ser un modelo de trabajo, responsabilidad y esfuerzo. Sus valores han sido pilares fundamentales que me han guiado hasta este logro y han impulsado mi desarrollo personal. A mis hermanos, les reconozco como parte esencial de este trayecto. Su respaldo y ánimo fueron significativos en cada paso que di. A toda mi familia, agradezco sus sabias palabras en momentos clave. Su apoyo moral ha sido invaluable y ha contribuido en gran medida a mi crecimiento académico y personal. Este logro no solo es mío, sino de todos aquellos que creyeron en mí y me brindaron su apoyo desinteresado. Su contribución ha sido determinante en mi éxito académico. Nuevamente, gracias a todos por ser parte integral de esta importante etapa de mi vida.

Marco

Nos complace expresar nuestro agradecimiento al Dr. Carlos Pilamunga, nuestro director de tesis, por guiarnos con sus valiosos conocimientos y contribuir significativamente al éxito de este trabajo.

Josselyn & Marco

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
RESUMEN.....	xxvii
SUMMARY .....	xxviii
INTRODUCCIÒN .....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.1. <i>Problema general de investigación</i> .....	4
1.1.2. <i>Problema específico de investigación</i> .....	4
1.2. Objetivos .....	4
1.2.1. <i>General</i> .....	4
1.2.2. <i>Específicos</i> .....	4
1.3. Justificación. ....	4
1.4. Hipótesis.....	6

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.2. Bases teóricas.....	9
2.2.1. <i>Agua</i> .....	9
2.2.2. <i>Tipos de agua</i> .....	10
2.2.2.1. <i>Agua potable</i> .....	10
2.2.2.2. <i>Agua dulce</i> .....	10
2.2.2.3. <i>Agua salada</i> .....	10
2.2.2.4. <i>Agua dura</i> .....	10
2.2.2.5. <i>Agua residual</i> .....	11
2.2.2.6. <i>Agua de lluvia</i> .....	11
2.2.2.7. <i>Agua salobre</i> .....	11
2.2.2.8. <i>Aguas Grises</i> .....	11



2.2.2.9.	<i>Agua Alcalina</i> .....	11
2.2.2.10.	<i>Agua Capilar</i> .....	11
2.2.2.11.	<i>Agua de Gravedad</i> .....	11
2.2.2.12.	<i>Aguas Negras</i> .....	12
2.2.2.13.	<i>Agua Estancada</i> .....	12
2.2.2.14.	<i>Agua de Suelo</i> .....	12
2.2.2.15.	<i>Agua Subterránea</i> .....	12
2.2.2.16.	<i>Agua Blanda</i> .....	12
2.2.2.17.	<i>Agua Freática</i> .....	12
2.2.2.18.	<i>Agua Bruta</i> .....	12
2.2.2.19.	<i>Agua Magmática</i> .....	13
<b>2.2.3.</b>	<b><i>Calidad de agua</i></b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.4.</b>	<b><i>Criterios de calidad de agua potable</i></b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.5.</b>	<b><i>Parámetros de la calidad del agua</i></b> .....	<b>13</b>
2.2.5.1.	<i>Parámetros químicos del agua</i> .....	13
2.2.5.1.1.	<i>Dureza</i> .....	14
2.2.5.1.2.	<i>Alcalinidad</i> .....	14
2.2.5.1.3.	<i>Calcio</i> .....	14
2.2.5.1.4.	<i>Amonio</i> .....	14
2.2.5.1.5.	<i>Fluoruros</i> .....	14
2.2.5.2.	<i>Parámetros físicos del agua</i> .....	15
2.2.5.2.1.	<i>Temperatura</i> .....	15
2.2.5.2.2.	<i>Turbiedad</i> .....	15
2.2.5.2.3.	<i>Color</i> .....	15
2.2.5.2.4.	<i>Sabor y olor</i> .....	15
2.2.5.2.5.	<i>Conductividad</i> .....	16
2.2.5.2.6.	<i>pH</i> .....	16
2.2.5.2.7.	<i>Sólidos disueltos totales</i> .....	16
2.2.5.3.	<i>Parámetros microbiológicos del agua</i> .....	16
2.2.5.3.1.	<i>Coliformes fecales</i> .....	16
2.2.5.3.2.	<i>Coliformes totales</i> .....	17
<b>2.3.</b>	<b><i>Marco Conceptuales</i></b> .....	<b>17</b>
<b>2.3.1.</b>	<b><i>Agua de vertiente</i></b> .....	<b>17</b>
<b>2.3.2.</b>	<b><i>Agua Potable</i></b> .....	<b>17</b>
<b>2.3.3.</b>	<b><i>Calidad de agua para consumo humano</i></b> .....	<b>17</b>
<b>2.4.</b>	<b><i>Marco Legal</i></b> .....	<b>18</b>
<b>2.4.1.</b>	<b><i>Constitución de la República del Ecuador</i></b> .....	<b>18</b>

2.4.2.	<i>Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.....</i>	18
2.4.3.	<i>El Plan Nacional para el Buen Vivir 2017 a 2021. ....</i>	19
2.4.4.	<i>Ley Orgánica de Salud Art.96. ....</i>	20
2.4.5.	<i>Normas INEN. ....</i>	20
2.4.5.1.	<i>TABLAS DEL NMP .....</i>	21

### CAPÍTULO III

3.	<b>METODOLOGÍA. ....</b>	22
3.1	<b>Tipo de Investigación. ....</b>	22
3.2.	<b>Diseño de la Investigación.....</b>	22
3.2.1.	<i>Diseño Experimental.....</i>	22
3.2.2.	<i>Diseño completamente al azar “DCA”.....</i>	25
3.2.3.	<i>Modelo estadístico. ....</i>	26
3.2.4.	<i>ANOVA análisis de varianza para el DCA.....</i>	26
3.3.	<b>Identificación de variables.....</b>	27
3.4.	<b>Planteamiento de la hipótesis. ....</b>	27
3.4.1.1.	<i>Operacionalización de las variables.....</i>	28
3.4.1.1.1.	<i>Variable Independiente:.....</i>	28
3.4.1.1.2.	<i>Variable Dependiente: .....</i>	29
3.4.1.2.	<i>Localización del Estudio. ....</i>	53
3.4.1.3.	<i>Población de estudio. ....</i>	56
3.4.1.4.	<i>Tamaño de la muestra. ....</i>	56
3.4.1.5.	<i>Método de muestreo. ....</i>	57
3.4.1.6.	<i>Técnicas de recolección de datos.....</i>	57
3.4.1.6.1.	<i>Equipo y Materiales:.....</i>	57
3.4.1.6.2.	<i>Equipo de seguridad personal: .....</i>	58
3.4.1.6.3.	<i>Herramientas/Técnicas:.....</i>	58
3.4.1.7.	<i>Determinación de los parámetros físicos.....</i>	58
3.4.1.7.1.	<i>Conductividad .....</i>	58
3.4.1.7.2.	<i>Sólidos disueltos totales. ....</i>	58
3.4.1.7.3.	<i>Temperatura.....</i>	59
3.4.1.8.	<i>Determinación de los parámetros por titulación. ....</i>	59
3.4.1.8.1.	<i>Dureza.....</i>	59
3.4.1.8.2.	<i>Calcio.....</i>	59
3.4.1.8.3.	<i>Alcalinidad.....</i>	60
3.4.1.8.4.	<i>Cloruros. ....</i>	60

3.4.1.8.5. Fluoruros. ....	61
3.4.1.8.6. Magnesio. ....	61
3.4.1.8.7. Amonio. ....	61
3.4.1.9. Determinación de los parámetros microbiológicos. ....	61
3.4.1.9.1. Etapa 1: Caldo Lactozado. ....	61
3.4.1.9.2. Etapa 2: Medium EC. ....	62

## CAPÍTULO IV

<b>4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. ....</b>	<b>63</b>
<b>4.1. Comunidad Columbe 1 y 2. ....</b>	<b>64</b>
<b>4.1.1. Análisis físicos-químicos de la comunidad Columbe 1 y 2. ....</b>	<b>64</b>
4.1.1.1. Turbidez NTU. ....	64
4.1.1.2. pH. ....	68
4.1.1.3. Temperatura °C. ....	70
4.1.1.4. Cloro residual mg/L. ....	72
4.1.1.5. Fluoruros mg/L. ....	74
4.1.1.6. Amonio mg/L. ....	76
4.1.1.7. Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$ . ....	78
4.1.1.8. Sólidos totales disueltos mg/L. ....	80
4.1.1.9. Color Pt-Co. ....	82
4.1.1.10. Dureza total como $\text{CaCO}_3$ (ppm). ....	85
4.1.1.11. Dureza cálcica mg/L. ....	88
4.1.1.12. Magnesio (mg). ....	90
4.1.1.13. Alcalinidad mg/L. ....	93
4.1.1.14. Cloruros mg/L. ....	95
<b>4.1.2. Análisis de microbiológicos en la comunidad de Columbe 1 y 2. ....</b>	<b>97</b>
4.1.2.1. Coliformes Fecales. ....	97
<b>4.1.3. Análisis físicos-químicos de la comunidad Majipamba. ....</b>	<b>98</b>
4.1.3.1. Turbidez NTU. ....	99
4.1.3.2. pH. ....	101
4.1.3.3. Temperatura °C. ....	103
4.1.3.4. Cloro residual (mg/L). ....	105
4.1.3.5. Fluoruros mg/L. ....	107
4.1.3.6. Amonio mg/L. ....	109
4.1.3.7. Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$ . ....	111

4.1.3.8.	<i>Sólidos totales disueltos mg/L</i> .....	113
4.1.3.9.	<i>Color Pt-Co</i> .....	115
4.1.3.10.	<i>Dureza total por CaCO<sub>3</sub> mg/L</i> .....	117
4.1.3.11.	<i>Dureza Cálrica ppm</i> .....	120
4.1.3.12.	<i>Magnesio mg/L</i> .....	122
4.1.3.13.	<i>Alcalinidad mg/L</i> .....	125
4.1.3.14.	<i>Cloruros mg/L</i> .....	127
<b>4.1.4.</b>	<b><i>Análisis de microbiológicos en la comunidad de Majipamba</i></b> .....	<b>129</b>
4.1.4.1.	<i>Coliformes Fecales</i> .....	129
<b>4.2.</b>	<b><i>Comunidad Troje Chico</i></b> .....	<b>130</b>
<b>4.2.1.</b>	<b><i>Análisis físicos-químicos de la comunidad Troje Chico</i></b> .....	<b>130</b>
4.2.1.1.	<i>Turbidez NTU</i> .....	131
4.2.1.2.	<i>pH</i> .....	134
4.2.1.3.	<i>Temperatura °C</i> .....	136
4.2.1.4.	<i>Cloro residual mg/L</i> .....	138
4.2.1.5.	<i>Fluoruros mg/L</i> .....	140
4.2.1.6.	<i>Amonio mg/L</i> .....	142
4.2.1.7.	<i>Conductividad μS/cm</i> .....	144
4.2.1.8.	<i>Sólidos totales disueltos mg/L</i> .....	146
4.2.1.9.	<i>Color Pt-Co</i> .....	148
4.2.1.10.	<i>Dureza por Ca mg/L</i> .....	150
4.2.1.11.	<i>Dureza Cálrica ppm</i> .....	152
4.2.1.12.	<i>Magnesio mg/L</i> .....	154
4.2.1.13.	<i>Alcalinidad mg/L</i> .....	156
4.2.1.14.	<i>Cloruros mg/L</i> .....	158
<b>4.2.2.</b>	<b><i>Análisis de microbiológicos en la comunidad de Troje Chico</i></b> .....	<b>160</b>
4.2.2.1.	<i>Coliformes Fecales</i> .....	160
<b>4.3.</b>	<b><i>Comunidad Toje Grande</i></b> .....	<b>161</b>
<b>4.3.1.</b>	<b><i>Análisis físicos-químicos de la comunidad Troje Grande</i></b> .....	<b>161</b>
4.3.1.1.	<i>Turbidez NTU</i> .....	162
4.3.1.2.	<i>pH</i> .....	164
4.3.1.3.	<i>Temperatura °C</i> .....	166
4.3.1.4.	<i>Cloro residual mg/L</i> .....	169
4.3.1.5.	<i>Fluoruros mg/L</i> .....	171
4.3.1.6.	<i>Amonio mg/L</i> .....	173
4.3.1.7.	<i>Conductividad μS/cm</i> .....	175
4.3.1.8.	<i>Sólidos totales disueltos mg/L</i> .....	177

4.3.1.9. <i>Color Pt-Co</i> .....	179
4.3.1.10. <i>Dureza por Ca mg/L</i> .....	181
4.3.1.11. <i>Dureza Calcica ppm</i> .....	183
4.3.1.12. <i>Magnesio mg/L</i> .....	185
4.3.1.13. <i>Alcalinidad mg/L</i> .....	187
4.3.1.14. <i>Cloruros mg/L</i> .....	189
<b>4.3.2. <i>Análisis de microbiológicos en la comunidad de Troje Grande</i></b> .....	<b>191</b>
4.3.2.1. <i>Coliformes Fecales</i> .....	191

## **CAPÍTULO V**

<b>5. TRATAMIENTOS PROPUESTOS</b> .....	<b>193</b>
<b>5.1. Filtración</b> .....	<b>193</b>
<b>5.1.1. Filtración por grava y arena</b> .....	<b>194</b>
5.1.1.1. <i>Preparación del Lecho de Grava</i> : .....	194
5.1.1.2. <i>Carga y Distribución del Agua</i> : .....	194
5.1.1.3. <i>Filtración a Través del Lecho</i> : .....	194
5.1.1.4. <i>Remoción de Contaminantes</i> : .....	195
5.1.1.5. <i>Lavado y Mantenimiento</i> : .....	195
5.1.1.6. <i>Monitoreo y Control</i> : .....	195
<b>5.1.2. Filtración por grava y arena</b> .....	<b>196</b>
5.1.2.1. <i>Preparación del Filtro Multimédios</i> .....	196
5.1.2.2. <i>Carga del Agua por Filtrar</i> .....	196
5.1.2.3. <i>Proceso de Filtración por Grava</i> .....	196
5.1.2.4. <i>Proceso de Filtración por Arena</i> .....	197
5.1.2.5. <i>Limpieza y Mantenimiento</i> .....	197
5.1.2.6. <i>Monitoreo y Ajustes</i> .....	197
<b>5.2. Cloración</b> .....	<b>198</b>
<b>5.3. Ajuste del pH</b> .....	<b>200</b>
<b>5.4. Capacitación Comunitaria</b> .....	<b>200</b>

## **CAPÍTULO VI**

<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>202</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>202</b>

**GLOSARIO**  
**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3-1:</b> Cantidad de muestras tomadas en la comunidad de Columbe 1 y 2. ....	23
<b>Tabla 3-2:</b> Cantidad de muestras tomadas en la comunidad de Majipamba. ....	23
<b>Tabla 3-3:</b> Cantidad de muestras tomadas en la comunidad de Troje Chico. ....	24
<b>Tabla 3-4:</b> Cantidad de muestras tomadas en la comunidad de Troje Grande. ....	24
<b>Tabla 3-5:</b> Parámetros que se medirán en la cada una de las muestras. ....	25
<b>Tabla 3-6:</b> Análisis de varianza para un diseño completamente al azar. ....	27
<b>Tabla 3-7:</b> Operacionalización variable dependiente: Caracterización de calidad de agua. ....	28
<b>Tabla3-8:</b> Operacionalización variable independiente: Para uso de consumo humano. ....	29
<b>Tabla3-9:</b> Puntos de estudio de las diferentes comunidades. ....	53
<b>Tabla 4-1:</b> Resultados promedios de los análisis de la comunidad Columbe 1 y 2. ....	64
<b>Tabla 4-2:</b> Resultados del análisis de los promedios de turbidez en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	65
<b>Tabla 4-3:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de turbidez en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	65
<b>Tabla 4-4:</b> Resultados del análisis de los promedios de pH en la comunidad Columbe 1 y 2... ..	68
<b>Tabla 4-5:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de pH de la comunidad Columbe 1 y 2. ....	69
<b>Tabla 4-6:</b> Resultados del análisis de los promedios de temperatura de la comunidad Columbe 1 y 2. ....	70
<b>Tabla 4-7:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de temperatura en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	71
<b>Tabla 4-8:</b> Resultados del análisis de los promedios de cloro residual de la comunidad Columbe 1 y 2. ....	72
<b>Tabla 4-9:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloro residual en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	73
<b>Tabla 4-10:</b> Resultados del análisis de los promedios de fluoruros de la comunidad Columbe 1 y 2. ....	74
<b>Tabla 4-11:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de fluoruros en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	75
<b>Tabla 4-12:</b> Resultados del análisis de los promedios de amonio de la comunidad Columbe 1 y 2. ....	76
<b>Tabla 4-13:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de amonio en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	77
<b>Tabla 4-14:</b> Resultados del análisis de los promedios de conductividad de la comunidad Columbe 1 y 2. ....	78

<b>Tabla 4-15:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de conductividad en la comunidad Columbe 1 y 2.....	79
<b>Tabla 4-16:</b> Resultados del análisis de los promedios de sólidos totales disueltos de la comunidad Columbe 1 y 2.....	80
<b>Tabla 4-17:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Columbe 1 y 2.....	81
<b>Tabla 4-18:</b> Resultados del análisis de los promedios de color de la comunidad Columbe 1 y 2.....	82
<b>Tabla 4-19:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de color en la comunidad Columbe 1 y 2.....	83
<b>Tabla 4-20:</b> Resultados del análisis de los promedios de dureza de la comunidad Columbe 1 y 2.....	85
<b>Tabla 4-21:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de dureza total por CaCO <sub>3</sub> en la comunidad Columbe 1 y 2.....	86
<b>Tabla 4-22:</b> Resultados del análisis de los promedios de calcio en la comunidad Columbe 1 y 2.....	88
<b>Tabla 4-23:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de calcio en la comunidad Columbe 1 y 2.....	89
<b>Tabla 4-24:</b> Resultados del análisis de los promedios de magnesio de la comunidad Columbe 1 y 2.....	90
<b>Tabla 4-25:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de magnesio en la comunidad Columbe 1 y 2.....	91
<b>Tabla 4-26:</b> Resultados del análisis de los promedios de alcalinidad de la comunidad Columbe 1 y 2.....	93
<b>Tabla 4-27:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de turbidez de alcalinidad en la comunidad Columbe 1 y 2.....	94
<b>Tabla 4-28:</b> Resultados del análisis de los promedios de cloruros de la comunidad Columbe 1 y 2.....	95
<b>Tabla 4-29:</b> Análisis de varianza ANOVA de los parámetros de cloruro en la comunidad Columbe 1 y 2.....	96
<b>Tabla 4-30:</b> Resultados promedios de positivos y negativos de coliformes fecales de la comunidad Columbe 1 y 2.....	97
<b>Tabla 4-31:</b> Resultados promedios de los análisis de la comunidad Majipamba.....	98
<b>Tabla 4-32:</b> Resultados del análisis de los promedios de turbidez en la comunidad Majipamba.....	99
<b>Tabla 4-33:</b> Análisis de varianza ANOVA de los parámetros de turbidez en la comunidad Majipamba.....	100



<b>Tabla 4-34:</b> Resultados del análisis de los promedios de pH en la comunidad Majipamba. ...	101
<b>Tabla 4-35:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de pH de la comunidad Majipamba. .....	102
<b>Tabla 4-36:</b> Resultados del análisis de los promedios de temperatura de la comunidad Majipamba. ....	103
<b>Tabla 4-37:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de temperatura en la comunidad Majipamba. ....	104
<b>Tabla 4-38:</b> Resultados de análisis de los promedios de cloro residual de la comunidad Majipamba. ....	105
<b>Tabla 4-39:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloro residual en la comunidad Majipamba .....	106
<b>Tabla 4-40:</b> Resultados del análisis de los promedios de fluoruros de la comunidad Majipamba. .....	107
<b>Tabla 4-41:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de fluoruros en la comunidad Majipamba .....	108
<b>Tabla 4-42:</b> Resultados del análisis de los promedios de amonio de la comunidad Majipamba. .....	109
<b>Tabla 4-43:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de amonio en la comunidad Majipamba. ....	110
<b>Tabla 4-44:</b> Resultados del análisis de los promedios de conductividad de la comunidad Majipamba. ....	111
<b>Tabla 4-46:</b> Resultados promedios de análisis de sólidos totales disueltos de la comunidad Majipamba. ....	113
<b>Tabla 4-47:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Majipamba.....	114
<b>Tabla 4-48:</b> Resultados del análisis de los promedios de color de la comunidad Majipamba.	115
<b>Tabla 4-49:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de color en la comunidad Majipamba. ....	116
<b>Tabla 4-50:</b> Resultados de análisis de los promedios de dureza tota por CaCO <sub>3</sub> de la comunidad Majipamba. ....	117
<b>Tabla 4-51:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de dureza total por CaCo <sub>3</sub> en la comunidad Majipamba.....	118
<b>Tabla 4-52:</b> Resultados del análisis de los promedios de calcio en la comunidad Majipamba.	120
<b>Tabla 4-53</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de calcio en la comunidad Majipamba. ....	121
<b>Tabla 4-54:</b> Resultados del análisis de los promedios de magnesio de la comunidad Majipamba. .....	122

<b>Tabla 4-55</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de magnesio en la comunidad Majipamba. ....	123
<b>Tabla 4-56:</b> Resultados del análisis de los promedios de alcalinidad de la comunidad Majipamba. ....	125
<b>Tabla 4-57:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de alcalinidad en la comunidad Majipamba. ....	126
<b>Tabla 4-58:</b> Resultados del análisis de los promedios de cloruros de la comunidad Majipamba. ....	127
<b>Tabla 4-59:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloruros en la comunidad Majipamba. ....	128
<b>Tabla 4-60:</b> Resultados de positivos y negativos de coliformes fecales de la comunidad Majipamba. ....	129
<b>Tabla 4-61:</b> Resultados de los promedios de los análisis de la comunidad Troje Chico. ....	130
<b>Tabla 4-62:</b> Resultado de análisis de los promedios de turbidez en la comunidad Troje Chico. ....	131
<b>Tabla 4-63:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de turbidez en la comunidad Troje Chico. ....	132
<b>Tabla 4-64:</b> Resultados del análisis de los promedios de pH en la comunidad Troje Chico. ..	134
<b>Tabla 4-65:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de pH de la comunidad Troje Chico. ....	135
<b>Tabla 4-66:</b> Resultados del análisis de los promedios de temperatura de la comunidad Troje Chico. ....	136
<b>Tabla 4-68:</b> Resultados del análisis de los promedios de cloro residual de la comunidad Troje Chico. ....	138
<b>Tabla 4-69:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloro residual en la comunidad Troje Chico. ....	139
<b>Tabla 4-70:</b> Resultados del análisis de los promedios de fluoruros de la comunidad Troje Chico. ....	140
<b>Tabla 4-71:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de fluoruros en la comunidad Troje Chico. ....	141
<b>Tabla 4-72:</b> Resultados del análisis de los promedios de amonio de la comunidad Troje Chico. ....	142
<b>Tabla 4-73:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de amonio en la comunidad Troje Chico. ....	143
<b>Tabla 4-74:</b> Resultados de análisis de conductividad de la comunidad Troje Chico. ....	144
<b>Tabla 4-75:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de conductividad en la comunidad Troje Chico. ....	145

<b>Tabla 4-76:</b> Resultados del análisis de los promedios de sólidos totales disueltos de la comunidad Troje Chico. ....	146
<b>Tabla 4-77:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Troje Chico.....	147
<b>Tabla 4-78:</b> Resultados del análisis de los promedios de color de la comunidad Troje Chico.	148
<b>Tabla 4-79:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de color en la comunidad Troje Chico. ....	149
<b>Tabla 4-80:</b> Resultados del análisis de los promedios de dureza de la comunidad Troje Chico. ....	150
<b>Tabla 4-81:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de dureza en la comunidad Troje Chico. ....	151
<b>Tabla 4-82:</b> Resultados del análisis de los promedios de calcio en la comunidad Troje Chico. ....	152
<b>Tabla 4-83:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de calcio en la comunidad Troje Chico. ....	153
<b>Tabla 4-84:</b> Resultados del análisis de los promedios de magnesio en la comunidad Troje Chico. ....	154
<b>Tabla 4-85:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de magnesio en la comunidad Troje Chico. ....	155
<b>Tabla 4-86:</b> Resultados del análisis de los promedios de alcalinidad de la comunidad Troje Chico. ....	156
<b>Tabla 4-87:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de alcalinidad en la comunidad Troje Chico. ....	157
<b>Tabla 4-88:</b> Resultados del análisis de los promedios de cloruros de la comunidad Troje Chico. ....	158
<b>Tabla 4-89:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloruro en la comunidad Troje Chico. ....	159
<b>Tabla 4-90:</b> Resultados de positivos y negativos de coliformes fecales de la comunidad Troje Chico. ....	160
<b>Tabla 4-91:</b> Resultados de los análisis de la comunidad Troje Grande. ....	161
<b>Tabla 4-92:</b> Resultados del análisis de los promedios de turbidez en la comunidad Troje Grande. ....	162
<b>Tabla 4-93:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de turbidez en la comunidad Troje Grande.....	163
<b>Tabla 4-94:</b> Resultados del análisis de los promedios de pH en la comunidad Troje Grande. ....	164
<b>Tabla 4-95:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de pH de la comunidad Troje Grande.....	165

<b>Tabla 4-96:</b> Resultados de análisis de temperatura de la comunidad Troje Grande. ....	166
<b>Tabla 4-97:</b> Análisis de varianza ANOVA de temperatura en la comunidad Troje Grande....	167
<b>Tabla 4-98:</b> Resultados del análisis de los promedios de cloro residual de la comunidad Troje Grande.....	169
<b>Tabla 4-99:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloro residual en la comunidad Troje Grande. ....	170
<b>Tabla 4-100:</b> Resultados del análisis de los promedios de fluoruros de la comunidad Troje Grande.....	171
<b>Tabla 4-101:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de fluoruros en la comunidad Troje Grande.....	172
<b>Tabla 4-102:</b> Resultados promedios de análisis de amonio de la comunidad Troje Grande....	173
<b>Tabla 4-103:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de amonio en la comunidad Troje Grande.....	174
<b>Tabla 4-104:</b> Resultados promedios de análisis de conductividad de la comunidad Troje Grande. ....	175
<b>Tabla 4-105:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de conductividad en la comunidad Troje Grande. ....	176
<b>Tabla 4-106:</b> Resultados del análisis de los promedios de sólidos totales disueltos de la comunidad Troje Grande.....	177
<b>Tabla 4-107:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Troje .....	178
<b>Tabla 4-108:</b> Resultados de análisis de los promedios de color de la comunidad Troje Grande. ....	179
<b>Tabla 4-109</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de color en la comunidad Troje Grande.....	180
<b>Tabla 4-110:</b> Resultados del análisis de los promedios de dureza en la comunidad Troje Grande. ....	182
<b>Tabla 4-111:</b> Análisis de varianza ANOVA de dureza total por CaCO <sub>3</sub> en la comunidad Troje Grande.....	182
<b>Tabla 4-112:</b> Resultados del análisis de los promedios de calcio en la comunidad Troje Grande. ....	184
<b>Tabla 4-113:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de calcio en la comunidad Troje Grande.....	184
<b>Tabla 4-114:</b> Resultados del análisis de los promedios de magnesio en la comunidad Troje Grande.....	185
<b>Tabla 4-115:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de magnesio en la comunidad Troje Grande.....	186

<b>Tabla 4-116:</b> Resultados de análisis de los promedios de alcalinidad de la comunidad Troje Grande.....	188
<b>Tabla 4-117:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de alcalinidad en la comunidad Troje Grande. ....	188
<b>Tabla 4-118:</b> Resultados del análisis de los promedios de cloruros de la comunidad Troje Grande. ....	189
<b>Tabla 4-119:</b> Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloruro en la comunidad Troje Grande.....	190
<b>Tabla 4-120:</b> Resultados de positivos y negativos de coliformes fecales de la comunidad Troje Grande.....	192

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Distribución del agua. ....	7
<b>Ilustración 3-1:</b> Ubicación de la comunidad Columbe 1y2. ....	54
<b>Ilustración 3-2:</b> Ubicación del punto 1 (casa1) de la comunidad Columbe 1y2.....	54
<b>Ilustración 3-3:</b> Ubicación del punto 2 (quesería) de la comunidad Columbe 1y2. ....	54
<b>Ilustración 3-4:</b> Ubicación del punto 3 (casa2) de la comunidad Columbe 1y2.....	54
<b>Ilustración 3-5:</b> Ubicación de la comunidad Majipamba.....	54
<b>Ilustración 3-6:</b> Ubicación del punto 1 (caudal) de la comunidad Majipamba.....	54
<b>Ilustración 3-7:</b> Ubicación del punto 2 (casa1) de la comunidad Majipamba. ....	55
<b>Ilustración 3-8:</b> Ubicación del punto 3 (iglesia) de la comunidad Majipamba.....	55
<b>Ilustración 3-9:</b> Ubicación de la comunidad Troje Chico.....	55
<b>Ilustración 3-10:</b> Ubicación del punto 1 (tanque) de la comunidad Troje Chico. ....	55
<b>Ilustración 3-11:</b> Ubicación del punto 2 (casa 1) de la comunidad Troje Chico. ....	55
<b>Ilustración 3-12:</b> Ubicación del punto 3 (casa 2) de la comunidad Troje Chico. ....	55
<b>Ilustración 3-13:</b> Ubicación de la comunidad Troje Grande. ....	56
<b>Ilustración 3-14:</b> Ubicación del punto 1 (tanque) de la comunidad Troje Grande. ....	56
<b>Ilustración 3-15:</b> Ubicación del punto 2 (casa 1) de la comunidad Troje Grande. ....	56
<b>Ilustración 3-16:</b> Ubicación del punto 3 (escuela) de la comunidad Troje Grande. ....	56
<b>Ilustración 4-1:</b> Diagrama de cajas de los promedios de turbidez de la comunidad Columbe 1 y 2.....	66
<b>Ilustración 4-2:</b> Variantes de los promedios de turbidez en los puntos de muestreo en la comunidad de Columbe 1 y 2.....	67
<b>Ilustración 4-3:</b> Variantes de los promedios de pH en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	69
<b>Ilustración 4-4:</b> Variantes de los promedios de temperatura en los puntos de muestreo de la comunidad Columbe 1 y 2.....	71
<b>Ilustración 4-5:</b> Variantes de los promedios de cloro residual en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y2. ....	73
<b>Ilustración 4-6:</b> Variantes de los promedios de fluoruros en los puntos de muestreo de la comunidad Columbe 1 y 2.....	75
<b>Ilustración 4-7:</b> Variantes de los promedios de amonio en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y2.....	77
<b>Ilustración 4-8:</b> Variantes de promedios del pH en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	80
<b>Ilustración 4-9:</b> Variantes de los promedios de los sólidos totales disueltos en los puntos de muestreo comunidad Columbe 1 y 2.....	82

<b>Ilustración 4-10:</b> Variantes de los promedios del color en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	84
<b>Ilustración 4-11:</b> Diagrama de cajas de los promedios de dureza .....	86
<b>Ilustración 4-12:</b> Variantes de los promedios de dureza total por CaCO <sub>3</sub> en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	87
<b>Ilustración 4-13:</b> Variantes de los promedios de calcio en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2. ....	89
<b>Ilustración 4-14:</b> Diagrama de cajas de los promedios de magnesio en la comunidad de Columbe 1 y 2.....	91
<b>Ilustración 4-15:</b> Variantes de los promedios de magnesio en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.....	92
<b>Ilustración 4-16:</b> Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.....	94
<b>Ilustración 4-17:</b> Variantes de los promedios de cloruros en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.....	96
<b>Ilustración 4-18:</b> Variantes de los promedios de turbidez en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba. ....	100
<b>Ilustración 4-19:</b> Variantes de los promedios del pH en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba. ....	102
<b>Ilustración 4-20:</b> Variantes de los promedios de la temperatura en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba. ....	104
<b>Ilustración 4-21:</b> Variantes de los promedios de cloro residual en los puntos de muestreo en la comunidad Majipamba.....	106
<b>Ilustración 4-22:</b> Variantes de los promedios de fluoruros en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba. ....	108
<b>Ilustración 4-23:</b> Variantes de los promedios de amonio en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba. ....	110
<b>Ilustración 4-24:</b> Variantes de los promedios de conductividad en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba. ....	112
<b>Ilustración 4-25:</b> Variantes de los promedios en los sólidos totales disueltos en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba. ....	114
<b>Ilustración 4-26:</b> Variantes de los promedios del color en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba. ....	116
<b>Ilustración 4-27:</b> Diagrama de cajas de los promedios de dureza total por CaCO <sub>3</sub> en la comunidad de Majipamba. ....	118
<b>Ilustración 4-28:</b> Variantes de los promedios de la dureza total por CaCO <sub>3</sub> en la comunidad de Majipamba.....	119

<b>Ilustración 4-29:</b> Variantes de los promedios de calcio en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.....	121
<b>Ilustración 4-30:</b> Diagrama de cajas de los promedios de magnesio en la comunidad de Majipamba.....	123
<b>Ilustración 4-31:</b> Variantes de los promedios de magnesio en la comunidad de Majipamba..	124
<b>Ilustración 4-32:</b> Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.....	126
<b>Ilustración 4-33:</b> Variantes de los promedios de cloruros en los puntos de muestro en la comunidad de Majipamba. ....	128
<b>Ilustración 4-34:</b> Diagrama de cajas de los promedios de turbidez de la comunidad Troje Chico. ....	132
<b>Ilustración 4-35:</b> Variantes de los promedios de turbidez en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico .....	133
<b>Ilustración 4-36:</b> Variantes de los promedios del pH en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico.....	135
<b>Ilustración 4-37:</b> Variantes de los promedios de la temperatura en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico .....	137
<b>Ilustración 4-38:</b> Variantes de los promedios del cloro residual en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico .....	139
<b>Ilustración 4-39:</b> Variantes de los promedios de fluoruros en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico .....	141
<b>Ilustración 4-40:</b> Variantes de los promedios de amonio en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Chico .....	143
<b>Ilustración 4-41:</b> Variantes de los promedios del pH en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico.....	145
<b>Ilustración 4-42:</b> Variantes de los promedios de los sólidos totales disueltos en los puntos de muestreo en la comunidad Toje Chico. ....	147
<b>Ilustración 4-43:</b> Variantes de los promedios del color en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico.....	149
<b>Ilustración 4-44:</b> Variantes de los promedios de dureza por CaCO <sub>3</sub> en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. ....	151
<b>Ilustración 4-45:</b> Variantes de los promedios de calcio en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico.....	153
<b>Ilustración 4-46:</b> Variantes de los promedios de magnesio en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico .....	155
<b>Ilustración 4-47:</b> Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico .....	157



<b>Ilustración 4-48:</b> Variantes de los promedios de cloruros en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Chico .....	159
<b>Ilustración 4-49:</b> Variantes de los promedios de turbidez en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.....	163
<b>Ilustración 4-50:</b> Variantes de los promedios de pH en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.....	165
<b>Ilustración 4-51:</b> Diagrama de cajas de los promedios de la comunidad de Troje Grande. ....	167
<b>Ilustración 4-52:</b> Variantes de los promedios de temperatura en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.....	168
<b>Ilustración 4-53:</b> Variantes de los promedios de cloro residual en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.....	170
<b>Ilustración 4-54:</b> Variantes de los promedios de fluoruros en los puntos de muestreo de la comunidad de Majipamba .....	173
<b>Ilustración 4-55:</b> Variantes de los promedios de amonio en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.....	175
<b>Ilustración 4-56:</b> Variantes de los promedios de conductividad en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.....	177
<b>Ilustración 4-57:</b> Variantes de los promedios de sólidos totales disueltos en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.....	179
<b>Ilustración 4-58:</b> Variantes de los promedios del color en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.....	181
<b>Ilustración 4-59:</b> Variantes de los promedios de dureza total por CaCO <sub>3</sub> en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.....	183
<b>Ilustración 4-60:</b> Variantes de los promedios calcio en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Grande.....	185
<b>Ilustración 4-61:</b> Variantes de los promedios de magnesio en los puntos de muestreo en la comunidad troje Grande .....	187
<b>Ilustración 4-62:</b> Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.....	189
<b>Ilustración 4-63:</b> Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Grande.....	191
<b>Ilustración 5-1:</b> Corte isométrico de un filtro grueso ascendente en serie.....	196
<b>Ilustración 5-1:</b> Esquema del sistema Torre de Tratamiento.....	198
<b>Ilustración 5-3:</b> Compuestos de cloro: a) Biocloro. (b) Hipoclorito de calcio granular. (c) Hipoclorito de calcio den tabletas .....	198
<b>Ilustración 5-4:</b> Guía de desinfección con cloro.....	199
<b>Ilustración 5-5:</b> Equipos de dosificadores de cloro .....	199

## **ÍNDICE DE ANEXO**

- ANEXO A:** RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LA COMUNIDAD COLUMBE 1Y2 EN LOS TRES PUNTOS DE MUESTREOS: (CASA1, QUESERÍA, CASA2)
- ANEXO B:** RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LA COMUNIDAD MAJIPAMBA EN LOS TRES PUNTOS DE MUESTREOS: (CAUDAL, CASA1, IGLESIA)
- ANEXO C:** RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LA COMUNIDAD TROJE CHICO EN LOS TRES PUNTOS DE MUESTREOS: (TANQUE, CASA 1, CASA2).
- ANEXO D:** RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LA COMUNIDAD TROJE GRANDE EN LOS TRES PUNTOS DE MUESTREOS: (TANQUE, CASA 1, ESCUELA).
- ANEXO E:** ANALISIS FISICOS-QUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE LAS CUATRO COMUNIADES.
- ANEXO F:** ANALISIS MICROBIOLÓGICAS DE LAS MUESTRAS DE LAS CUATRO COMUNIDADES.
- ANEXO G:** NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1108, SEXTA REVISIÓN, 2020-04 AGUA PARA CONSUMO HUMANO.
- ANEXO H:** TABLA 9221 NMP SERIE DE 5 TUBOS.
- ANEXO I:** NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN.
- ANEXO J:** REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DS N° 031-2010-SA. DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL MINISTERIO DE SALUD LIMA – PERÚ 2011.
- ANEXO K:** REGLAMENTO PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE NO 38924-S DE COSTA RICA
- ANEXO L:** SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS DEL AGUA EN LA COMUNIDADES DE MAJIPAMBA.
- ANEXO M:** SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS DEL AGUA EN LA COMUNIDADES DE TROJE CHICO.
- ANEXO N:** SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS DEL AGUA EN LA COMUNIDADES DE TROJE GRANDE
- ANEXO O:** SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS DEL AGUA EN LA COMUNIDADES DE COLUMBE 1 Y 2.

**ANEXO P: FIRMAS DE LOS ASISTENTES A LA SOCIALIZACION DE LOS  
RESULTADOS EN LAS CUATRO COMUNIDADES.**

## RESUMEN

Las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande, y Columbe 1 y 2 en el Cantón Colta de Chimborazo enfrentan un desafío debido a la falta de acceso a agua potable segura, lo que obliga a los residentes a recurrir a fuentes alternativas como ríos, arroyos y pozos. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la calidad del agua destinada al consumo en estas comunidades. Se recolectaron muestras de agua en tres puntos estratégicos de cada comunidad. Para los análisis físico-químicos, se usaron botellas de plástico esterilizadas de un litro, mientras que para los análisis microbiológicos se recolectaron 100 ml de agua en frascos esterilizados, manteniéndolos refrigerados hasta su análisis. Los parámetros analizados incluyeron pH, turbidez, conductividad, fluoruros, color, sólidos disueltos totales, alcalinidad, temperatura, dureza total, amonio, cloro residual, cloruros, magnesio, calcio y coliformes fecales. Los análisis se realizaron siguiendo la Norma INEN 1108 durante los meses de noviembre y diciembre de 2023, y enero de 2024. El análisis estadístico se utilizó el modelo de análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor y la prueba de Tukey para comparar los promedios entre los meses. Los resultados mostraron diferencias significativas en los promedios mensuales de turbidez, temperatura, dureza total. Según la Norma INEN 1108, el agua de las cuatro comunidades no presentó restricciones de uso en noviembre y diciembre; sin embargo, en enero mostró una restricción leve a moderada. Además, los niveles de coliformes fecales excedieron los límites permitidos por la norma, alcanzando concentraciones muy elevadas. Se recomienda informar a los habitantes sobre estos hallazgos para que conozcan la calidad del agua que consumen y las posibles restricciones durante ciertos períodos del año. Esta difusión es crucial para la salud y seguridad de las comunidades, dado que los altos niveles de coliformes fecales representan un riesgo para la salud.

**Palabras clave:** <AGUA POTABLE>, <CALIDAD DEL AGUA>, <ANÁLISIS FÍSICOS>, <ANÁLISIS QUÍMICOS >, <ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS>

1000-DBRA-UPT-2024



## SUMMARY

The communities of Majipamba, Troje Chico, Troje Grande, and Columbe 1 and 2 in Colta City, Chimborazo province face a significant challenge due to the lack of access to safe drinking water, which forces residents to rely on alternative sources such as rivers, streams, and wells. This study aimed to characterize the water quality intended for consumption in these communities. Water samples were collected from three strategic points in each community. For the physical-chemical analyses, sterilized one-liter plastic bottles were used, while for the microbiological analyses, 100 ml of water was collected in sterilized bottles and kept refrigerated until analysis. The parameters analyzed included pH, turbidity, conductivity, fluorides, color, total dissolved solids, alkalinity, temperature, hardness, ammonium, residual chlorine, chlorides, magnesium, calcium, and fecal coliforms. The analyses were carried out following the INEN 1108 Standard during November and December 2023, and January 2024. Statistical analysis employed a single-factor analysis of variance (ANOVA) model and Tukey's test to compare the averages between the months. The results revealed significant differences in the monthly averages of turbidity, temperature, and total hardness. According to the INEN 1108 Standard, the water in the four communities did not present usage restrictions in November and December; however, in January, it showed mild to moderate restrictions. Additionally, the levels of fecal coliforms exceeded the limits established by the standard, reaching very high concentrations. It is recommended that residents be informed of these findings so that they know the quality of the water they consume and the possible restrictions during certain periods of the year. Dissemination of this information is crucial for the health and safety of the communities, given that high levels of fecal coliforms pose a health risk.

**Keywords:** DRINKING WATER, WATER QUALITY, PHYSICAL ANALYSIS, CHEMICAL ANALYSIS, MICROBIOLOGICAL ANALYSIS.



Lic. Edison Renato Ruiz López

CI: 0603957044

## INTRODUCCIÒN

El agua es un recurso esencial para la vida en nuestro planeta y resulta indispensable para el desarrollo humano. A lo largo de la historia, se ha identificado que aproximadamente el 71% de la superficie terrestre está cubierta de agua. Sin embargo, solo una pequeña fracción de esta agua, aproximadamente el 0,75%, es agua dulce, la cual se está distribuida en aguas superficiales y subterráneas. Además, una porción aún menor, aproximadamente el 0,2%, se encuentra en forma de vapor en la atmósfera (Fernández, 2012, pág. 148). Por tanto, la calidad del agua potable es crucial para garantizar el bienestar humano.

Aunque nuestro planeta está cubierto de agua en su mayoría, es crucial recordar que este recurso es finito. Salvaguardar el agua es vital, ya que es esencial para la vida y muchos países, especialmente en el tercer mundo, enfrentan serios problemas de escasez y contaminación de este recurso natural. En los últimos años, la gestión del agua se ha convertido en uno de los mayores desafíos para la humanidad (Rodríguez et al., 2011, pág. 513). La creciente demanda de agua potable, la contaminación del agua, el cambio climático y otros factores ejercen presión sobre la disponibilidad y la calidad del agua, lo que implica la necesidad de adoptar medidas para preservar este recurso vital para las generaciones futuras.

La calidad de agua es considerada un atributo, dado al uso previsto que se le da, considerando que no es una característica absoluta, más bien son características químicas y físicas y biológicas del agua para cada uso determinado, como la agricultura, para el consumo humano, la preservación y recreación del medio ambiente y de las industrias. Dado que es un derecho fundamental el acceso al agua de consumo, la ausencia de bacterias fecales y coliformes es considerada que el agua es de calidad (Calderón et al., 2015, pág. 19). Es decir, la calidad del agua se da a la pureza y seguridad del agua para ser apta al consumo humano y ambientales, donde debe ser evaluada mediante monitoreo y análisis de factores para así poder garantizar a l salud humana.

Según (Baldeón, 2018, pág. 4), el acceso al agua potable se ha convertido en uno de los retos más apremiantes a nivel mundial, afectando a millones de personas en el mundo. Solo una fracción mínima de agua, el 0.01% en lagos y ríos, y el 0.77% como agua subterránea en acuíferos está disponible para el consumo humano a través de pozos y perforaciones (Fernández, 2012, pág. 148). Este acceso implica cambios significativos en la excavación de pozos y la edificación de infraestructura de tuberías. La colaboración de entidades privadas puede ser una vía para conseguir los recursos financieros necesarios y aumentar esta infraestructura.

Por consiguiente, la calidad de agua de consumo humano puede variar en gran medida dependiendo de la época del año y los parámetros evaluados, estos se dividen en tres categorías: físicas, químicas y microbiológicas. Cada categoría abarca diversos indicadores de calidad, como es el caso de los parámetros químicos donde se evalúan los minerales que se encuentran disueltos en el agua (Torres et al., 2020, pág. 57).

Según la Organización Mundial de la Salud un poco más del 50% de la población mundial tiene acceso a agua potable en sus hogares (Torres et al., 2020, pág. 57). Cerca del 33% cuenta con un abastecimiento de agua potable que se puede mejorar, lo que involucra acceso a fuentes públicas, pozos, bombas, manantiales protegidos o sistemas de recolección de agua de lluvia seguros. Sin embargo, otras fuentes como pozos y manantiales no protegidos, así como ríos, lagos, y camiones cisterna, se consideran no seguras, lo que simboliza posibles peligros para la salud de las personas. Asimismo, el transporte de agua potable desde las fuentes hasta los hogares tiene un costo humano significativo.

Por aquello, en el presente proyecto de investigación pretendemos realizar los análisis previa caracterización física (pH, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, color y sólidos totales), química (cloruros, sulfatos, calcio, magnesio, cloro, alcalinidad, fluoruros y amonios) y microbiológica (coliformes fecales) de las comunidades de Columbe 1 y 2, Troje Grande, Troje Chico y Majipamba que están ubicadas en el cantón Colta en la provincia de Chimborazo, con la finalidad de comprobar si los resultados obtenidos de los análisis están dentro del rango de los límites permisibles para el uso del agua en actividades de consumo humano, comparándolos con la Norma INEN 1108. La investigación cuenta con la supervisión y respaldo directo del PROYECTO TÉCNICO de la carrera de Química, el Proyecto de Vinculación Institucional **“PRODUCCIÓN, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL POST PANDEMIA EN LOS CANTONES COLTA Y RIOBAMBA”**.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

Las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbe 1 y 2, ubicadas en el Cantón Colta de la provincia de Chimborazo, carece de un sistema de agua potable. Están enfrentando un desafío considerable: la falta de acceso a agua potable segura. Este problema afecta significativamente a la salud de sus habitantes, quienes se ven obligados a buscar fuentes alternativas de agua, como ríos, arroyos y pozos.

La escasez de agua es un desafío complejo en la actualidad, influenciado por diversos factores que van más allá del aumento de la población que demanda este recurso para el consumo humano y en sus actividades (Moreno et al., 2015, pág. 63), lamentablemente, estas fuentes no cuentan con sistemas adecuados de tratamiento para hacer el agua segura (Torres et al., 2017, págs. 453-455), para el consumo humano, lo que resulta en graves problemas de salud para la población. La ausencia de un sistema eficiente de distribución de agua potable, sumado a la intermitencia en el suministro, obliga a los residentes a almacenar el agua en recipientes que no garantizan su calidad.

El mayor problema en este sector radica en la falta de acceso a agua potable apta para el consumo humano y en la falta de conocimientos sobre métodos adecuados de purificación y manejo del agua. Es por ello por lo que se plantea la realización de un proyecto para abordar estos problemas y contribuir, aunque sea en parte, a solventar la situación actual. Las comunidades sufren de una alta incidencia de enfermedades como parasitosis, gastroenteritis, micosis y afecciones dermatológicas debido a la falta de conocimiento sobre el correcto saneamiento del agua para consumo humano.

En resumen, la carencia de acceso a agua potable segura ha desencadenado serios problemas de salud en las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbe 1 y 2, impulsando a los habitantes a recurrir a fuentes de agua no tratada, lo que ha generado una elevada incidencia de enfermedades ya que carecen de un sistema de agua potable. Como resultado, la mayoría de las personas dependen del consumo de agua proveniente de ríos, pozos y fuentes no garantizadas, lo que pone en riesgo la salud de todos los miembros de la comunidad. Esta situación ha llevado a que sufran con frecuencia enfermedades relacionadas con el agua.



### ***1.1.1. Problema general de investigación***

¿La calidad de agua de las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbe 1 y 2 del cantón Colta, provincia de Chimborazo?

### ***1.1.2. Problema específico de investigación.***

¿Qué metodología se utilizaría para analizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la calidad del agua de las comunidades de Columbe 1 y 2, Majipamba, Troje Chico, Troje Grande del cantón Colta, provincia de Chimborazo?

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. General***

- Determinar la calidad de agua para consumo humano y propuesta de tratamiento en las comunidades Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbe 1 y 2 del cantón Colta, provincia del Chimborazo.

### ***1.2.2. Específicos***

- Analizar las características fisicoquímicas del agua según la Norma INEN 1108 en las fases de captación y distribución en las comunidades de Majipamba, Toje Chico, Troje Grande y Columbre 1 y 2 del cantón Colta, provincia del Chimborazo.
- Establecer las características microbiológicas del agua según la Norma INEN 1108 en las fases de captación y distribución en las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbre 1 y 2 del cantón Colta, provincia del Chimborazo.
- Proponer tratamientos de agua para mejorar la calidad de agua en las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbre 1 y 2 del cantón Colta, provincia del Chimborazo.

## **1.3. Justificación.**

El propósito de esta investigación es evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano en

las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbe 1 y 2, ubicadas en el Cantón Colta de la provincia de Chimborazo. El agua es un elemento esencial para la alimentación, la higiene y diversas actividades diarias de las personas, incluyendo la agricultura e industria. Sin embargo, la calidad y cantidad del agua disponible para consumo humano se ve disminuida debido a la contaminación que afecta a las fuentes naturales, manifestada a través de contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos (Tortora et al., 2007, pág. 33).

En el contexto económico y sociocultural ecuatoriano, la falta de programas estratégicos para reducir la pobreza ha llevado a que muchas familias vivan en condiciones precarias. A pesar de que el Ecuador cuenta con una considerable disponibilidad de agua dulce renovable, la distribución asimétrica impide el acceso a servicios básicos, como el suministro de agua potable.

Desde la perspectiva social, la preocupación por la disponibilidad y calidad del agua ha aumentado en las últimas décadas. El crecimiento poblacional y la demanda de agua han generado fuentes contaminantes, afectando la calidad del recurso. A nivel tecnológico, a pesar de la presencia de fuentes de agua en las regiones geográficas del país, la falta de servicios de calidad para consumo humano persiste, y las comunidades a menudo construyen reservorios que pueden convertirse en fuentes de contaminación.

A pesar de ser un recurso renovable, el agua requiere un manejo adecuado para garantizar su uso sostenible y tratamiento efectivo (Garros y Safar, 2020, pág. 4). El consumo de agua contaminada puede causar diversas enfermedades, afectando el rendimiento laboral y académico de la población. La investigación se centra en las comunidades y busca proporcionar información sobre las condiciones bacteriológicas y fisicoquímicas del agua. Esta investigación es crucial para las de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbe 1 y 2, ya que se proporcionará información sobre las condiciones bacteriológicas y fisicoquímicas del agua.

Esto servirá como base para implementar prácticas de manejo y tratamiento adecuados que permitan mejorar su calidad y la conviertan en apta para el consumo humano, lo que potencialmente beneficiará la calidad de vida de la población.

Esta investigación cuenta con el aval del PROYECTO TÉCNICO de la carrera de Química, el Proyecto de Vinculación Institucional” **PRODUCCIÓN, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL POST PANDEMIA EN LOS CANTONES COLTA Y RIOBAMBA**”.

#### **1.4. Hipótesis**

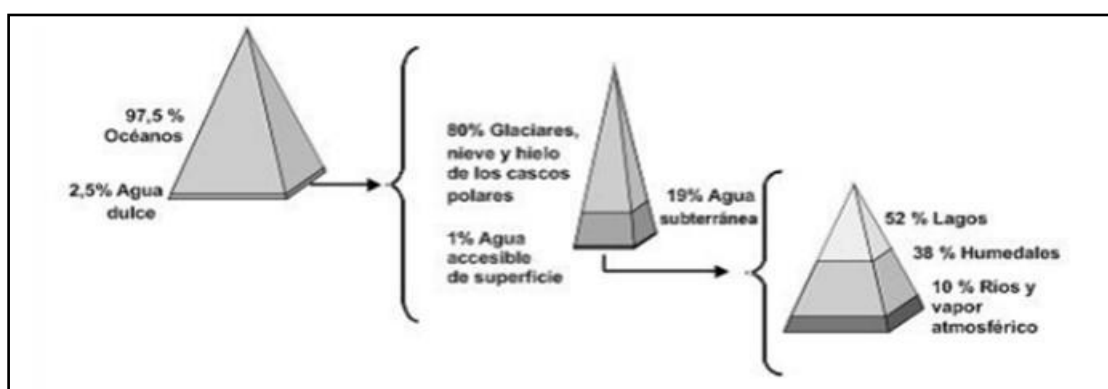
¿La calidad de agua de las de las comunidades comunidades de Columbe 1 y 2, Majipamba, Troje Chico, Troje Grande del cantón Colta, provincia del Chimborazo es apta para en consumo humano?

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

El agua es el compuesto más abundante en la Tierra y tiene el papel determinante en una variedad de procesos físicos, químicos y biológicos. Los océanos, contienen alrededor del 97.5% del suministro de agua de nuestro planeta, constituyen la mayor parte de esta reserva, dejando solo un pequeño 2.5% como agua dulce. De este porcentaje, aproximadamente el 80% está almacenado en forma de glaciares, nieve y hielo en los polos, mientras que un 19% se encuentra bajo tierra, en acuíferos y otras formas de aguas subterráneas. Tan solo un 1% está fácilmente accesible en la superficie, principalmente en lagos (52%) y humedales (38%) como se puede observar en la ilustración 2-1, que actúan como los principales reservorios de este recurso vital (Fernández, 2012, pág. 148).



**Ilustración 2-1:** Distribución del agua.

**Fuente:** (Fernández, 2012, pág. 148).

La composición química del agua, con su estructura dipolar (H<sub>2</sub>O), le confiere propiedades únicas para la vida. Los puentes de hidrógeno que forma son fundamentales para muchas de estas características, como se ha destacado en estudios como el de (Fernández, 2012, pág. 148).

La calidad del agua potable se define por su idoneidad para el consumo humano y sus múltiples aplicaciones domésticas, incluyendo la higiene personal. Su pureza, libre de microorganismos nocivos, es crucial para prevenir enfermedades y proteger la salud pública. Por tanto, el control de la contaminación microbiana es de suma importancia y nunca debe ser descuidado ni comprometido, dado el potencial impacto adverso que podría tener en la salud de las personas (Ríos et al., 2017, pág. 237).

Las vertientes son formadas es el agua que se filtra y se acumula en la tierra y las rocas. Pero la explotación descontrolada de estas fuentes ha llevado a un deterioro en su calidad y, en algunos casos, a una reducción en su fluidez. Este fenómeno se debe al aumento de la humanidad, la actividad agrícola y al uso excesivo de agroquímico (Aguilar y Navarro, 2018, pág. 40).

El ministerio del ambiente y agua en el año 2020 lanza el Proyecto de Agua Potable y Saneamiento para Comunidades Rurales y Pequeños Municipios PAS-E. Este proyecto se centra en las comunidades rurales, parroquias y pequeños municipios con el objetivo principal de incrementar la cobertura y mejorar las condiciones de los servicios de agua potable y saneamiento. Esto se logrará mediante la construcción de infraestructuras adecuadas (Ministerio de Ambiente, 2022).

En el artículo: “La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012”, nos indica que la calidad del agua predestinada al consumo humano ha sido vinculada con la propagación de diversas enfermedades. Al examinar la relación entre estos eventos sería fundamental para entender el impacto de la calidad del agua potable en la salud de la población. Este conocimiento orientaría la ejecución de medidas preventivas y programas de promoción de la salud ambiental (Guzmán et al., 2015, pág. 180).

Ecuador reconoce cifras destacadas en cuanto a la cobertura de servicios de agua potable y saneamiento a nivel nacional. En el año 2012, la cobertura de agua potable en hogares alcanzó el 74.5%, mientras que la cobertura de saneamiento fue del 93.2% (SENPLADES, 2013). Estas tasas de cobertura continuaron creciendo hasta diciembre de 2016, con acceso a la red pública alcanzando al 83.6% y el acceso a servicios de saneamiento alcanzando el 95% ese mismo año. Es trascendental señalar que, para deducir la cobertura de agua potable, se consideró exclusivamente el suministro procedente de conexiones municipales, exceptuando otras fuentes de abastecimiento mediante tuberías, como las proporcionadas por juntas de agua.

El agua potable se define como aquella que es segura para el consumo humano y que satisface las necesidades básicas, al carecer de contaminantes objetables como microorganismos, sustancias químicas o agentes infecciosos (Torres et al., 2017, pág. 456). La presencia de estos contaminantes puede simbolizar un peligro para la salud, lo que recalca la calidad de su potabilización. El conocimiento de la calidad del agua, especialmente la destinada al consumo humano, es crucial (Fernández, 2012, pág. 150), dado que la contaminación del agua potable tiene un impacto revelador tanto en la salud humana como en el medio ambiente. La presencia de componentes no deseados, como cloruros, nitratos y metales pesados, no solo restringe la utilidad del agua, sino que también

aumenta su toxicidad (Morell y Hernández, 2000, pág. 120). Por lo tanto, el estudio, la medición de los efectos y el control de la contaminación del agua son aspectos de suma importancia.

Por lo tanto, es primordial implementar métodos de tratamiento de agua potable que puedan eliminar estos contaminantes, garantizando así que su consumo no represente peligros para la salud de la población humana (Silva et al., 2015, pág. 60). La valoración de la calidad del agua es de trascendental importancia, ya que el consumo de agua no potable conlleva un alto riesgo de contraer enfermedades, especialmente para los niños menores de 5 años, quienes son más vulnerables a padecer diarrea y enfermedades respiratorias (UNICEF, 2016).

La Organización Mundial de la Salud en sus normas para valorar la calidad del agua, recomienda ejecutar pruebas para detectar la contaminación fecal (OMS, 2011). En colaboración con el Programa Conjunto de Monitoreo de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de la OMS y UNICEF (JMP-UNICEF), la OMS ha desarrollado metodologías que contienen métodos para comprobar directamente la calidad del agua potable. Como se mencionó anteriormente, un parámetro clave para evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano es la presencia de la bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*) como indicador de contaminación fecal (Hutton y Varughese, 2016, pág. 6).

Por lo tanto, el objetivo principal de la investigación fue evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua predestinada al consumo humano en las comunidades de Toje Chico, Troje Grande, Majipamba y Columbe 1 y 2 del cantón Colta, Chimborazo, con el fin de proporcionar una gestión sanitaria eficaz. Esto se consiguió determinando la calidad del agua en términos físicos, químicos y microbiológicos mediante análisis de laboratorio, y los resultados obtenidos se los compara, con los datos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 para agua potable y el Acuerdo Ministerial No. 097A del Ministerio del Ambiente, para establecer si el recurso hídrico es idóneo para el consumo humano.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Agua**

El agua, formada por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno que se unen para formar la molécula de H<sub>2</sub>O, presenta una estructura dipolar y tiene la capacidad de formar puentes de hidrógeno, lo que concede características únicas indispensables para la vida. Este recurso vital cubre más del 70 % de la superficie del planeta y se distribuye en lagos, ríos, lagunas, así como en el

aire y en el suelo. Además de su relevancia ambiental, el agua desempeña un papel fundamental en el consumo humano y juega un papel crucial en la seguridad alimentaria. Aunque es un recurso renovable, es significativo destacar que el agua es finita (Fernández, 2012, pág. 151).

### **2.2.2. Tipos de agua**

Existen diferentes tipos de aguas, y sus características varían según diversos factores. Algunos de los tipos de agua más comunes:

#### **2.2.2.1. Agua potable**

Es aquella que presenta compuestos disueltos en un nivel tolerable, es segura para beber y cumple con los estándares de calidad instituidos por las autoridades sanitarias. Generalmente proviene de fuentes como manantiales, pozos o plantas de tratamiento (Fernández, 2012, pág. 147).

#### **2.2.2.2. Agua dulce**

Este tipo de agua posee una baja concentración de sales disueltas, lo que la hace apta para el consumo humano y para el riego agrícola. Se encuentra principalmente en lagos, ríos y acuíferos subterráneos. Su aportación comprime la salinidad de los ecosistemas marinos y es necesaria para el desarrollo de la población humana (Castro et al., 2021, pág. 354).

#### **2.2.2.3. Agua salada**

Contiene una alta concentración de sales disueltas del 3.5%, especialmente cloruro de sodio (sal común), pueden tener otros elementos como el magnesio, el azufre, el calcio y el potasio. Se encuentra en océanos y mares, y no es adecuada para el consumo directo sin tratamiento adecuado (Amílcar, 2008, pág. 13).

#### **2.2.2.4. Agua dura**

Tiene una alta concentración de minerales como calcio y magnesio, lo que puede producir problemas de incrustaciones en tuberías y electrodomésticos. Es común en áreas donde el agua subterránea pasa a través de capas de roca calcárea (Calderón et al., 2015, pág. 31).

#### *2.2.2.5. Agua residual*

Es aquella que se utilizó en actividades humanas, como el lavado, la industria o el tratamiento de aguas residuales. Puede contener contaminantes y requiere tratamiento antes de su descarga al medio ambiente (Calderón et al., 2015, pág. 31).

#### *2.2.2.6. Agua de lluvia*

Procede de la condensación del vapor de agua en la atmósfera y su precipitación sobre la tierra. A menudo se recoge y se utiliza para riego o para recargar acuíferos este fenómeno es producido por la emisión de gases de efecto invernadero provocados principalmente por la industrialización (Aranda, 2015, pág. 38).

#### *2.2.2.7. Agua salobre*

*Agua que en su contenido tiene presencia de sal, así siendo menor que el agua marina* (Calderón et al., 2015, pág. 30).

#### *2.2.2.8. Aguas Grises*

Se refiere a los tipos de aguas de uso doméstico que resultan de los desechos generados al lavar materiales de cocina, utilizar lavadoras, duchas, y baños, entre otros (Calderón et al., 2015, pág. 31).

#### *2.2.2.9. Agua Alcalina*

Es aquella cuyo pH es mayor a 7 (Calderón et al., 2015, pág. 32)

#### *2.2.2.10. Agua Capilar*

Se trata del tipo de agua presente y retenida en el suelo por encima del nivel freático, debido a la capilaridad del terreno (Calderón et al., 2015, pág. 32).

#### *2.2.2.11. Agua de Gravedad*

Es el agua que se desplaza por las fuerzas de la gravedad, encontrándose en un suelo no saturado (Calderón et al., 2015, pág. 32).



#### 2.2.2.12. *Aguas Negras*

Se refiere al agua de uso comunitario que ha sido contaminada por diversos tipos de residuos, ya sean domésticos, industriales o municipales, mezclados con aguas subterráneas y pluviales (Calderón et al., 2015, pág. 31).

#### 2.2.2.13. *Agua Estancada*

Se define como aquella que no presenta movimiento en una zona determinada, como un lago, río, acuífero o estanque (Calderón et al., 2015, pág. 32).

#### 2.2.2.14. *Agua de Suelo*

Es el agua presente en la capa superior del suelo, cercana a la superficie, susceptible de evaporarse hacia la atmósfera mediante el proceso de evapotranspiración (Calderón et al., 2015, pág. 32).

#### 2.2.2.15. *Agua Subterránea*

Es el tipo de agua que se encuentra debajo de la superficie del suelo, con movimientos desde zonas de alta elevación y presión hacia áreas de baja elevación y presión, como lagos o ríos (Calderón et al., 2015, pág. 32).

#### 2.2.2.16. *Agua Blanda*

Es aquella que carece de una presencia significativa de dureza (Calderón et al., 2015, pág. 31).

#### 2.2.2.17. *Agua Freática*

Se refiere al agua subterránea presente en el nivel freático, la capa donde el suelo está saturado de agua (Calderón et al., 2015, pág. 32).

#### 2.2.2.18. *Agua Bruta*

Este tipo de agua no ha sido sometido a ningún tratamiento ni proceso de purificación, ya sea que esté por ingresar a una planta de tratamiento o provenga de corrientes naturales (Calderón et al., 2015, pág. 31).

#### **2.2.2.19. Agua Magmática**

Es el agua que se encuentra en las profundidades de la superficie terrestre y que experimenta movimientos ascendentes debido a la actividad de rocas ígneas intrusivas. (Calderón et al., 2015, pág. 33).

#### **2.2.3. Calidad de agua**

Así es, el agua potable es esencial para la vida humana, ya que se utiliza para beber, cocinar, limpiar y diversas actividades diarias. La potabilidad del agua se refiere a su calidad y pureza, garantizando que esté libre de contaminantes que puedan ser perjudiciales para la salud.

Los contaminantes en el agua pueden provenir de diversas fuentes, como desechos industriales, agrícolas, residuos urbanos, e incluso de contaminación natural. Los microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos, pueden causar enfermedades transmitidas por el agua, como diarrea, cólera, fiebre tifoidea y otras afecciones.

Además de los microorganismos, existen otros contaminantes químicos en el agua, como metales pesados, productos químicos industriales, herbicidas, pesticidas, residuos farmacéuticos y compuestos orgánicos que pueden representar riesgos para la salud humana a largo plazo, causando problemas de salud crónicos o agudos (Martínez et al., 2018, pág. 30).

#### **2.2.4. Criterios de calidad de agua potable**

El agua potable se caracteriza por ser segura para el consumo humano y otras actividades domésticas, como el lavado, sin representar riesgos para la salud. Aunque algunas sustancias disueltas pueden estar presentes en el agua potable sin ser detectables a simple vista, estas pueden provocar cambios en su color y olor. Desafortunadamente, el suministro de agua potable en nuestro planeta es limitado, ya que requiere procesos de potabilización que a menudo involucran la intervención humana (Melara, 2016, pág. 19).

#### **2.2.5. Parámetros de la calidad del agua.**

##### **2.2.5.1. Parámetros químicos del agua.**

#### 2.2.5.1.1. *Dureza*

Este producto tiene como objetivo calcular la suma de todos los niveles de concentración de magnesio y calcio en mg/L, expresados en carbonatos de calcio. Cuando los niveles de concentración de este compuesto en el agua son bajos, se clasifica como Agua Blanda. Por otro lado, si las concentraciones de carbonatos de calcio son altas, se le denomina Agua Dura. (Quintana, 2019, pág. 11).

#### 2.2.5.1.2. *Alcalinidad*

La alcalinidad de las aguas superficiales depende de la presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos y a su vez tiene la capacidad de neutralizar ácidos. Cuando los niveles de concentración de estos elementos son bajos, el agua puede presentar un sabor desagradable, ya que los iones de calcio o magnesio pueden formar precipitados, lo que dificulta los procesos de tratamiento del agua (Quintana, 2019, págs. 10-11).

#### 2.2.5.1.3. *Calcio*

Es uno de los elementos que se encuentran liberados en el medio ambiente. Principalmente, se presenta en forma de carbonatos de calcio en rocas como la caliza, el espato, la creta y el mármol. En el agua, su presencia es más común, pero no debe exceder los 100 ppm en aguas destinadas al consumo humano (Rodríguez, 2009, pág. 128).

#### 2.2.5.1.4. *Amonio*

Los iones amonio son productos comunes derivados de la descomposición de residuos orgánicos nitrogenados, un proceso conocido como amonificación o fijación biológica que son transformados en nitrito. Este proceso convierte la materia orgánica nitrogenada en amonio, que puede ser utilizada como fuente de nitrógeno por las plantas y es soluble en agua. Dado que el ion amonio tiene una carga positiva en su composición química, tiende a ser inmóvil en el suelo, ya que la arcilla del suelo posee una carga negativa que lo retiene, impidiendo su lixiviación (Bautista et al., 2007, pág. 11).

#### 2.2.5.1.5. *Fluoruros*

Los iones de flúor, con una alta electronegatividad, están ampliamente distribuidos en la corteza terrestre, principalmente en forma de fluoruros presentes en diversas rocas mediante infiltraciones y diluciones de este elemento en el suelo. Informes recientes indican que el flúor es altamente reactivo, formando enlaces tanto covalentes como iónicos con varios elementos. Los fluoruros se

encuentran mayormente en aguas superficiales, siendo estas fuentes principales de consumo humano (Quinteros, 2019. pág. 1).

#### 2.2.5.2. *Parámetros físicos del agua.*

##### 2.2.5.2.1. *Temperatura*

La temperatura desempeña un papel crucial en varios aspectos relacionados con la calidad del agua, como la disolución de sales, la solubilidad de gases, la determinación del pH y la conductividad eléctrica, entre otros. Las descargas de agua con altas temperaturas pueden tener consecuencias devastadoras para la fauna y la flora, ya que interfieren con la reproducción de las especies, aceleran las reacciones químicas, reducen los niveles de oxígeno y favorecen el crecimiento bacteriano, además de acelerar la eutrofización (Bautista et al., 2007, pág. 11).

##### 2.2.5.2.2. *Turbiedad*

La turbidez del agua es causada por la presencia de materiales en suspensión, como arcilla, materia orgánica y sustancias inorgánicas con filamentos finamente divididos, que pueden incluir organismos microscópicos. El índice máximo de turbidez aceptable es de 10 ppm, y se mide con un instrumento llamado turbidímetro. Para eliminar esta turbidez, se requieren tratamientos especiales, como la coagulación, sedimentación y filtración (Quintana, 2019, págs. 8-9).

##### 2.2.5.2.3. *Color*

El color del agua está estrechamente relacionado con su turbidez y depende principalmente de la presencia de sustancias minerales disueltas, así como de materiales coloidales de origen orgánico, sales de magnesio y hierro. Idealmente, el agua debería ser incolora, pero en algunos lugares hemos observado tonalidades verdosas o incluso azuladas. Esto sugiere la presencia de ciertas impurezas o minerales que afectan su apariencia (Bautista et al., 2007, pág. 11).

##### 2.2.5.2.4. *Sabor y olor*

El sabor del agua, como sabemos, es uno de los cinco sentidos del gusto, influenciado por las sensaciones que las sustancias presentes en el agua proporcionan. Por otro lado, el olor del agua puede ser percibido gracias al sentido del olfato, ya que ciertas sustancias volátiles están presentes en el agua. Se puede clasificar el agua en términos de olor al beberla, lo que permite detectar

cualquier anomalía en los sentidos del gusto y del olfato (Bautista et al., 2007, pág. 11).

#### 2.2.5.2.5. *Conductividad*

La conductividad es una medida que indica la capacidad de una muestra de agua para conducir corriente eléctrica en solución. Esta propiedad se debe a la presencia de sales disueltas en el agua, las cuales se descomponen en iones con cargas positivas y negativas. Entre los compuestos que favorecen esta conductividad se destacan principalmente las sales minerales, ya que actúan como buenos conductores. Por otro lado, las sustancias coloidales y la materia orgánica suelen tener una conductividad más baja (Rodríguez, 2009, pág. 127).

#### 2.2.5.2.6. *pH.*

El pH es una medida crucial que nos ayuda a conocer las concentraciones de iones de hidrógeno presentes en una solución. Cuando el pH se sitúa fuera del rango normal, que va de 6 a 9, también indica el grado de acidez o alcalinidad del agua. El pH también desempeña un papel fundamental en procesos como la desinfección, el ablandamiento del agua, la coagulación y el control de la corrosión. Por esta razón, es esencial que el pH se mantenga dentro de un rango adecuado para garantizar resultados óptimos en estos procesos (Bautista et al., 2007, pág. 12).

#### 2.2.5.2.7. *Sólidos disueltos totales*

En las aguas naturales existen diferentes tipos de sólidos no sedimentables: suspendidos, coloidales y disueltos. Los sólidos disueltos presentes en el agua son transportados por la acción de las corrientes, moviéndose junto con el flujo del agua (Quintana, 2019, pág. 9).

### 2.2.5.3. *Parámetros microbiológicos del agua.*

#### 2.2.5.3.1. *Coliformes fecales*

Los coliformes fecales, también conocidos como coliformes, están mayormente representados por el microorganismo *E. coli*, junto con otros menos frecuentes como *Klebsiella* y *Citrobacter freundii*. Estos coliformes termotolerantes son capaces de sobrevivir a temperaturas de hasta 45°C. A pesar de constituir un grupo reducido en el ámbito de la microbiología, son indicadores importantes de la calidad del agua, dado su origen fecal (Fernández, 2017, págs. 72).

#### 2.2.5.3.2. *Coliformes totales.*

Los coliformes totales se identifican como bacterias Gram negativas, con forma bacilar, que fermentan la lactosa a una temperatura de 35 a 37 grados Celsius durante un periodo de 24 horas, produciendo gas CO<sub>2</sub> y ácidos. Estas bacterias, que son negativas para la oxidasa, pueden ser anaeróbicas facultativas o aerobias. Aunque no forman esporas, presentan actividad enzimática de la  $\beta$ -galactosidasa. Ejemplos de coliformes totales incluyen especies como *Citrobacter*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* y *Enterobacter* (Fernández, 2017, págs. 72-73).

### 2.3. Marco Conceptuales.

#### 2.3.1. *Agua de vertiente.*

Las aguas de las vertientes emergen desde una formación geológica donde el agua subterránea aflora en forma natural formando esteros o lagos. El agua dulce que emerge de estos sitios es de buena calidad para el riego de frutales y hortalizas, pues estas formaciones son consideradas como fuentes de agua seguras, ya que al ser un agua subterránea se mantienen a una temperatura constante (Guzmán et al., 2015, pág. 180)

#### 2.3.2. *Agua Potable.*

El término "agua potable" o "agua para consumo humano" se refiere al agua que puede ser consumida sin restricciones. Esta definición se aplica al agua que cumple con las normativas de calidad establecidas por las autoridades tanto locales como internacionales (Herrera, 2019, págs. 13-14).

#### 2.3.3. *Calidad de agua para consumo humano.*

El uso del agua es fundamental para diversas actividades humanas y entre las más relevantes se encuentran aquellas relacionadas con su consumo directo. Sin embargo, es importante reconocer que, debido a ciertas características químicas, físicas y biológicas del agua, no puede ser utilizada de manera inmediata. Por lo tanto, el agua disponible en la naturaleza para el consumo humano requiere de procesos de corrección y tratamiento para eliminar partículas o sustancias perjudiciales para la salud humana como enfermedades infecciosas que son parasitarias. Estos tratamientos y correcciones son necesarios para asegurar que el agua sea segura y apta para el consumo y uso cotidiano por parte de las personas (Guzmán et al., 2015, pág. 178).

## **2.4. Marco Legal.**

### **2.4.1. Constitución de la República del Ecuador.**

La Constitución de la República del Ecuador consagra que el agua es un recurso fundamental de carácter estratégico, considerado patrimonio nacional, de uso público y de dominio inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado. Además, se reconoce su papel vital tanto para la preservación de la naturaleza como para la existencia misma de los seres humanos.

El artículo 318 de la Constitución prohíbe toda forma de privatización del agua y determina que la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria y que el servicio de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias

Art.411.-El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

### **2.4.2. Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.**

Segundo Suplemento, Registro Oficial N° 305 de 10 de agosto del 2014.

Art. 12.-Protección, recuperación y conservación de fuentes. El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

Artículo 14.- Cambio de uso del suelo. El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas.

Art. 16.- Son obras de carácter nacional la conservación, preservación e incremento de los recursos hidrológicos. Las concesiones y planes de manejo de las fuentes y cuencas hídricas deben contemplar los aspectos culturales relacionados a ellas, de las poblaciones indígenas y locales.

Art. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

Art. 100.- Es obligatorio para todos los usuarios de aguas registrar en el Consejo Nacional de Recursos Hídricos el aprovechamiento de ellas, con determinación de la fuente de captación y del caudal que les corresponda. (Constitución de la República de Ecuador, 2008).

#### ***2.4.3. El Plan Nacional para el Buen Vivir 2017 a 2021.***

El Plan Nacional para el Buen Vivir, en concordancia con los mandatos constitucionales define objetivos, políticas y metas prioritarias que en salud se puede resaltar lo siguiente

En el Objetivo 6:

“Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el desarrollo rural integral”

Se orienta a garantizar los derechos del Buen Vivir para la superación de todas las desigualdades, en especial, salud, educación, alimentación, agua y vivienda. Con las siguientes políticas:

6.1. Promover la redistribución de tierras, y el acceso equitativo a los medios de producción para incrementar la productividad, competitividad y calidad de la producción rural, considerando las ventajas competitivas y comparativas territoriales.

6.2. Fomentar el trabajo y empleo digno en zonas rurales, potenciando las capacidades productivas, fortaleciendo el apoyo focalizado del Estado, impulsando el emprendimiento, el acceso a mercados y la asociatividad para fomentar organizaciones sociales productivas y eficientes, y garantizando precios justos y control del contrabando.

6.3. Fomentar en zonas rurales el acceso a servicios de salud, educación, agua segura y saneamiento básico, pertinentes y de calidad.

6.4. Garantizar la participación plural, con enfoque de género y énfasis en las organizaciones indígenas y campesinas, en el manejo sostenible de los recursos naturales y servicios ambientales.



6.5. Impulsar la producción de alimentos suficientes y saludables, así como la existencia de mercados alternativos, que permitan satisfacer la demanda nacional con respeto a las formas de producción local y con pertinencia cultural.

6.6. Fortalecer la participación de las agriculturas familiares y campesinas en los mercados de provisión de alimentos (Plan Nacional para el Buen Vivir, 2017-2021).

#### **2.4.4. Ley Orgánica de Salud Art.96.**

### **CAPITULO I**

Del agua para consumo humano:

Art. 96.- Declárase de prioridad nacional y de utilidad pública, el agua para consumo humano. Es obligación del Estado, por medio de las municipalidades, proveer a la población de agua potable de calidad, apta para el consumo humano. Toda persona natural o jurídica tiene la obligación de proteger los acuíferos, las fuentes y cuencas hidrográficas que sirvan para el abastecimiento de agua para consumo humano. Se prohíbe realizar actividades de cualquier tipo, que pongan en riesgo de contaminación las fuentes de captación de agua. La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con otros organismos competentes, tomarán medidas para prevenir, controlar, mitigar, remediar y sancionar la contaminación de las fuentes de agua para consumo humano. A fin de garantizar la calidad e inocuidad, todo abastecimiento de agua para consumo humano queda sujeto a la vigilancia de la autoridad sanitaria nacional, a quien corresponde establecer las normas y reglamentos que permitan asegurar la protección de la salud humana (Ley orgánica de salud, 2015).

#### **2.4.5. Normas INEN.**

Las Normas INEN son regulaciones técnicas que evalúan la conformidad de un producto según la normativa técnica ecuatoriana. Su objetivo principal es satisfacer las necesidades locales y fomentar el comercio tanto a nivel nacional como internacional. Estas normas juegan un papel fundamental en el mejoramiento continuo de las empresas al incrementar su competitividad, mientras garantizan la seguridad y salud del consumidor.

La norma INEN para agua potable es la INEN 1108, que regula las aguas para consumo humano

en el Ecuador. Esta norma establece los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y radiológicos que debe cumplir el agua potable

#### 2.4.5.1. TABLAS DEL NMP.

La determinación de coliformes fecales se realizará de acuerdo con el método del Número Más Probable (NMP) según la Norma INEN 1108; para ello el recuento de coliformes fecales se determinó inoculando una serie de cinco tubos con las diluciones apropiadas en caldo lactozado (*CALDO LACTOZADO*) y médium EC (*MEDIO EC-EC MEDIUM*) La lectura de los tubos se realizó con la Tabla de NMP (Ortiz y Ríos. 2006, pág. 15).

Las tablas del NMP (Número Más Probable) se utilizan en microbiología para evaluar la concentración de microorganismos en una muestra de agua u otros medios. En las tablas del NMP (Número Más Probable) se utilizan en microbiología para estimar la concentración de microorganismos en una muestra de agua u otros medios. Este método del NMP se fundamenta en la dilución serial de la muestra y la observación de la presencia o ausencia de crecimiento microbiano en diferentes tubos de ensayo. A partir de los resultados de las diluciones y la presencia o ausencia de crecimiento, se determina el NMP de microorganismos presentes en la muestra.

Se realizan diluciones seriadas de la muestra de agua hasta  $10^{-5}$ . Se inocula cada dilución en múltiples tubos de ensayo y se observa si hay crecimiento de coliformes (tubos positivos) o no (tubos negativos). Con base en los resultados de los tubos positivos y negativos en cada dilución, se estima el NMP de coliformes por cada 100 ml de muestra de agua.

Es importante recalcar que las tablas del NMP pueden variar según el tipo de microorganismo que se esté analizando y el medio de cultivo utilizado. Igualmente, estas tablas son herramientas de referencia y deben utilizarse junto con procedimientos y técnicas de laboratorio adecuados para obtener resultados precisos y confiables.

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipo de Investigación.

En concordancia con los objetivos establecidos, este estudio adopta un enfoque analítico y descriptivo con el fin de examinar la calidad del agua destinada al consumo humano. El método descriptivo se centra en identificar las características del agua, mientras que el método analítico se basa en el análisis de los valores registrados conforme a los parámetros establecidos en la norma INEN 1108, que aborda los estándares de calidad para el agua de consumo humano.

#### 3.2. Diseño de la Investigación.

El diseño metodológico seleccionado para esta investigación es de naturaleza descriptiva exploratoria. Esta elección se justifica dado que se abordarán parámetros fundamentales para evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano, centrándose en aspectos físicos y químicos establecidos por la norma INEN.

Se llevarán a cabo tres rondas de muestreo durante dos meses distintos. El primer paso consistirá en la obtención de muestras de agua de las cuatro comunidades del cantón Colta, con el objetivo de asegurar la representatividad de los resultados.

Estas muestras se recolectarán en tres puntos diferentes dentro de cada comunidad. Posteriormente, se trasladarán al laboratorio para llevar a cabo los análisis correspondientes. Las muestras serán sometidas a pruebas de microbiología para detectar la presencia de coliformes fecales, mientras que los demás parámetros serán evaluados mediante técnicas de laboratorio específicas. Los datos obtenidos serán comparados con los estándares establecidos en la normativa pertinente.

##### 3.2.1. *Diseño Experimental.*

Teniendo en cuenta las variables presentadas en este estudio, se aplicó un diseño experimental completamente aleatorio. Este enfoque nos permitió determinar si los parámetros analizados en cada una de las muestras cumplían con los estándares establecidos por la norma INEN.

Para llevar a cabo la parte experimental de este reciente trabajo, se recolectaron tres muestras en diferentes puntos de cada una de las cuatro comunidades del cantón Colta. En las Tablas 3-1, 3-2, 3-3 y 3-4 se detalla el número de muestras tomadas en cada comunidad. Además, en la Tabla 3-5 se presentan los factores que serán evaluados en cada una de las muestras obtenidas.

**Tabla 3-1:** Cantidad de muestras tomadas en la comunidad de Columbe 1 y 2.

N.º de muestras	Puntos de muestreo	Unidad	Cantidad			
			Noviembre	Diciembre	Enero	Total
1	Casa 1 (-1.898441,-78.751546) Punto 1	L	1	1	1	3
2	Quesería (-1.89762,-78.751026) Punto 2	L	1	1	1	3
3	Casa 2 (-1.888314,-78.737795) Punto 3	L	1	1	1	3
			3	3	3	9

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

**Tabla 3-2:** Cantidad de muestras tomadas en la comunidad de Majipamba.

N.º de muestras	Puntos de muestreo	Unidad	Cantidad			
			Noviembre	Diciembre	Enero	Total
1	Caudal (-1.737477,-78.768015) Punto 1	L	1	1	1	3
2	Casa 1 (-1.73542,-78.764405) Punto 2	L	1	1	1	3
3	Iglesia (-1.739663,-78.761533) Punto 3	L	1	1	1	3
			3	3	3	9

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

**Tabla 3-3:** Cantidad de muestras tomadas en la comunidad de Troje Chico.

N.º de muestras	Puntos de muestreo	Unidad	Cantidad			
			Noviembre	Diciembre	Enero	Total
1	Tanque (-1.837154,-78.729877) Punto 1	L	1	1	1	3
2	Casa 1 (-1.839395,-78.729957) Punto 2	L	1	1	1	3
3	Casa 2 (-1.83882,-78.734429) Punto 3	L	1	1	1	3
			3	3	3	9

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

**Tabla 3-4:** Cantidad de muestras tomadas en la comunidad de Troje Grande.

N.º de muestras	Puntos de muestreo	Unidad	Cantidad			
			Noviembre	Diciembre	Enero	Total
1	Tanque (-1.822375,-78.717262) Punto 1	L	1	1	1	3
2	Casa (-1.826017,-78.71848) Punto 2	L	1	1	1	3
3	Escuela (-1.835908,-78.72605) Punto 3	L	1	1	1	3
			3	3	3	9

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

**Tabla 3-5:** Parámetros que se medirán en la cada una de las muestras.

N.º de muestra	Parámetros	Repeticiones	Unidades	Obtención de resultados	Comparación de resultados
1	pH	3	Acidez- Basicidad	Análisis de cada parámetro establecido.	Identificación de los rangos permisibles de cada parámetro establecido según la norma INEN.
1	Temperatura	3	°C		
1	Sólidos totales	3	(ppm)		
1	Conductividad eléctrica	3	(milimhos /cm)		
1	Cloruros	3	(mg/l)		
1	Nitratos	3	(mg/l)		
1	Sulfatos	3	(mg/l)		
1	Cloro	3	(mg/l)		
1	Coliformes Fecales	3			
1	Dureza	3			
1	Amonios	3	(mg/l)		
1	Turbidez	3	NTU		
1	Color	3	(Pt-Co)		
1	Fluoruros	3	(mg/l)		

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Cada uno de estos parámetros será evaluado en los tres muestreos programados. Una vez obtenidos los datos, se llevará a cabo una comparación con los estándares establecidos por la norma INEN. De esta manera, se podrá determinar si el agua cumple con los criterios necesarios para ser considerada apta para el consumo humano.

### 3.2.2. *Diseño completamente al azar “DCA”.*

A través de este diseño, que es uno de los más comúnmente utilizados, se pueden realizar comparaciones entre dos o más tratamientos. Este enfoque considera dos variables principales: el error aleatorio y los tratamientos. Se trata de uno de los métodos más simples y frecuentemente empleados en el análisis estadístico. El diseño completamente al azar recibe su nombre debido a que los ensayos experimentales, en su totalidad, es decir, los números de pruebas, son seleccionados de manera aleatoria. Este enfoque tiene como objetivo lograr una distribución equitativa y justa, aunque pueden surgir efectos temporales y ambientales que intervengan en los resultados (Gutiérrez y De la Vara, 2008, pág. 63).

### 3.2.3. *Modelo estadístico.*

Este modelo implica que  $\tau_i$  es el parámetro que representa el efecto del tratamiento  $i$ , mientras que  $\epsilon_{ij}$  es el error atribuible a la medición de  $Y_{ij}$ . Por otro lado,  $\mu$  es el parámetro de escala que es común a todos los tratamientos, siendo denominado la media global. Es importante tener en cuenta que este modelo considera únicamente dos fuentes de variabilidad: el error aleatorio y los tratamientos.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, \dots, \tau$$

$$j = 1, \dots, n_i$$

La hipótesis para el Diseño Completamente al Azar (DCA) es la siguiente:

H1: Significa que al menos uno de los tratamientos es diferente.

$$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k$$

### 3.2.4. *ANOVA análisis de varianza para el DCA.*

El análisis de varianza, conocido como ANOVA, se basa en un diseño completamente al azar, lo que significa que las unidades experimentales son asignadas de manera aleatoria a los tratamientos. Sin embargo, en algunas ocasiones, este proceso puede ocurrir de manera diferente.

A pesar de ello, el diseño completamente al azar sigue siendo uno de los más utilizados debido a su facilidad de implementación. Este diseño permite la evaluación de cualquier número de tratamientos, siempre y cuando se trabaje con el mismo número de unidades experimentales en cada tratamiento. Esto puede manifestarse de dos formas: un diseño desigual en cuanto al número de repeticiones o un diseño con igual número de repeticiones para cada tratamiento.

Las fuentes de variación se encuentran detalladas en la tabla 3-6, junto con los grados de libertad, el cuadrado medio, la suma de cuadrados y, por último, el estadístico de la distribución F.

Esta tabla refleja un análisis de varianza correspondiente a un diseño completamente al azar con un número equivalente de repeticiones.

**Tabla 3-6:** Análisis de varianza para un diseño completamente al azar.

Fuente de variación	Cuadrado Medio (CM)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de Libertad (GL)	Fc (Valor p)
Tratamientos	$CM = \frac{CM_{TRAT}}{K - 1}$	$SC_{trat} = \sum_i^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$k - 1$	$P (F > F_0)$
Error	$CM = \frac{SC_E}{N - k}$	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT} =$	$N - k$	
Total		$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$N - 1$	

Fuente: (Gutiérrez y De la Vara, 2008, pág. 63).

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Para verificar la significancia propuesta  $\alpha = 0,05$  donde sí p que es el valor menor 0,05 se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) por ende se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), y si es que fuera al contrario valor de p es mayor a 0,05 se acepta la  $H_0$ .

L a segunda forma es que debemos tomar los valores de  $F_0$  donde este valor se lo compara con cuyo valor de la tabla T-student, siempre y cuando esté presente la regla de decisión: si  $F_c > F_0$  la hipótesis  $H_0$  se rechaza.

### 3.3. Identificación de variables.

**Variable dependiente:** Uso del agua para consumo humano en las comunidades de Columbe 1 y 2, Troje Grande, Troje Chico y Majipamba.

**Variable independiente:** Calidad del agua de las comunidades de Columbe 1 y 2, Troje Grande, Troje Chico y Majipamba.

### 3.4. Planteamiento de la hipótesis.

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** La calidad del agua de las comunidades de Columbe 1 y 2, Troje Grande, Troje Chico y Majipamba no es apta para consumo humano según la norma INEN.

**Hipótesis alterna ( $H_a$ ):** La calidad del agua de las comunidades de Columbe 1 y 2, Troje Grande, Troje Chico y Majipamba es apta para consumo humano según la norma INEN.



3.4.1.1. Operacionalización de las variables.

3.4.1.1.1. Variable Independiente:

**Tabla 3-7:** Operacionalización variable dependiente: Caracterización de calidad de agua.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	CATEGORÍA	INDICADORES	MÉTODOS/ INSTRUMENTOS
El agua de uso humano presenta algunas características físicas y químicas según la Norma INEN	Física	Temperatura	°C	Equipo Multiparámetro
		Conductividad eléctrica	µS/m	
		Sólidos disueltos	mg/L	
		pH	Acidez y basicidad	
	Químicas	Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	Titulación
		Calcio	mg/L	
		Alcalinidad	mg/L	
		Fluoruros	mg/L	Equipo
		Amonios	mg/L	Multiparámetro

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

3.4.1.1.2. Variable Dependiente:

**Tabla3-8:** Operacionalización variable independiente: Para uso de consumo humano.

CONCEPTUALIZACIÓN		CATEGORÍA	INDICADORES	MÉTODOS/ INSTRUMENTOS
El agua para uso consumo humano es adecuada cuando cumple con los parámetros establecidos por la norma INEN.		Cloro	(mg/L)	Titulación
		Alcalinidad	(mg/L)	
		Calcio	(mg/L)	
		Fluoruros	(mg/L)	Turbidímetro
		Amonios	(m/L)	Turbidímetro
		Conductividad eléctrica	( $\mu$ s/L)	Conductímetro

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

### 3.4.1.2. Localización del Estudio.

La investigación se llevará a cabo en cuatro comunidades del cantón Colta: Columbe 1 y 2, Troje Grande, Troje Chico y Majipamba. Estas comunidades están situadas en las siguientes coordenadas geográficas: -1.85139S, -78.76967W; -1.837063S, -78.682830W; -1.83129S, -78.72527W; -1.7397044S, -78.7622449W, respectivamente, y pertenecen al cantón Colta, provincia de Chimborazo.

Las muestras de agua serán analizadas para determinar su calidad en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), ubicada en la ciudad de Riobamba, cuyas coordenadas son 78°40'20" longitud Oeste y se encuentra en la Panamericana Sur Km 1 ½ vía a la Costa, a una altitud de 2815 metros sobre el nivel del mar. La localización del área de estudio se detalla en la tabla 3-9.

**Tabla3-9:** Puntos de estudio de las diferentes comunidades.

<b>Comunidad</b>	<b>Puntos de toma de muestras</b>	<b>Coordenadas</b>
Columbe 1y2	Casa 1 (Punto 1)	-1.898441,-78.751546
	Quesería (Punto 2)	-1.89762,-78.751026
	Casa 2 (Punto 3)	-1.888314,-78.737795
Majipamba	Caudal (Punto 1)	-1.737477,-78.768015
	Casa 1 (Punto 2)	-1.73542,-78.764405
	Iglesia (Punto 3)	-1.739663,-78.761533
Troje Chico	Tanque (Punto 1)	-1.837154,-78.729877
	Casa 1 (Punto 2)	-1.839395,-78.729957
	Casa 2 (Punto 3)	-1.83882,-78.734429
Troje Grande	Tanque (Punto 1)	-1.822375,-78.717262
	Casa (Punto 2)	-1.826017,-78.71848
	Escuela (Punto 3)	-1.835908,-78.72605

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

A continuación, se detallarán las imágenes correspondientes a cada punto de estudio.



**Ilustración 3-1:** Ubicación de la comunidad Columbe 1y2.

**Fuente:** (Google Maps, 2024)

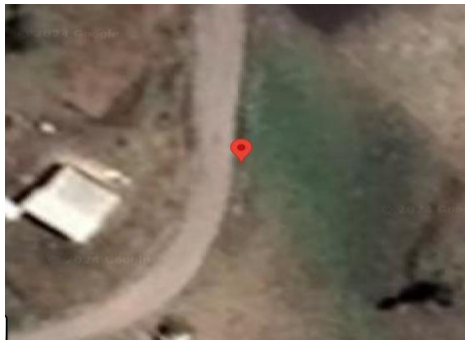
**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-2:** Ubicación del punto 1 (casa1) de la comunidad Columbe 1y2.

**Fuente:** (Google Maps, 2024)

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-3:** Ubicación del punto 2 (que- sería) de la comunidad Columbe 1y2.

**Fuente:** (Google Maps, 2024)

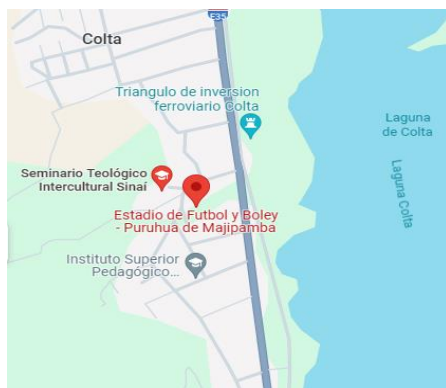
**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024



**Ilustración 3-4:** Ubicación del punto 3 (casa2) de la comunidad Columbe 1y2.

**Fuente:** (Google Maps, 2024)

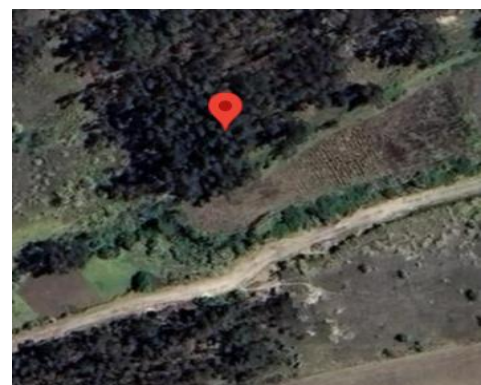
**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-5:** Ubicación de la comunidad Majipamba.

**Fuente:** (Google Maps, 2024)

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-6:** Ubicación del punto 1 (cau- dal) de la comunidad Majipamba.

**Fuente:** (Google Maps, 2024)

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-7:** Ubicación del punto 2 (casa 1) de la comunidad Majipamba.

Fuente: (Google Maps, 2024)

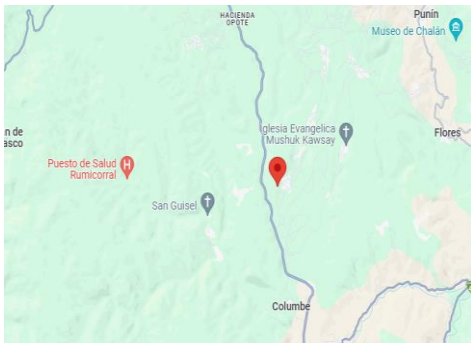
Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-8:** Ubicación del punto 3 (iglesia) de la comunidad Majipamba.

Fuente: (Google Maps, 2024)

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-9:** Ubicación de la comunidad Troje Chico.

Fuente: (Google Maps, 2024)

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-10:** Ubicación del punto 1 (tanque) de la comunidad Troje Chico.

Fuente: (Google Maps, 2024)

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-11:** Ubicación del punto 2 (casa 1) de la comunidad Troje Chico.

Fuente: (Google Maps, 2024)

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-12:** Ubicación del punto 3 (casa 2) de la comunidad Troje Chico.

Fuente: (Google Maps, 2024)

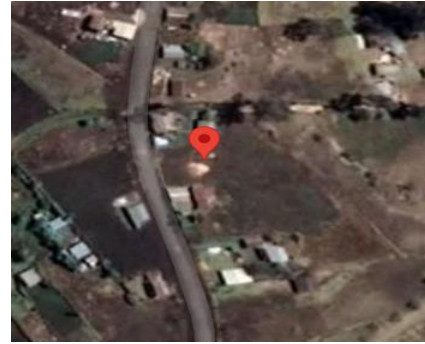
Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-13:** Ubicación de la comunidad Troje Grande.

Fuente: (Google Maps, 2024)

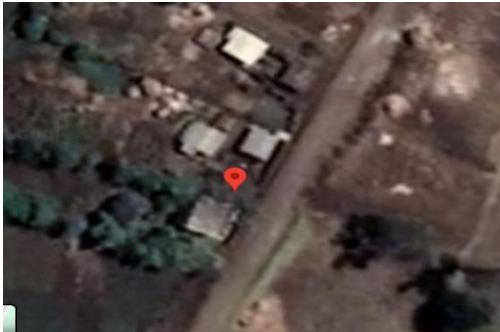
Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-14:** Ubicación del punto 1 (tanque) de la comunidad Troje Grande.

Fuente: (Google Maps, 2024)

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-15:** Ubicación del punto 2 (casa 1) de la comunidad Troje Grande.

Fuente: (Google Maps, 2024).

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



**Ilustración 3-16:** Ubicación del punto 3 (escuela) de la comunidad Troje Grande.

Fuente: (Google Maps, 2024)

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

#### 3.4.1.3. Población de estudio.

La población de estudio en la presente investigación son las aguas provenientes de los tanques de almacenamiento para consumo humano en las comunidades de Columbe 1 y 2, Troje Grande, Troje Chico y Majipamba, todas ubicadas en el cantón Colta de la provincia de Chimborazo.

#### 3.4.1.4. Tamaño de la muestra.

Para esta investigación, se ha considerado un tamaño de muestra consistente en una muestra de 1 litro de agua por cada punto de muestreo, recolectando un total de 3 muestras de agua cada 30 días. Estas muestras serán sometidas a los análisis correspondientes según los estándares establecidos por la norma INEN. Además, se tendrán en cuenta los parámetros específicos para el tratamiento de agua en cada comunidad, de acuerdo con su uso previsto.

#### 3.4.1.5. Método de muestreo.

Para garantizar la selección de muestras representativas para la investigación, se empleará el método de muestreo aleatorio simple. Este método se considera adecuado debido a su capacidad para proporcionar muestras que reflejen fielmente la diversidad de la población estudiada. La recolección de muestras de agua se llevará a cabo en varias comunidades, incluyendo Columbe 1 y 2 (-1.85139S, -78.76967W); Troje Grande (-1.837063S, -78.682830W); Troje Chico(-1.83129S, -78.72527W) y Majipamba (-1.7397044S, -78.7622449W).

La elección de los meses de noviembre, diciembre y enero para llevar a cabo el muestreo del agua se basa en una consideración estratégica de las estaciones climáticas en la región. Estos meses abarcan tanto el invierno como el verano, lo que proporciona una amplia variedad de condiciones climáticas para estudiar. Esta decisión se fundamenta en datos obtenidos del boletín de predicción climática #16 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2023), así como en el informe de situación nacional de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2024). Se considera que esta bibliografía es confiable y verificada, lo que garantiza la adecuada variación estacionales en las condiciones del agua durante el período de estudio.

#### 3.4.1.6. Técnicas de recolección de datos.

##### 3.4.1.6.1. Equipo y Materiales:

- Botellas ámbar (1000 mL)
- Bolsas de hielo
- Coolers
- Matraz de Erlenmeyer
- Tubos Durham
- Canastas
- Gradilla
- Pipetas de 10 ml
- Recipientes de muestras de orina
- Mechero
- Tubos de ensayo
- Boheco
- Azas
- Turvimetro

- Medidor de pH
- Estufas
- Baño maría
- Medidor de cloro
- Termómetros
- Conductímetro
- Cámara de Extracción

3.4.1.6.2. *Equipo de seguridad personal:*

- Mascarillas
- Guantes de nitrilo
- Mandil
- Alcohol

3.4.1.6.3. *Herramientas/Técnicas:*

- Programas estadísticos
- Microsoft Excel
- Cámaras
- Microsoft Word

3.4.1.7. *Determinación de los parámetros físicos.*

3.4.1.7.1. *Conductividad.*

Se tomó una muestra de 100 ml de agua (muestra problema), después se lo traspaso a un vaso de precipitación de 150 ml y de esa manera se realizó la lectura con un conductímetro. Se ejecutó por triplicado cada muestra de agua.

3.4.1.7.2. *Sólidos disueltos totales.*

Se utilizó una muestra de 100 ml del problema, la cual se vertió en un vaso de precipitación de 100 ml. Se empleó el conductímetro con la opción de SDT para obtener los resultados de los sólidos disueltos totales. Cada muestra de agua fue analizada por triplicado.



#### 3.4.1.7.3. *Temperatura.*

Para este parámetro, es importante considerar que los resultados pueden verse afectados por diferentes variables, como el clima, la hora del día, la calidad del agua y la fecha. Por esta razón, se llevaron a cabo pruebas in situ, utilizando un termómetro portátil para medir la temperatura en grados centígrados. Cada muestra problema fue analizada por triplicado.

#### 3.4.1.8. *Determinación de los parámetros por titulación.*

##### 3.4.1.8.1. *Dureza.*

Primero, se preparó un matraz de Erlenmeyer de 100 ml, en el cual se añadieron 10 ml de muestra problema. Luego, se agregaron 1 ml de una solución Buffer con un pH de 10 y 1 ml de cianuro de potasio (KCN) al 1%. Finalmente, se añadió el indicador 0,02 gramos de negro de eriocromo (NET), lo que resultó en un color azul. Para la titulación, se utilizó EDTA 0,02, lo que cambió el color a rosa. Este procedimiento fue realizado para la determinación del calcio.

Cálculos:

$$(Dureza\ total),\ mg\ \frac{CaCO_3}{L} = \frac{V_{EDTA} \times M_{EDTA}}{V_{Muestra}} \times 100091$$

$M_{EDTA}$ : Es el nivel de concentración que se encuentra de EDTA, en mol/L.

$V_{EDTA}$ : Es el volumen usado como titulante (EDTA), para calcular la dureza, en mL.

100091: Es el valor del peso atómico del carbonato de calcio, (100,091) x 100

$V_{Muestra}$ : Muestra problema en mL (Instituto de Hidrología, 2007, pág. 10).

##### 3.4.1.8.2. *Calcio.*

Se procedió a tomar un matraz de Erlenmeyer de 100 ml, en el cual se vertieron 10 ml de la muestra problema. Luego, se añadieron 1 ml de hidróxido de sodio 1N y 1 ml de cianuro de potasio (KCN) al 1%. Posteriormente, se agregó el indicador de 0,02 gramos de murexida, lo que produjo un color rosado. Para la titulación, se empleó EDTA 0,02, lo que ocasionó un cambio de color a púrpura.

Cálculos:

$$mgCa^{2+}/L = \frac{C_1 \times V_G \times 40080}{V_0}$$

$C_1$ : La concentración de una solución de EDTA se expresa comúnmente en términos de equivalentes por litro.

$V_G$ : es el volumen, dado por mililitros, de la solución de EDTA.

$V_0$ : es el volumen, dado por mililitros, de la muestra de ensayo (Instituto Ecuatoriano de Normalización 1107, 2013, pág. 4).

#### 3.4.1.8.3. Alcalinidad.

Se procedió a tomar un matraz de Erlenmeyer de 100 ml y se vertieron 10 ml de la muestra de agua (muestra problema) en el recipiente. Luego, se agregaron de 6 a 5 gotas de naranja de metileno como indicador, lo que produjo un color naranja. Para la titulación, se utilizó ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 0,047N, lo que resultó en un color rojo. Este procedimiento se llevó a cabo por triplicado con la muestra problema.

Cálculos:

$$CaCO_3 = \frac{A \times B \times 50000}{mL \text{ de muestra}}$$

A: Es el titulante en muestra.

B: Es la normalidad del ácido estándar (Gómez, 2013, pág. 37).

#### 3.4.1.8.4. Cloruros.

Se tomó un matraz de Erlenmeyer de 100 ml y se añadieron 10 ml de muestra de agua (muestra problema) utilizando una pipeta. Luego, se agregaron de 6 a 5 gotas de cromato de potasio ( $K_2CrO_4$ ) de color amarillo como indicador, lo que generó un color amarillo en la solución. Para la titulación, se empleó nitrato de plata ( $AgNO_3$ ) 0,01N, el cual es de color blanco, y se observó la formación de un precipitado de color rojo. Este procedimiento se realizó por triplicado con la muestra problema.

Cálculos:

$$Cl^- ppm = \frac{(A - B) \times N \times 35,45}{mL \text{ de muestra}} \times 100$$

N: Es la normalidad del  $AgNO_3$ .

A: Es la valoración de la muestra en, mL.

B: Es la valoración del blanco en mL (Gómez, 2013, pág. 41).

#### 3.4.1.8.5. Fluoruros.

Se tomó una muestra de 10 ml de agua destilada como muestra madre o blanco, a la cual se le añadió el reactivo de Spands. Posteriormente, se agitó durante 1 minuto y, después de este tiempo, se leyó la muestra en el espectrofotómetro para obtener el valor de referencia. Para el análisis de la muestra real, se siguió el mismo procedimiento que para la muestra madre, es decir, se tomó una muestra de agua, se le añadió el mismo reactivo, se agitó durante 1 minuto y luego se leyó en el espectrofotómetro para obtener el resultado del análisis en mg/L de F.

#### 3.4.1.8.6. Magnesio.

Para determinar la concentración de magnesio, se llevó a cabo la sustracción correspondiente entre la dureza total y la dureza debida al calcio, obteniendo así el resultado deseado.

Cálculos:

$$\begin{aligned}(\text{Dureza total}) \text{ ppmCaCO}_3 &= \frac{(\text{ml EDTA}) \times (\text{M EDTA}) \times (\text{mmolCaCO}_3) \times 10^6}{\text{mL de muestra}} \\(\text{Dureza del calcio}) \text{ ppmCaCO}_3 &= \frac{(\text{ml EDTA}) \times (\text{M EDTA}) \times (\text{mmolCaCO}_3) \times 10^6}{\text{mL de muestra}}\end{aligned}$$

Magnesio ppm= Dureza total – Dureza del calcio.

#### 3.4.1.8.7. Amonio.

Se utilizo los reactivos de la marca Hasch. Para el analices del amonio se realizó por el método de cianurato de amonio, este consiente en: Se toma 10ml de agua destilada como muestra madre o blanco se le añade el reactivo 1 (amonio salicilato) se agita y se deja reposar por 3 minutos, pasado el tiempo se añade el reactivo 2 (amonio cianurato) se agita y se deja que actúe por 15 minutos pasado el tiempo se lee la muestra en el espectrofotómetro.

#### 3.4.1.9. Determinación de los parámetros microbiológicos.

Para el análisis microbiológico se realiza en dos etapas:

##### 3.4.1.9.1. Etapa 1: Caldo Lactozado.

Para preparar el medio de cultivo donde se sembrarán las muestras, se utiliza el caldo lactozado.

Se requiere 10 ml de medio de cultivo en cada uno de los 15 tubos. La siembra se lleva a cabo de la siguiente manera: 5 tubos con 10 ml de la muestra, 5 tubos con 1 ml de la muestra y 5 tubos con 0,1 ml de la muestra. Es crucial realizar este procedimiento en una cámara de extracción para prevenir la contaminación. Una vez completada la siembra, los tubos se colocan en la estufa a una temperatura de 36°C durante 48 horas. Al finalizar este período en la estufa, se identifican los tubos que presentaron resultados falsos-positivos y se procede a la siguiente etapa del proceso.

#### 3.4.1.9.2. *Etapa 2: Medium EC.*

De manera similar, se debe preparar el medio de cultivo para la siembra de los falsos-positivos, utilizando el medio EC. Para cada muestra, se requieren 10 ml de medio de cultivo en cada uno de los 5 tubos. La siembra de los falsos-positivos se realiza en los 5 tubos utilizando un asa esterilizada, con unas 3 a 4 aplicaciones para tomar la muestra. Una vez completada la siembra, los tubos se colocan en un baño maría durante 24 horas a una temperatura de 44,5°C. Después de este período, se verifica si la muestra da positivo para la presencia de coliformes fecales.

Después de obtener los resultados de las pruebas, los cuales pueden ser positivos o negativos dependiendo del tipo de agua bajo estudio, es necesario combinar estos resultados para luego compararlos con la tabla del método del número más probable (NMP). Este método, ampliamente utilizado en microbiología y otras disciplinas científicas, permite estimar la concentración de microorganismos en una muestra. Al efectuar esta comparación, se podrá identificar el número más probable para los datos obtenidos, lo que nos facilitará una estimación de la concentración o cantidad de coliformes fecales presentes en las muestras de agua analizadas.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez completados los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de todos los parámetros designados para evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano en las comunidades Columbe 1 y 2, Majipamba, Troje Chico y Troje Grande, se obtuvieron resultados distintos en cada punto de muestreo.

Cabe mencionar que en cada comunidad se tomó tres puntos distintos de muestreo:

Columbe 1 y 2 (casa 1, inicio de la comunidad), (quesería, punto 2) y (casa 2 punto 3); Majipamba (caudal, inicio de la comunidad), (casa 1, punto 2) y (iglesia, punto 3); Troje Chico (Tanque, inicio de la comunidad), (casa 1, punto 2) y (casa 2, punto 3); Troje Grande (Tanque, inicio de la comunidad), (casa 1, punto 2) y (escuela, punto 3). Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores máximos permisibles establecidos por la Norma INEN 1108.

Para realizar el análisis de los resultados de microbiología y obtener todas las posibles combinaciones de resultados positivos, necesitamos guiarnos por la tabla de "Límites para varias combinaciones de resultados positivos (NMP)". Este enfoque nos permitirá comprender la presencia y concentración de microorganismos en las muestras de agua.

La tabla de "Límites para varias combinaciones de resultados positivos (NMP)" proporciona información sobre los límites establecidos para diferentes combinaciones de resultados positivos en el Método de los Números Más Probables (NMP). Por ejemplo, si tenemos un análisis microbiológico con resultados positivos para *coliformes fecales y totales* y *E. coli*, necesitaremos consultar esta tabla para determinar los límites aceptables para esta combinación específica de resultados.

Al utilizar esta tabla, podemos identificar si las muestras cumplen con los estándares de calidad del agua establecidos y determinar la necesidad de tomar medidas correctivas en caso de que los resultados excedan los límites permitidos. En resumen, para el análisis de resultados microbiológicos, es fundamental utilizar la tabla de "Límites para varias combinaciones de resultados positivos (NMP)" para identificar todas las posibles combinaciones de resultados positivos y evaluar la calidad del agua según los estándares establecidos.

#### 4.1. Comunidad Columbe 1 y 2.

##### 4.1.1. Análisis físicos-químicos de la comunidad Columbe 1 y 2.

**Tabla 4-1:** Resultados promedios de los análisis de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Comunidad: Columbe 1 y 2</b>											
<b>Puntos de muestreo</b>											
			<b>Casa 1 (-1.898441,- 78.751546)</b>			<b>Quesería (-1.89762,- 78.751026)</b>			<b>Casa 2 (-1.885244,- 78.736077)</b>		
<b>#</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Uni.</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>
1	Turbidez	NTU	0,22	0,21	0,40	0,24	0,25	0,35	0,62	0,62	0,67
2	pH		7,53	6,48	7,76	7,39	6,40	7,17	7,40	6,61	7,19
3	Temperatura	°C	16,70	17,00	17,90	17,40	17,00	17,50	16,60	16,00	17,30
4	Cloro residual	mg/L	0,09	0,17	0,02	0,09	0,17	0,02	0,06	0,10	0,01
5	Fluoruros	mg/L	0,10	0,30	0,01	0,29	0,52	0,01	0,33	0,27	0,01
6	Amonio	mg/L	0,03	0,11	0,15	0,04	0,13	0,16	0,03	0,07	0,14
7	Conductividad	(μS/cm)	209,30	208,50	94,56	209,40	205,50	94,96	211,30	205,90	94,59
8	Sólidos totales disueltos	mg/l	117,50	117,70	178,00	117,40	115,00	169,50	120,60	115,30	169,10
9	Color	(Pt-Co)	1,00	2,00	6,00	1,00	3,00	5,00	9,00	3,00	13,00
10	Dureza Total por CaCO <sub>3</sub>	mg/L	350,82	360,33	300,27	290,26	400,36	300,27	420,38	440,40	460,42
11	Calcio	mg/L	68,14	56,11	72,14	72,14	40,08	128,26	104,21	96,19	104,21
12	Magnesio	mg/L	55,75	54,65	64,89	75,45	70,78	88,12	80,16	79,65	90,75
13	Alcalinidad	ppm	175,80	165,45	178,50	175,45	164,53	172,36	175,96	161,45	172,56
14	Cloruros	ppm	233,97	191,43	240,32	170,16	127,62	212,70	191,35	185,70	190,70

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-1 se recopilan los datos obtenidos en todos los parámetros analizados en los distintos puntos de muestreo de la comunidad Columbe 1 y 2 durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Los valores presentados corresponden a los promedios calculados a lo largo del período de análisis para cada punto de muestreo, realizándose tres análisis con tres repeticiones cada uno por cada parámetro.

##### 4.1.1.1. Turbidez NTU.

**Tabla 4-2:** Resultados del análisis de los promedios de turbidez en la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Turbidez (NTU)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,22	0,24	0,62	5 NTU
<b>Diciembre</b>	0,21	0,25	0,62	
<b>Enero</b>	0,40	0,35	0,67	
<b>Promedio</b>	0,28	0,28	0,64	
<b>Desviación estándar</b>	0,1069	0,0608	0,0289	

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024

En la Tabla 4-2 se presentan los datos promedios de tres repeticiones obtenidos para la turbidez en tres puntos de muestreo distintos de la comunidad Columbe 1 y 2. En el punto uno (Casa 1), los valores registrados fueron 0,22 NTU en noviembre, 0,21 NTU en diciembre y 0,40 NTU en enero. En el punto dos (Quesería), los valores fueron 0,24 NTU en noviembre, 0,25 NTU en diciembre y 0,35 NTU en enero. Por último, en el punto tres (Casa 2), se obtuvieron promedios de 0,62 NTU en noviembre, 0,62 NTU en diciembre y 0,64 NTU en enero.

Los valores promedios reportados a lo largo del período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 0,28 NTU con una desviación estándar de 0,1069; Quesería: 0,28 NTU con una desviación estándar de 0,0608; y Casa 2: 0,64 NTU con una desviación estándar de 0,0289.

Los promedios de los tres puntos de estudio están dentro de los valores aceptables. La turbidez excesiva bloquea la luz en el agua, afectando la fotosíntesis y la vegetación acuática, lo que podría comprometer la calidad del agua para el consumo humano. El límite máximo aceptable de turbidez en agua potable es de 5 NTU (Borbolla, 2003, Pág. 5-6).

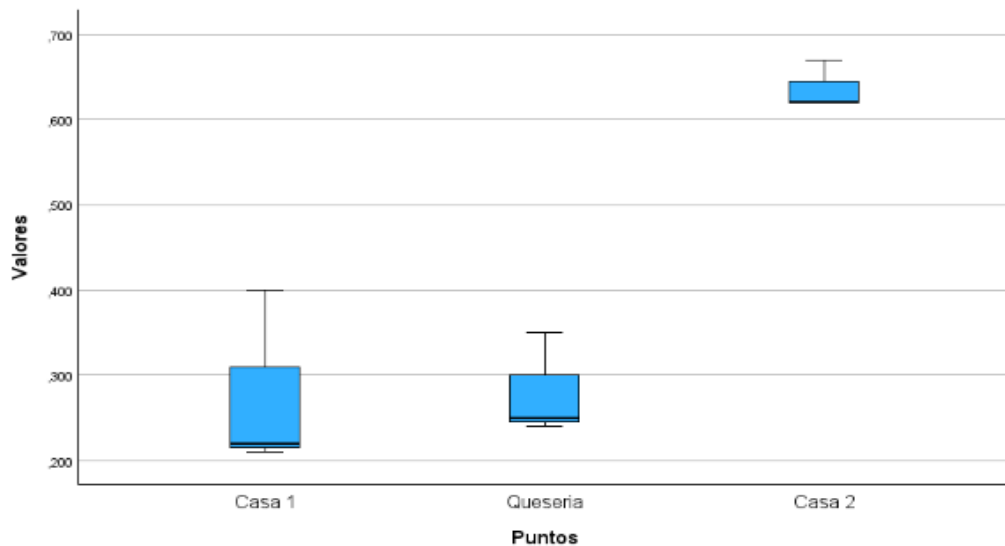
**Tabla 4-3:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de turbidez en la comunidad Columbe 1 y 2.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,2568	2	0,1284	24,127	0,0014	5,1433
Dentro de los grupos	0,0319	6	0,00532222			
Total	0,2888	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de turbiedad de la comunidad Columbe 1 y 2 se muestran en la Tabla 4-3, se obtuvieron que el valor de F calculado (24,1273) es mucho mayor que el valor crítico para F (5,1433), y la probabilidad asociada (0,0014) es significativamente menor que un nivel de significancia común como 0,05. Esto indica que hay diferencias significativas entre los grupos. En otras palabras, los datos sugieren que al menos un par de grupos son estadísticamente diferentes entre sí en cuanto a la variable que se está evaluando.

Esto puede requerir un análisis post hoc para determinar qué grupos difieren significativamente entre sí. Es decir, los resultados indican que hay diferencias significativas entre los grupos en el estudio, y se debe realizar un análisis adicional para comprender mejor la naturaleza de estas diferencias.



**Ilustración 4-1:** Diagrama de cajas de los promedios de turbidez de la comunidad Columbe 1 y 2.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

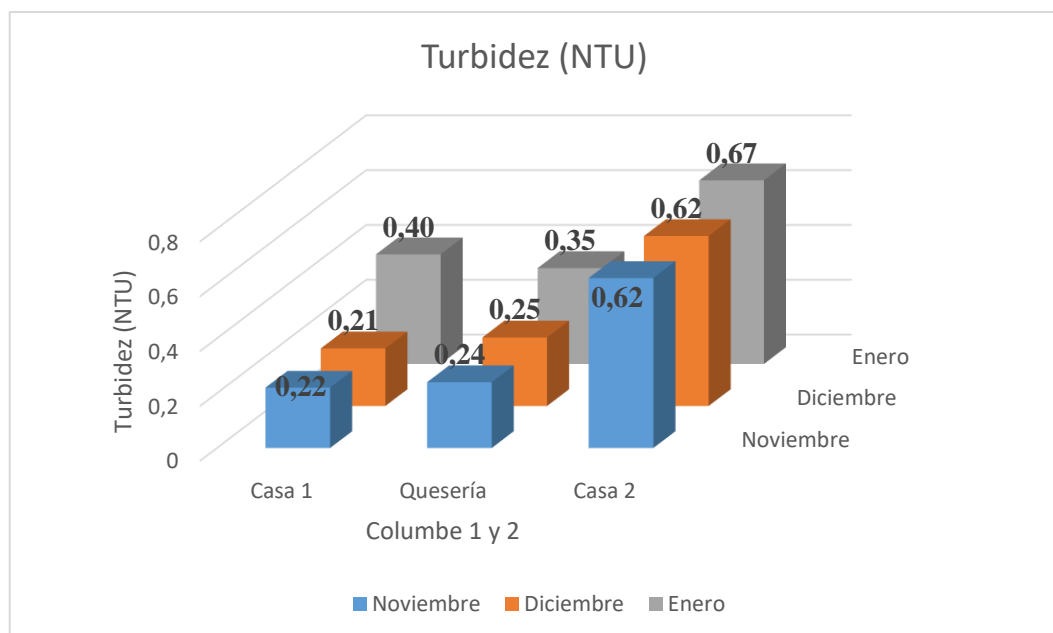
Al analizar los cuartiles y percentiles en la comunidad Columbe 1 y 2, según se observa en la ilustración 4-1, la casa 1 vemos que el mínimo de turbidez es de 0,21 y el máximo de turbidez es de 0,40, los datos no son simétricos, la mediana es aproximadamente 0,22 y no está en el centro de la caja, por lo tanto, los datos están sesgados y está mediana se aproxima más al percentil 25 de 0,21, que al percentil 75 de 0,31.

Para la quesería vemos que el mínimo de turbidez es de 0,25 y el máximo de turbidez es de 0,35, los datos no son simétricos, la mediana es aproximadamente 0,26 y no está en el centro de la caja,



por lo tanto, los datos están sesgados y está mediana se aproxima más al percentil 25 de 0,26, que al percentil 75 de 0,30. Para la casa 2 vemos que el mínimo de turbidez es de 0,62 el máximo de turbidez es de 0,67, los datos no son simétricos, la mediana es aproximadamente 0,62 y no está en el centro de la caja, por lo tanto, los datos están sesgados y está mediana se aproxima más al percentil 25 de 0,62 que al percentil 75 de 0,65.

En general podemos decir que casa 1 y quesería tienen una mediana de turbidez en la comunidad Columbe 1y2 más baja que casa 2. Ninguno de los grupos tiene valores atípicos y además el primer conjunto de datos “casa 1” tiene la mayor dispersión para el 50 % de los datos. El IQR del primer conjunto de datos es mayor que el IQR del segundo y tercer conjunto de datos, esto significa que hay más variabilidad en el 50 % medio del primer conjunto de datos. Casa 2 tiene un nivel de turbidez mayor que en los otros dos casos.



**Ilustración 4-2:** Variantes de los promedios de turbidez en los puntos de muestreo en la comunidad de Columbe 1 y 2.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-2 se observan los valores promedios de turbidez en la comunidad Columbe 1 y 2 a lo largo del período de análisis, con promedios que se sitúan en un rango de 0,22 NTU a 0,67 NTU. La variación entre los promedios obtenidos es leve entre los puntos Casa 1 y Quesería, mientras que Casa 2 presenta el valor más alto en comparación con los otros dos puntos.

El valor más bajo se registra en Casa 1 (0,21 NTU) durante el mes de diciembre, lo que indica variación entre los meses debido al tiempo de análisis. Al comparar los tres puntos analizados, el

mayor promedio se encuentra en Casa 2 (0,67 NTU). Es importante destacar que este parámetro de turbidez está establecido en la norma INEN 1108, y su seguimiento es crucial para determinar la calidad del agua destinada al consumo humano.

#### 4.1.1.2. pH.

**Tabla 4-4:** Resultados del análisis de los promedios de pH en la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>PH (No presenta unidades de medida)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	7,53	7,39	7,40	6,5 – 8,5
<b>Diciembre</b>	6,48	6,40	6,61	
<b>Enero</b>	7,76	7,17	7,19	
<b>Promedio</b>	7,26	6,99	7,07	
<b>Desviación estándar</b>	0,6824	0,5198	0,4092	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-4 se presentan los promedios obtenidos para el pH en la comunidad Columbe 1 y 2, en los tres puntos de muestreo. En el primer punto (Casa 1), se registraron valores de 7,53 en noviembre, 6,48 en diciembre y 7,76 en enero.

En el segundo punto (Quesería), los valores fueron 7,39 en noviembre, 6,40 en diciembre y 7,17 en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 7,40 en noviembre, 6,61 en diciembre y 7,19 en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 7,26 con una desviación estándar de 0,6824; Quesería: 6,99 con una desviación estándar de 0,5198; y Casa 2: 7,07 con una desviación estándar de 0,4092. Se observa que el punto de muestreo Casa 2 presenta una menor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. Se deben considerar los niveles de pH bajos, ya que pueden provocar corrosión (González, 2015) en las tuberías, este fenómeno no solo representa un desafío técnico, sino también un impacto económico significativo, dado que reemplazar las tuberías resulta costoso y afecta la economía de los ciudadanos. Los iones metálicos principales responsables de esta corrosión incluyen Cd, Pb, Cu y Zn, los cuales están presentes en el agua que circula por las tuberías y, a su vez, son tratados. (pág. 29)

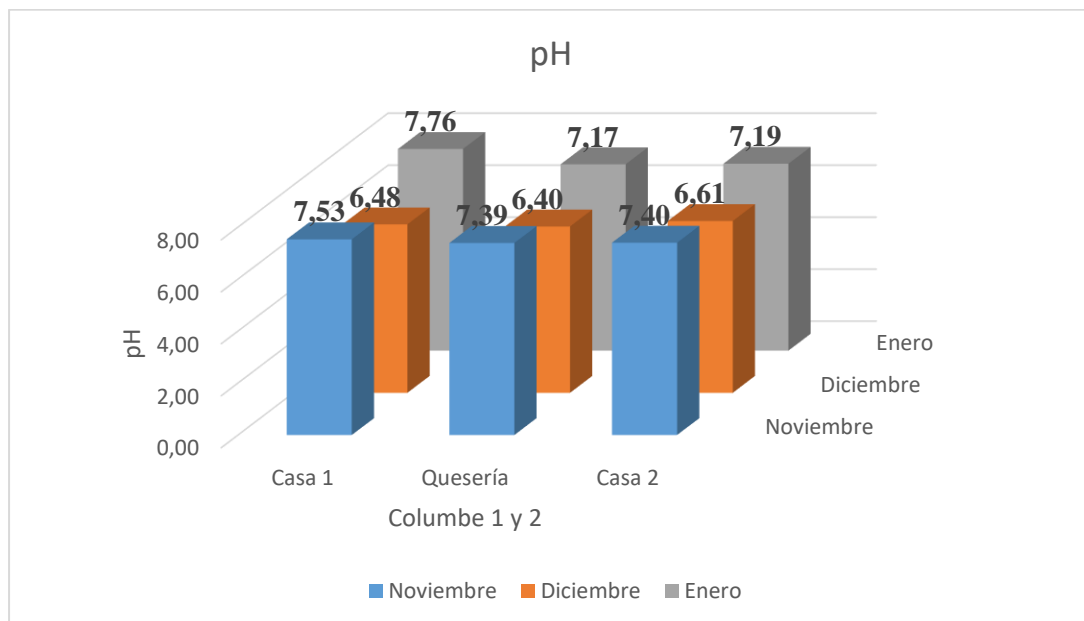
Los resultados obtenidos en el estudio se encuentran dentro del rango establecido de pH, que va de 6,5 a 9,0 de acuerdo con INEN 1108.

**Tabla 4-5:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de pH de la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,1154	2	0,0577	0,1916	0,8305	5,1433
Dentro de los grupos	1,8066	6	0,3011			
<b>Total</b>	<b>1,922</b>	<b>8</b>				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios del pH de la comunidad Columbe 1 y 2 se muestran en la Tabla 4-5, aplicando un nivel de confianza del 95%, indican que el valor crítico o tabulado es de 5,1433. Al ser este valor mayor que el F calculado (0,1916), podemos concluir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-3:** Variantes de los promedios de pH en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-3 se muestran los valores del pH de la comunidad Columbe 1 y 2, durante el período de análisis, con promedios dentro de un rango de 6,48 a 7,76. Se destaca una mayor variación entre los promedios obtenidos en el punto uno (Casa 1) durante los meses de enero y

noviembre, mientras que (Casa 2) exhibe el valor más alto en comparación con los otros dos puntos. El punto dos (queserías) registra el valor más bajo de 7,39 en noviembre, indicando una menor variación entre los meses. Es relevante señalar que este parámetro del pH, establecido en la norma INEN 1108, abarca un rango de 6,5 a 7,0 indicando que los valores de pH obtenidos están dentro del rango.

#### 4.1.1.3. Temperatura °C.

**Tabla 4-6:** Resultados del análisis de los promedios de temperatura de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Temperatura (°C)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	16,7	17,4	16,6	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	17,0	17,0	16,0	
<b>Enero</b>	17,9	17,5	17,3	
<b>Promedio</b>	17,20	17,30	16,63	
<b>Desviación estándar</b>	0,5099	0,2160	0,5312	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-6 se presentan los promedios obtenidos en la comunidad Columbe 1 y 2, para la temperatura en tres puntos de muestreo. En el punto uno (Casa 1), los valores registrados fueron 16,7°C en noviembre, 17,0°C en diciembre y 17,90°C en enero. En el punto dos (Quesería), los valores fueron 17,4°C en noviembre, 17,0°C en diciembre y 17,50°C en enero. Por último, en el punto tres (Casa 2), se obtuvieron promedios de 16,60°C en noviembre, 16,0°C en diciembre y 17,30°C en enero.

Los valores promedio reportados a lo largo del período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 17,20°C con una desviación estándar de 0,5099; Quesería: 17,30°C con una desviación estándar de 0,2160; y Casa 2: 16,63°C con una desviación estándar de 0,5312. Se observa que el punto de muestreo Casa 2 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. La temperatura del agua es un parámetro físico de gran importancia, ya que influye significativamente en las relaciones biológicas. Las condiciones óptimas de temperatura son necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y alcanzar objetivos específicos. En el caso de las aguas subterráneas, las condiciones del terreno juegan un papel crucial en la determinación de la temperatura. “Según el Reglamento de Calidad de Agua Potable N.º 32327 de la Presidencia de la República y el Ministerio de Salud”, se recomienda que

la temperatura del agua se mantenga entre 18,0°C como mínimo y 20,0°C como máximo (Rodríguez, 2009, pág. 127).

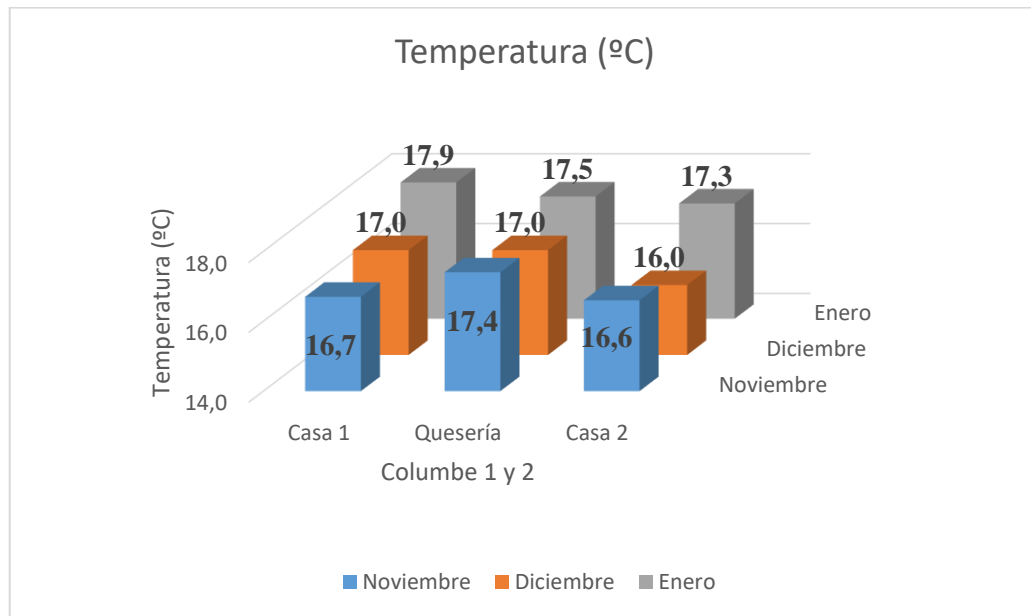
Sin embargo, los resultados obtenidos en la comunidad de Columbe 1 y 2 muestran que la temperatura del agua está por debajo del límite establecido.

**Tabla 4-7:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de temperatura en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,7756	2,0000	0,3878	1,3170	0,3356	5,1433
Dentro de los grupos	1,7667	6,0000	0,2944			
Total	2,5422	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de la comunidad Columbe 1 y 2 se detalla en la Tabla 4-7, con un nivel de confianza del 95%, indican que el valor crítico o tabulado es de 5,1433. Al ser este valor mayor que el F calculado (1,3170), podemos concluir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-4:** Variantes de los promedios de temperatura en los puntos de muestreo de la comunidad Columbe 1 y 2.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-4 se presentan los valores de temperatura registrados en la comunidad

Columbe 1 y 2, a lo largo del período de análisis. Los promedios se sitúan en un rango de 16,6°C a 17,9°C. Se destaca que durante el mes de noviembre se observa una variación significativa entre los promedios obtenidos en distintos puntos de medición. Específicamente, en el punto dos (quesería) se registra un mayor incremento, alcanzando los 17,4 °C, mientras que en el punto tres (casa 2) la temperatura promedio es ligeramente menor, con 16,6 °C. Por otro lado, en el mes de enero, los valores de temperatura se mantienen con escasas diferencias entre ellos. En el punto uno (casa 1) se registra una temperatura promedio de 17,9 °C, en el punto dos (quesería) de 17,5 °C, y finalmente, en el punto tres (casa 2) de 17,3°C. Estas diferencias pueden atribuirse al hecho de que los datos fueron recolectados en diferentes meses y en épocas climáticas distintas.

#### 4.1.1.4. Cloro residual mg/L

**Tabla 4-8:** Resultados del análisis de los promedios de cloro residual de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Cloro residual (mg/L)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,09	0,09	0,06	0,3-1,5 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,17	0,17	0,10	
<b>Enero</b>	0,02	0,02	0,01	
<b>Promedio</b>	0,09	0,09	0,06	
<b>Desviación estándar</b>	0,075	0,075	0,045	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-8 se presentan los datos promedios de tres repeticiones obtenidos para el cloro residual en los tres puntos de muestreo de la comunidad Columbe 1y2. En el primer punto (Casa 1), se registraron valores de 0,09 mg/L en noviembre, 0,17 mg/L en diciembre y 0,02 mg/L en enero. En el segundo punto (Quesería), los valores fueron de 0,09 mg/L en noviembre, 0,17 mg/L en diciembre y 0,02 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 0,06 mg/L en noviembre, 0,10 mg/L en diciembre y 0,01 mg/L en enero. Los promedios reportados a lo largo del período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 0,09 mg/L con una desviación estándar de 0,075; Quesería: 0,09 mg/L con una desviación estándar de 0,075; y Casa 2: 0,06 mg/L con una desviación estándar de 0,045.

Se destaca que el punto de muestreo en la Casa 2 presenta una menor dispersión de datos en comparación con los otros puntos, posiblemente debido a concentraciones más variables, aunque en general, estas están por debajo del nivel inferior establecido por la norma.

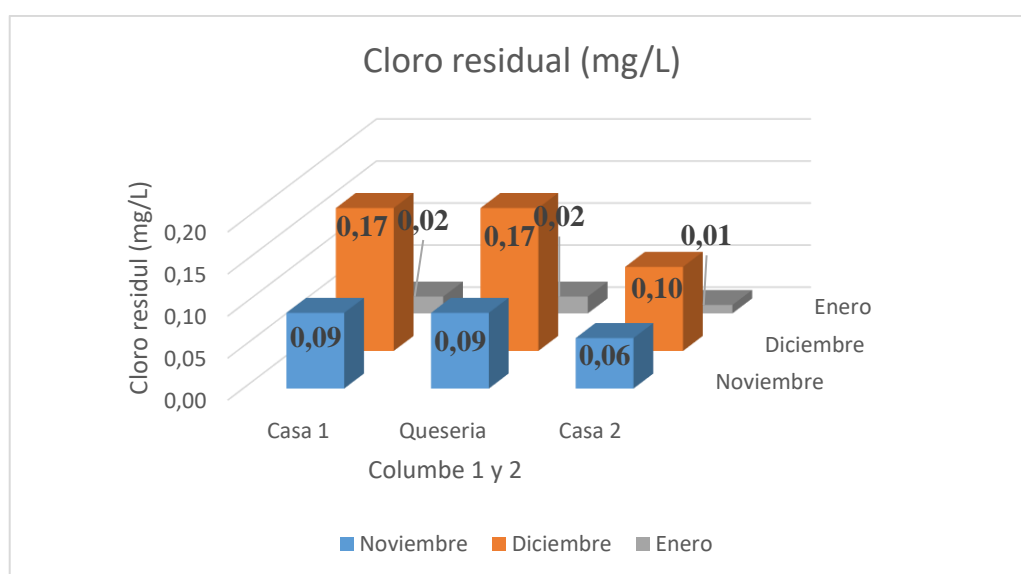
Es importante señalar que los promedios de los dos puntos de estudio no cumplen con los valores establecidos en la norma INEN 1108 para el cloro residual en agua destinada al consumo humano, que oscilan entre 0,3 y 1,5 mg/L o 1,1 ppm y 0,50 ppm. Estos resultados muestran niveles inferiores a 0,3 mg/L, lo que indica una concentración insuficiente de cloro residual para garantizar la seguridad del agua. (Pérez y Ramos, 2018 pág. 12)

**Tabla 4-9:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloro residual en la comunidad Columbe 1 y 2.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre Grupos	0,002689	2	0,00134444	0,3033	0,74909383	5,14325285
Dentro de los grupos	0,0266	6	0,00443333			
Total	0,0292889	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios del cloro residual de la comunidad Columbe 1 y 2 se detallan en la Tabla 4-9, con un nivel de confianza del 95%, indican que el valor crítico o tabulado es de 5,1443. Al ser este valor mayor que el F calculado (0,3033), podemos concluir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-5:** Variantes de los promedios de cloro residual en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-5 se observa los valores promedios de cloro residual en la comunidad Columbe

1 y 2 a lo largo del período de análisis, con promedios que varían entre 0,01 mg/L y 0,17 mg/L. En noviembre, se observa que el punto uno (Casa 1) registra 0,09 mg/L, el punto dos (Quesería) presenta el mismo valor y el punto tres (Casa 2) disminuye a 0,06 mg/L.

Durante diciembre, el punto uno (Casa 1) y el punto dos (Quesería) registran los valores más elevados del mes, ambos con 0,17 mg/L, mientras que Casa 2 muestra 0,10 mg/L. En enero, los niveles descienden, con el punto uno (Casa 1) y el punto dos (Quesería) presentando los mismos valores de 0,02 mg/L, y el punto tres (Casa 2) con 0,01 mg/L.

#### 4.1.1.5. Fluoruros mg/L.

**Tabla 4-10:** Resultados del análisis de los promedios de fluoruros de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Fluoruros (mg/L)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,10	0,29	0,33	1,5 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,30	0,52	0,27	
<b>Enero</b>	0,01	0,01	0,01	
<b>Promedio</b>	0,14	0,27	0,20	
<b>Desviación estándar</b>	0,1484	0,2554	0,1701	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-10 se presenta los datos promedios de las tres repeticiones obtenidos para los fluoruros en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad Columbe 1 y 2. En el punto uno (Casa 1), se registraron concentraciones de 0,10 mg/L en noviembre, 0,30 mg/L en diciembre y 0,01 mg/L en enero. Por su parte, en el punto dos (Quesería), los valores fueron de 0,29 mg/L en noviembre, 0,52 mg/L en diciembre y 0,01 mg/L en enero. Finalmente, en el punto tres (Casa 2), se obtuvieron concentraciones promedio de 0,33 mg/L en noviembre, 0,27 mg/L en diciembre y 0,01 mg/L en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: en Casa 1, 0,14 mg/L con una desviación estándar de 0,1484; en la Quesería, 0,27 mg/L con una desviación estándar de 0,2554; y en Casa 2, 0,20 mg/L con una desviación estándar de 0,170. Se destaca que el punto de muestreo en Quesería presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.



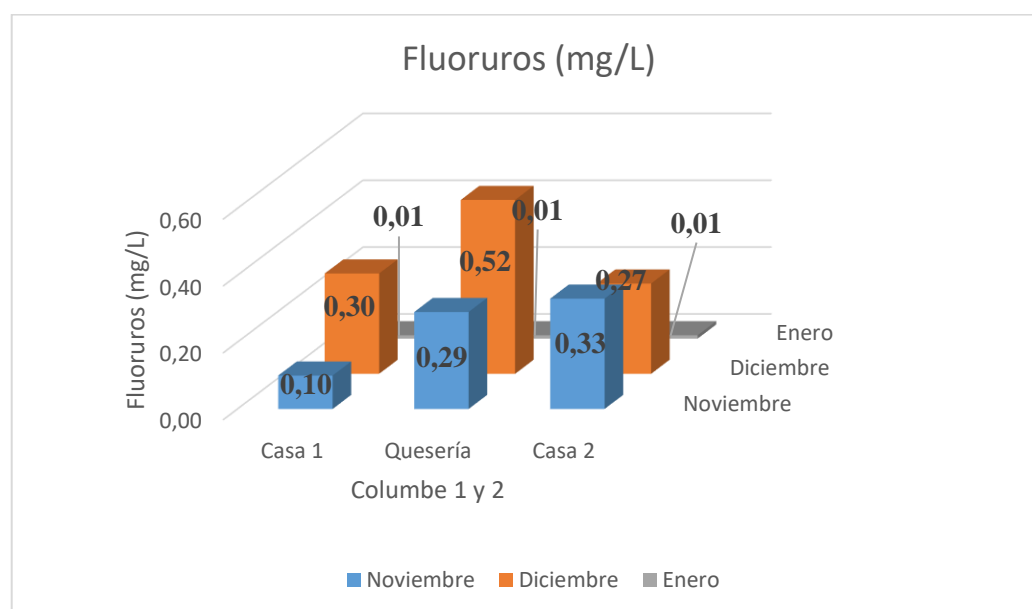
En este estudio, se confirma que los niveles de fluoruro se mantienen dentro de los límites permitidos por la normativa del agua potable. En contraste, en otros estudios, se enfatiza que los niveles de fluoruro no deben exceder el límite permisible establecido por la norma INEN 1108 (1,5 mg/L). De acuerdo con (Orta y Pabón, 2020), se indica que los límites de concentración establecidos por la normativa se sitúan en un máximo de 1,50 mg/L, según lo estipula el Acuerdo Ministerial. (págs. 36-37)

**Tabla 4-11:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de fluoruros en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,0280	2	0,0140	0,362	0,7107	5,1433
Dentro de los grupos	0,2324	6	0,0387			
Total	0,2604	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis de varianza de los promedios de fluoruros de la comunidad Columbe 1y2 se detallan en la Tabla 4-11, con un nivel de confianza del 95%, se observa que el valor crítico o tabulado es de 5.1433. Al ser este valor mayor que el F calculado (0.361), se concluye que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-6:** Variantes de los promedios de fluoruros en los puntos de muestreo de la comunidad Columbe 1 y 2

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-6 se observa los valores promedios de fluoruros en la comunidad Columbe 1 y 2 a lo largo del período analizado, con promedios que oscilan entre 0.01 mg/L y 0.52 mg/L. Se observa una variación mínima entre los promedios de noviembre, donde el punto uno (casa 1) registra 0.10 mg/L, en comparación con los otros dos puntos (quesería y casa 2) que presentan un valor común de 0.01, siendo menor que el punto uno. Sin embargo, en enero, con la presencia de lluvias, se observa un aumento significativo respecto a noviembre y diciembre, con el punto dos (quesería) alcanzando un valor de 0.52 mg/L, siendo el punto tres (casa 2) el de menor valor con 0.27 mg/L.

Es esencial destacar que este parámetro de fluoruros está sujeto a la norma INEN 1108, la cual establece un límite de 1 mg/L. Los resultados obtenidos cumplen con esta regulación, lo que subraya la importancia de seguir monitoreando estos niveles para garantizar la calidad del agua destinada al consumo humano.

#### 4.1.1.6. Amonio mg/L.

**Tabla 4-12:** Resultados del análisis de los promedios de amonio de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Amonio (mg/L)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,03	0,04	0,03	1 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,11	0,13	0,07	
<b>Enero</b>	0,15	0,16	0,14	
<b>Promedio</b>	0,10	0,11	0,08	
<b>Desviación estándar</b>	0,061	0,062	0,056	

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-12 se presentan los datos de los promedios obtenidos de amonio en tres puntos de muestreo de la comunidad Columbe 1 y 2. En el punto uno (Casa 1), los valores registrados fueron 0,03 mg/L en noviembre, 0,11 mg/L en diciembre y 0,15 mg/L en enero. En el punto dos (Quesería), los valores fueron 0.04 mg/L en noviembre, 0,13 mg/L en diciembre y 0,16 mg/L en enero. Por último, en el punto tres (Casa 2), se obtuvieron promedios de 0,03 mg/L en noviembre, 0,07 mg/L en diciembre y 0,14 mg/L en enero.

Los valores promedio reportados a lo largo del período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 0,10 mg/L con una desviación estándar de 0,061; Quesería: 0,11 mg/L con una

desviación estándar de 0,062; y Casa 2: 0,08 mg/L con una desviación estándar de 0,056. Se observa que el punto de muestreo (quesería) presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

Para los límites establecidos por la norma INEN 1108 establece que el máximo de amonio en el agua es de 1,0 mg/L, mediante los resultados son semejantes a los obtenidos por (Viteri, 2018), en el estudio de agua para el consumo humano en el cantón Pelileo parroquia Bolívar en la cual no hay exceso de amonios se mantiene por debajo de lo establecido (pág. 48).

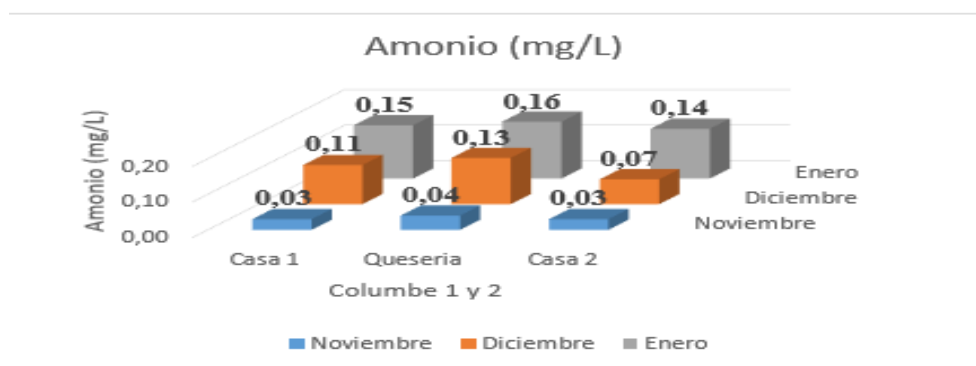
Se observa que en la comunidad de Columbe 1 y 2 donde los niveles de amonio están por debajo de los 1 mg/L así no afectando a la salud de la comunidad.

**Tabla 4-13:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de amonio en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,00135556	2	0,00067778	0,1894	0,83218532	5,14325285
Dentro de los grupos	0,02146667	6	0,00357778			
Total	0,02282222	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la tabla 4-13 se muestran los resultados del análisis de varianza de los promedios de comunidad Columbe 1 y 2, con un nivel de confianza del 95%, indican que el valor crítico o tabulado es de 5,1433. Al ser este p-valor mayor que el F calculado (0,1894), podemos concluir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-7:** Variantes de los promedios de amonio en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-7 se detallan los valores de amonio en la comunidad Columbe 1 y 2, a lo largo del período de análisis, con promedios que varían entre 0,03 mg/L y 0,15 mg/L. Se puede apreciar en el mes de noviembre existe valores reducidos que van desde el punto uno (Casa 1) con un valor de 0,03 mg/L siendo igual que el punto tres (Casa 2), mientras que en punto dos (quesería) es mayor, pero por poco 0,04 mg/L. Mientras tanto en el mes de diciembre se va incrementando valores considerables que van desde el punto uno (Casa 1) teniendo un valor de 0,11 mg/L que es menor para el punto dos (Quesería) con 0,13 mg/L siendo este mayor para el punto tres (Casa 2) con un valor de 0,07 mg/L,

Por el aumento de lluvias en el mes de enero se dio valores mayores que los meses de noviembre y diciembre así tenemos el valor que es más alto es del punto dos (quesería) con un valor de 0,16 mg/L con respecto al punto uno (Casa 2) que viene siendo el menor con 0,14 mg/L.

#### 4.1.1.7. Conductividad $\mu\text{S/cm}$ .

**Tabla 4-14:** Resultados del análisis de los promedios de conductividad de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Conductividad (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	209,30	209,40	211,30	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	208,50	205,50	205,90	
<b>Enero</b>	94,56	94,96	94,59	
<b>Promedio</b>	170,79	169,95	170,60	
<b>Desviación estándar</b>	66,0154	64,9754	65,8791	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-14 se muestran los promedios de la conductividad en tres puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2. En el punto uno (Casa 1), se registraron valores de 209,30  $\mu\text{S/cm}$  en noviembre, 208,50  $\mu\text{S/cm}$  en diciembre y 94,56  $\mu\text{S/cm}$  en enero. En el punto dos (Quesería), se observaron valores de 209,40  $\mu\text{S/cm}$  en noviembre, 205,50  $\mu\text{S/cm}$  en diciembre y 94,96  $\mu\text{S/cm}$  en enero.

Por último, en el punto tres (Casa 2), se obtuvieron promedios de 211,30  $\mu\text{S}$  en noviembre, 205,90  $\mu\text{S/cm}$  en diciembre y 94,59  $\mu\text{S/cm}$  en enero. Los valores promedio reportados a lo largo del período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 170,79  $\mu\text{S/cm}$  con una desviación estándar de 66,0154; Quesería: 169,95  $\mu\text{S/cm}$  con una desviación estándar de 64,9754; y Casa 2:

170,60  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con una desviación estándar de 65,8791. Se destaca que el punto de muestreo Casa 1 exhibe una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

Cuando una solución existe presencia de electricidad, se le conoce como conductividad. Este fenómeno ocurre debido a la presencia de partículas diminutas cargadas eléctricamente, es decir, iones. El movimiento de estos iones conlleva a la conducción de corriente eléctrica en el agua. Los iones provienen principalmente de ácidos y sales presentes en la solución.

El aumento en la conductividad se debe a la elevada concentración de disolución de electrolitos en el agua. Según el Reglamento de Calidad de Agua Potable N° 32327 de la Presidencia de la República y el Ministerio de Salud, un valor de conductividad de  $400\mu\text{S}$ .

Estos resultados están en línea con los obtenidos en la comunidad de Columbe 1 y 2, en el estudio nos dice que, si es menor de 250  $\mu\text{S}$ , se considera dentro del rango, lo que indica una calidad aceptable del agua (Rodríguez, 2009, págs. 127-128).

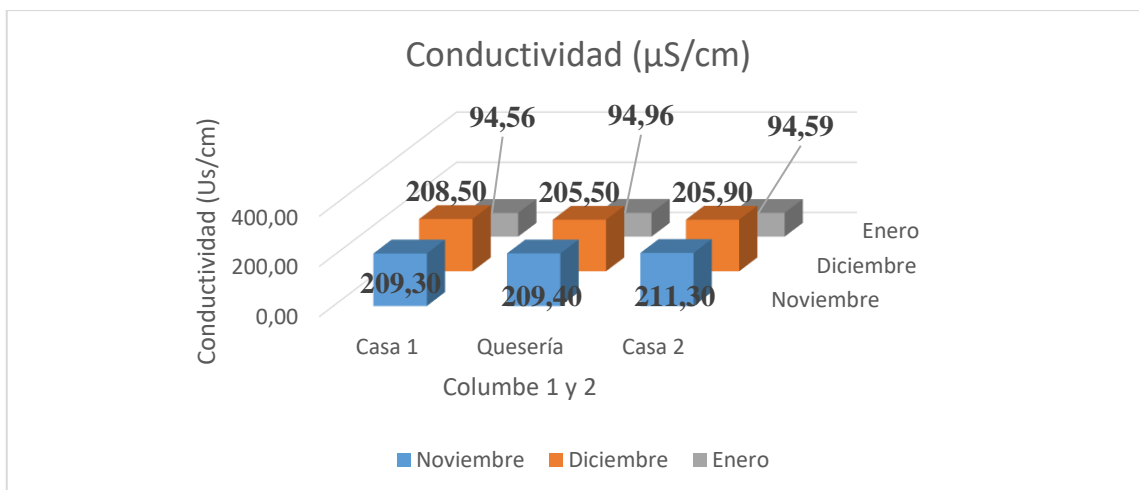
Es importante destacar que, durante el mes de enero, en los tres puntos analizados, se observa una baja conductividad. Esta disminución puede atribuirse a la presencia de lluvias, ya que la mayor cantidad de agua diluye la concentración de electrolitos en el medio.

**Tabla 4-15:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de conductividad en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1,144	2	0,5722	0,00013287	0,9999	5,1433
Dentro de los grupos	25839,78	6	4306,6304			
Total	25840,93	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Según la tabla 4-15, los resultados del análisis de varianza de los promedios en conductividad en la comunidad Columbe 1 y 2, con un nivel de confianza del 95% revelan un valor crítico o tabulado de 5,1433. Dado que este valor supera al F calculado (0,0001), podemos concluir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-8:** Variantes de promedios del pH en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-8 se presentan los valores de conductividad registrados a lo largo del período de análisis. Los promedios oscilan entre 94,56 µS y 209,30 µS. Se observa una notable disparidad en los índices durante el mes de enero.

En el punto uno (Casa 1) se registra un valor de 94,56 µS, seguido por el punto tres (Casa 2) con 94,59 µS, mientras que el punto dos (quesería) muestra el valor más alto con 94,96 µS. En noviembre, los valores aumentan en comparación con enero. El punto tres (Casa 2) alcanza el valor más alto con 211,30 µS, seguido por el punto dos (quesería) con 209,40 µS, siendo el punto uno (Casa 1) el de menor valor con 209,30 µS.

#### 4.1.1.8. Sólidos totales disueltos mg/L.

**Tabla 4-16:** Resultados del análisis de los promedios de sólidos totales disueltos de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Sólidos Totales Disueltos (mg/L)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	117,50	117,40	120,60	< 1000 mg/L
<b>Diciembre</b>	117,70	115,00	115,30	
<b>Enero</b>	178,00	169,50	169,10	
<b>Promedio</b>	137,73	133,97	135	
<b>Desviación estándar</b>	34,87	30,80	29,65	

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-16 se presentan los datos promedios de tres repeticiones obtenidos de los sólidos disueltos totales en tres puntos de muestreo distintos de la comunidad Columbe 1 y 2.

En el punto uno (Casa 1), los valores registrados fueron 117,50 mg/l en noviembre, 117,70 mg/l en diciembre y 178,00mg/l en enero. En el punto dos (Quesería), los valores fueron 117,40 mg/l en noviembre, 115,00 mg/l en diciembre y 169,50 mg/l en enero. Por último, en el punto tres (Casa 2), se obtuvieron promedios de 120,60 mg/l en noviembre, 115,30 mg/l en diciembre y 169,10 mg/l en enero.

Los valores promedio reportados a lo largo del período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 137,73 mg/l con una desviación estándar de 34,87; Quesería: 133,97 mg/l con una desviación estándar de 30,80; y Casa 2: 135,00 mg/l con una desviación estándar de 29,65. Se observa que el punto de muestreo Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

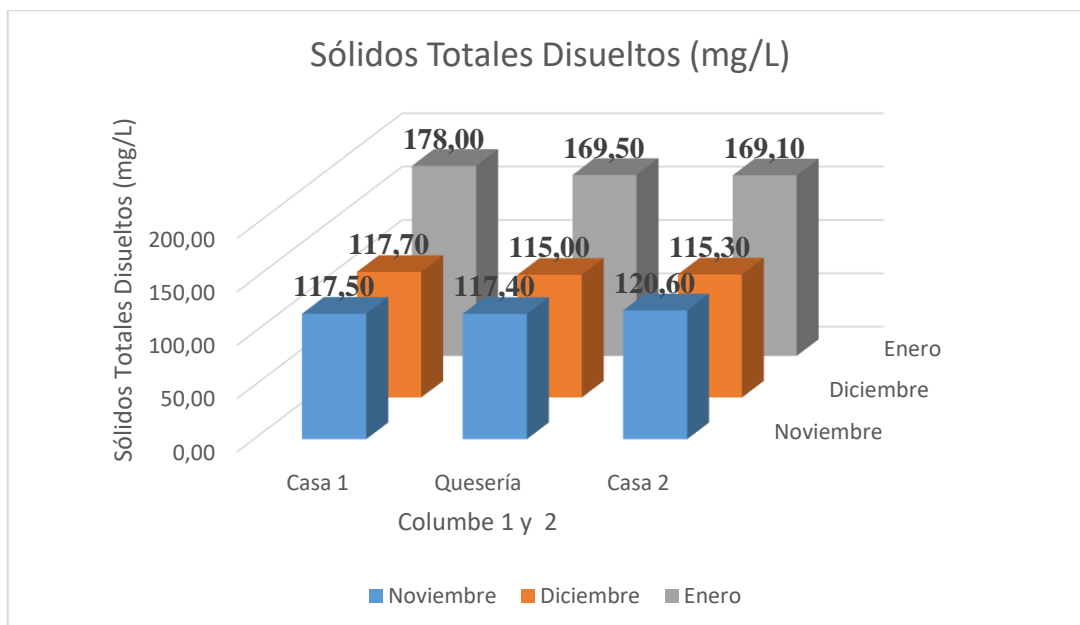
El resultado de sólidos totales disueltos en la comunidad Columbe 1 y 2 concuerda con la investigación llevada a cabo por (Mariluz, 2020). Según dicho estudio es importante destacar que los límites máximos permisibles para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, que requieren únicamente tratamiento convencional, están establecidos en 1000 mg/l. (pág. 33)

**Tabla 4-17:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	22,7266667	2	11,3633333	0,0112	0,9889	5,14325285
Dentro de los grupos	6087,19333	6	1014,53222			
Total	6109,92	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Se presentan los resultados del análisis de varianza de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Columbe 1 y 2 en la Tabla 4-17, con un nivel de confianza del 95%, indican que el valor crítico o tabulado es de 5,1432. Al ser este valor mayor que el F calculado (0,0112), podemos concluir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-9:** Variantes de los promedios de los sólidos totales disueltos en los puntos de muestreo comunidad Columbe 1 y 2.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-9 se observan los valores promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Columbe 1 y 2, son valores que oscilan entre 0,01 mg/L y 0,52 mg/L. Se observa una variación mínima entre los promedios de noviembre, donde el punto uno (casa 1) registra 0,10 mg/L, en comparación con los otros dos puntos (quesería y casa 2) que presentan un valor común de 0,01 mg/L, siendo menor que el punto uno. Sin embargo, en enero, con la presencia de lluvias, se observa un aumento significativo respecto a noviembre y diciembre, con el punto dos (quesería) alcanzando un valor de 0,52 mg/L, siendo el punto tres (casa 2) el de menor valor con 0,27 mg/L.

#### 4.1.1.9. Color Pt-Co.

**Tabla 4-18:** Resultados del análisis de los promedios de color de la comunidad Columbe 1 y 2.

Color (Pt-Co)				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	1	1	9	15 (Pt-Co)
<b>Diciembre</b>	2	3	3	
<b>Enero</b>	6	5	13	
<b>Promedio</b>	3,00	3,00	8,33	
<b>Desviación estándar</b>	2,6458	2,0000	5,0332	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



En la Tabla 4-18 se presentan los promedios obtenidos para el color en tres puntos de muestreo en la comunidad 1 y 2. En el punto uno (Casa 1), los valores registrados fueron 1 (Pt-Co) en noviembre, 2 (Pt-Co) en diciembre y 6 (Pt-Co) en enero.

En el punto dos (quesería), los valores fueron 1 (Pt-Co) en noviembre, 3 (Pt-Co) en diciembre y 5 (Pt-Co) en enero. Por último, en el punto tres (Casa 2), se obtuvieron promedios de 9 (Pt-Co) en noviembre, 3 (Pt-Co) en diciembre y 13 (Pt-Co) en enero.

Los valores promedio reportados a lo largo del período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 3 (Pt-Co) con una desviación estándar de 2,6458; Quesería: 3 (Pt-Co) con una desviación estándar de 2,0000; y Casa 2: 18,33 (Pt-Co) con una desviación estándar de 5,0332. Se observa que el punto de muestreo Casa 2 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

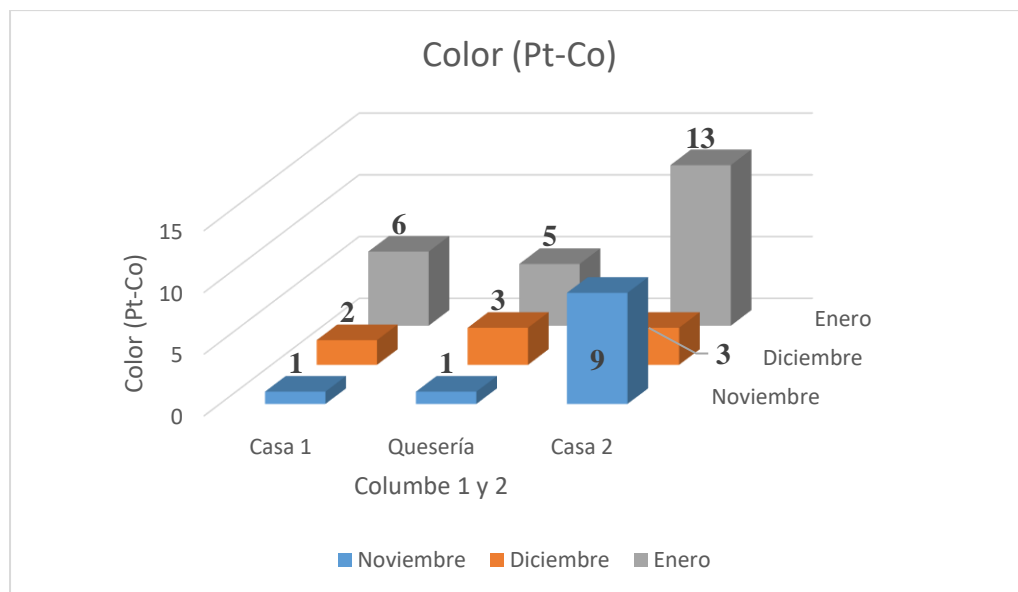
Los resultados obtenidos en el parámetro físico del color de la comunidad Columbe 1 y 2, coinciden con el estudio realizado por (Mariluz, 2020). Según su investigación, el color obtenido es de 10 (Pt-Co), lo que indica que el agua potable cumple con los límites establecidos tanto por la INEN 1108 como por la Organización Mundial de la Salud. El límite máximo permitido es de 15 (Pt-Co), según se indica en la. (pág. 33)

**Tabla 4-19:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de color en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	56,88889	2	28,4444444	2,349	0,1765	5,143253
Dentro de los grupos	72,66667	6	12,1111111			
Total	129,5556	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de color en la comunidad Columbe 1 y 2, se muestran en la Tabla 4-19, con un nivel de confianza del 95%, indican que el valor crítico o tabulado es de 5,1432. Al ser este valor mayor que el F calculado (2,3486), podemos concluir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-10:** Variantes de los promedios del color en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-10 se detallan los promedios de los niveles de color en la comunidad Columbe 1 y 2, a lo largo del período analizado, con valores promedio que varían entre 1 (Pt-Co) y 13 (Pt-Co). En noviembre, tanto los puntos uno (Casa 1) como dos (quesería) muestran un nivel de color de 1 (Pt-Co), mientras que el punto tres (Casa 2) destaca con un valor significativamente mayor de 9 (Pt-Co). En diciembre, los puntos dos (quesería) y tres (Casa 2) registran un valor idéntico de 3 (Pt-Co), mientras que el punto uno (Casa 1) es ligeramente menor, con un valor de 1 (Pt-Co).

Posteriormente, en enero, los valores del parámetro color aumentan debido a las precipitaciones, siendo el punto tres (Casa 2) el que presenta el valor más alto de 13 (Pt-Co), seguido por el punto uno (Casa 1) con 6 (Pt-Co), siendo el punto dos (quesería) el más bajo con 5 (Pt-Co).

Es importante señalar que este parámetro de color está sujeto a la norma INEN 1108, la cual establece un límite de 15 (Pt-Co).

Los resultados obtenidos cumplen con esta regulación, resaltando la importancia de continuar monitoreando estos niveles para asegurar la calidad del agua destinada al consumo humano.

4.1.1.10. Dureza total como CaCO<sub>3</sub> (ppm).

**Tabla 4-20:** Resultados del análisis de los promedios de dureza de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Dureza total CaCO<sub>3</sub> (ppm)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	350,82	290,26	420,38	300 (ppm)
<b>Diciembre</b>	360,33	400,36	440,40	
<b>Enero</b>	300,27	300,27	460,42	
<b>Promedio</b>	337,14	330,30	440,40	
<b>Desviación estándar</b>	32,2825	60,8827	20,0200	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-20 se detallan los promedios recopilados sobre la dureza total en tres puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2. En el primer punto (Casa 1), se registraron los siguientes valores: 350,82 mg/L en noviembre, 360,33 ppm en diciembre y 300,27 ppm en enero. El segundo punto (quesería) exhibió mediciones de 290,26 ppm en noviembre, 400,36 ppm en diciembre y 300,27 ppm en enero. Finalmente, el tercer punto (Casa 2) mostró promedios de 420,38 ppm en noviembre, 440,40 ppm en diciembre y 460,42 ppm en enero.

Los promedios calculados para cada punto a lo largo del período de estudio fueron los siguientes: Casa 1: 337,14 ppm con una desviación estándar de 32,2825; Quesería: 330,30 ppm con una desviación estándar de 60,8827; y Casa 2: 460,42 ppm con una desviación estándar de 20,0200. Se observa que el punto de muestreo de la quesería presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. Es importante resaltar que el parámetro de dureza total obtenido en la comunidad Columbe 1 y 2 está sujeto a la norma INEN 1108, que establece un límite de 300 ppm. Los resultados obtenidos no cumplen con esta regulación, ya que exceden el umbral establecido por las normas.

Para respaldar esta afirmación, podemos referirnos al estudio de (Rodríguez, 2009). Según la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la concentración de dureza total de calcio es aceptable hasta los 180 ppm como límite máximo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que pueden existir comunidades con concentraciones superiores a este rango. (pág. 130)

Cabe mencionar que en la casa 2 se observa una elevada dureza total. Esta situación se debe a que se encuentra en un terreno seco con presencia de suelo calcáreo y escasa vegetación. En este

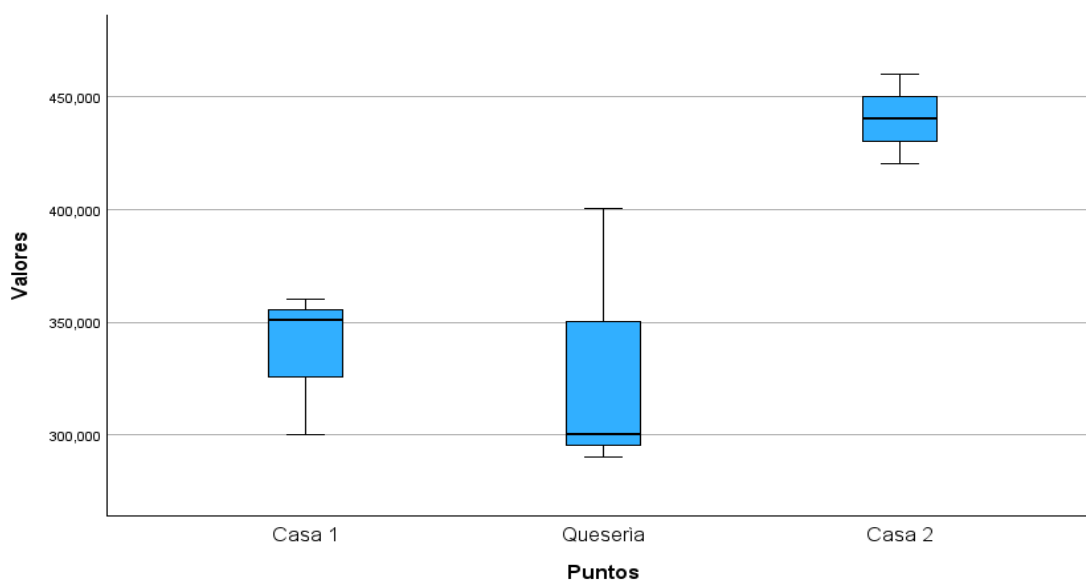
contexto, el agua tiende a evaporarse más rápidamente, lo que resulta en una mayor concentración de sales minerales, incluyendo calcio y magnesio, que contribuyen a la dureza del agua.

**Tabla 4-21:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de dureza total por CaCO<sub>3</sub> en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	22832,20282	2	11416,10141	6,6506	0,03004012	5,14325285
Dentro de los grupos	10299,32227	6	1716,553711			
Total	33131,52509	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de dureza total por CaCO<sub>3</sub> de la comunidad Columbe 1 y 2 se detallan en la Tabla 4-21, con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es menor que el F calculado (6,6506), podemos inferir que existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



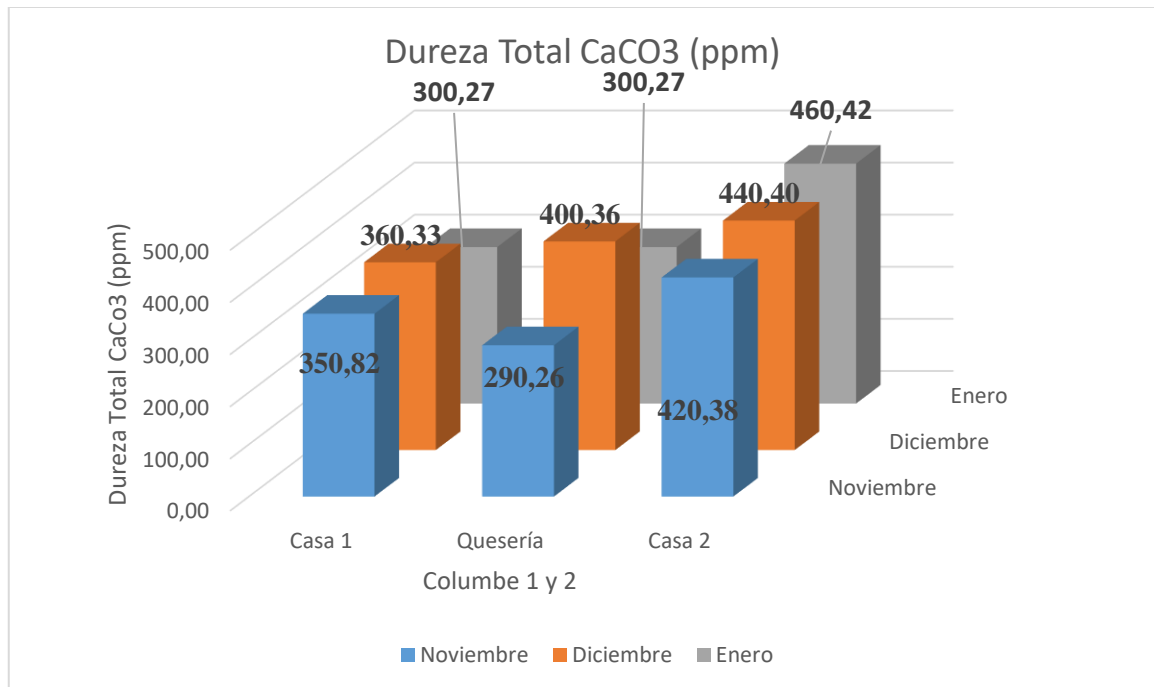
**Ilustración 4-11:** Diagrama de cajas de los promedios de dureza total CaCO<sub>3</sub> (mg/L) en la comunidad Columbe 1 y 2.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Después de identificar una diferencia significativa de los promedios de dureza total entre los tres puntos de estudio en la comunidad Columbe 1 y 2, se realizó una prueba de Tukey. Según se muestra en la ilustración 4-11, se observa una mínima diferencia significativa entre Casa 1 y la

quesería en el cuartil tres (valor del 75% de los datos) tiene gran diferencia con el máximo 400,27 ppm.

Sin embargo, se destaca una diferencia significativa donde Casa 2 donde el valor mínimo de 420,38 ppm está separado con el cuartil uno (valor del 25% de los datos) mientras que en el cuartil tres (valor del 75% de los datos) está separado en el valor máximo de 460,42 ppm por hender supera tanto a Casa 1 como a la Quesería.



**Ilustración 4-12:** Variantes de los promedios de dureza total por CaCO<sub>3</sub> en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-12 se presentan los promedios de los niveles de dureza total en la comunidad 1 y 2, a lo largo del período analizado, con promedios que varían entre 290,26 ppm y 460,42 ppm. Observando el diagrama de barras, se destaca que en el punto dos (Quesería) con 290,29 ppm, es el único valor que se encuentra dentro del límite establecido por la norma INEN 1108.

Por otro lado, los demás puntos sobrepasan los límites establecidos. Por ejemplo, en el mes de noviembre, el punto uno (Casa 1) registró 350,83 ppm, mientras que el punto tres (Casa 2) alcanzó los 420,38 ppm. En diciembre, los valores aumentan ligeramente, siendo el punto tres (Casa 2) el que presenta el valor más alto con 440,40 ppm, seguido por el punto dos (Quesería) con 400,36 ppm, y el punto uno (Casa 1) con 360,33 ppm.

Para el mes de enero, se observa que el punto tres (Casa 2) muestra el valor más elevado con 460,42 ppm, mientras que tanto el punto uno (Casa 1) como el punto dos (Quesería) tienen un valor de 300,27 ppm.

4.1.1.11. *Dureza cálcica mg/L.*

**Tabla 4-22:** Resultados del análisis de los promedios de calcio en la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Calcio (mg/L)</b>				
	Casa1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	68,14	72,14	104,21	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	56,11	40,80	96,19	
<b>Enero</b>	72,14	128,26	104,21	
<b>Promedio</b>	65,46	80,40	101,54	
<b>Desviación estándar</b>	8,343	44,311	4,630	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Tabla 4-22 se presenta los datos presentes sobre el calcio de tres repeticiones obtenidos en la comunidad Columbe 1 y 2. En el punto uno (Casa 1), se registraron valores de 68,14 mg/L en noviembre, 56,11 mg/L en diciembre y 72,14 mg/L en enero. En el punto dos (Quesería), se obtuvieron valores de 72,14 mg/L en noviembre, 40,80 mg/L en diciembre y 128,26 mg/L en enero. Por último, en el punto tres (Casa 2), se observaron promedios de 104,21 mg/L en noviembre, 96,19 ppm en diciembre y 104,21 mg/L en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 65,46 mg/L con una desviación estándar de 8,343; Quesería: 80,40 mg/L con una desviación estándar de 44,311; y Casa 2: 101,54 mg/L con una desviación estándar de 4,630. Se observa que el punto de muestreo de la Casa 2 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

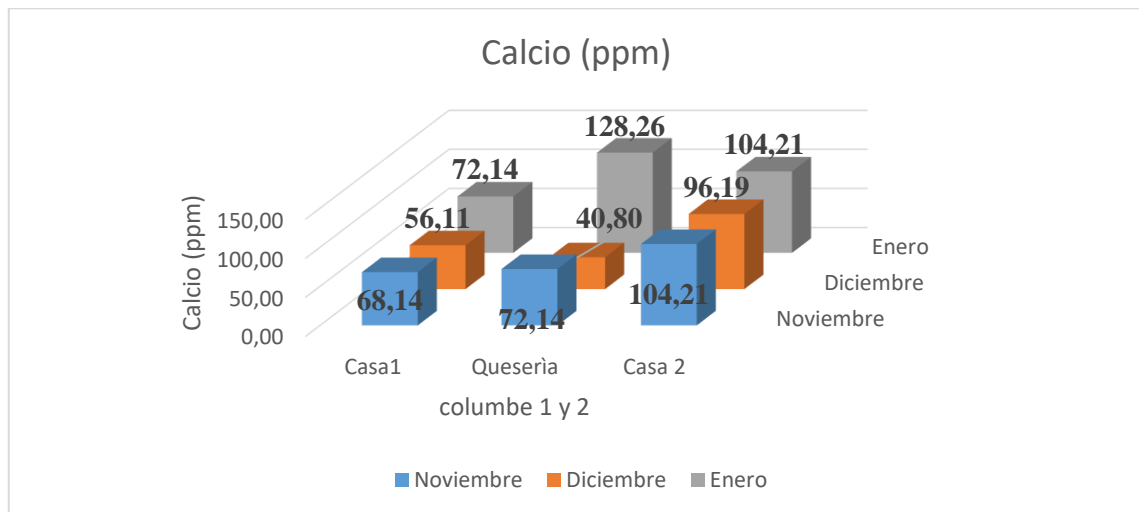
El nivel obtenido en el parámetro de calcio en la comunidad de Columbe 1 y 2 está de acuerdo con el estudio realizado por (Rodríguez, 2009). En dicho estudio, se cita que según el Reglamento de Calidad de Agua Potable N° 32327 de la Presidencia de la República y el Ministerio de Salud, la concentración de calcio se encuentra en el segundo nivel de control de calidad, para el cual se establece un valor recomendado de 100 ppm. (pág. 128)

**Tabla 4-23:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de calcio en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1971,14807	2	985,57403	1,43912	0,3087	5,14325285
Dentro de los grupos	4109,07473	6	684,84579			
Total	6080,2228	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de calcio de la comunidad Columbe 1 y 2 se manifiesta en la Tabla 4-23, con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es mayor que el F calculado (1,43912), podemos inferir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-13:** Variantes de los promedios de calcio en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-14 se observan los niveles promedios de calcio en la comunidad Columbe 1 y 2 a lo largo del período de análisis, con promedios que oscilan entre 40,80 mg/L y 128,26 mg/L. En noviembre, se observa que en el punto uno (Casa 1) se registran 68,14 mg/L, en el punto dos (Quesería) 72,14 mg/L, mientras que el punto tres (Casa 2) muestra un mayor incremento con 104,21 mg/L.

Para diciembre, se registra un aumento en los niveles de calcio. El punto uno (Casa 1) alcanza los 56,11 mg/L, mientras que el punto dos (Quesería) muestra un valor de 40,80 mg/L. Por otro lado,

el punto tres (Casa 2) mantiene un valor superior a los otros puntos, con 96,19 mg/L.

En enero, el punto dos (Quesería) exhibe el dato más elevado, con 128,26 mg/L, mientras que el punto uno (Casa 1) presenta el valor más bajo, con 72,14 mg/L. Por su parte, el punto tres (Casa 2) muestra un valor intermedio de 104,21 mg/L.

4.1.1.12. *Magnesio (mg/).*

**Tabla 4-24:** Resultados del análisis de los promedios de magnesio de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Magnesio (mg/L)</b>				
	Casa1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	55,75	75,45	80,16	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	54,65	70,78	79,65	
<b>Enero</b>	64,89	88,12	90,75	
<b>Promedio</b>	58,43	78,12	83,52	
<b>Desviación estándar</b>	6,401	8,972	23,526	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-24 se detallan los promedios recopilados magnesio total en tres puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2. En el primer punto (Casa 1), se registraron los siguientes valores: 55,75 mg/L en noviembre, 54,65 mg/L en diciembre y 64,89 mg/L en enero. El segundo punto (Quesería) exhibió mediciones de 75,45 mg/L en noviembre, 70,78 mg/L en diciembre y 88,12 mg/L en enero. Finalmente, el tercer punto (Casa 2) mostró promedios de 80,16 mg/L en noviembre, 79,65 mg/L en diciembre y 90,75 mg/L en enero.

Los promedios calculados para cada punto a lo largo del período de estudio fueron los siguientes: Casa 1: 58,43 mg/L con una desviación estándar de 6,401; Quesería: 78,12 mg/L con una desviación estándar de 8,972; y Casa 2: 83,52 mg/L con una desviación estándar de 23,526. Se observa que el punto de muestreo de la Casa 1 presenta una menor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. En la comunidad Columbe 1 y 2, en el parámetro de magnesio, podemos observar que su concentración es alta de los límites permitidos. Este hallazgo podría coincidir con la investigación realizada por (Rodríguez, 2009), donde concluye que la concentración de magnesio se encuentra en el segundo nivel de control de calidad. En dicho nivel, se establece un valor recomendado de 30 ppm y un máximo permisible de 50 ppm. (pág. 129)

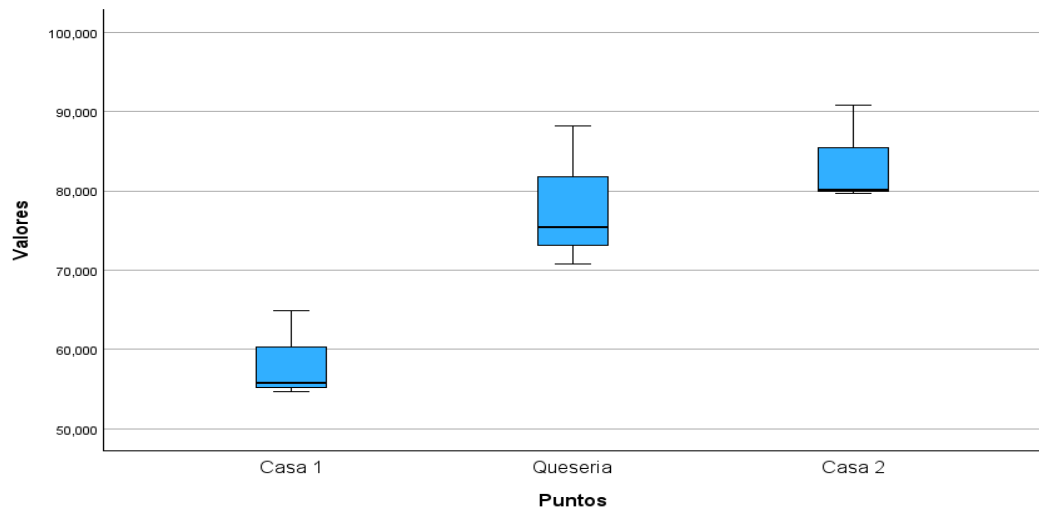


**Tabla 4-25:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de magnesio en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1046,26896	2	523,13448	10,3678	0,0113	5,14325285
Dentro los grupos	302,746267	6	50,457711			
Total	1349,01522	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de magnesio de la comunidad Columbe 1 y 2 se detalla en la Tabla 4-25, nos indica que: con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es menor que el F calculado (10.3678), podemos inferir que existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



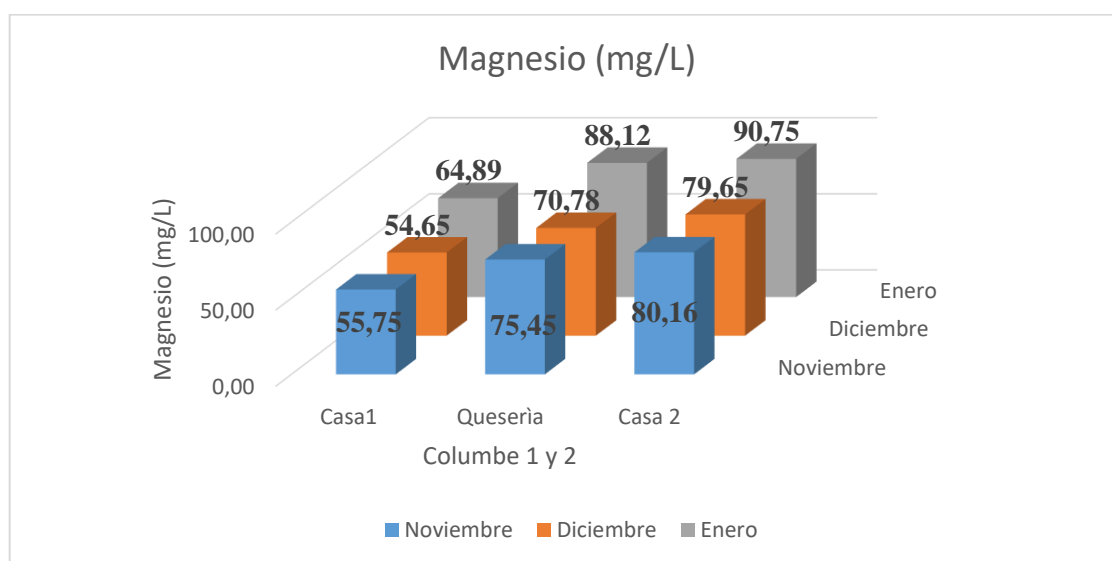
**Ilustración 4-14:** Diagrama de cajas de los promedios de magnesio en la comunidad de Columbe 1 y 2

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Después de identificar una diferencia significativa de los promedios de magnesio entre los tres puntos de estudio de la comunidad Columbe 1 y 2, como se evidencia en la ilustración 4-14, se llevó a cabo una prueba de Tukey. En dicha ilustración, se observa una pequeña pero notable diferencia entre los puntos Quesería y Casa 2. En Quesería, el cuartil uno (representando el 25% de los datos) muestra una separación mínima con respecto al valor mínimo de 70,45 mg/L, mientras que en el cuartil tres (representando el 75% de los datos) se encuentra una gran separación con respecto al valor máximo de 88,12 mg/L.

Por otro lado, en Casa 2, el valor mínimo de 79,65 mg/L es similar al cuartil uno (representando el 25% de los datos), mientras que en el cuartil tres (representando el 75% de los datos) existe una considerable diferencia con respecto al valor máximo de 90,75 mg/L.

Sin embargo, se destaca una diferencia significativa en Casa 1 con respecto a los demás puntos. Se puede observar que en el cuartil uno (valor del 25% de los datos) existe una pequeña diferencia con respecto al valor mínimo de 54,65 mg/L, mientras que en el cuartil tres (valor del 75% de los datos) está separado del valor máximo, que es de 64,89 mg/L.



**Ilustración 4-15:** Variantes de los promedios de magnesio en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-15 se detallan los promedios de los niveles de magnesio en la comunidad de Columbe 1 y 2, a lo largo del período de análisis, con promedios que oscilan entre 54,65 mg/L y 90,75 mg/L. En noviembre, se observa que en el punto uno (Casa 1) se registran 55,75 mg/L, en el punto dos (Quesería) 54,65 mg/L, mientras que el punto tres (Casa 2) muestra un mayor incremento con 64,45 mg/L. Para diciembre, se registra un aumento en los niveles de magnesio. El punto uno (Casa 1) alcanza los 54,65 mg/L, mientras que el punto dos (Quesería) muestra un valor de 70,78 mg/L. Por otro lado, el punto tres (Casa 2) mantiene un valor superior a los otros puntos, con 79,65 mg/L.

En enero, el punto tres (Casa 2) exhibe el dato más elevado, con 90,75 mg/L, mientras que el punto uno (Casa 1) presenta el valor más bajo, con 58,43 mg/L. Por su parte, el punto dos (Quesería) muestra un valor intermedio de 88,12 mg/L.

4.1.1.13. Alcalinidad mg/L.

**Tabla 4-26:** Resultados del análisis de los promedios de alcalinidad de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Alcalinidad (mg/L)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	175,80	175,45	175,96	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	165,40	164,53	161,45	
<b>Enero</b>	178,50	172,36	172,56	
<b>Promedio</b>	173,23	170,78	169,99	
<b>Desviación estándar</b>	6,917	5,629	7,589	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-26 se presentan los datos promedios de tres repeticiones obtenidos para la alcalinidad en tres puntos de muestreo diferentes en la comunidad Columbe 1 y 2. En el primer punto (Casa 1), se registraron valores de 175,80 mg/L en noviembre, 165,40 mg/L en diciembre y 178,50 mg/L en enero.

En el segundo punto (Quesería), los valores fueron 175,45 mg/L en noviembre, 164,53 mg/L en diciembre y 172,36 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 175,96 mg/L en noviembre, 161,45 mg/L en diciembre y 172,56 mg/L en enero.

Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: en el punto Casa 1 se registró un promedio de 173,23 mg/L con una desviación estándar de 6,917; en Quesería, el promedio fue de 170,78 mg/L con una desviación estándar de 5,629; y en Casa 2, el promedio fue de 169,99 mg/L con una desviación estándar de 7,589. Se observa que en Casa 2 hay dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

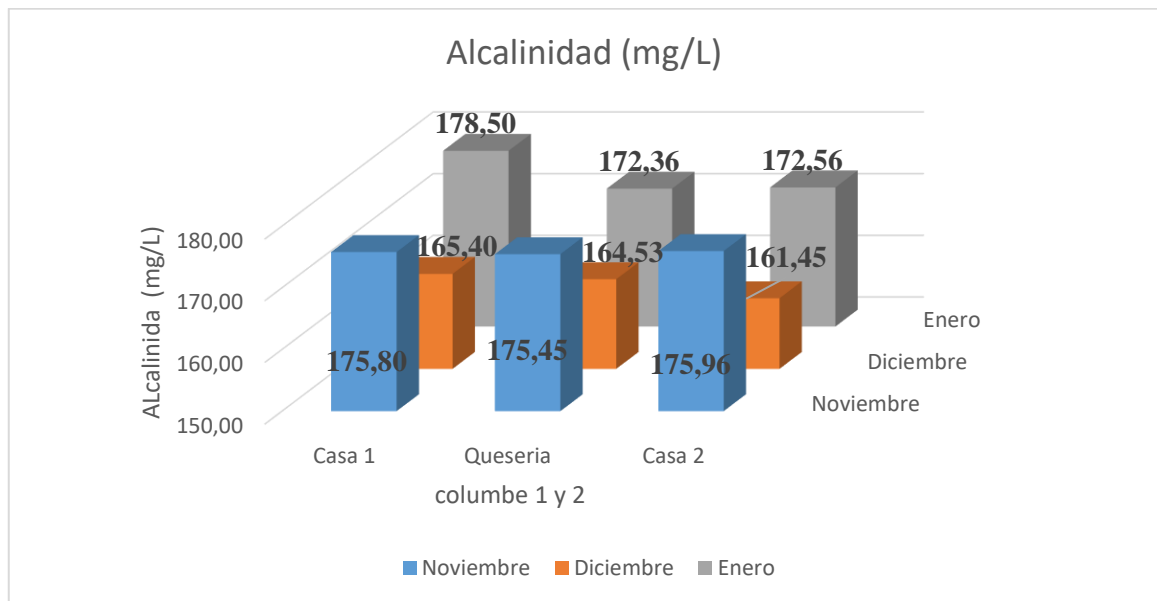
En la comunidad de Columbe 1 y 2, el nivel de alcalinidad se encuentra dentro de los límites permitidos, según la investigación realizada por (Pérez, 2016) en su estudio, Pérez menciona que la alcalinidad del agua potable rara vez supera los 300 ppm, mientras que para aguas residuales domésticas es de 250 ppm. Es importante destacar que este parámetro no está especificado en ningún nivel de control del Reglamento para la Calidad del Agua Potable en Costa Rica. (págs. 6-7)

**Tabla 4-27:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de turbidez de alcalinidad en la comunidad Columbe 1 y 2.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	17,1621556	2	8,58107778	0,18775	0,83351198	5,1432529
Dentro de los grupos	274,231867	6	45,7053111			
Total	291,394022	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de alcalinidad de la comunidad Columbe 1 y 2 se detallan en la Tabla 4-27 que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,18775. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Es decir, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-16:** Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-16 se observan los valores promedios de alcalinidad en la comunidad Columbe 1 y 2 a lo largo del periodo de análisis, con promedios que varían entre 161,45 mg/L y 178,50 mg/L. En noviembre, el punto uno (Casa 1) registra el valor de, 175,80 mg/L, seguido por el punto dos (Quesería) con 175,45 mg/L y el punto tres (Casa 2) con 175,96 mg/L.

En diciembre, el punto uno (Casa 1) muestra el valor más bajo que los meses de noviembre y enero, con 165,40 mg/L, mientras que el punto dos (Quesería) tiene una alcalinidad del 164,45 mg/L y el punto tres (Casa 2) tienen 161,45 mg/L. En enero, los valores son más elevados, con el punto uno (Casa 1) registrando 178,50 mg/L, el punto dos (Quesería) con 172,36 mg/L y el punto tres (Casa 2) con 172,56 mg/L.

4.1.1.14. Cloruros mg/L

**Tabla 4-28:** Resultados del análisis de los promedios de cloruros de la comunidad Columbe 1 y 2.

<b>Cloruros (mg/L)</b>				
	Casa 1	Quesería	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	233,97	170,16	191,35	250 mg/L
<b>Diciembre</b>	191,43	127,62	185,70	
<b>Enero</b>	240,32	212,70	190,70	
<b>Promedio</b>	221,91	170,16	189,25	
<b>Desviación estándar</b>	26,584	42,540	3,092	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-28 se presentan los promedios de tres repeticiones obtenidos para cloruros en tres puntos de muestreo distintos de la comunidad Columbe 1 y 2. En el primer punto (Casa 1), se registraron valores de 233,97 mg/L en noviembre, 191,43 mg/L en diciembre y 240,32 mg/L en enero. En el segundo punto (Quesería), los valores fueron 170,16 mg/L en noviembre, 127,62 mg/L en diciembre y 212,70 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 191,35 mg/L en noviembre, 185,70 mg/L en diciembre y 190,70 mg/L en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Casa 1: 221,91 mg/L con una desviación estándar de 26,584; Quesería: 170,16 mg/L con una desviación estándar de 42,540; y Casa 2: 189,25 mg/L con una desviación estándar de 3,092. Se observa que el punto de muestreo Quesería presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

En la comunidad de Columbe 1 y 2, al comparar los resultados con un estudio realizado por (Veloz y Astudillo, 2023) en la parroquia El Benítez del cantón Pelileo sobre el control fisicoquímico de la planta de potabilización de agua, se encontraron valores similares. Los análisis revelaron que los

niveles de concentración de cloruro durante los periodos de muestreo de junio-julio de 2022 y febrero de 2023 cumplen totalmente con la normativa establecida. (pág. 19)

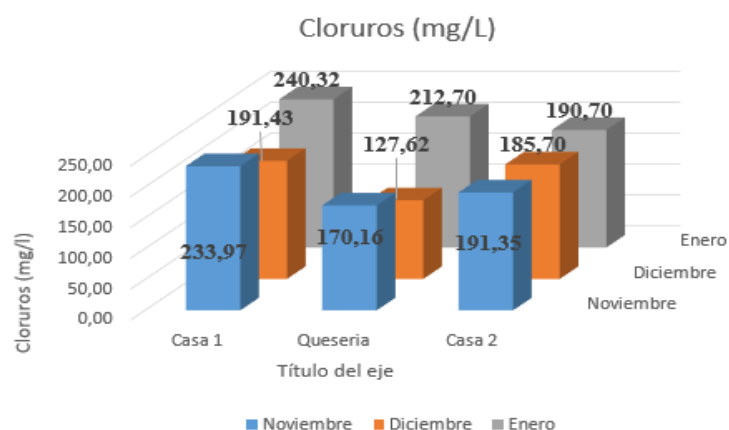
Es importante señalar que el límite máximo permitido por la INEN 1108:2014 es significativamente superior ( $p < 0,0001$ ), con un valor de 250 mg/L (Pág. 29). Es crucial resaltar que los promedios de los tres puntos de estudio se encuentran dentro de los valores establecidos en la norma INEN 1108. Según esta norma, el parámetro para los cloruros en agua destinada al consumo humano es de 250 mg/L.

**Tabla 4-29:** Análisis de varianza ANOVA de los parámetros de cloruro en la comunidad Columbe 1 y 2.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4108,60349	2	2054,30174	2,43998	0,1677	5,14325285
Dentro de los grupos	5051,82027	6	841,970044			
Total	9160,42376	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de cloruros de la comunidad Columbe 1 y 2 se especifican en la Tabla 4-29, donde. el valor crítico para F es 5,1432, y el F calculado es 2,43998. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es significativamente mayor que el nivel de significancia de 0,05, podemos concluir que no hay una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-17:** Variantes de los promedios de cloruros en los puntos de muestreo en la comunidad Columbe 1 y 2.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-17 se observan los valores promedios de cloruros en la comunidad Columbe 1 y 2 a lo largo del período analizado, con promedios que oscilan entre 127,62 mg/L y 233,97 mg/L. Se observa un notable aumento en el mes de noviembre, donde el punto uno (Casa 1) registra el valor más alto con 233,97 mg/L, seguido por el punto tres (Casa 2) con 170,16 mg/L, mientras que el punto dos (Quesería) tiene un valor de cloruros de 191,35 mg/L.

En diciembre, el punto uno (Casa 1) muestra un incremento significativo con un valor de 191,43 mg/L, mientras que el punto dos (Quesería) desciende a 127,62 mg/L, siendo el punto tres (Casa 2) el que registra un valor de 185,70 mg/L. Finalmente, en enero, los tres puntos de muestreo presentan los siguientes valores: punto uno (Casa 1) con un nivel de 240,91 mg/L, punto dos (Quesería) con 212,70 mg/L, y punto tres (Casa 2) con un valor menor de 190,70 mg/L.

#### 4.1.2. Análisis de microbiológicos en la comunidad de Columbe 1 y 2.

##### 4.1.2.1. Coliformes Fecales.

**Tabla 4-30:** Resultados promedios de positivos y negativos de coliformes fecales de la comunidad Columbe 1y 2.

		Columbe 1 y 2																								
		Noviembre						Diciembre						Enero												
		Casa 1		Quesería		Casa 2		Casa 1		Quesería		Casa 2		Casa 1		Quesería		Casa 2								
Siembra	TUBO	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE							
		10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml							
1		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-						
2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+						
3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
4		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
		Combinaciones de positivos																								
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Después de analizar los datos proporcionados en la tabla 4-30 para la comunidad Columbe 1 y 2, se observó lo siguiente: de un total de ciento treinta y cinco muestras analizadas en los tres meses de estudio, en el mes de noviembre se obtuvo un resultado positivo. En contraste, en el mes de diciembre no se encontró ningún resultado positivo entre las ciento treinta y cinco muestras

analizadas, pero en enero se observaron tres resultados positivos. En el mes enero estos hallazgos podrían atribuirse a una mayor presencia de materia orgánica arrastrada por las lluvias, lo que podría contaminar el suministro de agua esencial para la comunidad con coliformes fecales.

Dada esta situación, es crucial tomar medidas correctivas para investigar y abordar las fuentes de contaminación que están causando estos niveles elevados de NMP en el agua. Estas medidas podrían incluir inspecciones exhaustivas de las instalaciones, mejoras en los sistemas de tratamiento de aguas residuales y educación sobre prácticas de manejo adecuadas para reducir la contaminación.

Según la tabla de NMP, cualquier valor por encima de  $< 1.1$  NMP/100ml se considera superior al límite aceptable. Por lo tanto, durante ciertos meses, Casa 1, la Quesería y Casa 2 exceden este límite.

Estos hallazgos coinciden con los resultados de la investigación titulada "Evaluación Físicoquímica y Microbiológica del Sistema de Agua que Abastece a las Plantas Procesadoras de Queso Fresco Artesanal de la Parroquia Quimiag-Riobamba-Ecuador" (Arguello et al, 2019, pág. 16).

#### 4.1.3. Análisis físicos-químicos de la comunidad Majipamba.

**Tabla 4-31:** Resultados promedios de los análisis de la comunidad Majipamba.

Comunidad: Majipamba											
Puntos de muestreo											
			Caudal (-1.737477,- 78.768015)			Casa (-1.73542,- 78.764405)			Iglesia (-1.739663,- 78.761533)		
#	Parámetro	Uni.	Nov	Dic	Ene	Nov	Dic	Ene	Nov	Dic	Ene
1	Turbidez	NTU	1	1,35	1,83	0,65	0,75	0,96	0,72	0,8	0,95
2	pH		7,4	7,64	7,19	7,67	7,35	7,26	7,92	7,42	7,6
3	Temperatura	°C	18,1	15	17	15,5	17,01	17,5	17,7	18,2	17,4
4	Cloro residual	mg/L	x	x	x	0,04	0,09	0,05	0,07	0,05	0,03
5	Fluoruros	mg/L	1,21	0,26	0,01	0,88	0,5	0,01	1,24	0,75	0,57
6	Amonio	mg/L	0,04	0,07	0,05	0,02	0,05	0,04	0,03	0,05	0,06
7	Conductividad	( $\mu$ S/cm)	433,5	458	473,5	422,4	429,9	465,8	423,5	425,6	474
8	Sólidos totales disueltos	mg/l	264,9	288,8	275,7	235,7	228,7	237,1	236,7	230,1	238,3
9	Color	(Pt-Co)	1	31	61	5	5	12	5	6	16



10	Dureza Total por CaCO <sub>3</sub>	mg/L	500,5	400,4	380,4	490,5	500,5	400,4	480,4	520,5	520,5
11	Calcio	ppm	76,15	80,16	64,13	88,18	60,12	104,2	80,16	128,3	80,16
12	Magnesio	mg/L	56,75	55,65	65,89	78,45	72,78	90,15	82,16	82,75	93,75
13	Alcalinidad	mg/L	192,3	182	175	192,8	175,8	176,8	193,5	177,9	177,9
14	Cloruros	mg/L	234	255,2	212,7	234	255,2	191,4	255,2	253,3	202,1

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-31 se recopilan los datos obtenidos en todos los parámetros analizados en los distintos puntos de muestreo de la comunidad Majipamba durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Los valores presentados corresponden a los promedios calculados a lo largo del período de análisis para cada punto de muestreo, realizándose tres análisis con tres repeticiones cada uno por cada parámetro.

#### 4.1.3.1. Turbidez NTU.

**Tabla 4-32:** Resultados del análisis de los promedios de turbidez en la comunidad Majipamba.

<b>Turbidez (NTU)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	1,00	0,65	0,72	5 NTU
<b>Diciembre</b>	1,35	0,75	0,80	
<b>Enero</b>	1,83	0,96	0,95	
<b>Promedio</b>	1,39	0,79	0,82	
<b>Desviación estándar</b>	0,417	0,158	0,117	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-32 se presentan los promedios para la turbidez en tres puntos de muestreo distintos de la comunidad Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 1,00 NTU en noviembre, 1,35 NTU en diciembre y 1,83 NTU en enero.

En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 0,65 NTU en noviembre, 0,75 NTU en diciembre 0,96 NTU y en enero. Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 0,72 NTU en noviembre, 0,80 NTU en diciembre y 0,95 NTU en enero. Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Caudal: 1,39 NTU con una desviación estándar de 0,417; Casa 1: 0,79 NTU con una desviación estándar de 0,158; e Iglesia: 0,82 NTU con una desviación estándar de 0,117.

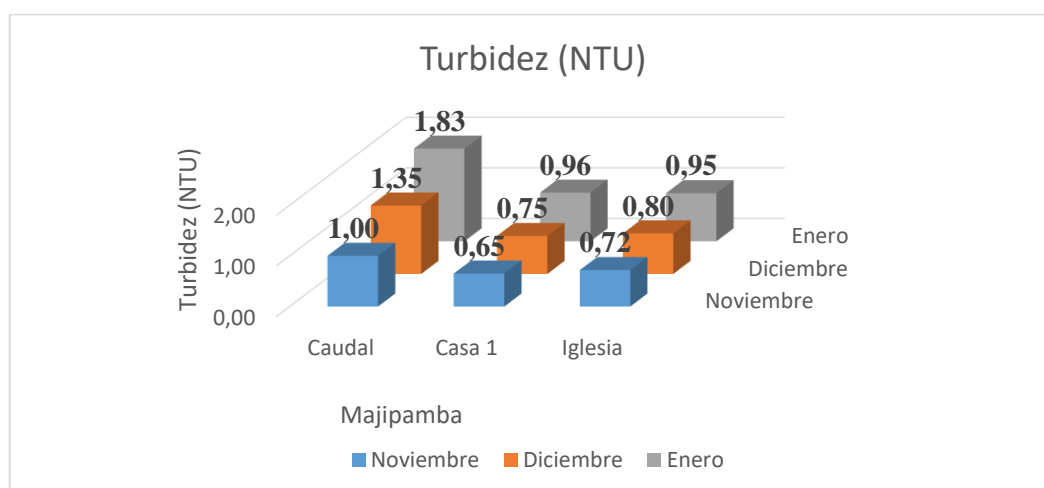
Se observa que el punto de muestreo Caudal presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. Claro, aquí tienes una versión mejorada: La norma (INEN 1108, pág. 2), establece como referencia que el límite máximo de turbidez para el agua destinada al consumo en la comunidad de Majipamba es de 5 NTU. Según la información proporcionada por (Marco et al, 2004), el máximo nivel tolerable de turbidez es de 5 NTU, lo que indica que debe mantenerse en un nivel bajo para lograr una desinfección eficaz del agua. (pag.72)

**Tabla 4-33:** Análisis de varianza ANOVA de los parámetros de turbidez en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,69428889	2	0,3471444	4,9055	0,05465	5,1433
Dentro de los grupos	0,4246	6	0,0707667			
Total	1,11888889	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-33 se especifican los resultados del análisis de varianza de los promedios de turbidez de la comunidad de Majipamba. En este caso, el valor calculado de F (1,0463) es menor que el valor crítico para F (5,14325285), lo que indica que no hay diferencias significativas entre los grupos en términos de la variable analizada. Además, la probabilidad asociada al valor de F (4.9055) es mayor que un nivel de significancia común como 0.05, lo que también sugiere que no hay diferencias significativas entre los grupos.



**Ilustración 4-18:** Variantes de los promedios de turbidez en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-18 se observa los valores promedios de turbidez durante el período de análisis en la comunidad de Majipamba, con promedios que oscilan entre 0,65 NTU y 1,83 NTU. Es notable que, en noviembre, el punto uno (Caudal) muestra un valor mayor que los otros puntos, con 1 NTU, mientras que el punto dos (Casa 1) registra 0,65 NTU y el punto tres (Iglesia) alcanza 0,72 NTU. En diciembre, aunque hubo una leve presencia de lluvia, el punto uno (Caudal) aumenta a 1,35 NTU, mientras que el punto dos (Casa 1) disminuye ligeramente a 0,75 NTU y el punto tres (Iglesia) muestra un nivel de turbidez de 0,80 NTU.

En el mes de enero, con la presencia de lluvia y evidencias de arrastre de tierra, el punto uno (Caudal) alcanza un valor considerablemente alto de 1,83 NTU, superando el límite establecido por la norma (INEN 1108, pág. 2) de 5 NTU para agua potable, lo que es relevante ya que este punto recibe agua directamente de la fuente. Mientras tanto, los otros puntos muestran una disminución en los niveles de turbidez, indicando un tratamiento efectivo del agua, con el punto dos (Casa 1) registrando 0,96 NTU y el punto tres (Iglesia) con 0,95 NTU. Es necesario dar a conocer que caudal tiene la mayor turbidez, pero está dentro de los parámetros permitidos.

#### 4.1.3.2. pH.

**Tabla 4-34:** Resultados del análisis de los promedios de pH en la comunidad Majipamba.

<b>pH (No presenta unidades de medida)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Noma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	7,40	7,67	7,92	6,5-8,5
<b>Diciembre</b>	7,64	7,35	7,42	
<b>Enero</b>	7,19	7,26	7,60	
<b>Promedio</b>	7,41	7,43	7,65	
<b>Desviación estándar</b>	0,2252	0,2155	0,2532	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Tabla 4-34 muestra los datos promedios de pH obtenidos a partir de tres repeticiones en tres puntos de muestreo diferentes dentro de la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 7,40 en noviembre, 7,64 en diciembre y 7,19 en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 7,67 en noviembre, 7,35 en diciembre y 7,26 en enero.

Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 7,92 en noviembre, 7,42 en diciembre y 7,60 en enero. Los valores promedios reportados durante el período de análisis para

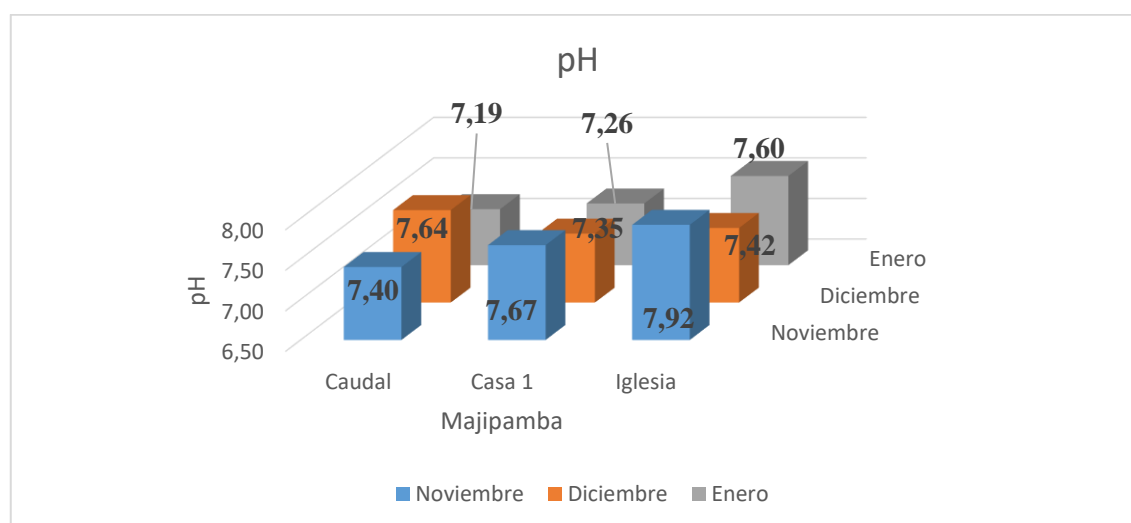
cada punto fueron los siguientes: Caudal: 7,41 con una desviación estándar de 0,2252; Casa 1: 7,43 con una desviación estándar de 0,2155; e Iglesia: 7,65 con una desviación estándar de 0,2532. Se observa que el punto de muestreo Iglesia presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. Según la norma (INEN 1108, página 2), los parámetros para el pH en la comunidad de Majipamba se sitúan dentro del rango de 6,5 a 8,5. Según (Rodríguez, 2009) nos menciona que el rango permitido de pH esta entre los 6,5 y 8,5 rango que cumple nuestro estudio. (pag.132)

**Tabla 4-35:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de pH de la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,10469	2	0,05234444	0,97374	0,43029105	5,143253
Dentro de los grupos	0,3225333	6	0,05375556			
Total	0,4272222	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los promedios proporcionados corresponden a los resultados del análisis de varianza del pH en la comunidad de Majipamba en la Tabla 4-35, revela que el valor crítico para F es 5,1432, y el F calculado es 0,9737. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es considerablemente mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. No se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-19:** Variantes de los promedios del pH en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-19 se observa los valores promedios del pH durante el período de análisis en la comunidad de Majipamba, con promedios que varían entre 7,19 y 7,60. Es evidente que, en noviembre, el punto uno (Caudal) muestra un pH de 7,40, siendo ligeramente menor que los otros puntos. En el punto dos (Casa 1), el pH aumenta a 7,67, mientras que en el punto tres (Iglesia) alcanza 7,92.

En diciembre, el punto uno (Caudal) registra un pH de 7,64, siendo mayor que los otros dos puntos. En el punto dos (Casa 1), el pH disminuye a 7,35, mientras que en el punto tres (Iglesia) aumenta ligeramente a 7,42. Para enero, los dos primeros puntos, el punto uno (Caudal) con un pH de 7,19 y el punto dos (Casa 1) con un valor de 7,26, muestran valores muy cercanos entre sí. Sin embargo, en el punto tres (Iglesia), el pH se eleva notablemente a 7, 60.

#### 4.1.3.3. Temperatura °C

**Tabla 4-36:** Resultados del análisis de los promedios de temperatura de la comunidad Majipamba.

<b>Temperatura (°C)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Noma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	18,10	15,50	17,70	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	15,00	17,00	18,20	
<b>Enero</b>	17,00	17,50	17,40	
<b>Promedio</b>	16,70	16,67	17,77	
<b>Desviación estándar</b>	1,5716	1,0424	0,4041	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-36 se presentan los promedios obtenidos de tres repeticiones obtenidos para la temperatura en tres puntos de muestreo distintos de la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 18,10 °C en noviembre, 15,00°C en diciembre y 17,00°C en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 15,50°C en noviembre, 17,00° C en diciembre y 17,50°C en enero. Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 17,70°C en noviembre, 18,20°C en diciembre y 17,40°C en enero. Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Caudal: 16,70°C con una desviación estándar de 1,5716; Casa 1: 16,67°C con una desviación estándar de 1,0424; e Iglesia: 17,77°C con una desviación estándar de 0,4041. Se observa que el punto de muestreo Caudal presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

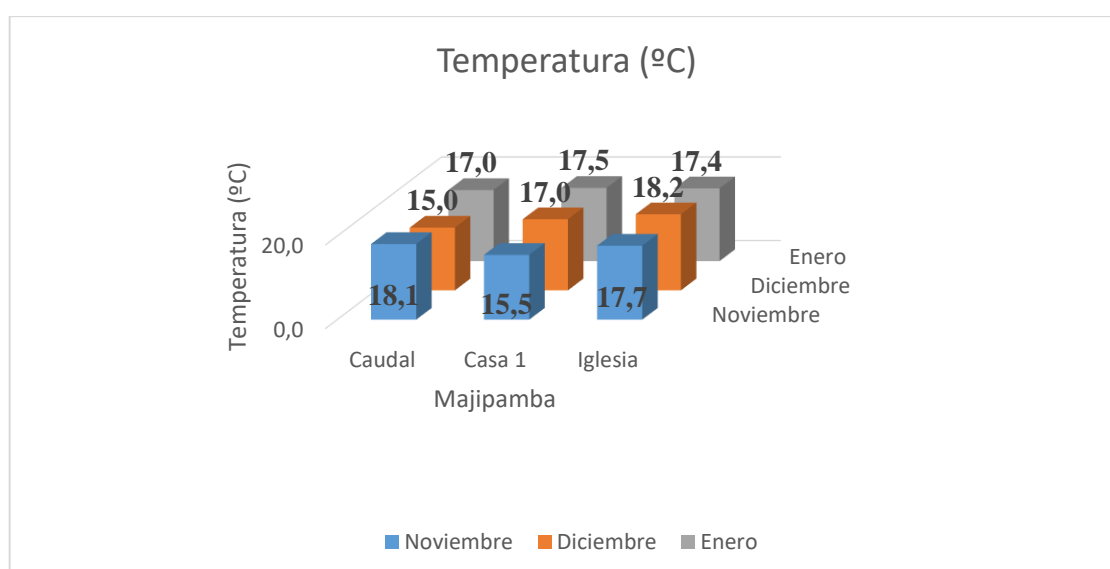
Según el estudio realizado, por (Escobar et al., 2021) se obtuvo un promedio de temperatura de 17,91°C, lo que indica que la temperatura se considera estable. (pág. 79), en el estudio realizado en la comunidad de Majipamba, los valores de temperatura están por debajo de lo mencionado, sin embargo, no se observa una gran diferencia en las temperaturas a lo largo de los meses del año.

**Tabla 4-37:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de temperatura en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2,341356	2	1,17067778	0,9441	0,44007274	5,14325285
Dentro de los grupos	7,440067	6	1,24001111			
Total	9,7814222	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios proporcionados corresponden a los resultados del análisis de varianza de la comunidad de Majipamba en la Tabla 4-37, revela que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,9441. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es considerablemente mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-20:** Variantes de los promedios de la temperatura en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-20 se muestran los valores promedios de temperatura en la comunidad de Majipamba durante el período de análisis, con promedios que varían entre 15,00°C y 18,10°C. En noviembre, se registra una temperatura de 18,10°C en el punto uno (Caudal), mientras que el punto dos (Casa 1) muestra un valor de 15,50°C y el punto tres (Iglesia) alcanza los 17,70°C. En diciembre, el punto uno (Caudal) desciende a 15,00°C, mientras que el punto dos (Casa 1) aumenta en 2,00°C, alcanzando los 17,00°C, y el punto tres (Iglesia) registra 18,20°C. En enero, la temperatura en el punto uno (Caudal) se mantiene en 17,00°C, el punto dos (Casa 1) experimenta un ligero aumento de 15,50°C, mientras que en el punto tres (Iglesia) disminuye a 17,40°C.

#### 4.1.3.4. Cloro residual (mg/L)

**Tabla 4-38:** Resultados de análisis de los promedios de cloro residual de la comunidad Majipamba.

<b>Cloro Residual (mg/L)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Noma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	x	0,04	0,07	0,3-1,5 mg/L
<b>Diciembre</b>	x	0,09	0,05	
<b>Enero</b>	x	0,05	0,03	
<b>Promedio</b>	x	0,06	0,05	
<b>Desviación estándar</b>	x	0,0265	0,0200	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-38 se presentan los datos recopilados para el cloro residual en tres puntos de muestreo distintos. En el primer punto (Caudal), no se realizó la prueba del cloro residual ya que es agua de la vertiente que esta antes del tanque de distribución. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron de 0,04 mg/L en noviembre, 0,09 mg/L en diciembre y 0,05 mg/L en enero.

Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 0,07 mg/L en noviembre, 0,05 mg/L en diciembre y 0,05 mg/L en enero. Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: en el punto Caudal, no se detectó cloro residual, lo que se refleja en una desviación estándar nula; en Casa 1, se registró un promedio de 0,06 mg/L con una desviación estándar de 0,0265; y en la Iglesia, el promedio fue de 0,05 mg/L con una desviación estándar de 0,0200. Se destaca que el punto de muestreo Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

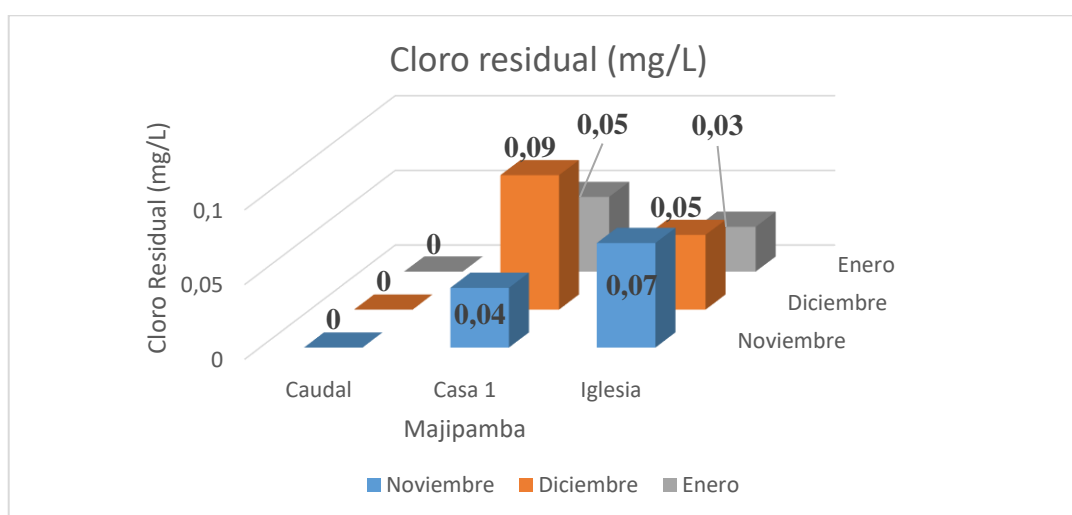
Es importante señalar que los promedios de los dos puntos de estudio no cumplen con los valores establecidos en la norma INEN 1108 para el cloro residual en agua destinada al consumo humano, que oscilan entre 0,3 y 1,5 mg/L o 1,1 ppm y 0,50 ppm. Estos resultados muestran niveles inferiores a 0,3 mg/L, lo que indica una concentración insuficiente de cloro residual para garantizar la seguridad del agua. (Pérez y Ramos, 2018, pág. 12)

**Tabla 4-39:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloro residual en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,00015	1	0,00015	0,2727	0,62909479	7,70864742
Dentro de los grupos	0,0022	4	0,00055			
Total	0,00235	5				
Total	0,2848	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los datos proporcionados corresponden a los resultados de análisis de la varianza de los promedios de cloro residual en la Tabla 4-39, valor crítico para F es 7,7086, y el F calculado es 0,2727. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es considerablemente mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-21:** Variantes de los promedios de cloro residual en los puntos de muestreo en la comunidad Majipamba

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



En la Ilustración 4-21 se muestran los valores de cloro residual durante el período de análisis, con promedios que varían entre 0,04 mg/L en Casa 1 y 0,09 mg/L en Iglesia. En el punto uno (Caudal), debido a que el agua no recibe ningún tratamiento y proviene directamente de la vertiente, no se detecta cloro residual. Sin embargo, en noviembre, tanto en el punto dos (Casa 1) como en el punto tres (Iglesia), se registran concentraciones muy bajas, de 0,04 mg/L y 0,07 mg/L respectivamente.

Para diciembre, en el punto dos (Casa 1) la concentración de cloro residual aumenta a 0,09 mg/L, mientras que en el punto tres (Iglesia) disminuye ligeramente a 0,07 mg/L. Por último, en enero, en el punto dos (Casa 1) se observan concentraciones muy bajas de cloro residual, de 0,05 mg/L, y en el punto tres (Iglesia) es aún menor, de 0,03 mg/L. en el caudal no se realizó el análisis del cloro residual

#### 4.1.3.5. Fluoruros mg/L.

**Tabla 4-40:** Resultados del análisis de los promedios de fluoruros de la comunidad Majipamba.

<b>Fluoruros (mg/L)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Noma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	1,21	0,88	1,24	1,5 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,26	0,50	0,75	
<b>Enero</b>	0,01	0,01	0,57	
<b>Promedio</b>	0,49	0,46	0,85	
<b>Desviación estándar</b>	0,6331	0,4362	0,3467	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-40 se presentan los promedios de tres repeticiones, obtenidos para los fluoruros en tres puntos de muestreo diferentes en la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 1,21 mg/L en noviembre, 0,26 mg/L en diciembre y 0,01 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 0,88 mg/L en noviembre, 0,50 mg/L en diciembre y 0,01 mg/L en enero. Finalmente, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 1,24 mg/L en noviembre, 0,75 mg/L en diciembre y 0,57 mg/L en enero. Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: en el punto Caudal, se registró un promedio de 0,49 mg/L con una desviación estándar de 0,6331; en Casa 1, el promedio fue de 0,46 mg/L con una desviación estándar de 0,4362; y en Iglesia, el promedio fue de 0,85 mg/L con una desviación estándar de 0,3467.

Se observa que el punto de muestreo Caudal presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos, los resultados obtenidos en la comunidad de Majipamba está dentro del límite establecido de la norma. (INENE 1108, pág. 2)

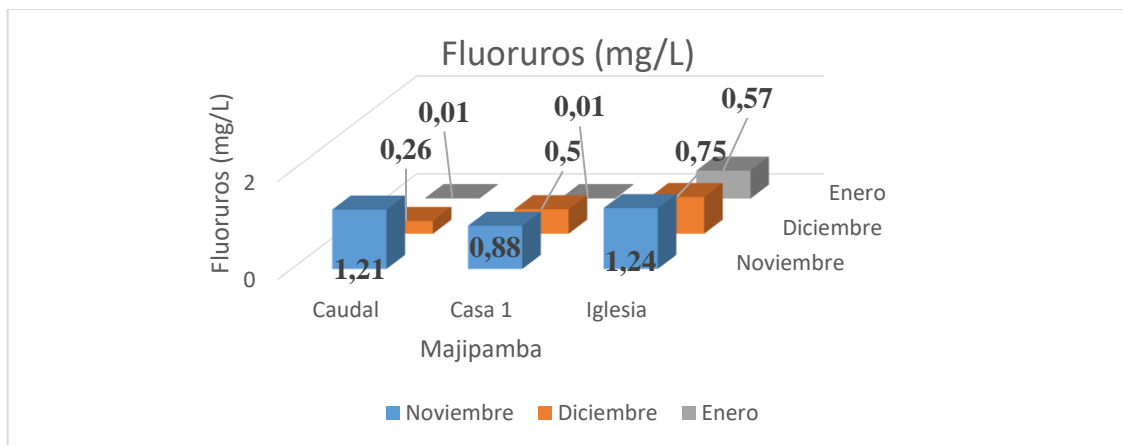
De acuerdo con (Orta y Pabón 2020), se indica que los límites de concentración establecidos por la normativa se sitúan en un máximo de 1,50 mg/L, según lo estipula el Acuerdo Ministerial. (págs. 36-37)

**Tabla 4-41:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de fluoruros en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,2826	2	0,1413	0,596	0,5807	5,14325285
Dentro de los grupos	1,4226	6	0,2371			
Total	1,7052	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados proporcionados corresponden a los análisis de varianza de los promedios de fluoruros de la comunidad de Majipamba en la Tabla 4-41, revela que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,596. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-22:** Variantes de los promedios de fluoruros en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-22 se muestran los valores promedios de fluoruros durante el período de análisis en la comunidad de Majipamba, con promedios que varían entre 0,01 mg/L y 1,24 mg/L. En noviembre, el punto uno (Caudal) registra un valor de 1,21 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) presenta un valor menor de 0,88 mg/L y el punto tres (Iglesia) alcanza 1,24 mg/L. En diciembre, los valores disminuyen, siendo 0,26 mg/L para el punto uno (Caudal), 0,5 mg/L para el punto dos (Casa 1) y aumentando ligeramente a 0,75 mg/L para el punto tres (Iglesia). En enero, se observan valores significativamente bajos, con 0,01 mg/L en el punto uno (Caudal) y en el punto dos (Casa 1), y 0,57 mg/L en el punto tres (Iglesia).

#### 4.1.3.6. Amonio mg/L

**Tabla 4-42:** Resultados del análisis de los promedios de amonio de la comunidad Majipamba.

<b>Amonio (mg/L)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,07	0,02	0,03	1 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,06	0,05	0,05	
<b>Enero</b>	0,05	0,04	0,06	
<b>Promedio</b>	0,06	0,04	0,05	
<b>Desviación estándar</b>	0,010	0,015	0,015	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-42 se presentan los promedios recopilados de las tres repeticiones para el amonio en tres puntos de muestreo diferentes en la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 0,07 mg/L en noviembre, 0,06mg/L en diciembre y 0,05 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 0,02 mg/L en noviembre, 0,05 mg/L en diciembre y 0,04 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 0,03 mg/L en noviembre, 0,05 mg/L en diciembre y 0,04 mg/L en enero.

Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: en el punto Caudal, se registró un promedio de 0,06 mg/L con una desviación estándar de 0,0100; en Casa 1, el promedio fue de 0,04 mg/L con una desviación estándar de 0,015; y en Iglesia, el promedio fue de 0,05 mg/L con una desviación estándar de 0,015. Se observa que el punto de muestreo Iglesia presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. Es importante destacar que los promedios de los tres puntos de estudio se encuentran dentro del límite permisible establecido por la norma (INEN 1108, pág. 2), donde el parámetro de amonio en agua destinada al consumo humano es de 1 mg/L.

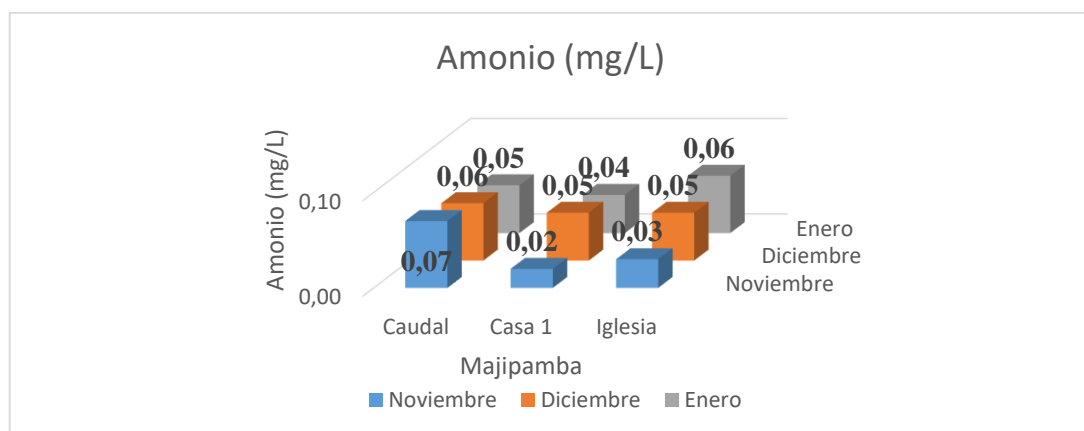
Según el estudio realizado en los análisis de agua potable de la Junta Administradora San José De Puñachizag del cantón Quero, provincia de Tungurahua, se evaluaron los parámetros establecidos por la norma INEN 1108. Esta normativa establece que el nivel de amonio en agua de consumo humano no debe superar 1 mg/L. Los resultados obtenidos por la junta administradora se encuentran dentro de los límites establecidos. Los resultados obtenidos en los puntos de la comunidad Majipamba, los valores se encuentran en el límite permitido mediante el estudio de Evaluación de la calidad físico-químico y microbiológica del agua de consumo humano de la junta administradora de agua potable San José de puñachizag, cantón quero, provincia Tungurahua. (Tibanquiza, 2018, págs. 65-66)

**Tabla 4-43:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de amonio en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,00082222	2	0,0004111	2,1765	0,19465363	5,14325285
Dentro de los grupos	0,00113333	6	0,0001889			
Total	0,00195556	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados proporcionados corresponden al análisis de varianza de los promedios de amonio de la comunidad de Majipamba de la Tabla 4-43, muestra que el valor crítico para F es 5,1432, y el F calculado es 2,1765. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no se observan diferencias significativas entre los grupos.



**Ilustración 4-23:** Variantes de los promedios de amonio en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-23 se presentan los valores promedios de amonio durante el período de análisis en la comunidad de Majipamba, con valores que varían entre 0,02 mg/L y 0,07 mg/L. En noviembre, los valores están dentro del rango esperado: el punto uno (Caudal) registra 0,07 mg/L, el punto dos (Casa 1) presenta 0,02 mg/L y el punto tres (Iglesia) muestra 0,03 mg/L. En diciembre, el punto uno (Caudal) alcanza 0,06 mg/L, mientras que tanto el punto dos (Casa 1) como el punto uno caudal presenta 0,05 mg/l, en el punto tres (Iglesia) se mantienen en el límite permitido de 0,05 mg/L. En enero, el punto dos (Casa 1) muestra una concentración de 2,10 mg/L, mientras que el punto tres (Iglesia) tiene un valor de 0,06 mg/L y el punto dos (Casa1) permanece dentro del límite permisible con un valor de 0,04 mg/L.

#### 4.1.3.7. Conductividad uS/cm

**Tabla 4-44:** Resultados del análisis de los promedios de conductividad de la comunidad Majipamba.

<b>Conductividad (uS/cm)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	433,50	422,35	423,50	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	458,00	429,90	425,60	
<b>Enero</b>	473,50	465,80	473,95	
<b>Promedio</b>	455,00	439,35	441,02	
<b>Desviación estándar</b>	20,168	23,215	28,540	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-44 se presentan los promedios obtenidos de tres repeticiones para la conductividad en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 433,50 ( $\mu\text{S/cm}$ ) en noviembre, 458,00 ( $\mu\text{S/cm}$ ) en diciembre y 473,50 ( $\mu\text{S/cm}$ ) en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 422,35 ( $\mu\text{S/cm}$ ) en noviembre, 429,90 ( $\mu\text{S/cm}$ ) en diciembre y 465,80 ( $\mu\text{S/cm}$ ) en enero. Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 423,50 ( $\mu\text{S/cm}$ ) en noviembre, 425,60 ( $\mu\text{S/cm}$ ) en diciembre y 473,95 ( $\mu\text{S/cm}$ ) en enero. Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Caudal: 455,00 ( $\mu\text{S/cm}$ ) con una desviación estándar de 20,168; Casa 1: 439,35 ( $\mu\text{S/cm}$ ) con una desviación estándar de 23,215; e Iglesia: 441,02 ( $\mu\text{S/cm}$ ) con una desviación estándar de 28,540. Se observa que el punto de muestreo Iglesia presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

Según el estudio realizado, por (Escobar et al., 2021) nos menciona que el máximo de conductividad

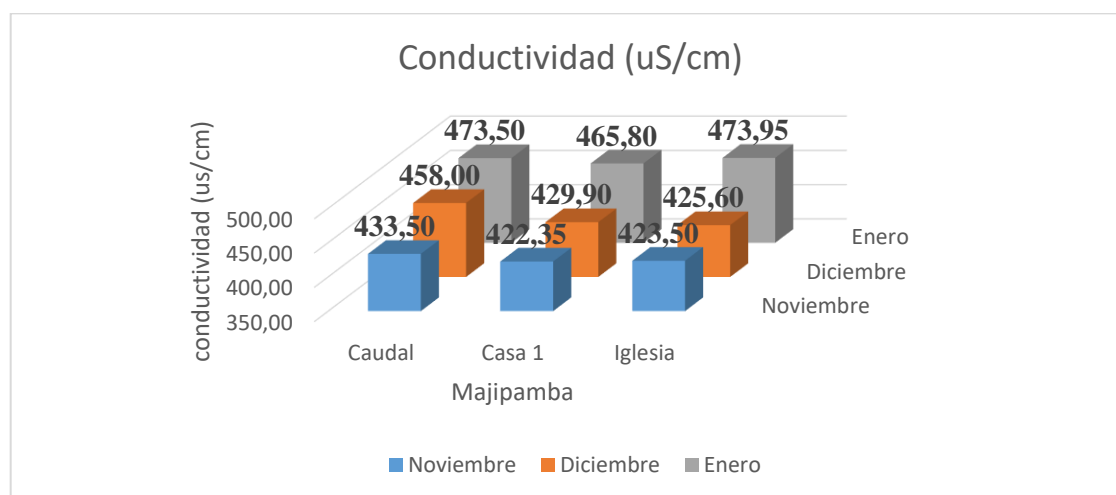
del agua es de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo que indica que la conductividad es menor de ese rango es lo ideal. (pág. 79). Los resultados obtenidos en la comunidad de Majipamba cumplen con los límites establecidos.

**Tabla 4-45:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de la conductividad en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	443,23389	2	221,61694	0,378	0,7007	5,14325285
Dentro de los grupos	3520,51667	6	586,75278			
Total	3963,75056	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Se detallan los resultados del análisis de varianza de los promedios de conductividad de la comunidad de Majipamba en la Tabla 4-45, que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,378. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. No se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-24:** Variantes de los promedios de conductividad en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-24 se presentan los valores promedios de conductividad durante el período de análisis en la comunidad de Majipamba, con promedios que varían entre 422,35 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y 473,95 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). En noviembre, se observa que el punto uno (Caudal) tiene una conductividad de 433,50

( $\mu\text{S/cm}$ ), siendo la más alta entre los puntos analizados. Por su parte, el punto dos (Casa 1) muestra una conductividad de 422,35 ( $\mu\text{S/cm}$ ), y el punto tres (Iglesia) registra un ligero incremento con 423,50 ( $\mu\text{S/cm}$ ) respectivamente. En diciembre, el punto uno (Caudal) muestra una conductividad de 458,00 ( $\mu\text{S/cm}$ ), considerablemente mayor en comparación con noviembre. Sin embargo, el punto dos (Casa 1) registra una disminución significativa en su conductividad, alcanzando 429,90 ( $\mu\text{S/cm}$ ), mientras que el punto tres (Iglesia) muestra una lectura ligeramente inferior de 425,60 ( $\mu\text{S/cm}$ ). Finalmente, en enero, el punto uno (Caudal) presenta la mayor conductividad de todos, con un valor de 473,50 ( $\mu\text{S/cm}$ ). Por otro lado, el punto dos (Casa 1) registra una conductividad de 465,80 ( $\mu\text{S/cm}$ ), mientras que el punto tres (Iglesia) muestra un ligero incremento con 473,95 ( $\mu\text{S/cm}$ ).

#### 4.1.3.8. Sólidos totales disueltos mg/L.

**Tabla 4-46:** Resultados promedios de análisis de sólidos totales disueltos de la comunidad Majipamba.

<b>Sólidos Totales Disueltos (mg/L)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	264,90	235,70	236,70	1000 mg/L
<b>Diciembre</b>	288,70	228,70	230,10	
<b>Enero</b>	236,15	237,10	238,30	
<b>Promedio</b>	263,25	233,83	235,03	
<b>Desviación estándar</b>	11,918	4,500	4,347	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-46 se presentan los promedios de tres repeticiones para sólidos totales disueltos en tres puntos de muestreo diferentes en la comunidad Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 264,90 mg/L en noviembre, 288,70 mg/L en diciembre y 236,15 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 235,70 mg/L en noviembre, 228,70 mg/L en diciembre y 237,10 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 236,70 mg/L en noviembre, 230,10 mg/L en diciembre y 238,30 mg/L en enero. Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Caudal: 263,25 mg/L con una desviación estándar de 11,918; Casa 1: 233,83 mg/L con una desviación estándar de 4,500; e Iglesia: 235,03 mg/L con una desviación estándar de 4,347. Se observa que el punto de muestreo Caudal presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. Es primordial resaltar que los promedios de los tres puntos de estudio se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma (INEN 1108, pag.2).

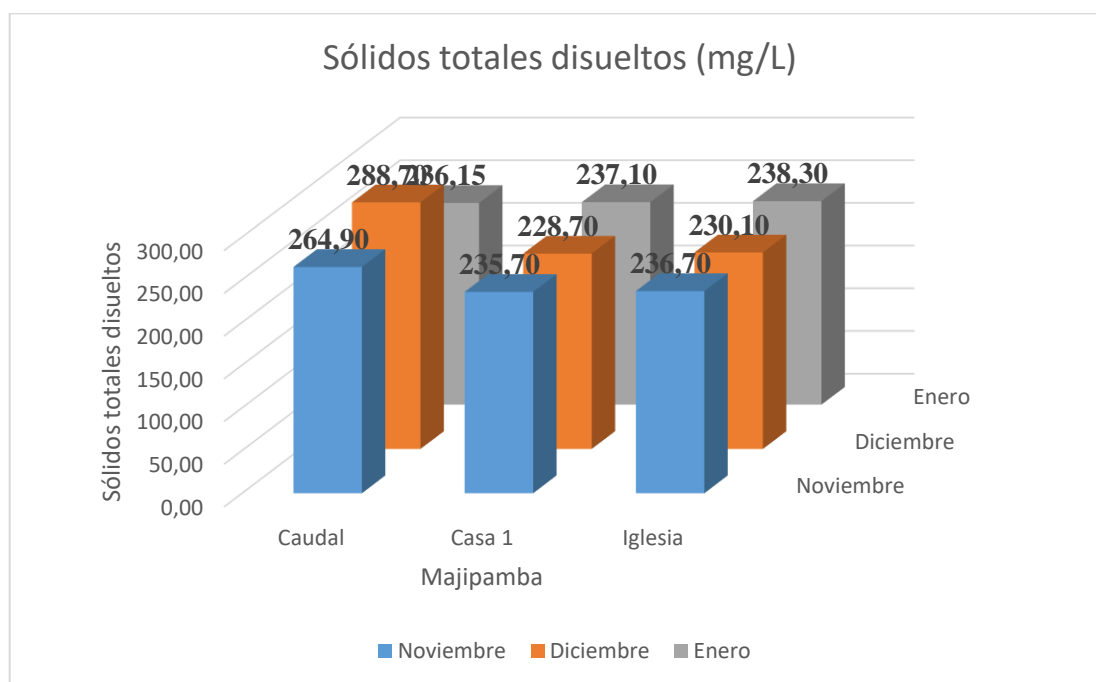
Esta normativa específica que el parámetro de sólidos totales disueltos en agua destinada al consumo humano debe ser de 1000 mg/L. Los resultados obtenidos están significativamente por debajo de los valores registrados en el estudio de Calidad Físicoquímica del Agua de la Laguna Colta (Escobar et al., 2021)

**Tabla 4-47:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1662,96056	2	831,48028	3,40974	0,10252819	5,14325285
Dentro de los grupos	1463,12833	6	243,85472			
Total	3126,08889	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Se detallan el análisis de varianza de los promedios de sólidos totales disueltos de la comunidad de Majipamba en la Tabla 4-47, el análisis muestra que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 3,4097. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. No hay diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-25:** Variantes de los promedios en los sólidos totales disueltos en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



En la Ilustración 4-25 se presentan los valores promedios de sólidos totales disueltos durante el período de análisis en la comunidad de Majipamba, con promedios que varían entre 228,70 mg/L y 288,70 mg/L. En noviembre, el punto uno (Caudal) registra el valor más alto, con 264,90 mg/L, seguido por el punto dos (Casa 1) con 235,70 mg/L y el punto tres (Iglesia) con 236,70 mg/L. En diciembre, el punto uno (Caudal) muestra el valor más elevado, con 288,70 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) tiene un valor de 228,70 mg/L y el punto tres (Iglesia) registra 230,10 mg/L. En enero, los valores son los siguientes: el punto uno (Caudal) registrando 236,15 mg/L, el punto dos (Casa 1) con 237,10 mg/L y el punto tres (Iglesia) con 238,30 mg/L.

#### 4.1.3.9. Color Pt-Co

**Tabla 4-48:** Resultados del análisis de los promedios de color de la comunidad Majipamba.

<b>Color (Pt-Co)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Noma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	1	1	9	15 (Pt-Co)
<b>Diciembre</b>	2	3	3	
<b>Enero</b>	6	5	13	
<b>Promedio</b>	3,00	3,00	8,33	
<b>Desviación estándar</b>	2,6458	2,0000	5,0332	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-48 se presentan los datos promedios de tres repeticiones obtenidos para el color en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 1 (Pt-Co) en noviembre, 2 (Pt-Co) en diciembre y 6 (Pt-Co) en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 1 (Pt-Co) en noviembre, 3 (Pt-Co) en diciembre y 5 (Pt-Co) en enero. Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 9 (Pt-Co) en noviembre, 3 (Pt-Co) en diciembre y 13 (Pt-Co) en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Caudal: 3 (Pt-Co) con una desviación estándar de 2,6458; Casa 1: 3 (Pt-Co) con una desviación estándar de 2,0000; e Iglesia: 8,33 (Pt-Co) con una desviación estándar de 5,0332. Se observa que el punto de muestreo Iglesia presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. Es relevante señalar que los promedios de los tres puntos de estudio se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma. (INEN 1108, pag.2). En esta normativa, el parámetro para el color en agua destinada al consumo humano es de 15 (Pt-Co). Los resultados obtenidos están notablemente por debajo de los valores registrados en el estudio de Análisis del

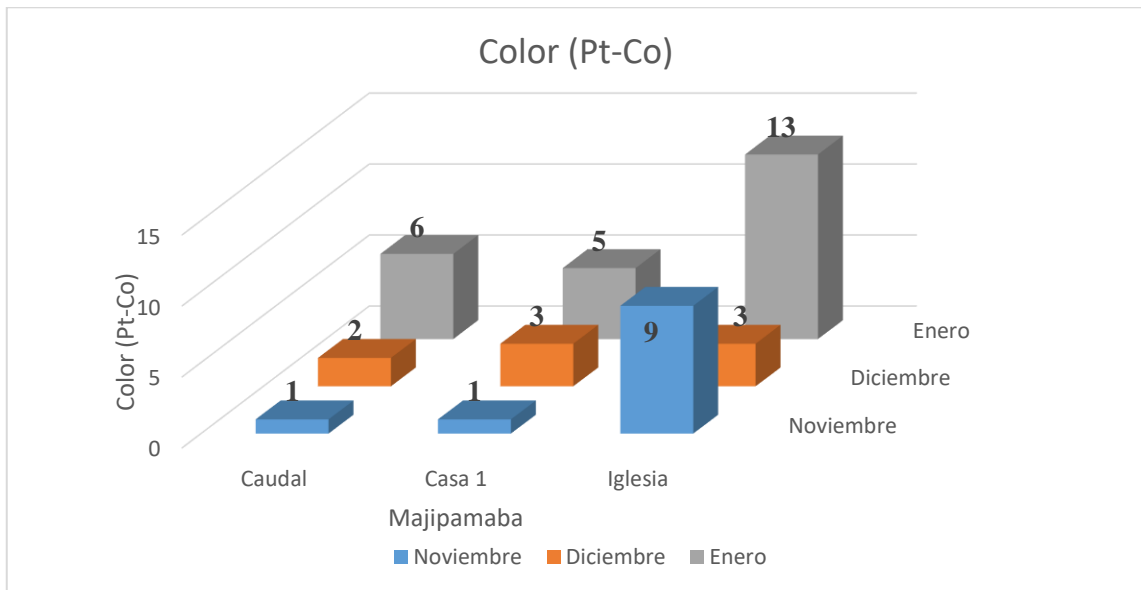
sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Jipijapa. (Osejos et al., 2018, pág. 160).

**Tabla 4-49:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de color en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	56,8888889	2	28,4444444	2,3486	0,1765	5,14325285
Dentro de los grupos	72,6666667	6	12,1111111			
Total	129,555556	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de color de la comunidad Majipamba en la Tabla 4-49, muestra que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 2,3486. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no hay diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-26:** Variantes de los promedios del color en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-26 se muestran los valores promedios de color durante el período de análisis, en la comunidad de Majipamba con promedios que varían entre 1 (Pt-Co) y 13 (Pt-Co). En noviembre, en el punto uno (Caudal) y el punto dos (Casa 1), se registraron valores de 1 (Pt-Co), mientras que en el punto tres (Iglesia) se observó un valor más elevado de 9 (Pt-Co).

Para diciembre, el punto uno (Caudal) mostró un valor de 2 (Pt-Co), mientras que tanto el punto dos (Casa 1) como el punto tres (Iglesia) registraron 3 (Pt-Co). En enero, el punto uno (Caudal) y el punto dos (Casa 1) exhibieron un valor de 6 (Pt-Co), con un aumento significativo en el punto tres (Iglesia), alcanzando 13 (Pt-Co).

Los resultados obtenidos durante los tres meses se encuentran dentro del rango establecido por la norma INEN 1108, donde se establece un límite máximo de 15 (Pt-Co) para el color del agua. Sin embargo, es importante destacar que en enero se observó un aumento en el color del agua, probablemente debido a las lluvias ocurridas durante este mes.

4.1.3.10. *Dureza total por CaCO<sub>3</sub> mg/L.*

**Tabla 4-50:** Resultados de análisis de los promedios de dureza total por CaCO<sub>3</sub> de la comunidad Majipamba.

<b>Dureza Total CaCO<sub>3</sub> (mg/L)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Noma INEN 1108
<b>Noviembre</b>	350,82	290,26	420,38	300 mg/L
<b>Diciembre</b>	360,33	400,36	440,40	
<b>Enero</b>	300,27	300,27	460,42	
<b>Promedio</b>	337,14	330,30	440,40	
<b>Desviación estándar</b>	32,2825	60,8827	20,0200	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-50 se presentan los promedios de tres repeticiones para la dureza total en tres puntos de muestreo diferentes en la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 350,82 mg/L en noviembre, 360,33 mg/L en diciembre y 300,27 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 290,26 mg/L en noviembre, 400,36 mg/L en diciembre y 300,27 mg/L en enero. Finalmente, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 420,38 mg/L en noviembre, 440,40 mg/L en diciembre y 460,42 mg/L en enero.

Los promedios durante el período de análisis fueron los siguientes: Caudal: 337,14 mg/L con una desviación estándar de 32,2825; Casa 1: 330,30 mg/L con una desviación estándar de 60,8827; e Iglesia: 440,40 mg/L con una desviación estándar de 20,0200. Se observa que el punto de muestreo Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. Según la norma (INEN 1108, pag.2) nos menciona que lo establecido el nivel de dureza total en el agua de consumo humano es de 300mg/L.

Cuando se registra un alto nivel de dureza total en el agua, varios factores pueden influir en esta situación. Uno de ellos es la posible influencia de los materiales de las tuberías en esta variación. Además, el uso de agentes químicos domésticos puede contribuir a la infiltración de minerales. En la comunidad de Majipamba, se observa una alta densidad poblacional, con escasa vegetación y un suelo predominantemente seco. Es importante destacar que el agua que fluye en el caudal proviene directamente de las fuentes del volcán Chimborazo, donde la presencia de rocas es la principal fuente de elevación de la dureza y se encuentran diversos minerales.

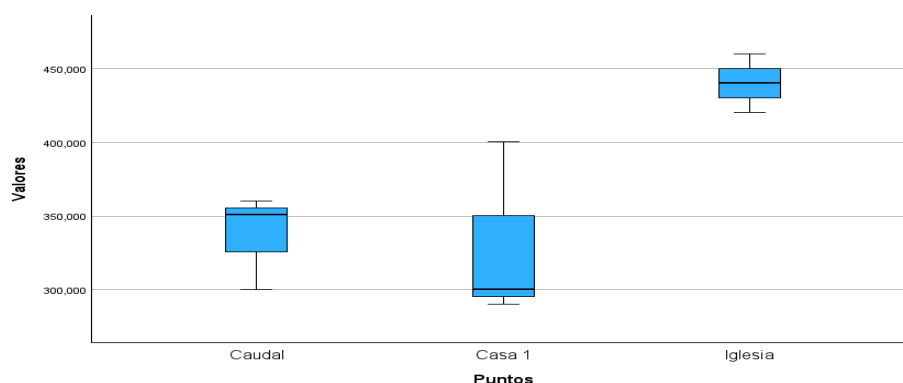
No obstante, los resultados obtenidos en la comunidad de Majipamba están por encima de los valores registrados en el estudio de Análisis del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Jipijapa. (Osejos et al., 2018, pág. 158).

**Tabla 4-51:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de dureza total por CaCo3 en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	22832,2028	2	11416,1014	6,6506	0,03004	5,14325285
Dentro de los grupos	10299,3223	6	1716,55371			
Total	33131,5251	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de dureza total por CaCO3 de la comunidad de Majipamba en la Tabla 4-51, se detalla que con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es menor que el F calculado (6,6506), podemos inferir que existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.

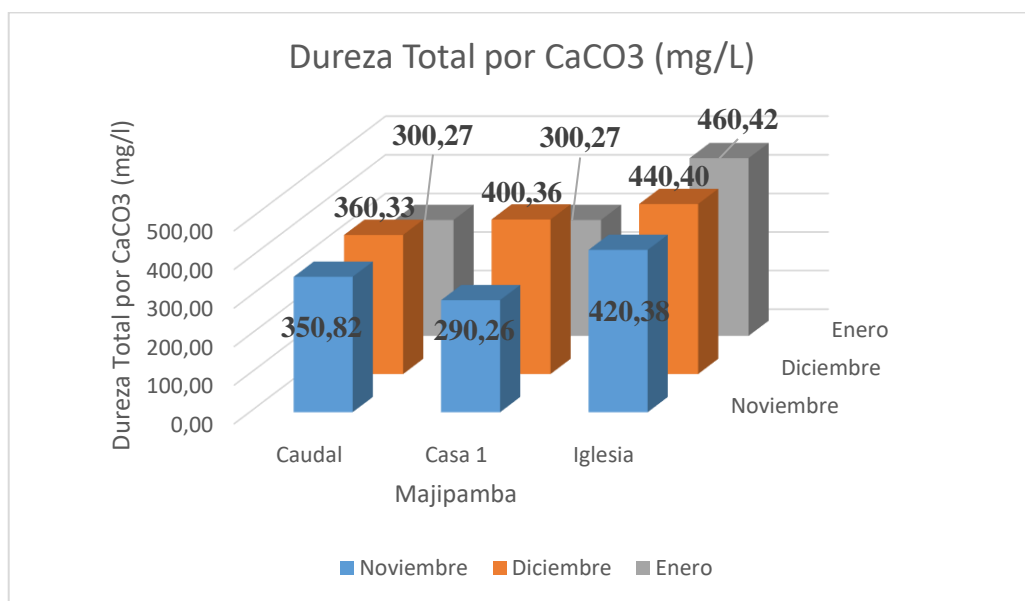


**Ilustración 4-27:** Diagrama de cajas de los promedios de dureza total por CaCO3 en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Al analizar los cuartiles y percentiles en la comunidad de Majipamba como se evidencia en la ilustración 4-27, se realizó una prueba de Tukey. En dicha ilustración, se observa una pequeña pero notable diferencia entre los puntos Caudal y Casa. En Caudal, el cuartil uno (representando el 25% de los datos) muestra una marcada separación con el valor mínimo de 300,27 mg/L, mientras que en el cuartil tres (representando el 75% de los datos) se encuentra muy próximo al valor máximo de 360,33 mg/L. Por otro lado, en Casa 1, el valor mínimo de 290,26 mg/L está muy cercano al cuartil uno (representando el 25% de los datos), mientras que en el cuartil tres (representando el 75% de los datos) existe una considerable diferencia con respecto al valor máximo de 400,36 mg/L.

Sin embargo, se destaca una diferencia significativa en Iglesia con respecto a los otros puntos. Se puede observar que en el cuartil uno (representando el 25% de los datos), existe una diferencia con respecto al valor mínimo de 420,38 mg/L, mientras que en el cuartil tres (representando el 75% de los datos) está separado del valor máximo, que es de 460,42 mg/L.



**Ilustración 4-28:** Variantes de los promedios de la dureza total por CaCO<sub>3</sub> en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-28 se exponen los valores promedios de los niveles de dureza total durante el período de análisis en la comunidad de Majipamba, con promedios variando entre 290,26 mg/L y 460,42 mg/L. En noviembre, el punto uno (Caudal) registra 350,82 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) muestra un nivel intermedio de 290,26 mg/L. Por otro lado, el punto tres (Iglesia) exhibe una concentración más alta de 420,38 mg/L.

En diciembre, las concentraciones aumentan: el punto uno (Caudal) alcanza 360,33 mg/L, el punto dos (Casa 1) llega a 400,36 mg/L y el punto tres (Iglesia) varía en 440,40 mg/L; este incremento podría relacionarse con la presencia de lluvias durante el mes. En enero, el punto uno (Caudal) muestra 300,27 mg/L, el punto dos (Casa 1) mantiene la misma concentración y el punto tres (Iglesia) experimenta un aumento notable a 460,42 mg/L.

Es evidente que la mayoría de los puntos superan el límite establecido por la norma INEN 1108, que fija en 300 mg/L el máximo aceptable para la dureza total. Sin embargo, en noviembre, el punto dos (Casa 1) muestra un valor por debajo del límite, con 290,26 mg/L. En el gráfico podemos observar que en el punto Iglesia se encuentran valores de dureza total más elevados que en los otros sitios muestreados e los tres de estudio.

#### 4.1.3.11. Dureza Cálcica ppm.

**Tabla 4-52:** Resultados del análisis de los promedios de calcio en la comunidad Majipamba.

<b>Calcio (ppm)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	76,15	88,12	80,16	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	80,16	64,13	128,26	
<b>Enero</b>	64,13	104,21	80,16	
<b>Promedio</b>	73,48	85,49	96,19	
<b>Desviación estándar</b>	8,342	20,169	27,771	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-52 muestra los promedios de tres repeticiones recopilados sobre el calcio en tres puntos de muestreo diferentes en la comunidad de Majipamba. En el punto uno (Caudal), se registraron valores de 76,15 ppm en noviembre, 80,16 ppm en diciembre y 64,13 ppm en enero. En el punto dos (Casa 1), se obtuvieron valores de 88,12 ppm en noviembre, 64,13 ppm en diciembre y 104,21 ppm en enero. Por último, en el punto tres (Iglesia), se observaron promedios de 80,16 ppm en noviembre, 128,26 ppm en diciembre y 80,16 ppm en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Caudal: 73,48 ppm con una desviación estándar de 8,342; Casa 1: 85,49 ppm con una desviación estándar de 20,169; e Iglesia: 96,19 ppm con una desviación estándar de 27,771. Se observa que el punto de muestreo en la Iglesia presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. No obstante, los resultados obtenidos están por encima de los

valores registrados en el estudio de Análisis del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Jipijapa. (Osejos et al., 2018, pág. 162).

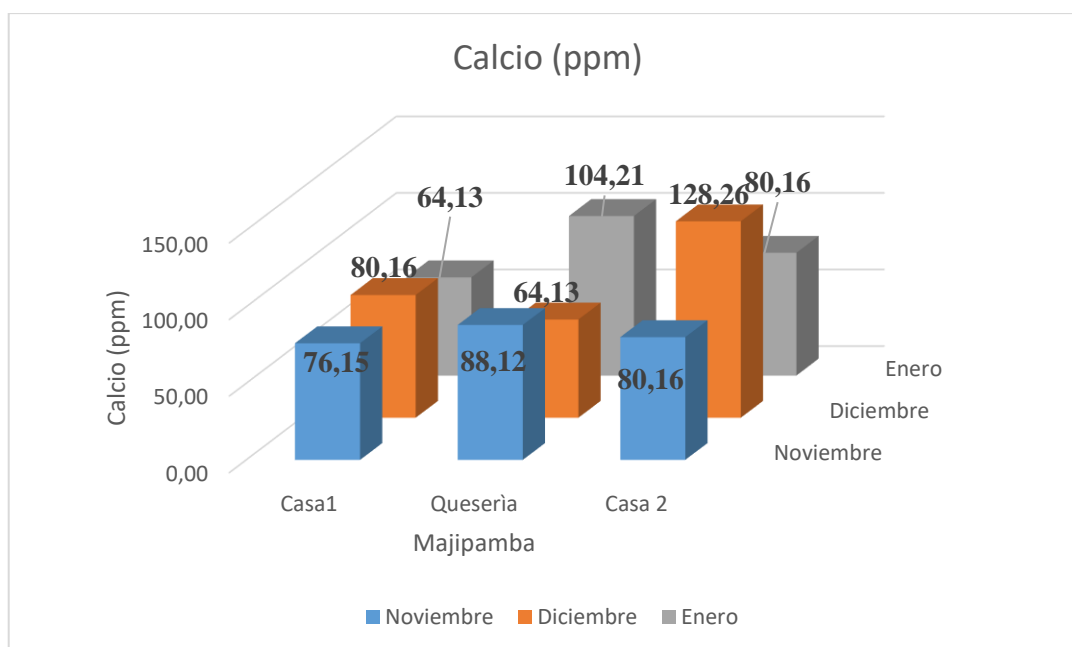
El alto contenido de calcio no siempre será similar al de otros tipos de agua. En nuestra provincia de Chimborazo, la mayoría de las vertientes de agua provienen del volcán Chimborazo, y sabemos que estas fuentes son subterráneas, lo que implica la presencia de rocas y minerales.

**Tabla 4-53** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de calcio en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	774,6883	2	387,34413	0,93142	0,44434	5,143253
Dentro de los grupos	2495,18533	6	415,86422			
Total	3269,8736	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de calcio de la comunidad de Majipamba se detalla en la Tabla 4-53, con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es mayor que el F calculado (0,9321), podemos inferir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-29:** Variantes de los promedios de calcio en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-29 se detallan los promedios de calcio a lo largo del período de análisis en la comunidad de Majipamba, con promedios que oscilan entre 64,13 ppm y 128,26 ppm. En noviembre, se observa que en el punto uno (Caudal) se registran 76,15 ppm, en el punto dos (Casa 1) 88,12 ppm, mientras que el punto tres (Casa 2) muestra un valor 80,16 ppm.

Para diciembre, se registran niveles de calcio en el punto uno (Caudal) alcanza los 80,16 ppm, mientras que el punto dos (Casa 1) muestra un valor de 64,13 ppm. Por otro lado, el punto tres (Iglesia) mantiene un valor superior a los otros puntos y meses de noviembre y enero, con 128,26 ppm.

En enero, el punto dos (Casa 1) exhibe el dato más elevado, con 104,21 ppm, mientras que el punto uno (Caudal) presenta el valor más bajo, con 64,13 ppm. Por su parte, el punto tres (Iglesia) muestra un valor de 80,19 ppm.

#### 4.1.3.12. *Magnesio mg/L.*

**Tabla 4-54:** Resultados del análisis de los promedios de magnesio de la comunidad Majipamba.

<b>Magnesio (mg/L)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	56,75	78,45	82,16	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	55,65	72,78	82,75	
<b>Enero</b>	65,89	90,15	93,75	
<b>Promedio</b>	59,43	80,46	86,22	
<b>Desviación estándar</b>	3,000	32,420	0,000	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-54 se detallan los promedios de tres repeticiones obtenidos para el magnesio total en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron los siguientes valores: 56,75 mg/L en noviembre, 55,65 mg/L en diciembre y 65,89 mg/L en enero. El segundo punto (Casa 1) exhibió mediciones de 78,45 mg/L en noviembre, 72,78 mg/L en diciembre y 90,15 mg/L en enero. Finalmente, el tercer punto (Iglesia) mostró promedios de 82,16 mg/L en noviembre, 82,75 mg/L en diciembre y 93,75 mg/L en enero. Los promedios calculados para cada punto a lo largo del período de estudio fueron los siguientes: Caudal: 59,43 mg/L con una desviación estándar de 3,000; Casa 1: 80,46 mg/L con una desviación estándar de 32,420; e Iglesia: 86,22 mg/L con una desviación estándar de 0,000. Se observa que el punto de muestreo de la Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.



En la comunidad Majipamba, en el parámetro de magnesio, podemos observar que su concentración no se encuentra dentro de los límites permitidos. Este hallazgo no coincidió con la investigación realizada por (Rodríguez, 2009), donde concluye que la concentración de magnesio se encuentra en el segundo nivel de control de calidad. En dicho nivel, se establece un valor recomendado de 30 ppm y un máximo permisible de 50 ppm. (pág. 129)

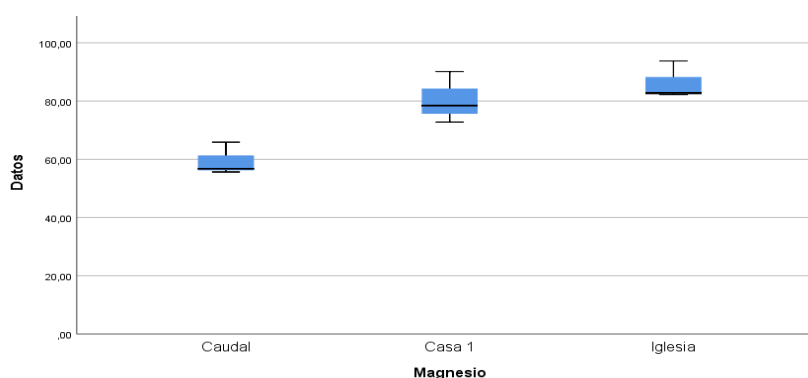
Los niveles de magnesio en la comunidad de Majipamba están notablemente elevados más que todo en Casa 1 e Iglesia, lo que sugiere posibles causas como la corrosión de las tuberías o la antigüedad del sistema de distribución de agua. Además, el tipo de agua, especialmente si proviene de fuentes naturales, puede contener minerales como el magnesio, contribuyendo así a su aumento en el suministro de agua.

**Tabla 4-55** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de magnesio en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1193,1426	2	596,5713	11,723	0,008461	5,14325285
Dentro de los grupos	305,3464	6	50,891067			
Total	1498,489	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de magnesio de la comunidad de Majipamba se detallan en la Tabla 4-55, con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es menor que el F calculado (11,723), podemos inferir que existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



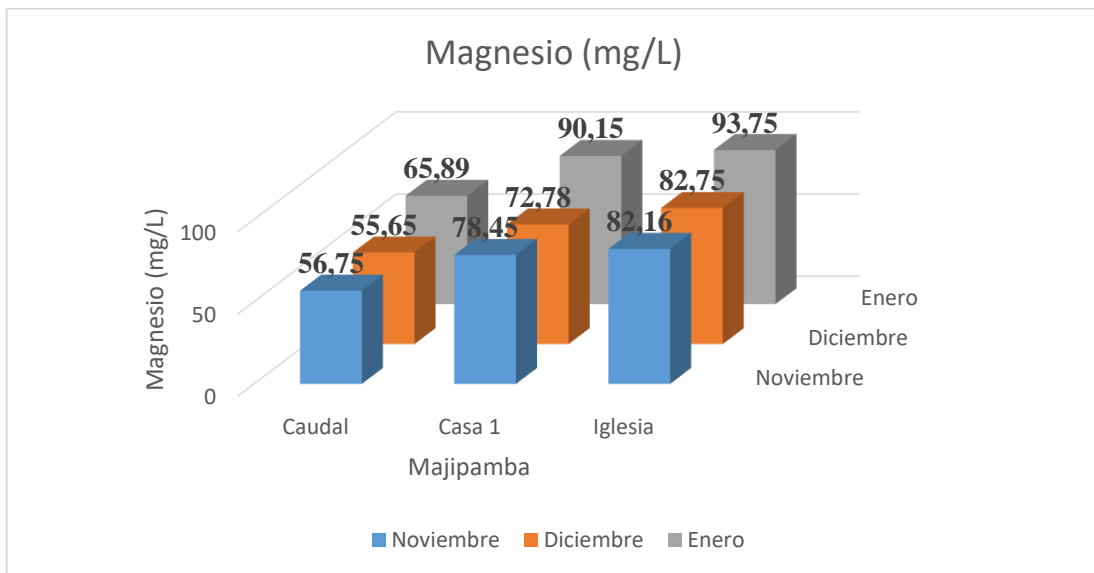
**Ilustración 4-30:** Diagrama de cajas de los promedios de magnesio en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Al analizar los cuartiles y percentiles del nivel de magnesio en la comunidad de Majipamba se observa en la ilustración 4-30, se realizó un análisis de Tukey. En el punto Caudal, se observa que el valor mínimo de 55,65 mg/L está muy cerca del cuartil uno (que representa el 25% de los datos), mientras que en el cuartil tres, la separación con respecto al valor máximo de 65,89 mg/L no es muy amplia.

En Casa 1, se aprecia que el cuartil uno (25% de los datos) muestra una diferencia mínima con el valor mínimo de 72,78 mg/L, mientras que en el cuartil tres (que abarca el 75% de los datos), la separación con el valor máximo de 78,45 mg/L es considerable.

Por otro lado, en Iglesia, se puede observar que el valor mínimo de 82,16 mg/L está muy cercano a la media y al cuartil uno (25% de los datos), mientras que en el cuartil tres (que representa el 75% de los datos), la diferencia con el valor máximo de 93,75 mg/L es más notable.



**Ilustración 4-31:** Variantes de los promedios de magnesio en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-31 se detallan los valores promedios de magnesio a lo largo del período de análisis, en la comunidad de Majipamba, con promedios que oscilan entre 55,65 mg/L y 93,75 mg/L. En noviembre, se observa que en el punto uno (Caudal) se registran 56,75 mg/L, en el punto dos (Casa 1) 78,45 mg/L, mientras que el punto tres (Iglesia) muestra un mayor incremento con 82,16 mg/L. Para diciembre, se registra un aumento en los niveles de magnesio. El punto uno (Caudal) alcanza los 55,65 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) muestra un valor de 72,78 mg/L. Por otro lado, el punto tres (Iglesia) mantiene un valor superior a los otros puntos, con 82,75 mg/L.

En enero, el punto tres (Iglesia) exhibe el dato más elevado, con 93,75 mg/L, mientras que el punto uno (Caudal) presenta el valor más bajo, con 65,89 mg/L. Por su parte, el punto dos (Casa 1) muestra un valor intermedio de 90,15 mg/L.

4.1.3.13. Alcalinidad mg/L.

**Tabla 4-56:** Resultados del análisis de los promedios de alcalinidad de la comunidad Majipamba.

<b>Alcalinidad (mg/L)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	264,90	235,70	236,70	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	288,70	228,70	230,10	
<b>Enero</b>	236,15	237,10	238,30	
<b>Promedio</b>	263,25	233,83	235,03	
<b>Desviación estándar</b>	26,314	4,500	4,347	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-56 se presentan los promedios de tres repeticiones recopilados para la alcalinidad en tres puntos de muestreo diferentes en la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 264,90 mg/L en noviembre, 288,70 mg/L en diciembre y 236,15 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 235,70 mg/L en noviembre, 228,70 mg/L en diciembre y 237,10 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 236,70 mg/L en noviembre, 230,10 mg/L en diciembre y 238,30 mg/L en enero.

Durante el período de análisis, los valores promedio para cada punto fueron los siguientes: en el punto de Caudal se registró un promedio de 263,25 mg/L con una desviación estándar de 26,314; en Casa 1, el promedio fue de 233,83 mg/L con una desviación estándar de 4,500; y en Iglesia, el promedio fue de 235,03 mg/L con una desviación estándar de 4,347. Se observa que el punto de Caudal presenta una mayor dispersión.

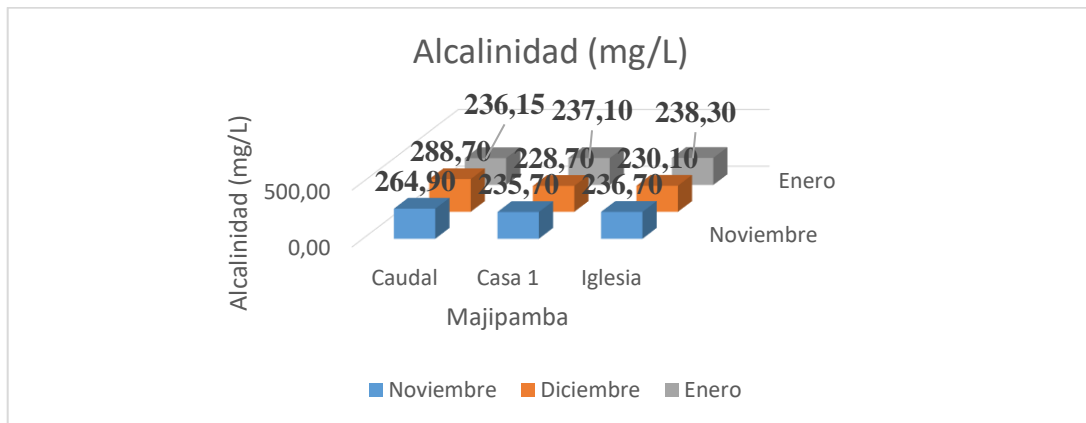
La alcalinidad, que se define por la presencia de bicarbonatos y carbonatos, suele derivar de minerales presentes en los suelos. En la comunidad de Majipamba, los niveles de alcalinidad están elevados, lo que puede estar relacionado con la alta conductividad del agua. Es importante señalar que el agua proviene de vertientes del Volcán Chimborazo. Cabe recalcar que los resultados obtenidos están significativamente por encima de los valores registrados en el estudio de Análisis del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Jipijapa (Osejos et al., 2018, pág. 162).

**Tabla 4-57:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de alcalinidad en la comunidad Majipamba.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1662,9616	2	831,48028	3,40974	0,10253	5,143253
Dentro de los grupos	1463,12833	6	243,85472			
Total	3126,08889	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de los promedios de alcalinidad de la comunidad de Majipamba nos revelan en la Tabla 4-57, que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 3,4097. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Es decir, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-32:** Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-32 se muestran los promedios de alcalinidad durante el período de análisis en la comunidad de Majipamba, con promedios que varían entre 228,70 mg/L y 288,70 mg/L. En noviembre, el punto uno (Caudal) registra el valor de, 264,90 mg/L, seguido por el punto dos (Casa 1) con 235,70 mg/L y el punto tres (Iglesia) con 236,70 mg/L. En diciembre, el punto uno (Caudal) muestra el nivel de conductividad con 288,70 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) tiene una alcalinidad del 228,70 mg/L y el punto tres (Iglesia) tienen 230,10 mg/L. En enero, los valores son más elevados, con el punto uno (Caudal) registrando 263,25 mg/L, el punto dos (Casa 1) con 237,10 mg/L y el punto tres (Iglesia) con 238,30 mg/L.

4.1.3.14. Cloruros mg/L.

**Tabla 4-58:** Resultados del análisis de los promedios de cloruros de la comunidad Majipamba.

<b>Cloruros (mg/L)</b>				
	Caudal	Casa 1	Iglesia	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	233,97	233,97	255,24	250 mg/L
<b>Diciembre</b>	255,24	255,24	253,27	
<b>Enero</b>	212,70	191,43	202,07	
<b>Promedio</b>	233,97	226,88	236,86	
<b>Desviación estándar</b>	21,270	32,490	30,145	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-58 se presentan los promedios de tres repeticiones sobre los niveles de cloruros en tres puntos de muestreo diferentes en la comunidad de Majipamba. En el primer punto (Caudal), se registraron valores de 233,97 mg/L en noviembre, 255,24 mg/L en diciembre y 212,70 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron de 233,97 mg/L en noviembre, 255,24 mg/L en diciembre y 191,43 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Iglesia), se obtuvieron promedios de 255,24 mg/L en noviembre, 253,27 mg/L en diciembre y 202,07 mg/L en enero.

Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Caudal: 233,97 mg/L con una desviación estándar de 21,270; Casa 1: 226,88 mg/L con una desviación estándar de 32,490; e Iglesia: 236,86 mg/L con una desviación estándar de 30,145. Se observa que el punto de muestreo en Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

Es importante destacar que los promedios de los tres puntos de estudio se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma (INEN 1108, 2014. pág. 2), que establece un máximo de 250 mg/L para los cloruros en agua destinada al consumo humano. Es relevante señalar que los niveles de concentración de cloruros son significativamente bajos, lo que indica una calidad adecuada del agua en los puntos de muestreo analizados.

En la comunidad de Majipamba, al comparar los resultados con un estudio titulado "Evaluación de la Calidad Química y Microbiológica del Agua para Consumo Humano de la Junta de Agua Potable de la Parroquia Benítez, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua" (Veloz y Astudillo, 2023, pág. 17), se encontraron valores similares. Es importante señalar que el límite máximo permitido

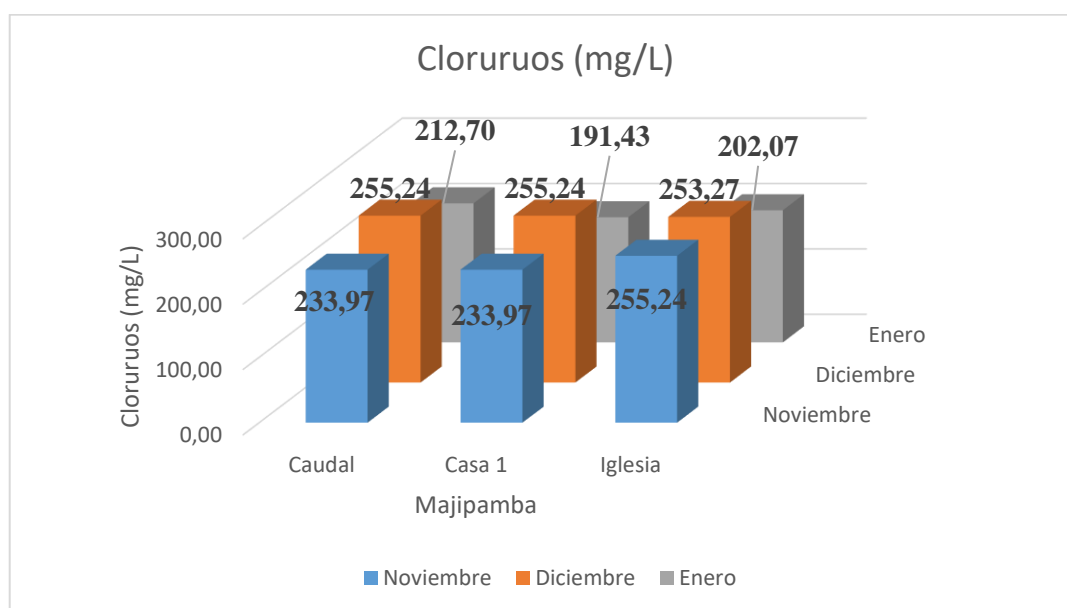
por la NTE INEN 1108:2014 es significativamente superior ( $p < 0,0001$ ), con un valor de 250 mg/L.

**Tabla 4-59:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloruros en la comunidad Majipamba.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	158,2206	2	79,1103	0,0982	0,90789312	5,14325285
Dentro de los grupos	4833,5426	6	805,59043			
Total	4991,7632	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de cloruros de la comunidad de Majipamba se detallan en la Tabla 4-59, con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5.1432. Dado que este valor es mayor que el F calculado (0,0982), podemos inferir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-33:** Variantes de los promedios de cloruros en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-33 se muestran los niveles de promedios de cloruros registrados durante el período analizado en la comunidad de Majipamba, con promedios que varían entre 212,97 mg/L y 255,24 mg/L. En noviembre, se observa que el punto de medición (Caudal) registró un valor de 233,97 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) experimentó el mismo valor de 233,97 mg/L. En

contraste, el punto tres (Iglesia) presentó un valor más elevado que los otros puntos, con 255,24 mg/L.

En diciembre, los valores se mantuvieron en 255,24 mg/L para el punto uno (Caudal), mientras que el punto dos (Casa 1) registró el mismo valor de 255,24 mg/L y el punto tres (Iglesia) disminuyó su valor a 253,27 mg/L.

Es importante destacar que, en los meses de noviembre y diciembre, los tres puntos de muestreo (Caudal, Casa 1 e Iglesia) registraron concentraciones de cloruros por encima del límite establecido por la norma INEN 1108, que establece un máximo de 250 mg/L para los cloruros en agua destinada al consumo humano.

#### 4.1.4. Análisis de microbiológicos en la comunidad de Majipamba.

##### 4.1.4.1. Coliformes Fecales.

**Tabla 4-60:** Resultados de positivos y negativos de coliformes fecales de la comunidad Majipamba.

		Majipamba																		
		Noviembre						Diciembre						Enero						
		Caudal		Casa		Iglesia		Caudal		Casa		Iglesia		Caudal		Casa		Iglesia		
Siembra	TUBO	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	
		10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	
1		-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
2		-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
3		-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
4		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Combinaciones de positivos																				
		0	3	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0	2	0	0	4	0	0	4
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Después de analizar los datos proporcionados en la tabla 4-60 para la comunidad de Majipamba, se observó lo siguiente: de un total de ciento treinta y cinco muestras analizadas durante los tres meses de estudio, se encontraron resultados variados. En noviembre, solo se obtuvieron cuatro resultados positivos. En diciembre, en cambio, se observó un aumento considerable con diez

resultados positivos, y en enero se registraron niveles aún más altos de contaminación, con un total de doce resultados positivos. Estos hallazgos podrían atribuirse a una mayor presencia de materia orgánica arrastrada por las lluvias, lo que podría contaminar el suministro de agua esencial para la comunidad con coliformes fecales en el mes de enero.

De acuerdo con la tabla de NMP, cualquier valor por encima de  $< 1.1$  NMP/100ml se considera superior al límite aceptable. Por lo tanto, durante ciertos meses, Caudal, Casa 1 e Iglesia exceden este límite. Estos hallazgos coinciden con los resultados de la investigación titulada "Evaluación Físico-Químico y Microbiológica del Sistema de Agua que Abastece a las Plantas Procesadoras de Queso Fresco Artesanal de la Parroquia Quimiag-Riobamba-Ecuador" (Arguello et al, 2019).

Dada esta situación, es crucial tomar medidas correctivas para investigar y abordar las fuentes de contaminación que están causando estos niveles elevados de NMP en el agua. Estas medidas podrían incluir inspecciones exhaustivas de las instalaciones, mejoras en los sistemas de tratamiento de aguas residuales y educación sobre prácticas de manejo adecuadas para reducir la contaminación.

## 4.2. Comunidad Troje Chico

### 4.2.1. Análisis físicos-químicos de la comunidad Troje Chico.

**Tabla 4-61:** Resultados de los promedios de los análisis de la comunidad Troje Chico.

<b>Comunidad: Troje Chico</b>											
<b>Puntos de muestreo</b>											
			<b>Tanque (-1.837154,- 78.729877)</b>			<b>Casa 1 (-1.839388,- 78.734219)</b>			<b>Casa 2 (-1.83882,- 78.734429)</b>		
<b>#</b>	<b>Parametro</b>	<b>Uni.</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>
1	Turbidez	NTU	0,33	0,3	0,4	0,31	0,2	0,35	0,16	0,16	0,24
2	pH		7,93	7,5	7,2	7,97	7,08	7,36	8,01	7,12	7,34
3	Temperatura	°C	18,6	18	19,5	22,2	21,3	20,4	17,2	19,5	20,6
4	Cloro residual	mg/L	0,19	0,06	0,08	0,14	0,09	0,07	0,07	0,15	0,07
5	Fluoruros	mg/L	1,48	0,55	0,01	1,42	1,17	0,18	1,68	1,69	0,56
6	Amonio	mg/L	0,04	0,09	0,12	0,02	0,06	0,15	0,05	0,05	0,11
7	Conductividad	(μS)	895	876,6	715,7	891	876,4	710,3	890,5	877,4	693,1
8	Sólidos totales disueltos	mg/l	500,4	491	400	500,7	491,4	397,8	498,2	490,7	388,1
9	Color	(Pt-Co)	1	3	4	1	8	3	5	3	5



10	Dureza Total por CaCO <sub>3</sub>	mg/L	300,6	295,7	260,8	300,7	296,9	262,9	299,8	275,9	280,8
11	Calcio	mg/L	140,3	120,2	136,3	128,3	112,2	96,19	200,4	108,2	64,13
12	Magnesio	mg/L	42,53	60,76	51,04	58,33	75,34	68,05	41,31	88,71	102,1
13	Alcalinidad	mg/L	183	190	185,6	178,9	191,6	158,7	194	193,9	158,8
14	Cloruros	mg/L	212,7	276,5	191,4	297,8	319,1	202,1	382,9	319,1	212,7

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-61 se recopilan los datos obtenidos en todos los parámetros analizados en los distintos puntos de muestreo de la comunidad Troje Chico durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Los valores presentados corresponden a los promedios calculados a lo largo del período de análisis para cada punto de muestreo, realizándose tres análisis con tres repeticiones cada uno por cada parámetro.

#### 4.2.1.1. Turbidez NTU.

**Tabla 4-62:** Resultado de análisis de los promedios de turbidez en la comunidad Troje Chico.

<b>Turbidez (NTU)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,33	0,31	0,16	5 NTU
<b>Diciembre</b>	0,30	0,20	0,16	
<b>Enero</b>	0,40	0,35	0,24	
<b>Promedio</b>	0,34	0,29	0,19	
<b>Desviación estándar</b>	0,051	0,078	0,046	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-62 se presentan los promedios obtenidos para la turbidez en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 0,33 NTU en noviembre, 0,30 NTU en diciembre y 0,40 NTU en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 0,31 NTU en noviembre, 0,20 NTU en diciembre y 0,35 NTU en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 0,16 NTU en noviembre, 0,16 NTU en diciembre y 0,24 NTU en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 0,34 NTU con una desviación estándar de 0,051; Casa 1: 0,29 NTU con una desviación estándar de 0,078; y Casa 2: 0,19 NTU con una desviación estándar de 0,046. Se

observa que el punto de muestreo Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

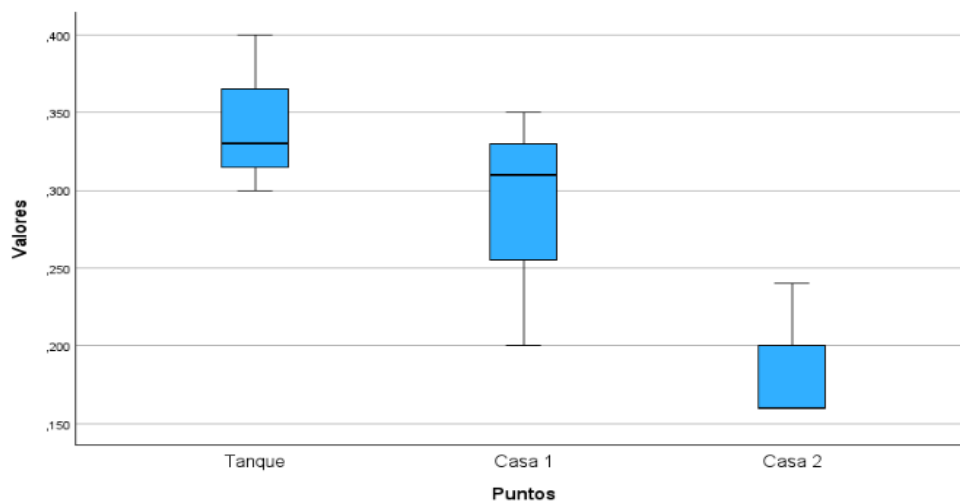
Los resultados del estudio de turbidez indican que se encuentran dentro de los parámetros establecidos, tal como se menciona en (Tigasi, 2024), según la tabla 5.3 del estudio, las muestras de agua potable presentan un valor de 1,53 NTU, dentro del rango permitido, esto nos quiere decir que en los dos estudios realizados son aptas para el consumo humano. (pág. 50)

**Tabla 4-63:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de turbidez en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,03775556	2	0,01887778	5,2439	0,04819224	5,14325285
Dentro de los grupos	0,0216	6	0,0036			
Total	0,05935556	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de turbidez en la comunidad Troje Chico según la Tabla 4-63, con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es menor que el F calculado (5,2439), podemos inferir que existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



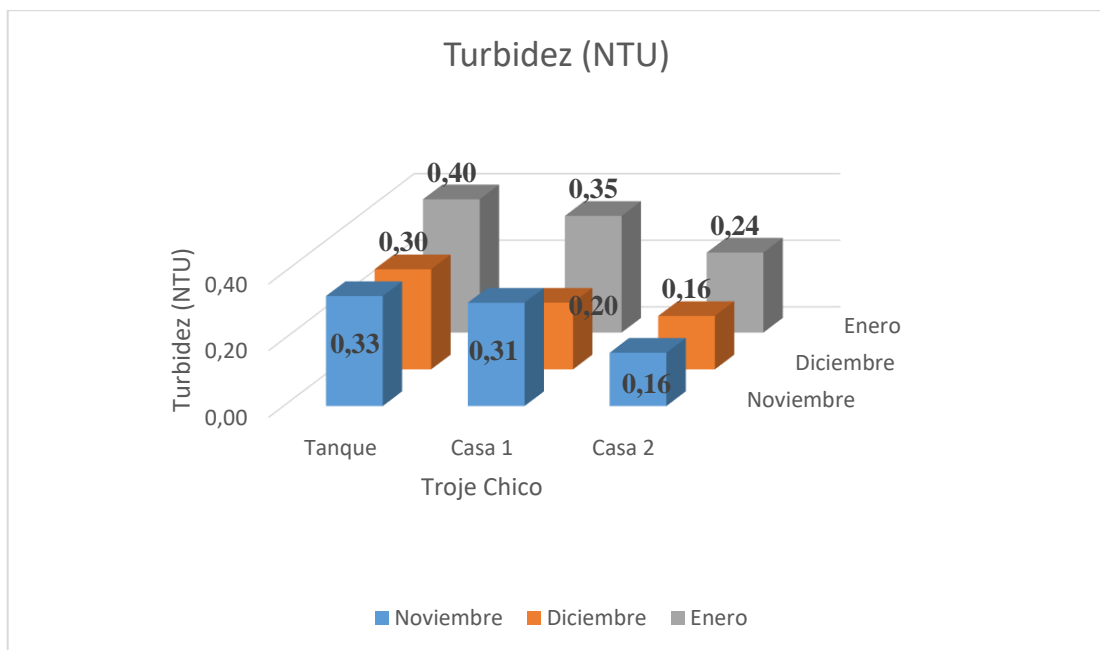
**Ilustración 4-34:** Diagrama de cajas de los promedios de turbidez de la comunidad Troje Chico.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024

Después de detectar una discrepancia significativa entre los promedios de los tres puntos de estudio de la comunidad Troje Chico en la ilustración 4-34, se realizó un análisis de Tukey.

Según los resultados, se observa que en los puntos Tanque y Casa 1 existe una discrepancia. En el Tanque, el cuartil uno (correspondiente al 25% de los datos) se encuentra cercano al valor mínimo de 0,30 NTU, mientras que en el cuartil tres hay una marcada diferencia con el valor máximo de 0,40 NTU. En Casa 1, por otro lado, el valor mínimo de 0,20 NTU está notablemente separado del cuartil uno (25% de los datos), mientras que en el cuartil tres, aunque también hay separación, no es tan pronunciada en comparación con el valor máximo de 0,35 NTU.

Sin embargo, cabe resaltar una distinción significativa en Casa 2 en comparación con Tanque y Casa 1. Se observa que en el cuartil uno (que abarca el 25% de los datos), el valor mínimo es igual en todos los casos, es decir, 0,16 NTU. No obstante, en el cuartil tres, se evidencia una mayor disparidad con el valor máximo alcanzando los 0,24 NTU.



**Ilustración 4-35:** Variantes de los promedios de turbidez en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-35 se presentan los promedios de los niveles de turbidez registrados durante el período analizado en la comunidad Troje Chico, con promedios que oscilan entre 3,19 NTU y 4,25 NTU. En noviembre, se registraron niveles de turbidez en el punto uno (Tanque) de 0,33 NTU, en el punto dos (Casa 1) de 0,31 NTU y en el punto tres (Casa 2) de 0,16 NTU.

En diciembre, los valores fueron de 0,30 NTU en el punto uno (Tanque), 0,20 NTU en el punto dos (Casa 1) y 0,16 NTU en el punto tres (Casa 2). Para enero, se observaron niveles de turbidez de 0,40 NTU en el punto uno (Tanque), 0,35 NTU en el punto dos (Casa 1) y 0,24 NTU en el punto tres (Casa 2). Es importante resaltar que los promedios de los tres puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma INEN 1108, donde el parámetro para la turbidez en agua destinada al consumo humano es de 5 NTU. Es relevante mencionar que, en enero, debido a la presencia de lluvia, se observó un aumento en los niveles de turbidez.

#### 4.2.1.2. pH.

**Tabla 4-64:** Resultados del análisis de los promedios de pH en la comunidad Troje Chico.

<b>pH (No presenta unidades de medida)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	7,93	7,97	8,01	6,5-8,5
<b>Diciembre</b>	7,50	7,08	7,12	
<b>Enero</b>	7,20	7,36	7,34	
<b>Promedio</b>	7,54	7,47	7,49	
<b>Desviación estándar</b>	0,367	0,455	0,464	

Realizado por: Alcívar, Y & Orozco, M, 2024.

En la Tabla 4-64 se presentan los promedios obtenidos para el pH en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de pH 7,93 en noviembre, 7,50 en diciembre y 7,20 en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores de pH fueron 7,97 en noviembre, 7,08 en diciembre y 7,36 en enero.

Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de niveles de pH 8,01 en noviembre, 7,12 en diciembre y 7,34 en enero. Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 7,57 con una desviación estándar de 0,367; Casa 1: 7,47 con una desviación estándar de 0,455; y Casa 2: 7,49 con una desviación estándar de 0,464. Se observa que el punto de muestreo Casa 2 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

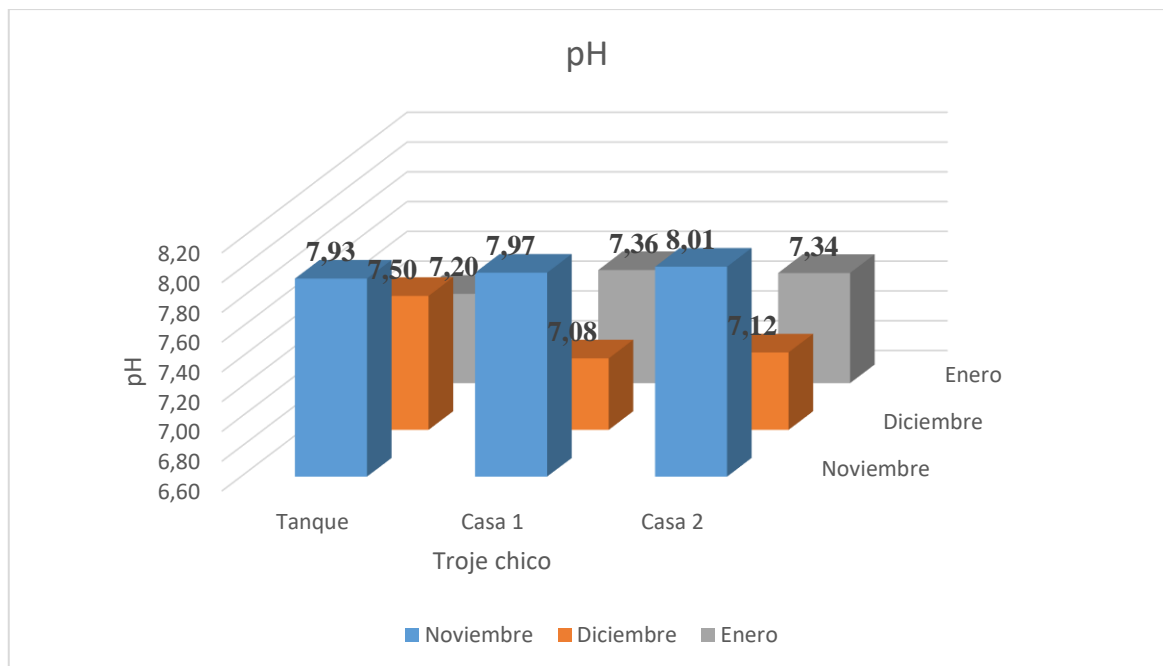
Los resultados del estudio del agua potable por (Lucas et al., 2015) en Jauja Metropolitana indican un rango de pH entre 6.5 y 8.5, y nuestro análisis de la comunidad Troje Chico se encuentra dentro de este margen permitido. (pág. 98)

**Tabla 4-65:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de pH de la comunidad Troje Chico.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,00862222	2	0,00431111	0,0232	0,97712039	5,14325285
Dentro de los grupos	1,11326667	6	0,18554444			
Total	1,12188889	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis de varianza de los promedios en la comunidad Troje Chico que se muestra en la Tabla 4-65 que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,0232. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no hay diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-36:** Variantes de los promedios del pH en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-36 se muestran los niveles de pH registrados durante el período analizado, con promedios que oscilan entre 7,08 y 8,01. Durante el mes de noviembre, se observaron los siguientes valores de pH en los distintos puntos de muestreo: en el punto uno (Tanque) se registró un valor de 7,93, en el punto dos (Casa 1) se obtuvo un pH de 7,97, y en el punto tres (Casa 2) se alcanzó un valor de 8,01.

En diciembre, se observa una disminución con respecto a noviembre: en el punto uno (Tanque) se registró un pH de 7,50, mientras que en el punto dos (Casa 1) se obtuvo un valor menor, de 7,08, y en el punto tres (Casa 2) se midió un pH de 7,12.

Finalmente, en enero se observaron los siguientes niveles de pH en los puntos de muestreo: en el punto uno (Tanque) se registró un pH de 7,20, en el punto dos (Casa 1) se obtuvo un valor de 7,36, y en el punto tres (Casa 2) se midió un pH de 7,34.

#### 4.2.1.3. Temperatura °C.

**Tabla 4-66:** Resultados del análisis de los promedios de temperatura de la comunidad Troje Chico.

<b>Temperatura (°C)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	18,60	22,20	17,20	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	18,00	21,30	19,50	
<b>Enero</b>	19,50	20,40	20,60	
<b>Promedio</b>	18,70	21,30	19,10	
<b>Desviación estándar</b>	0,755	0,900	1,735	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-66 se presentan los promedios registrados de temperatura obtenidos en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Tanque), las mediciones fueron de 18,60 °C en noviembre, 18,0°C en diciembre y 19,50 °C en enero.

En el segundo punto (Casa 1), se registraron temperaturas de 22,20 °C en noviembre, 21,30 °C en diciembre y 20,40 °C en enero. Finalmente, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 17,20 °C en noviembre, 19,50 °C en diciembre y 20,60 °C en enero.

Durante el período de análisis, los promedios de temperatura reportados para cada punto fueron los siguientes: para el Tanque, 18,70 °C con una desviación estándar de 0,755; para Casa 1, 21,30 °C con una desviación estándar de 0,900; y para Casa 2, 19,10 °C con una desviación estándar de 1,735. Se observa que el punto de muestreo en Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

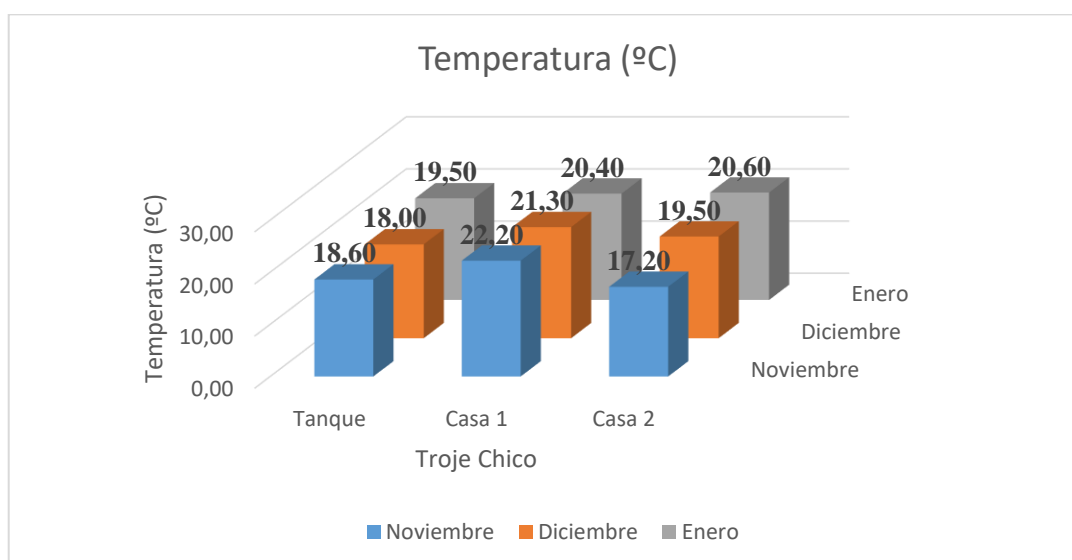
Según el estudio realizado por (Espitia, 2019), al analizar los resultados de la tabla de temperatura, se observa que los niveles se encuentran dentro del rango estipulado para la comunidad Troje Chico, que oscila entre 18°C y 20°C. Sin embargo, hay un punto que alcanza los 21,30°C. (pág. 25)

**Tabla 4-67:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de la temperatura en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	11,76	2	5,88	4,0182	0,07811	5,14325285
Dentro de los grupos	8,78	6	1,46333333			
Total	20,54	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis de los promedios de temperatura en la comunidad Troje Chico revela, según la Tabla 4-67, que el valor crítico para F es de 5,1432, mientras que el F calculado es de 4,0182. Al ser el F calculado inferior al valor crítico para F y el valor p superar el nivel de significancia de 0,05, no se dispone de evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Es decir, no se detectan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-37:** Variantes de los promedios de la temperatura en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-37 se exhiben los registros de los promedios de temperatura a lo largo del período analizado en la comunidad Troje Chico, con promedios que oscilan entre 17,20 °C y 22,20 °C. Durante el mes de noviembre, se observan los siguientes niveles de temperatura en los distintos puntos: en el punto uno (Tanque) se registró una temperatura de 18,60°C, mientras que en el punto dos (Casa 1) aumentó a 22,20°C, y en el punto tres (Casa 2) disminuyó a 17,20°C. En diciembre, los valores fueron los siguientes: en el punto uno (Tanque) se midió una temperatura de 18,0°C, en el punto dos (Casa 1) fue de 21,30°C, y en el punto tres (Casa 2) se registró una temperatura de 19,50°C.

Para el mes de enero, se presentaron las siguientes temperaturas en los respectivos puntos de muestreo: en el punto uno, 19,50°C; en el punto dos (Casa 1), 20,40°C; y en el punto tres (Casa 2), una temperatura de 20,60°C.

#### 4.2.1.4. Cloro residual mg/L.

**Tabla 4-68:** Resultados del análisis de los promedios de cloro residual de la comunidad Troje Chico.

<b>Cloro residual (mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (Valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,19	0,14	0,07	0,3-1,5 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,06	0,09	0,15	
<b>Enero</b>	0,08	0,07	0,07	
<b>Promedio</b>	0,11	0,10	0,10	
<b>Desviación estándar</b>	0,070	0,036	0,046	

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-68 se presentan los promedios registros obtenidos para el cloro residual en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Tanque), se observaron concentraciones de cloro de 0,19 mg/L en noviembre, 0,06 mg/L en diciembre y 0,08 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), las concentraciones fueron de 0,14 mg/L en noviembre, 0,09 mg/L en diciembre y 0,07 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 0,07 mg/L en noviembre, 0,15 mg/L en diciembre y 0,07 mg/L en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: para el Tanque, 0,11 mg/L con una desviación estándar de 0,070; para Casa 1, 0,10 mg/L con una desviación estándar de 0,036; y para Casa 2, 0,10 mg/L con una desviación estándar



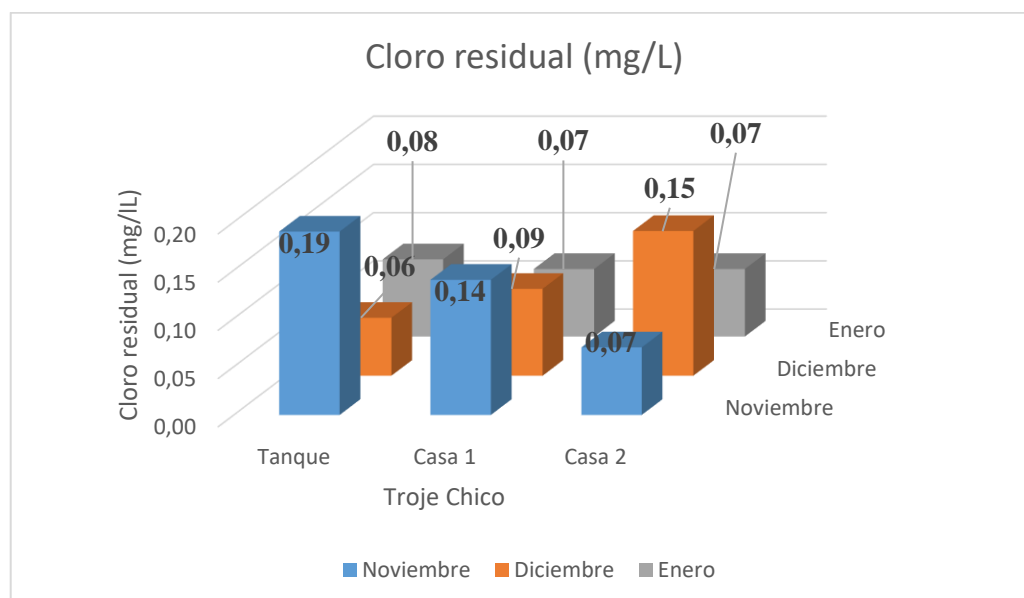
de 0,464. Es importante señalar que los promedios de los dos puntos de estudio no cumplen con los valores establecidos en la norma INEN 1108 para el cloro residual en agua destinada al consumo humano, que oscilan entre 0,3 y 1,5 mg/L o 1,1 ppm y 0,50 ppm. Estos resultados muestran niveles inferiores a 0,3 mg/L, lo que indica una concentración insuficiente de cloro residual para garantizar la seguridad del agua. (Pérez y Ramos, 2018, pág. 12)

**Tabla 4-69:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloro residual en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,000289	2	0,00014444	0,052	0,9498	5,143253
Dentro de los grupos	0,01666667	6	0,00277778			
Total	0,01695556	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis de cloro residual en la comunidad de Troje Chico en la Tabla 4-69, que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,052. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no hay diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-38:** Variantes de los promedios del cloro residual en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-38 se muestran los promedios de los niveles de cloro residual durante el período analizado en la comunidad Troje Chico, con promedios que oscilan entre 0,06 mg/L y 0,19 mg/L. En noviembre, se observan distintos niveles en los puntos de muestreo: el punto uno (Tanque) presenta el nivel más alto de concentración, con 0,19 mg/L, seguido por el punto dos (Casa 1) con 0,14 mg/L, y el punto tres (Casa 2) con 0,07 mg/L.

En diciembre, los niveles cambian: el punto uno (Tanque) registra 0,06 mg/L, el punto dos (Casa 1) tiene 0,09 mg/L y el punto tres muestra un aumento a 0,15 mg/L. En enero, se observan los siguientes valores: el punto uno (Tanque) registra 0,08 mg/L, el punto dos (Casa 1) tiene 0,07 mg/L y el punto tres (Casa 2) mantiene el nivel de 0,07 mg/L. Estas concentraciones de cloro, particularmente en noviembre y diciembre en ciertos puntos de muestreo, superan a los demás, pero aun así son demasiado bajas para cumplir con el rango establecido por la norma INEN 1108, que se sitúa entre 0,3 mg/L y 1,5 mg/L.

#### 4.2.1.5. Fluoruros mg/L.

**Tabla 4-70:** Resultados del análisis de los promedios de fluoruros de la comunidad Troje Chico.

<b>Fluoruros (mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	1,48	1,42	1,68	1,5 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,55	1,17	1,69	
<b>Enero</b>	0,01	0,18	0,56	
<b>Promedio</b>	0,68	0,92	1,31	
<b>Desviación estándar</b>	0,744	0,656	0,650	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-70 se presentan los promedios obtenidos para los fluoruros en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 1,48 mg/L en noviembre, 0,55 mg/L en diciembre y 0,01 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores de fluoruros fueron 1,42 mg/L en noviembre, 1,17 mg/L en diciembre y 0,18 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de niveles de fluoruros 1,68 mg/L en noviembre, 1,69 mg/L en diciembre y 0,56 mg/L en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 0,68 mg/L con una desviación estándar de 0,744; Casa 1: 0,92 mg/L con una desviación estándar de 0,656; y Casa 2: 1,31 mg/L con una desviación estándar de 0,650. Se

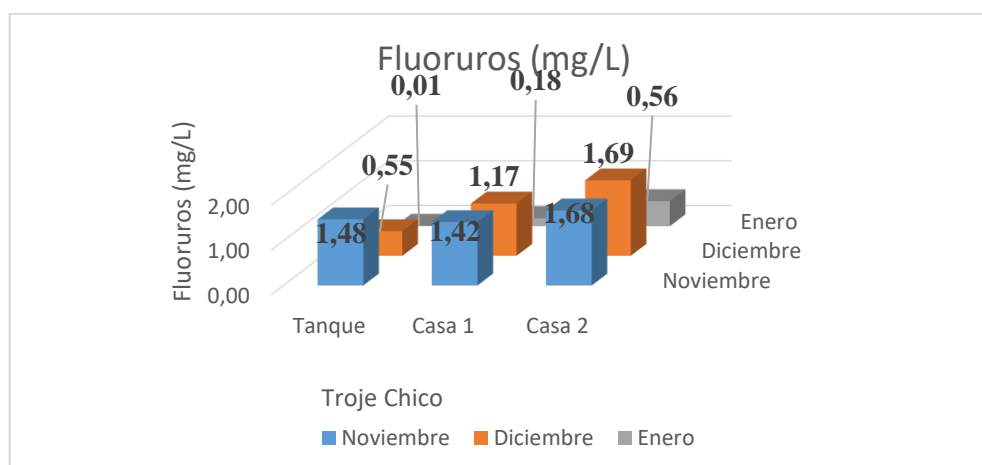
observa que el punto de muestreo Tanque presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. La presencia de niveles de fluoruros varía según la profundidad y la ubicación geográfica. En ríos y lagos, la concentración de flúor suele ser menor, alrededor de 0,50 mg/L. Por otro lado, el agua salada o marina presenta niveles más altos de fluoruros, oscilando entre 1,2 y 1,50 mg/L. De acuerdo con (Orta y Pabón, 2020), se indica que los límites de concentración establecidos por la normativa se sitúan en un máximo de 1,50 mg/L, según lo estipula el Acuerdo Ministerial. (págs. 36-37)

**Tabla 4-71:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de fluoruros en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,60562222	2	0,30281111	0,64665	0,55677799	5,14325285
Dentro de los grupos	2,80966667	6	0,46827778			
Total	3,41528889	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis de Anova revela los promedios de fluoruros en la comunidad Troje Chico, según la Tabla 4-71, que el valor crítico para F es de 5,1432, mientras que el F calculado es de 0,6466. Al ser el F calculado inferior al valor crítico para F y el valor p superar el nivel de significancia de 0,05, no se dispone de evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. No se detectan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-39:** Variantes de los promedios de fluoruros en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-39 se detallan los promedios de los niveles de fluoruros durante el período analizado en la comunidad Troje Chico, con promedios que oscilan entre 0,01 mg/L y 1,69 mg/L. En noviembre, se observan los siguientes valores en los puntos de muestreo: el punto uno (Tanque) registra 1,48 mg/L, el punto dos (Casa 1) presenta un nivel de 1,42 mg/L y el punto tres (Casa 2) muestra el valor más alto con 1,68 mg/L. En diciembre, los valores cambian: el punto uno (Tanque) tiene 0,55 mg/L, el punto dos (Casa 1) registra 1,17 mg/L y el punto tres (Casa 2) alcanza un valor de 1,69 mg/L. Para enero, se observan niveles más bajos: el punto uno (Tanque) registra 0,01 mg/L, el punto dos (Casa 1) muestra 0,18 mg/L y el punto tres (Casa 2) presenta un nivel de fluoruros de 0,56 mg/L. Según los resultados, en algunos puntos de muestreo durante los meses de noviembre punto tres (Casa 2) y diciembre punto tres (Casa 2), los niveles superan el límite permitido establecido por la norma INEN 1108, que establece un máximo de 1,5 mg/L para los fluoruros.

#### 4.2.1.6. Amonio mg/L

**Tabla 4-72:** Resultados del análisis de los promedios de amonio de la comunidad Troje Chico.

<b>Amonio (mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,04	0,02	0,05	1 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,09	0,06	0,05	
<b>Enero</b>	0,12	0,15	0,11	
<b>Promedio</b>	0,08	0,08	0,07	
<b>Desviación estándar</b>	0,040	0,067	0,035	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-72 se presentan los promedios obtenidos para amonios en tres puntos de muestreo en la comunidad de Troje Chico. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 0,04 mg/L en noviembre, 0,09 mg/L en diciembre y 0,12 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores de amonios fueron 0,02 mg/L en noviembre, 0,06 mg/L en diciembre y 0,15 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de niveles de amonios de 0,05 mg/L en noviembre, 0,05 mg/L en diciembre y 0,11 mg/L en enero. Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: para el Tanque, 0,08 mg/L con una desviación estándar de 0,04; para Casa 1: 0,08 mg/L con una desviación estándar de 0,067; y para Casa 2: 0,07 mg/L con una desviación estándar de 0,035. Se observa que el punto de muestreo en Casa 1 presenta una menor dispersión de datos en comparación con los

otros puntos. Es crucial señalar que los promedios de los tres puntos de estudio no cumplen con los valores establecidos en la norma INEN 1108, donde el parámetro para amonios en agua destinada al consumo humano es de 1 mg/L. Los valores registrados superan este límite establecido.

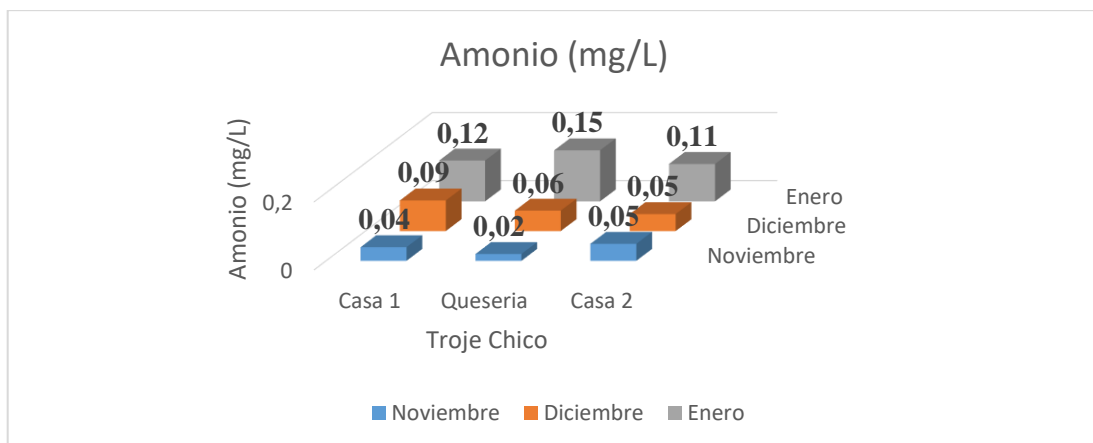
Los resultados obtenidos son similares a los del estudio realizado por (Viteri, 2018) sobre agua para consumo humano en el cantón Pelileo, parroquia Bolívar, donde no se detectó un exceso de amonio, manteniéndose por debajo del límite establecido. (pág. 48), en la comunidad Troje Chico donde los niveles de amonio están dentro de los límites establecidos.

**Tabla 4-73:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de amonio en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,00026667	2	0,00013333	0,05505	0,94691404	5,14325285
Dentro de los grupos	0,01453333	6	0,00242222			
Total	0,0148	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis Anova con los promedios de amonio de la comunidad Troje Chico revela, según la Tabla 4-73, que el valor crítico para F es de 5,1432, mientras que el F calculado es de 0,05505. Al ser el F calculado inferior al valor crítico para F y el valor p supera el nivel de significancia de 0,05, no se dispone de evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. No se detectan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-40:** Variantes de los promedios de amonio en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-40 se detallan los niveles de amonio en la comunidad de Troje Chico durante el período analizado, con promedios que varían entre 0,02 mg/L y 3,50 mg/L. En noviembre, se observan los siguientes valores en los puntos de muestreo: el punto uno (Tanque) registra 0,04 mg/L, el punto dos (Casa 1) presenta un nivel de 0,02 mg/L y el punto tres (Casa 2) muestra el valor más alto con 0,05 mg/L. En diciembre, los valores cambian: el punto uno (Tanque) tiene 0,09 mg/L, el punto dos (Casa 1) registra 0,06 mg/L y el punto tres (Casa 2) alcanza un valor de 0,05 mg/L.

Para enero, se observan niveles más elevados: el punto uno (Tanque) registra 3,50 mg/L, el punto dos (Casa 1) muestra 3,50 mg/L y el punto tres (Casa 2) presenta un nivel de amonio de 3,50 mg/L.

Según los resultados, en enero se evidencia un nivel de amonio considerablemente alto, 3,50 mg/L, superando el límite permitido establecido por la norma INEN 1108, que establece un máximo de 1 mg/L para amonio.

#### 4.2.1.7. Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$

**Tabla 4-74:** Resultados de análisis de conductividad de la comunidad Troje Chico.

<b>Conductividad (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	895,00	891,00	890,50	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	876,60	876,40	877,40	
<b>Enero</b>	715,70	710,30	693,10	
<b>Promedio</b>	829,10	825,90	820,33	
<b>Desviación estándar</b>	98,637	100,378	110,382	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-74 se muestran los promedios obtenidos sobre la conductividad en tres puntos de muestreo en la comunidad de Toje Chico. En el punto uno (Tanque), se registraron valores de 895,00  $\mu\text{S}$  en noviembre, 876,60  $\mu\text{S}$  en diciembre y 715,706  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en enero. En el punto dos (Casa 1), se observaron valores de 891,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en noviembre, 876,40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en diciembre y 710,30  $\mu\text{S}$  en enero. Por último, en el punto tres (Casa 2), se obtuvieron promedios de 890,50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en noviembre, 877,40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en diciembre y 693,10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en enero. Los valores promedio reportados a lo largo del período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 829,10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con una desviación estándar de 98,637; Casa 1: 825,90  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con una desviación estándar

de 100,378; y Casa 2: 850,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con una desviación estándar de 110,382. Se destaca que el punto de muestreo Casa 2 exhibe una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

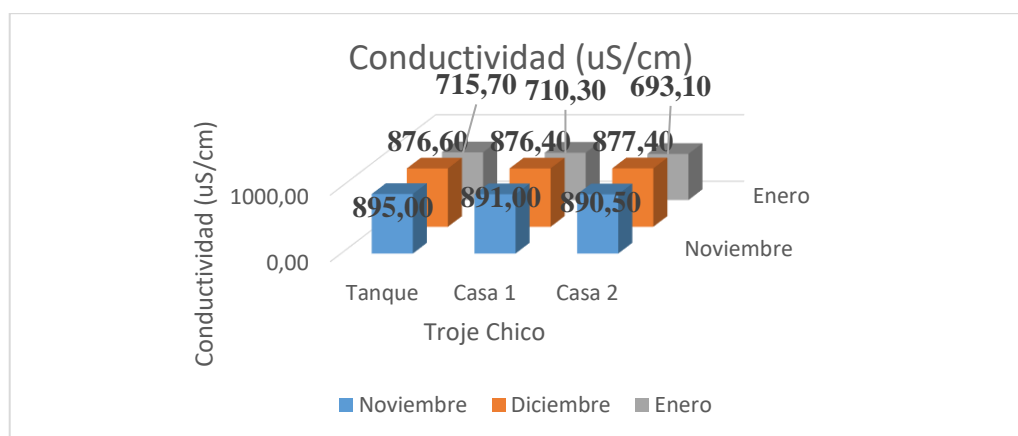
Sin embargo, en la comunidad de Troje Chico, esta cifra oscila entre 750 y 2000, lo que se considera permisible según los estándares establecidos en el estudio de Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016. (Espitia, 2019, págs. 45-46)

**Tabla 4-75:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de conductividad en la comunidad Troje Chico.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	118,082222	2	59,0411111	0,005537	0,994483	5,14325285
Dentro de los grupos	63978,5267	6	10663,0878			
Total	64096,6089	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis Anova de los promedios de conductividad en la comunidad Troje Chico revela en la Tabla 4-75, que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,0055. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-41:** Variantes de los promedios del pH en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-41 se exponen los valores de conductividad durante el período de análisis, con promedios que oscilan entre 693,10 ( $\mu\text{S}$ ) y 895,00 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). En noviembre, se observa que el punto uno (Tanque) muestra una conductividad de 895,00 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), siendo la más alta entre los puntos analizados. Por su parte, el punto dos (Casa 1) registra valores de 891,00 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mientras que el punto tres (Casa 2) alcanza 890,50 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), respectivamente.

En diciembre, el punto uno (Tanque) presenta una conductividad de 876,60 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), manteniéndose dentro del mismo rango que en noviembre. Sin embargo, el punto dos (Casa 1) registra un aumento en su conductividad, alcanzando 879,40 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mientras que el punto tres (Casa 2) muestra una lectura ligeramente menor, con 877,40 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Finalmente, en enero, el punto uno (Tanque) presenta una conductividad de todos, con un valor de 715,70 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Por otro lado, el punto dos (Casa 1) registra 710,30 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), seguido por el punto tres (Casa 2) con 693,10 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

#### 4.2.1.8. Sólidos totales disueltos mg/L.

**Tabla 4-76:** Resultados del análisis de los promedios de sólidos totales disueltos de la comunidad Troje Chico.

<b>Sólidos Totales disueltos (mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	500,40	500,70	498,20	1000 mg/ L
<b>Diciembre</b>	491,00	491,40	490,70	
<b>Enero</b>	400,00	397,80	388,10	
<b>Promedio</b>	463,80	463,30	459,00	
<b>Desviación estándar</b>	55,452	56,915	61,516	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-76 se presentan los promedios obtenidos para sólidos totales disueltos en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 500,40 mg/L en noviembre, 491,00 mg/L en diciembre y 400,00 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 500,70 mg/L en noviembre, 491,40 mg/L en diciembre y 397,80 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 498,20 mg/L en noviembre, 490,70 mg/L en diciembre y 388,10 mg/L en enero. Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 463,80 mg/L con una



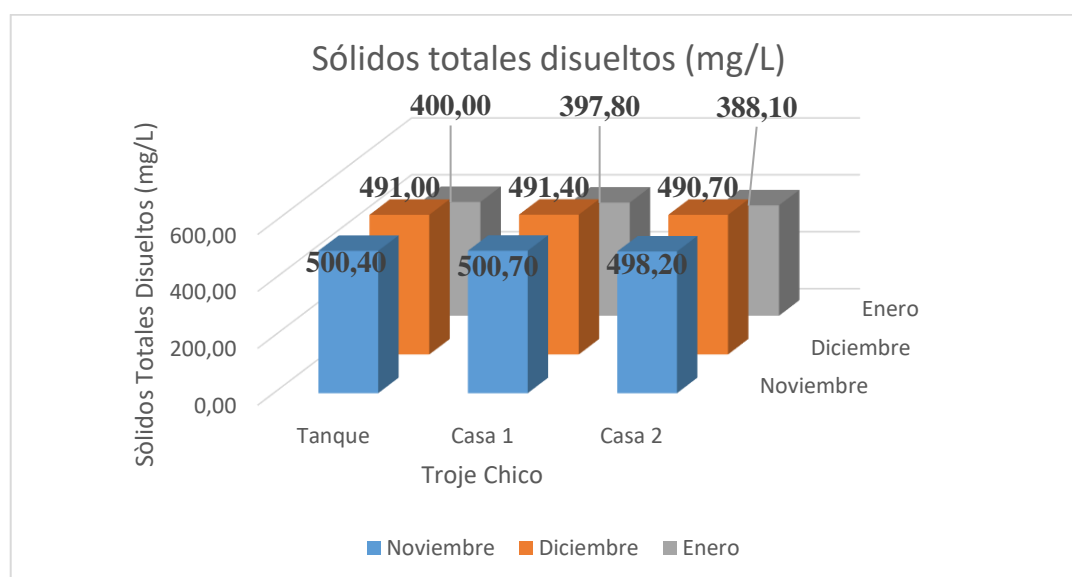
desviación estándar de 55,452; Casa 1: 463,30 mg/L con una desviación estándar de 56,915; y Casa 2: 459,00 mg/L con una desviación estándar de 61,516. Se observa que el punto de muestreo Casa 2 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. El resultado de sólidos totales disueltos en la comunidad Troje Chico concuerda con los parámetros encontrados en la investigación "Protocolos para el mejoramiento de la calidad del agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba-Ancash" (Mariluz, 2020, pág. 1).

**Tabla 4-77:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	41,78	2	20,89	0,00621	0,99381965	5,14325285
Dentro de los grupos	20196,8	6	3366,13333			
Total	20238,58	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis de varianza de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Troje Chico en la Tabla 4-77, revela que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el valor calculado de F es 0,00621. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F y el valor p es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no contamos con suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En decir, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-42:** Variantes de los promedios de los sólidos totales disueltos en los puntos de muestreo en la comunidad Toje Chico.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-42 se presentan los valores de sólidos totales disueltos durante el período de análisis, con promedios que oscilan entre 397,80 mg/L y 500,70 mg/L. En noviembre, el punto uno (Tanque) registra un valor de 500,40 mg/L, seguido por el punto dos (Casa 1) con 500,70 mg/L y el punto tres (Casa 2) con 498,20 mg/L.

En diciembre, el punto uno (Tanque) muestra un valor de 491,00 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) alcanza 491,40 mg/L y el punto tres (Casa 2) registra 490,70 mg/L. Para enero, los valores son más bajos, con el punto uno (Tanque) registrando 400,00 mg/L, el punto dos (Casa 1) con 397,80 mg/L y el punto tres (Casa 2) con 388,10 mg/L.

#### 4.2.1.9. Color Pt-Co

**Tabla 4-78:** Resultados del análisis de los promedios de color de la comunidad Troje Chico.

<b>Color (Pt-Co)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencial)
<b>Noviembre</b>	1	1	5	15 (Pt-Co)
<b>Diciembre</b>	3	8	3	
<b>Enero</b>	4	3	5	
<b>Promedio</b>	2,67	4,00	4,33	
<b>Desviación estándar</b>	1,528	3,606	1,155	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Tabla 4-78 muestra los promedios recopilados para el color en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 1 (Pt-Co) en noviembre, 3 (Pt-Co) en diciembre y 4 (Pt-Co) en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 1 (Pt-Co) en noviembre, 8 (Pt-Co) en diciembre y 3 (Pt-Co) en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 5 (Pt-Co) en noviembre, 3 (Pt-Co) en diciembre y 5 (Pt-Co) en enero. Durante el período analizado, los valores promedio reportados para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 2,67 (Pt-Co) con una desviación estándar de 1,528; Casa 1: 4 (Pt-Co) con una desviación estándar de 3,606; y Casa 2: 4,33 (Pt-Co) con una desviación estándar de 1,1255. Se destaca que el punto de muestreo Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

Es relevante señalar que los promedios de los tres puntos de estudio se encuentran dentro de los valores establecidos en la norma INEN 1108, donde el parámetro para el color en agua destinada

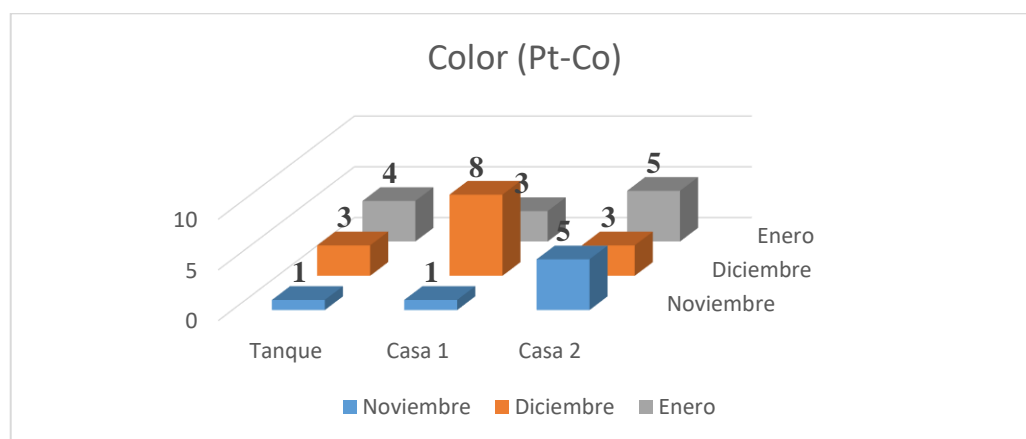
al consumo humano es de 15 (Pt-Co). Los resultados obtenidos para el parámetro físico del color en la comunidad Troje Chico coinciden con los parámetros encontrados en el estudio "Protocolos para el mejoramiento de la calidad del agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba-Ancash " (Mariluz, 2020, pág. 1)

**Tabla 4-79:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de color en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4,66666667	2	2,33333333	0,42	0,67497152	5,14325285
Dentro de los grupos	33,33333333	6	5,55555556			
Total	38	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis de varianza de los promedios de color en la comunidad Troje Chico en la Tabla 4-79 revela que el valor crítico para F es 5,1432, en contraste con el F calculado de 0,42. Al ser el F calculado menor que el valor crítico para F, y considerando que el p-valor es superior al nivel de significancia de 0,05, no se dispone de suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Es decir, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-43:** Variantes de los promedios del color en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Ilustración 4-43 presenta los valores de los promedios de color registrados durante el período de análisis en la comunidad Troje Chico, con promedios que oscilan entre 1 (Pt-Co) y 8 (Pt-Co). En noviembre, tanto en el punto uno (Tanque) como en el punto dos (Casa 1), se observaron

valores de 1 (Pt-Co), mientras que en el punto tres (Casa 2) se registró un valor de 5 (Pt-Co). En diciembre, el punto uno (Tanque) mostró un valor de 3 (Pt-Co), mientras que tanto el punto dos (Casa 1) como el punto tres (Casa 2) registraron 8 (Pt-Co) y 3 (Pt-Co) respectivamente. En enero, el punto uno (Tanque) presentó un color de 4 (Pt-Co), el punto dos (Casa 1) mostró un valor de 3 (Pt-Co), y se observó un aumento significativo en el punto tres (Casa 2), alcanzando 5 (Pt-Co).

Es importante destacar que los resultados obtenidos durante los tres meses se encuentran dentro del rango establecido por la norma INEN 1108, la cual establece un límite máximo de 15 (Pt-Co) para el color del agua.

#### 4.2.1.10. Dureza por Ca mg/L.

**Tabla 4-80:** Resultados del análisis de los promedios de dureza de la comunidad Troje Chico.

<b>Dureza total CaCO<sub>3</sub> (mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	300,60	300,73	299,75	300 (mg/L)
<b>Diciembre</b>	295,70	296,85	275,89	
<b>Enero</b>	260,78	262,85	280,75	
<b>Promedio</b>	285,69	286,81	285,46	
<b>Desviación estándar</b>	21,714	20,840	12,609	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-80 se detallan los promedios recopilados sobre la dureza total en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico distintos. En el primer punto (Tanque), se registraron los siguientes valores: 300,60 mg/L en noviembre, 295,70 mg/L en diciembre y 260,78 mg/L en enero. El segundo punto (Casa 1) exhibió mediciones de 300,73 mg/L en noviembre, 296,85 mg/L en diciembre y 262,85 mg/L en enero. Finalmente, el tercer punto (Casa 2) mostró promedios de 299,75 mg/L en noviembre, 275,89 mg/L en diciembre y 280,75 mg/L en enero.

Los promedios calculados para cada punto a lo largo del período de estudio fueron los siguientes: Tanque: 285,69 mg/L con una desviación estándar de 21,714; Casa 1: 286,81 mg/L con una desviación estándar de 20,840; y Casa 2: 285,46 mg/L con una desviación estándar de 12,609. Se observa que el punto de muestreo de la Casa 2 presenta una menor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

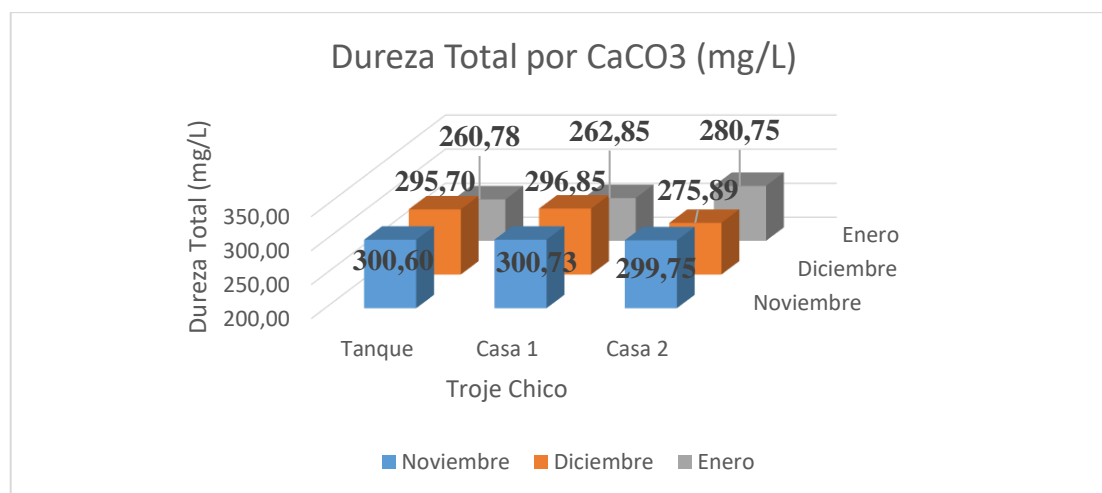
Es sustancial resaltar que el parámetro de dureza total está sujeto a la norma INEN 1108, que establece un límite de 300 mg/L. Los resultados obtenidos no cumplen con esta regulación, ya que exceden el umbral establecido por las normas. Específicamente, en el mes de noviembre, los puntos (Tanque y Casa 1) presentan niveles superiores a lo establecido. Los resultados obtenidos son mayores a los límites indicados por la investigación "Parámetros Físicoquímicos De Dureza Total En Calcio Y Magnesio". (Rodríguez, 2009, pág. 1)

**Tabla 4-81:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de dureza en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3,11335556	2	1,55667778	0,0044	0,99562704	5,14325285
Dentro de los grupos	2129,63893	6	354,939822			
Total	2132,75229	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Resultados del análisis de varianza de los promedios de dureza total por CaCO<sub>3</sub> de la comunidad Troje Chico en la Tabla 4-81 nos indica que: con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es mayor que el F calculado (0,0043), podemos inferir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-44:** Variantes de los promedios de dureza por CaCO<sub>3</sub> en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-44 se presentan los promedios de los niveles de dureza total a lo largo del período analizado en la comunidad de Troje Chico, con promedios que varían entre 260,78 mg/L

y 300,60 mg/L. Observando el diagrama de barras, se destaca que en el punto dos (Tanque) se registró una dureza total de 300,60 mg/L, valor que excede el límite establecido por la norma INEN 1108. De manera similar, el punto dos (Casa 1) presenta el mismo valor de 300,73 mg/L.

En contraste, los demás puntos se mantienen dentro de los límites establecidos. Por ejemplo, en el mes de noviembre, el punto uno (Casa 1) registró 300,60 mg/L, mientras que el punto tres (Casa 2) alcanzó los 299,75 mg/L. En diciembre, los valores aumentan ligeramente, siendo el punto dos (Casa 1) el que presenta el valor más alto con 296,85 mg/L, seguido por el punto tres (Casa 2) con 275,89 mg/L, y el punto uno (Tanque) con 295,70 mg/L. Para el mes de enero, se observa que el punto tres (Casa 2) muestra el valor más elevado con 280,75 mg/L, mientras que tanto el punto uno (Tanque) como el punto dos (Casa 1) tienen valores menores, con 260,78 mg/L y 262,85 mg/L respectivamente.

4.2.1.11. *Dureza Cálcica ppm.*

**Tabla 4-82:** Resultados del análisis de los promedios de calcio en la comunidad Troje Chico.

<b>Calcio (ppm)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	140,28	128,26	200,40	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	120,24	112,22	108,22	
<b>Enero</b>	136,27	96,19	64,13	
<b>Promedio</b>	132,26	112,22	124,25	
<b>Desviación estándar</b>	10,604	16,035	69,535	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-82 se presentan los promedios obtenidos para el calcio en tres puntos de muestreo en la comunidad de Troje Chico. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 140,28 ppm en noviembre, 120,24 ppm en diciembre y 136,27 ppm en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 128,26 ppm en noviembre, 112,22 ppm en diciembre y 96,19 ppm en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 200,40 ppm en noviembre, 108,22 ppm en diciembre y 64,13 ppm en enero. Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 132,26 ppm con una desviación estándar de 10,604; Casa 1: 112,22 ppm con una desviación estándar de 16,035; y Casa 2: 124,25 ppm con una desviación estándar de 69,535. Se observa que el punto de muestreo Casa 2 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

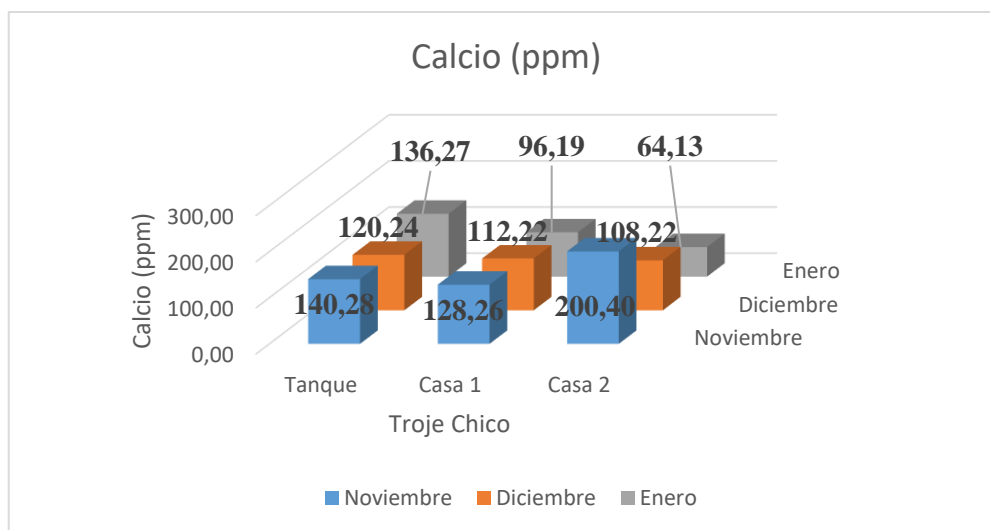
En el mes de enero en los puntos dos (Casa 1) y tres (Casa 2) muestran valores menores de 100ppm. Los promedios obtenidos en el parámetro de calcio no cumplen con los valores recomendados de 100 ppm de calcio, según la investigación "Parámetros Fisicoquímicos De Dureza Total En Calcio Y Magnesio". (Rodríguez, 2009, pág. 1)

**Tabla 4-83:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de calcio en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	610,4558	2	305,227911	0,176	0,84284712	5,14325285
Dentro de los grupos	10409,321	6	1734,88686			
Total	11019,777	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis de varianza de los promedios de calcio de la comunidad Toje Chico en la Tabla 4-83 revela que el valor crítico para F es 5,1432, en contraste con el F calculado de 0,1759. Al ser el F calculado menor que el valor crítico para F, y considerando que el p-valor es superior al nivel de significancia de 0,05, no se dispone de suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Es decir, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-45:** Variantes de los promedios de calcio en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-45 se presentan los promedios de los niveles de calcio durante el período de análisis en la comunidad Troje Chico, con promedios que varían entre 64,13 ppm y 200,40 ppm. En noviembre, el punto uno (Tanque) registra una concentración de 140,28 ppm, mientras que el punto dos (Casa 1) muestra un nivel intermedio de 128,26 ppm. Por otro lado, el punto tres (Casa 2) exhibe una concentración más alta de 200,40 ppm. En diciembre, las concentraciones apenas disminuyen: el punto uno (Tanque) alcanza 120,24 ppm, el punto dos (Casa 1) llega a 112,22 ppm y el punto tres (Casa 2) se sitúa en 96,19 ppm. En enero, el punto uno (Tanque) muestra 136,27 ppm, el punto dos (Casa 1) tiene una concentración de 96,19 ppm y el punto tres (Iglesia) experimenta una notable disminución a 64,13 ppm.

#### 4.2.1.12. *Magnesio mg/L.*

**Tabla 4-84** Resultados del análisis de los promedios de magnesio en la comunidad Troje Chico.

<b>Magnesio(mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	42,53	58,33	41,31	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	60,76	75,34	88,71	
<b>Enero</b>	51,04	68,05	102,08	
<b>Promedio</b>	51,44	67,24	77,37	
<b>Desviación estándar</b>	9,122	8,534	31,934	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-84 se detallan los promedios recopilados de magnesio total en tres puntos de muestreo distintos de la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Tanque), se registraron los siguientes valores: 42,53 mg/L en noviembre, 60,76 mg/L en diciembre y 51,04 mg/L en enero. El segundo punto (Casa 1) exhibió mediciones de 58,33 mg/L en noviembre, 75,34 mg/L en diciembre y 68,05 mg/L en enero. Finalmente, el tercer punto (Casa 2) mostró promedios de 41,31 mg/L en noviembre, 88,71 mg/L en diciembre y 102,08 mg/L en enero.

Los promedios calculados para cada punto a lo largo del período de estudio fueron los siguientes: Tanque: 51,44 mg/L con una desviación estándar de 9,122; Casa 1: 67,24 mg/L con una desviación estándar de 8,534; y Casa 2: 77,37 mg/L con una desviación estándar de 31,934. Se observa que el punto de muestreo de la Casa 2 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.



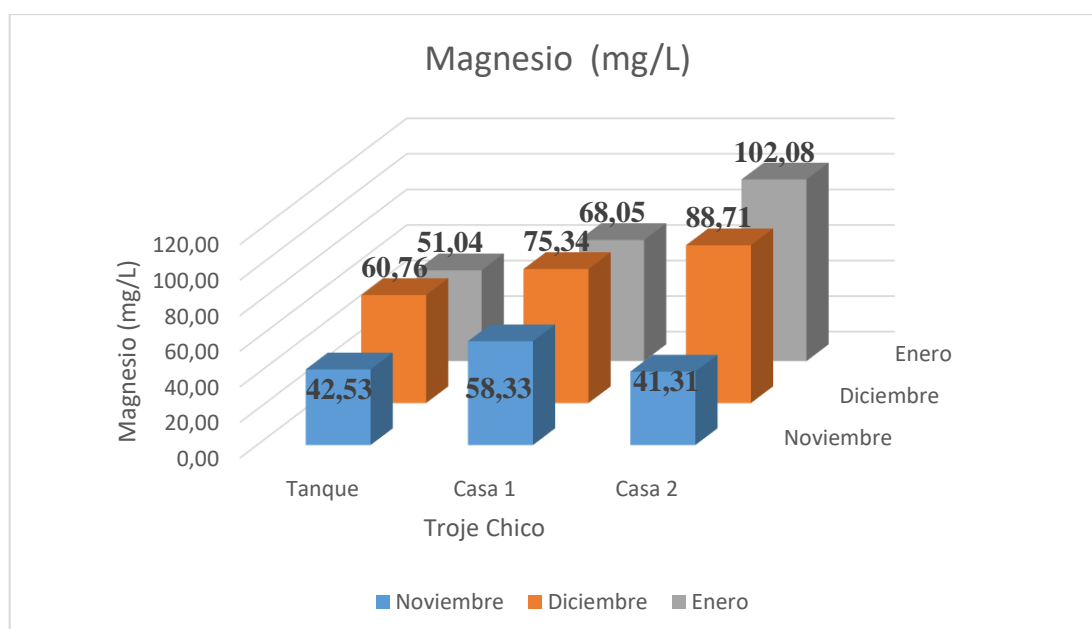
En la comunidad Troje Chico, en el parámetro de magnesio, podemos observar que su concentración no se encuentra dentro de los límites permitidos. Este hallazgo podría coincidir con la investigación realizada por (Rodríguez, 2009), donde concluye que la concentración de magnesio se encuentra en el segundo nivel de control de calidad. En dicho nivel, se establece un valor recomendado de 30 ppm y un máximo permisible de 50 ppm. (pág. 129)

**Tabla 4-85:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de magnesio en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1024,10327	2	512,051633	1,3065	0,33805874	5,14325285
Dentro de los grupos	2351,56793	6	391,927989			
Total	3375,6712	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza de magnesio en la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-85, con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es mayor que el F calculado (1,3065), podemos inferir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-46:** Variantes de los promedios de magnesio en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-46 se detallan los promedios de los niveles de magnesio a lo largo del período de análisis en la comunidad Troje Chico, con promedios que oscilan entre 41,31 mg/L y 102,08 mg/L. En noviembre, se observa que en el punto uno (Tanque) se registran 42,53 mg/L, en el punto dos (Casa 1) 58,33 mg/L, mientras que el punto tres (Casa 2) muestra un menor incremento del 41,31 mg/L. Para diciembre, se registra un aumento en los niveles de magnesio. El punto uno (Tanque) alcanza los 60,76 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) muestra un valor de 75,34 mg/L. Por otro lado, el punto tres (Casa 2) mantiene un valor superior a los otros puntos, con 88,71 mg/L.

En enero, el punto tres (Casa 2) exhibe el dato más elevado, con 102,08 mg/L, mientras que el punto uno (Tanque) presenta el valor más bajo, con 51,04 mg/L. Por su parte, el punto dos (Casa 1) muestra un valor del 68,05 mg/L.

#### 4.2.1.13. Alcalinidad mg/L

**Tabla 4-86:** Resultados del análisis de los promedios de alcalinidad de la comunidad Troje Chico.

<b>Alcalinidad(mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	183,00	178,85	194,00	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	190,00	191,60	193,85	
<b>Enero</b>	185,56	158,70	158,75	
<b>Promedio</b>	186,19	176,38	182,20	
<b>Desviación estándar</b>	3,542	16,588	20,308	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-86 se presentan los promedios recopilados para la alcalinidad en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Casa 1), se registraron valores de 183,00 mg/L en noviembre, 190,00 mg/L en diciembre y 185,56 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 178,85 mg/L en noviembre, 191,60 mg/L en diciembre y 158,70 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 194,00 mg/L en noviembre, 193,85 mg/L en diciembre y 158,75 mg/L en enero.

Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: en el punto Tanque se registró un promedio de 186,19 mg/L con una desviación estándar de 3,542; en Casa 1, el promedio fue de 176,38 mg/L con una desviación estándar de 16,588; y en Casa 2, el promedio fue de 182,20 mg/L con una desviación estándar de 20,308.

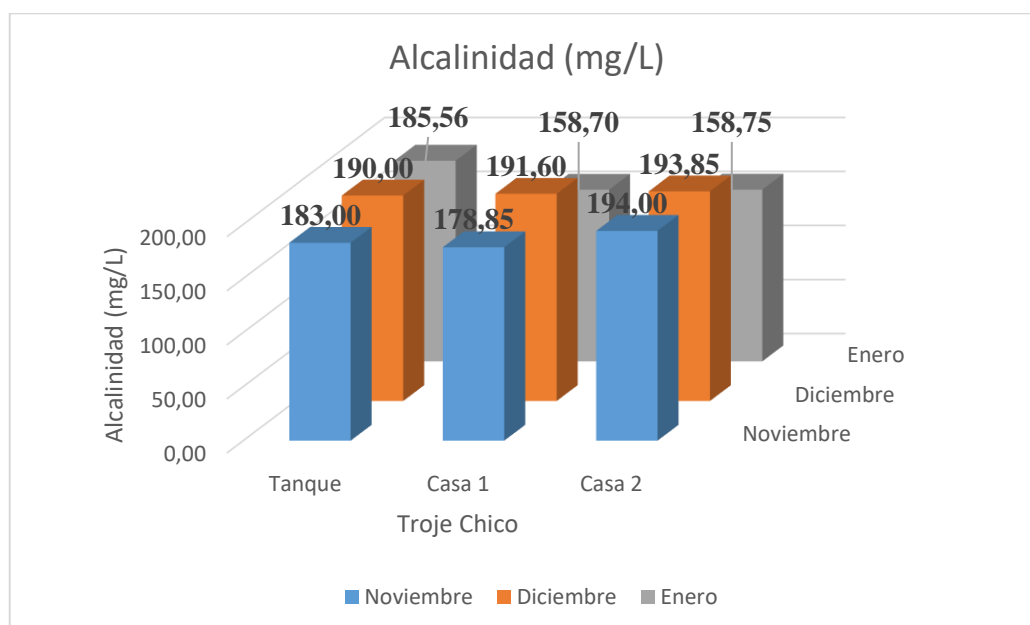
Se observa que el punto de muestreo Casa 2 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. Es importante recalcar que los resultados obtenidos están significativamente por encima de los valores registrados en el estudio de Análisis del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Jipijapa (Osejos et al, 2018, pág. 160).

**Tabla 4-87:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de alcalinidad en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	145,83247	2	72,9162333	0,31243	0,743	5,143253
Dentro de los grupos	1400,2857	6	233,380956			
Total	1546,1182	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis revela los promedios de alcalinidad en la comunidad de Troje Chico en la Tabla 4-87 que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,3124. Dado que el F calculado es mayor que el valor crítico para F, y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Es decir, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-47:** Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-47 se muestran los promedios de alcalinidad de la comunidad Troje Chico durante el período de análisis, con promedios que varían entre 158,70 mg/L y 194,00 mg/L. En noviembre, el punto uno (Tanque) registra el valor de, 183,00 mg/L, seguido por el punto dos (Casa 1) con 178,85 mg/L y el punto tres (Casa 2) con 194,00 mg/L.

En diciembre, el punto uno (Tanque) muestra el valor de 190,00 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) tiene una alcalinidad del 191,60 mg/L y el punto tres (Casa 2) tienen 193,85 mg/L. En enero, se aprecia que en el punto uno (Tanque) registrando 185,56 mg/L, el punto dos (Casa 1) con 158,70 mg/L y el punto tres (Casa 2) con 182,20 mg/L.

#### 4.2.1.14. Cloruros mg/L.

**Tabla 4-88:** Resultados del análisis de los promedios de cloruros de la comunidad Troje Chico.

<b>Cloruros (mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Casa 2	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	212,70	297,78	382,86	<250 mg/L
<b>Diciembre</b>	276,51	319,05	319,05	
<b>Enero</b>	191,43	202,07	212,70	
<b>Promedio</b>	226,88	272,97	304,87	
<b>Desviación estándar</b>	44,277	62,313	85,962	

Realizado por: Alcívar, Y & Orozco, M, 2024.

En la Tabla 4-88 se presentan los promedios obtenidos para cloruros en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Chico. En el primer punto (Casa 1), se registraron valores de 212,70 mg/L en noviembre, 276,51 mg/L en diciembre y 191,43 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 297,78 mg/L en noviembre, 319,05 mg/L en diciembre y 202,07 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 382,86 mg/L en noviembre, 319,05 mg/L en diciembre y 212,70 mg/L en enero.

Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 226,88 mg/L con una desviación estándar de 44,277; Casa 1: 272,97 mg/L con una desviación estándar de 62,313; y Casa 2: 304,87 mg/L con una desviación estándar de 85,962. Se observa que el punto de muestreo en Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

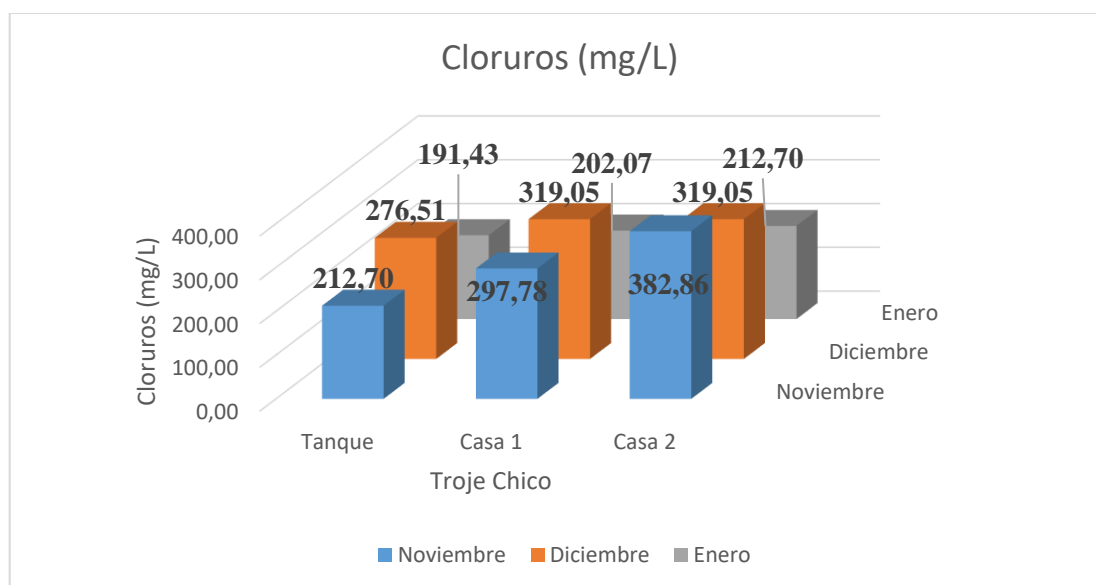
Los promedios de los tres puntos de estudio en algunos puntos están dentro del punto establecido y otros fuera del rango indicado por la norma INEN 1108, que establece un máximo de 250 mg/L para los cloruros en agua para consumo humano. Al comparar los resultados con un estudio titulado "Evaluación de la Calidad Química y Microbiológica del Agua para Consumo Humano de la Junta de Agua Potable de la Parroquia Benítez, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua" (Veloz y Astudillo, 2023, pág. 1), se encontraron valores similares.

**Tabla 4-89:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloruro en la comunidad Troje Chico.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9224,24362	2	4612,12181	1,04562	0,4078	5,14325285
Dentro de los grupos	26465,4457	6	4410,90761			
Total	35689,6893	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

El análisis de varianza de los promedios de cloruros de la comunidad Troje Chico en la Tabla 4-89 revela que el valor crítico para F es 5,1432, en contraste con el F calculado de 1,04562, Al ser el F calculado menor que el valor crítico para F, y considerando que el p-valor es superior al nivel de significancia de 0,05, no se dispone de suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. No se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-48:** Variantes de los promedios de cloruros en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Chico

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-50 se presentan los promedios de los niveles de cloruros registrados durante el período analizado en la comunidad Troje Chico, con promedios que oscilan entre 191,43 mg/L y 382,86 mg/L. En noviembre, se observa que el punto de medición (Tanque) registró un valor de 212,70 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) tiene un valor de 297,78 mg/L. En contraste, el punto tres (Casa 2) presentó un valor más alto que los otros puntos, con 382,86 mg/L. En diciembre, los valores se situaron en 276,51 mg/L para el punto uno (Tanque), mientras que el punto dos (Casa 1) registró el valor más alto con 319,05, y el punto tres (Casa 2) se mantuvo su valor a 319,05 mg/L. En enero se observa, con el punto de medición (Tanque) alcanzando un valor 191,43 mg/L y el punto dos (Casa 1) presentando 202,07 mg/L, mientras que el punto tres (Casa 2) aumento a 212,70 mg/L.

#### 4.2.2. Análisis de microbiológicos en la comunidad de Troje Chico.

##### 4.2.2.1. Coliformes Fecales

**Tabla 4-90:** Resultados de positivos y negativos de coliformes fecales de la comunidad Troje Chico.

		Troje Chico																		
		Noviembre						Diciembre						Enero						
		Tanque		Casa 1		Casa 2		Tanque		Casa 1		Casa 2		Tanque	Casa 1		Casa 2			
Siembra	OBITU	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE	SIMPLE			
		10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	10ml	1ml	0,1ml	
1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Combinaciones de positivos																		
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Después de analizar los datos de la tabla 4-90 de la comunidad Troje Chico, se observó lo siguiente: de un total de ciento treinta y cinco muestras analizadas durante tres meses, no se detectaron resultados positivos en noviembre. En diciembre, dos de las ciento treinta y cinco muestras analizadas fueron positivas, mientras que en enero hubo cinco resultados positivos.

Estos hallazgos sugieren una posible contaminación del suministro de agua por coliformes fecales, posiblemente debido a un aumento en la materia orgánica arrastrada por las lluvias durante enero.

Dada esta situación, es crucial implementar medidas correctivas para investigar y abordar las fuentes de contaminación que están causando estos niveles elevados de coliformes fecales en el agua. Estas acciones podrían incluir inspecciones exhaustivas de las instalaciones, mejoras en los sistemas de tratamiento de aguas residuales y educación sobre prácticas de manejo adecuadas para reducir la contaminación. Los resultados coinciden con investigaciones anteriores, como el estudio titulado "Evaluación Físicoquímico y Microbiológica del Sistema de Agua que Abastece a las Plantas Procesadoras de Queso Fresco Artesanal de la Parroquia Quimiag-Riobamba-Ecuador" (Andueza et al., 2019).

### 4.3. Comunidad Toje Grande.

#### 4.3.1. Análisis físicos-químicos de la comunidad Troje Grande.

**Tabla 4-91:** Resultados de los análisis de la comunidad Troje Grande.

Comunidad: Troje Grande											
Puntos de muestreo											
			Casa 1 (-1.822375,- 78.717262)			Casa 2 (-1.826017,- 78.71848)			Escuela (-1.835908,- 78.72605)		
#	Parametro	Uni.	Nov	Dic	Ene	Nov	Dic	Ene	Nov	Dic	Ene
1	Turbidez	NTU	0,19	0,2	0,25	0,19	0,19	0,24	0,14	0,15	0,75
2	pH		7,67	6,69	7	7,66	7	7,15	7,61	7,02	6,93
3	Temperatura	°C	18,2	18,5	18,3	15,3	16,9	17,5	18,3	18	18,5
4	Cloro residual	mg/L	0,86	0,53	1,16	0,94	0,08	0,9	0,2	0,04	0,11
5	Fluoruros	mg/L	0,92	0,16	0,13	0,72	1,48	0,16	0,85	0,67	0,14
6	Amonio	mg/L	0,02	0,09	0,12	0,01	0,08	0,09	0,06	0,06	0,11
7	Conductividad	(µS/cm)	691,6	681,6	937,2	701,2	680,6	934,9	680,9	672,5	926,3
8	Sólidos totales disueltos	mg/l	388,4	381,8	535,6	391,7	381,5	523	373	376,8	522,5
9	Color	(Pt-Co)	3	4	8	1	3	5	2	4	7
10	Dureza Total por CaCO <sub>3</sub>	mg/L	280,7	291	300,7	290,6	292,7	289,9	270,3	285,4	280,8
11	Calcio	mg/L	180,4	175,9	165,8	138,3	150,8	160,3	124,3	125,8	132,5

12	Magnesio	mg/L	42,53	38,88	36,45	46,17	51,04	29,16	43,74	63,19	53,47
13	Alcalinidad	mg/l	285	222,5	211	186	178,6	187,5	221,6	245,8	235,7
14	Cloruros	mg/L	170,2	127,6	185,2	170,3	172,2	208,6	234	170,2	219,5

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-91 se recopilan los datos obtenidos en todos los parámetros analizados en los distintos puntos de muestreo de la comunidad Troje Grande durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Los valores presentados corresponden a los promedios calculados a lo largo del período de análisis para cada punto de muestreo, realizándose tres análisis con tres repeticiones cada uno por cada parámetro.

#### 4.3.1.1. Turbidez NTU.

**Tabla 4-92:** Resultados del análisis de los promedios de turbidez en la comunidad Troje Grande.

<b>Turbidez (NTU)</b>				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,19	0,19	0,14	5 NTU
<b>Diciembre</b>	0,20	0,19	0,15	
<b>Enero</b>	0,25	0,24	0,75	
<b>Promedio</b>	0,21	0,21	0,35	
<b>Desviación estándar</b>	0,032	0,029	0,349	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-92 se presentan los promedios de tres repeticiones obtenidos para la turbidez en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 0,19 NTU en noviembre, 0,20 NTU en diciembre y 0,25 NTU en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 0,19 NTU en noviembre, 0,19 NTU en diciembre y 0,24 NTU en enero. Por último, en el tercer punto (Escuela), se obtuvieron promedios de 0,14 NTU en noviembre, 0,15 NTU en diciembre y 0,75 NTU en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 0,21 NTU con una desviación estándar de 0,032; Casa 1: 0,21 NTU con una desviación estándar de 0,029; y Escuela: 0,35 NTU con una desviación estándar de 0,349. Se observa que el punto de muestreo Escuela presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.



El exceso de turbidez se debe a la presencia de partículas suspendidas, como arcillas, materiales inorgánicos (cloruros, sulfatos) y orgánicos (hojas de árboles, coloides, entre otros). Esta condición también puede propiciar la presencia de microorganismos como bacterias y virus. Los síntomas de una persona afectada incluyen diarrea, dolor de cabeza y náuseas. Por esta razón, se recomienda que el límite máximo de turbidez sea de 5 NTU. (Córdova, 2024, págs. 14-15)

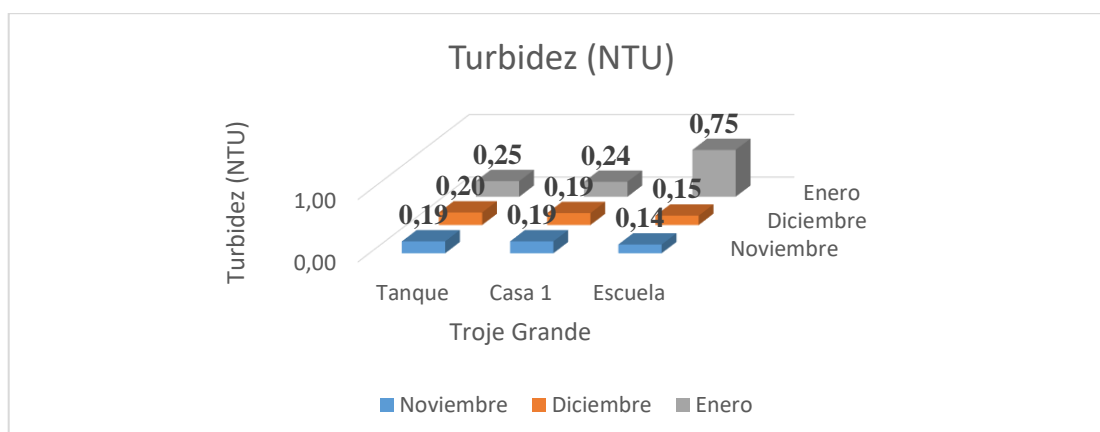
**Tabla 4-93:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de turbidez en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,03742222	2	0,01871111	0,45305	0,6558	5,14325285
Dentro de los grupos	0,2478	6	0,0413			
Total	0,28522222	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza de la turbiedad en la comunidad Troje Grande en la Tabla 4-93, dado los resultados de un análisis de varianza (ANOVA), que compara las diferencias entre grupos con las diferencias dentro de los grupos.

El valor de F calculado (0,0413) es menor que el valor crítico para F (5,1432), lo que indica que no hay diferencias significativas entre los grupos en términos de la variable analizada. La probabilidad asociada al valor de F (0,6557) es mayor que un nivel de significancia común como 0,05, lo que también sugiere que no hay diferencias significativas entre los grupos.



**Ilustración 4-49:** Variantes de los promedios de turbidez en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-52 se presentan los promedios de turbidez durante el período de análisis en la comunidad de Troje Grande, con promedios que oscilan entre 0,15 NTU y 0,75 NTU. En noviembre, se observa que el punto uno (Tanque) muestra un valor de 0,19 NTU, mientras que el punto dos (Casa 1) registra 0,19 NTU y el punto tres (Escuela) alcanza 0,14 NTU. Este último dato es especialmente significativo dado que ocurrió durante el mes de verano y no se observaron evidencias de arrastre de tierra u otras situaciones que pudieran afectar la turbidez del agua.

En diciembre, a pesar de una ligera presencia de lluvia, el punto uno (Tanque) registra 0,20 NTU, mientras que el punto dos (Casa 1) presenta una turbidez de 0,19 NTU y el punto tres (Escuela) tiene un valor de 0,15 NTU. Estos valores se mantienen dentro del rango establecido durante estos dos meses.

En enero, se observa que el punto uno (Tanque) alcanza un valor de 0,25 NTU, el punto dos (Casa 1) registra 0,24 NTU y el punto tres (Escuela) muestra un aumento significativo a 0,75 NTU. Es importante destacar que todos estos valores se encuentran dentro del rango permitido por la norma INEN 1108, que establece un límite máximo de turbidez de 5 NTU.

#### 4.3.1.2. pH.

**Tabla 4-94:** Resultados del análisis de los promedios de pH en la comunidad Troje Grande.

<b>pH (No presenta unidades de medida)</b>				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	7,67	7,66	7,61	6,5-8,5
<b>Diciembre</b>	6,69	7,00	7,02	
<b>Enero</b>	7,00	7,15	6,93	
<b>Promedio</b>	7,12	7,27	7,19	
<b>Desviación estándar</b>	0,501	0,346	0,369	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-94 se presentan los datos promedios de tres repeticiones, para el pH en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de pH 7,67 en noviembre, 6,69 en diciembre y 7,00 en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 7,66 en noviembre, 7,00 en diciembre y 7,15 en enero. Por último, en el tercer punto (Casa 2), se obtuvieron promedios de 7,61 en noviembre, 7,02 en diciembre y 6,93 en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 7,12 con una desviación estándar de 0,501; Casa 1: 7,27 con una desviación estándar de 0,346; y Escuela: 7,19 con una desviación estándar de 0,369. Se observa que el punto de muestreo Tanque presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

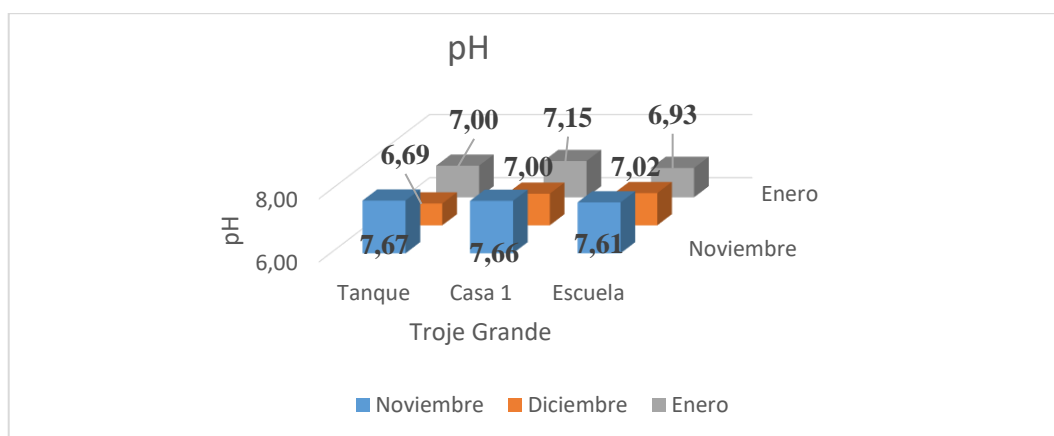
Los resultados del estudio del agua potable por (Lucas et al., 2015) en Jauja Metropolitana indican un rango de pH entre 6.5 y 8.5, y nuestro análisis de la comunidad Troje Grande se encuentra dentro de este margen permitido. (pág. 98)

**Tabla 4-95:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de pH de la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,03388889	2	0,01694444	0,10027	0,90608915	5,14325285
Dentro de los grupos	1,01406667	6	0,16901111			
Total	1,04795556	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza del pH de la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-95 que el valor crítico para F es 5,1432, y el F calculado es 0,1002. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es considerablemente mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-50:** Variantes de los promedios de pH en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-50 se presentan los valores promedios de pH durante el período de análisis en la comunidad de Troje Grande, con promedios que varían entre 6,69 y 7,67. Es evidente que, en noviembre, el punto uno (Tanque) muestra un pH de 7,67 siendo ligeramente mayor que los otros puntos. En el punto dos (Casa 1), el pH aumenta a 7,66, mientras que en el punto tres (Escuela) presenta un pH de 7,61.

En diciembre, el punto uno (Tanque) registra un pH de 6,69, siendo menor que los otros dos puntos. En el punto dos (Casa 1), el pH aumenta a 7,00, mientras que en el punto tres (Escuela) aumenta ligeramente a 7,02.

Para enero, los dos primeros puntos, el punto uno (Tanque) con un pH de 7,00 y el punto dos (Casa 1) con un valor de 7,15, muestran valores muy cercanos entre sí. Sin embargo, en el punto tres (Escuela), el pH se disminuye a 6,93.

#### 4.3.1.3. Temperatura °C

**Tabla 4-96:** Resultados de análisis de temperatura de la comunidad Troje Grande.

<b>Temperatura (°C)</b>				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	18,20	15,30	18,30	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	18,50	16,90	18,00	
<b>Enero</b>	18,30	17,50	18,50	
<b>Promedio</b>	18,33	16,57	18,27	
<b>Desviación estándar</b>	0,153	1,137	0,252	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-96 se presentan los promedios obtenidos para la temperatura en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 18,20 °C en noviembre, 18,50°C en diciembre y 18,30°C en enero.

En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 15,30°C en noviembre, 16,90°C en diciembre y 17,50°C en enero. Por último, en el tercer punto (Escuela), se obtuvieron promedios de 18,30°C en noviembre, 18,00°C en diciembre y 18,50°C en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 18,33°C con una desviación estándar de 0,153; Casa 1: 16,57°C con una

desviación estándar de 1,137; y Escuela: 18,27°C con una desviación estándar de 0,252. Se observa que el punto de muestreo Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

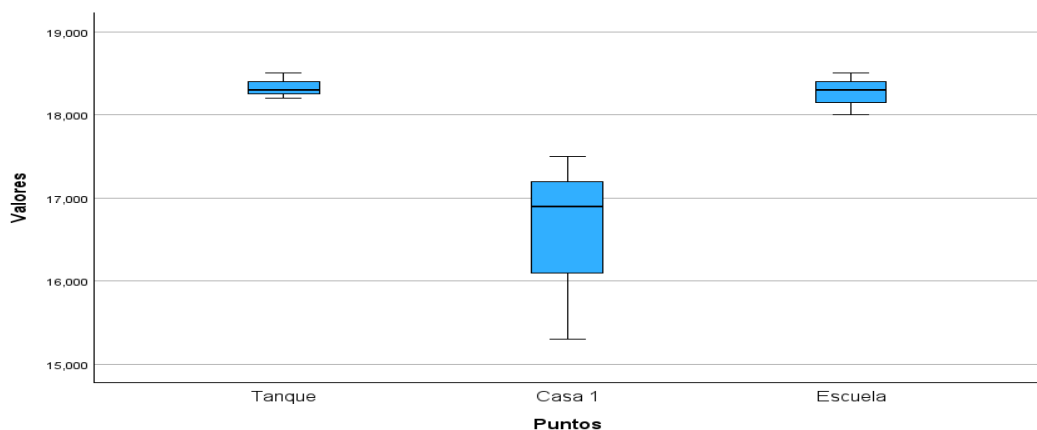
Según el estudio realizado por (Espitia, 2019), al analizar los resultados de la tabla de temperatura, se observa que los niveles se encuentran dentro del rango estipulado para la comunidad Troje Grande, que oscila entre 18°C y 20°C. Sin embargo, hay un punto que alcanza los 21,30°C. (pág. 25)

**Tabla 4-97:** Análisis de varianza ANOVA de temperatura en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6,01555556	2	3,0078	6,5386	0,03111024	5,14325285
Dentro de los grupos	2,76	6	0,46			
Total	8,77555556	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza en la temperatura en la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-97, con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es menor que el F calculado (6,5386), podemos inferir que existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.

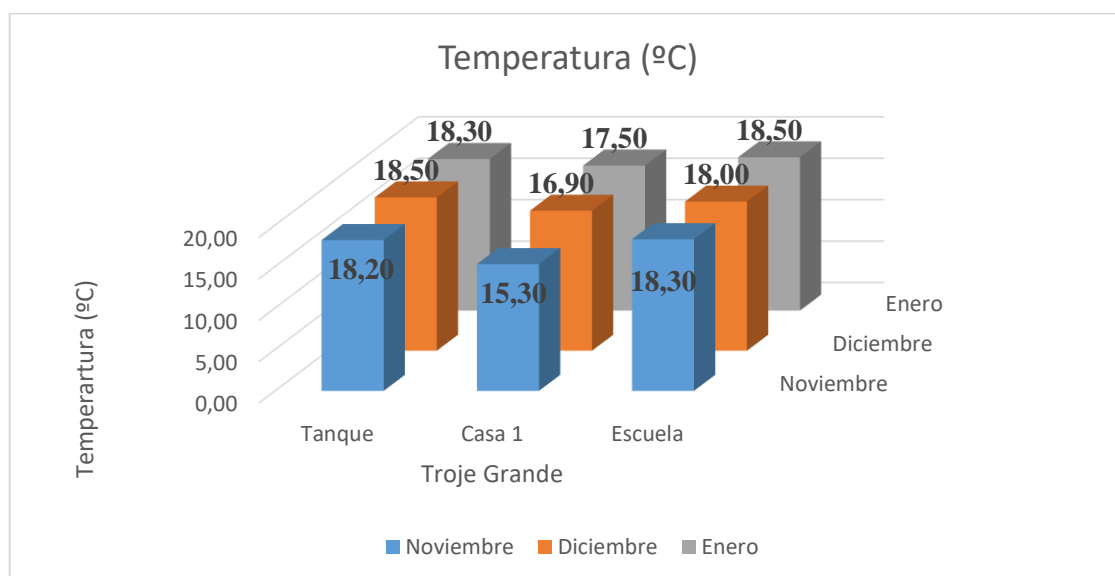


**Ilustración 4-51:** Diagrama de cajas de los promedios de la comunidad de Troje Grande.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024

Al analizar los cuartiles y percentiles de la comunidad de Troje Grande. Se puede observar en la ilustración 4-51, se realizó una prueba de Tukey. Según se muestra en la Ilustración 4-54, se puede apreciar una pequeña pero significativa diferencia entre los puntos Tanque y Escuela. En el Tanque, el cuartil uno (que representa el 25% de los datos) se encuentra cerca del valor mínimo, que es de 18,20 °C, y el valor máximo está entre 18,50°C. En la Escuela, observamos que el valor mínimo es de 18,30 °C, lo que muestra una diferencia con el cuartil uno, mientras que el valor máximo de 18,50°C no presenta una separación notable con el cuartil tres.

Por otro lado, en la Casa 1 es donde se observa la mayor diferencia significativa. El valor mínimo de 15,30 °C está considerablemente alejado del primer cuartil, que representa el 25% de los datos, mientras que en comparación con el cuartil tres, el valor máximo de 17,50°C está más cercano.



**Ilustración 4-52:** Variantes de los promedios de temperatura en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-52 se presentan los valores promedios de temperatura durante el período analizado en la comunidad de Troje Grande, con promedios que oscilan entre 15,30°C y 18,50°C. Durante noviembre, se observa que en el punto uno (Tanque) la temperatura alcanza los 18,20°C, mientras que en el punto dos (Casa 1) se registra un valor de 15,30°C y en el punto tres (Escuela) se alcanzan los 18,30°C. Para el mes de diciembre, se observa un descenso en la temperatura del punto uno (Tanque) a 18,50°C, mientras que en el punto dos (Casa 1) desciende a 16,90°C y en el punto tres (Escuela) se registra una temperatura de 18,00°C.

En enero, la temperatura en el punto uno (Tanque) se mantiene en 18,30°C, el punto dos (Casa 1)

experimenta una ligera disminución alcanzando los 17,50°C, mientras que en el punto tres (Escuela) aumenta a 18,50°C.

#### 4.3.1.4. Cloro residual mg/L.

**Tabla 4-98:** Resultados del análisis de los promedios de cloro residual de la comunidad Troje Grande.

<b>Cloro Residual (mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,86	0,94	0,20	0,3-1,5 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,53	0,08	0,04	
<b>Enero</b>	1,16	0,90	0,11	
<b>Promedio</b>	0,85	0,64	0,12	
<b>Desviación estándar</b>	0,315	0,485	0,080	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Tabla 4-98 se presentan los datos promedios para el cloro residual en tres puntos de muestreo distintos de la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron concentraciones de cloro de 0,86 mg/L en noviembre, 0,53 mg/L en diciembre y 1,16 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), se observaron concentraciones de 0,94 mg/L en noviembre, 0,08 mg/L en diciembre y 0,90 mg/L en enero.

Por último, en el tercer punto (Escuela), se obtuvieron promedios de 0,20 mg/L en noviembre, 0,04 mg/L en diciembre y 0,11 mg/L en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: para el Tanque, 0,85 mg/L con una desviación estándar de 0,315; para Casa 1, 0,64 mg/L con una desviación estándar de 0,485; y para Escuela, 0,12 mg/L con una desviación estándar de 0,080. Es relevante señalar que el punto de muestreo de Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

Es importante señalar que los promedios de los dos puntos de estudio no cumplen con los valores establecidos en la norma INEN 1108 para el cloro residual en agua destinada al consumo humano, que oscilan entre 0,3 y 1,5 mg/L o 1,1 ppm y 0,50 ppm.

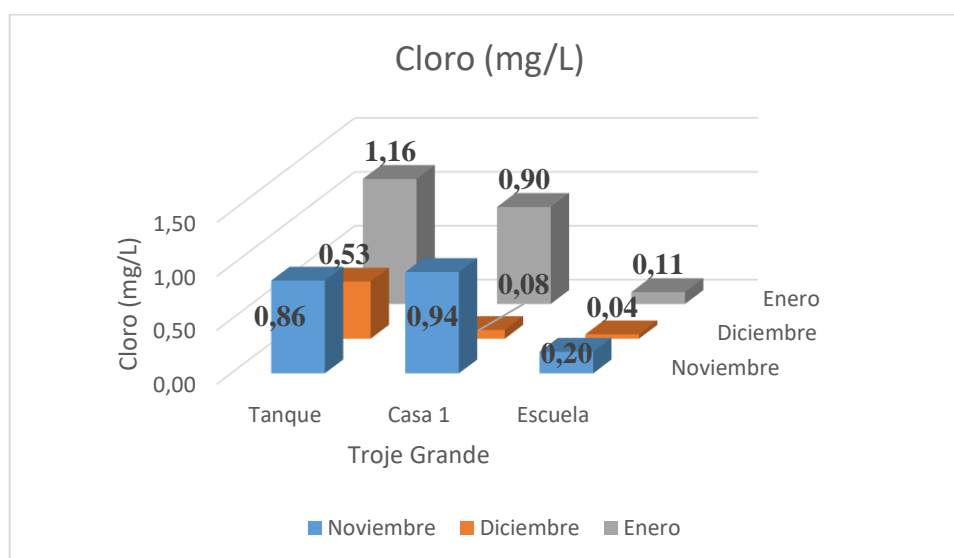
Estos resultados muestran niveles en el rango a 0,3 mg/L, lo que indica una concentración suficiente de cloro residual para garantizar la seguridad del agua. (Pérez y Ramos, 2018, pág. 12)

**Tabla 4-99:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloro residual en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,85575556	2	0,42787778	3,76064	0,08737747	5,14325285
Dentro de los grupos	0,68266667	6	0,11377778			
Total	1,53842222	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios de cloro del análisis de varianza de la comunidad Troje Grande en la Tabla 4-99, que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 3,7606. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. No hay diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-53:** Variantes de los promedios de cloro residual en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



En la Ilustración 4-53 se presentan los promedios de cloro residual durante el período analizado en la comunidad de Troje Grande, con promedios que varían entre 0,04 mg/L y 1,16 mg/L. En noviembre, se observan diferentes niveles en los puntos de muestreo: el punto uno (Tanque) muestra una concentración de 0,86 mg/L, seguido por el punto dos (Casa 1) con 0,94 mg/L, y el punto tres (Escuela) con 0,20 mg/L.

Durante diciembre, los niveles cambian: el punto uno (Tanque) registra 0,53 mg/L, el punto dos (Casa 1) muestra 0,08 mg/L y el punto tres (Escuela) presenta un nivel de cloro de 0,04 mg/L. En enero, se observan los siguientes valores: el punto uno (Tanque) registra 1,16 mg/L, el punto dos (Casa 1) tiene 0,90 mg/L y el punto tres (Escuela) mantiene un nivel bajo de 0,11 mg/L.

La mayoría de las concentraciones de cloro en los puntos de muestreo cumplen con las normativas, excepto en noviembre en el punto tres (Escuela) donde se obtiene una concentración por debajo del límite establecido. En diciembre, tanto el punto dos (Casa 1) como el punto tres (Escuela) presentan rangos menores a los 0,30-1,5 mg/L establecidos por la norma.

De acuerdo con (Orta y Pabón 2020), se indica que los límites de concentración establecidos por la normativa se sitúan en un máximo de 1,50 mg/L, según lo estipula el Acuerdo Ministerial. (págs. 36-37)

#### 4.3.1.5. Fluoruros mg/L.

**Tabla 4-100:** Resultados del análisis de los promedios de fluoruros de la comunidad Troje Grande.

<b>Fluoruros (mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencial)
<b>Noviembre</b>	0,92	0,72	0,85	1,5 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,16	1,48	0,67	
<b>Enero</b>	0,13	0,16	0,14	
<b>Promedio</b>	0,40	0,79	0,55	
<b>Desviación estándar</b>	0,448	0,663	0,369	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Tabla 4-100 presentan lo promedios de tres repeticiones para los fluoruros en tres puntos de muestreo distintos de la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 0,92 mg/L en noviembre, 0,16 mg/L en diciembre y 0,13 mg/L en enero. En el segundo

punto (Casa 1), los valores fueron 0,72 mg/L en noviembre, 1,48 mg/L en diciembre y 0,16 mg/L en enero. Finalmente, en el tercer punto (Escuela), se obtuvieron promedios de 0,85 mg/L en noviembre, 0,67 mg/L en diciembre y 0,14 mg/L en enero. Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: en el punto Tanque, se registró un promedio de 0,40 mg/L con una desviación estándar de 0,448; en Casa 1, el promedio fue de 0,79 mg/L con una desviación estándar de 0,663; y en Escuela, el promedio fue de 0,55 mg/L con una desviación estándar de 0,369. Se observa que el punto de muestreo Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

Es importante destacar que los promedios de los tres puntos de estudio se encuentran dentro de los valores establecidos en la norma INEN 1108, donde el límite para los fluoruros en agua destinada al consumo humano es de 1,5 mg/L. Esto sugiere que los niveles de fluoruros en el agua analizada se mantienen en niveles seguros para el consumo humano.

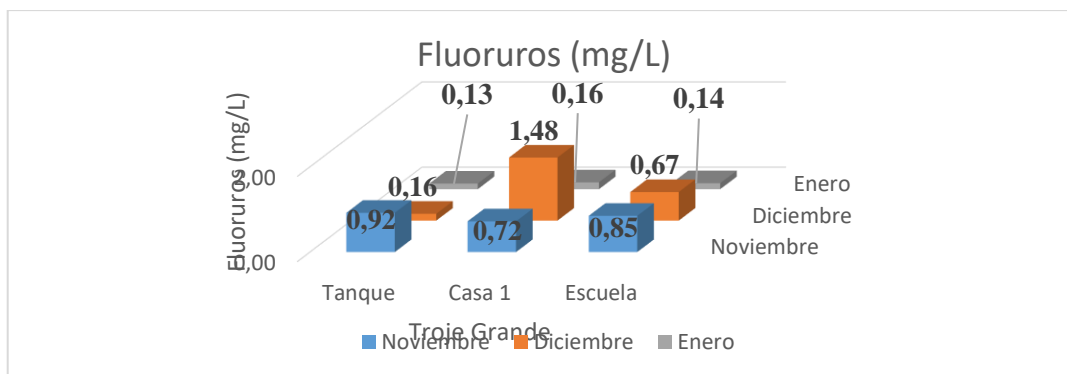
Según (Basantes et al.,2019) mencionado, un exceso de fluoruros en el agua puede ocasionar problemas de salud, como inconvenientes en la piel y decoloración dental. Además, es posible detectar este exceso en el agua potable cuando se producen cambios en su olor, sabor y color. (pág. 280)

**Tabla 4-101:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de fluoruros en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,22388889	2	0,11194444	0,432998	0,66733372	5,14325285
Dentro de los grupos	1,5512	6	0,25853333			
Total	1,77508889	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza de los fluoruros en la comunidad de Troje Grande en la Table 4-101, que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,4329. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-54:** Variantes de los promedios de fluoruros en los puntos de muestreo de la comunidad de Majipamba.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-54 se muestran los valores promedios de fluoruros durante el período de análisis en la comunidad de Troje Grande, con promedios que oscilan entre 0,13 mg/L y 1,48 mg/L. En noviembre, el punto uno (Tanque) registra un valor de 0,92 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) presenta una concentración ligeramente menor de 0,72 mg/L, y el punto tres (Escuela) alcanza los 0,85 mg/L. En diciembre, estos valores disminuyen a 0,16 mg/L para el punto uno (Tanque), 1,48 mg/L para el punto dos (Casa 1), y disminuye a 0,67 mg/L para el punto tres (Escuela) y supera a los demás puntos de muestreo. En enero, se observan valores más bajos, con 0,13 mg/L en el punto uno (Tanque), 0,16 mg/L en el punto dos (Casa 1) y 0,14 mg/L en el punto tres (Escuela). Los valores presentados en esta ilustración indican que el agua es apta para el consumo humano, ya que los niveles de fluoruros están por debajo del límite establecido por la norma INEN 1108, que es de 1,5 mg/L. Esto sugiere que no hay riesgo asociado con la ingesta de fluoruros presentes en el agua analizada.

#### 4.3.1.6. Amonio mg/L.

**Tabla 4-102:** Resultados promedios de análisis de amonio de la comunidad Troje Grande.

Amonio(mg/L)				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	0,02	0,01	0,06	1 mg/L
<b>Diciembre</b>	0,09	0,08	0,06	
<b>Enero</b>	0,12	0,09	0,11	
<b>Promedio</b>	0,08	0,06	0,08	
<b>Desviación estándar</b>	0,051	0,044	0,029	

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-102 se presentan los promedios de tres repeticiones obtenidos de amonio en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Troje Grande. En el punto uno (Tanque), los valores registrados fueron 0,02 mg/L en noviembre, 0,9 mg/L en diciembre y 0,12 mg/L en enero. En el punto dos (Casa 1), los valores fueron 0,01 mg/L en noviembre, 0,08 mg/L en diciembre y 0,09 mg/L en enero. Por último, en el punto tres (Escuela), se obtuvieron promedios de 0,06 mg/L en noviembre, 0,06 mg/L en diciembre y 0,11 mg/L en enero. Los valores promedio reportados a lo largo del período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 0,08 mg/L con una desviación estándar de 0,051; Casa 1: 0,06 mg/L con una desviación estándar de 0,044; y Escuela: 0,08 mg/L con una desviación estándar de 0,029. Se observa que en el punto de Escuela tienen una menor dispersión.

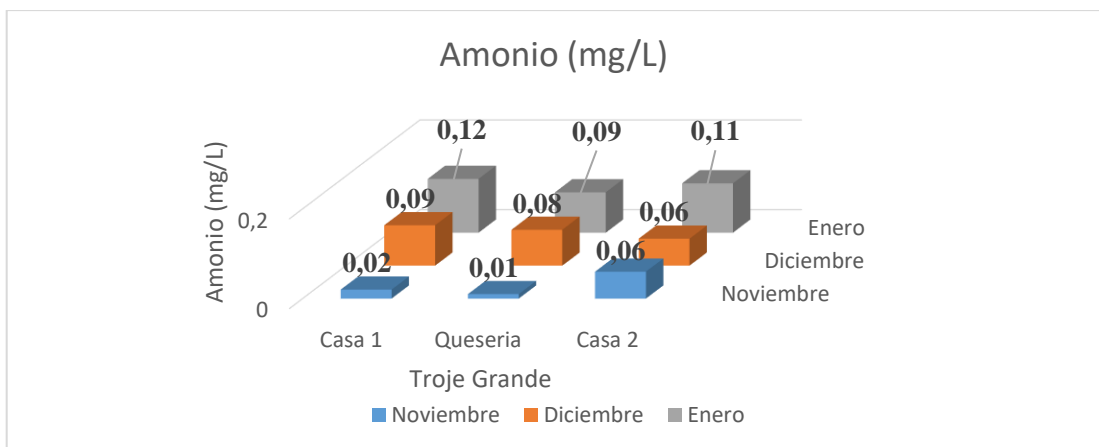
De acuerdo con el estudio llevado a cabo en los análisis de agua potable realizados por la Junta Administradora San José De Puñachizag, ubicada en el cantón Quero de la provincia de Tungurahua, se examinaron los parámetros establecidos por la norma INEN 1108. Esta regulación específica que el nivel de amonio en el agua destinada al consumo humano no debe exceder los 1 mg/L. Los resultados obtenidos por la junta administradora se encuentran en conformidad con los límites establecidos por esta normativa. No obstante, en los puntos de la comunidad Troje Grande se han registrado valores que no superan el límite permitido. (Tibanquiza, 2018, págs., 65-66)

**Tabla 4-103:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de amonio en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0,00055556	2	0,00027778	0,155279503	0,85950866	5,14325285
Dentro de los grupos	0,01073333	6	0,00178889			
Total	0,01128889	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza de amonio en la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-103, con un nivel de confianza del 95%, indican que el valor crítico o tabulado es de 5,1433. Al ser este valor mayor que el F calculado (0,15528), podemos concluir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-55:** Variantes de los promedios de amonio en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Ilustración 4-55 detalla los valores promedios de amonio a lo largo del período de análisis en la comunidad de Troje Grande, con promedios que oscilan entre 0.01 mg/L y 0.70 mg/L. En noviembre, se observan valores bajos, como 0,02 mg/L en el punto uno (Tanque), 0,01 mg/L en el punto dos (Casa 1) y 0,05 mg/L en el punto tres (Escuela).

Sin embargo, en diciembre, se registran valores significativamente más altos, como 0,09 mg/L en el punto uno (Tanque), 0,08 mg/L en el punto dos (Casa 1) y 0,06 mg/L en el punto tres (Escuela). En enero, estos valores aumentaron aún más, alcanzando 0,20 mg/L en el punto uno (Tanque), un rango de 0,50 mg/L en el punto dos (Casa 1) y el nivel más alto en el punto tres (Escuela) con 0,70 mg/L.

#### 4.3.1.7. Conductividad $\mu\text{S/cm}$ .

**Tabla 4-104:** Resultados promedios de análisis de conductividad de la comunidad Troje Grande.

Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	691,60	701,20	680,90	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	681,60	680,60	672,50	
<b>Enero</b>	937,20	934,90	926,30	
<b>Promedio</b>	770,13	772,23	759,90	
<b>Desviación estándar</b>	144,770	141,250	144,168	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-104 se presentan los datos promedios de tres repeticiones obtenidos para la conductividad en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 691,60 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en noviembre, 681,60 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en diciembre y 937,20 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 701,20 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en noviembre, 680,60 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en diciembre y 934,90 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en enero. Por último, en el tercer punto (Escuela), se obtuvieron promedios de 680,90 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en noviembre, 672,50 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en diciembre y 926,30 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 770,13 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) con una desviación estándar de 144,770; Casa 1: 772,23 ( $\mu\text{S}$ ) con una desviación estándar de 141,250; y Escuela: 759,90 ( $\mu\text{S}$ ) con una desviación estándar de 144,168. Se observa que el punto de muestreo Tanque presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

Sin embargo, en la comunidad de Troje Grande, esta cifra oscila entre 750 y 2000, lo que se considera permisible según los estándares establecidos en el estudio de Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016. (Espitia, 2019, págs. 45-46)

**Tabla 4-105:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de conductividad en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	261,242222	2	130,621111	0,00635	0,9936751	5,14325285
Dentro de los grupos	123388,473	6	20564,7456			
Total	123649,716	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza de la conductividad en la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-105, revela que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,00635. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-56:** Variantes de los promedios de conductividad en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-56 se presentan los valores promedios de conductividad durante el período de análisis en la comunidad de Troje Grande, con promedios que oscilan entre 672,50 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y 937,20 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). En noviembre, se observa que el punto uno (Tanque) tiene una conductividad de 691,60 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), siendo el menor entre los puntos analizados. Por su parte, el punto dos (Casa 1) presenta un nivel de 701,20 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), y el punto tres (Escuela) muestra un valor de 680,90 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). En diciembre, el punto uno (Tanque) muestra una conductividad de 681,60 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), considerablemente mayor en comparación con noviembre. Sin embargo, el punto dos (Casa 1) registra 680,60 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mientras que el punto tres (Escuela) muestra una lectura ligeramente inferior de 672,50 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Finalmente, en enero, el punto uno (Tanque) presenta la mayor conductividad de todos, con un valor de 937,20 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Por otro lado, el punto dos (Casa 1) registra una conductividad de 934,90 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), seguido por el punto tres (Escuela) con 926,30 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

#### 4.3.1.8. Sólidos totales disueltos mg/L

**Tabla 4-106:** Resultados del análisis de los promedios de sólidos totales disueltos de la comunidad Troje Grande.

Sólidos Totales Disueltos (mg/L)				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	388,40	391,70	372,70	1000 (mg/L)
<b>Diciembre</b>	381,80	381,50	376,80	
<b>Enero</b>	535,60	523,00	522,50	
<b>Promedio</b>	435,27	432,07	424,00	
<b>Desviación estándar</b>	86,954	78,916	85,328	

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024

En la Tabla 4-106 se presentan los datos promedios de tres repeticiones obtenidos para sólidos totales disueltos en tres puntos de muestreo diferentes de la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 388,40 mg/L en noviembre, 381,80 mg/L en diciembre y 535,60 mg/L en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 391,70 mg/L en noviembre, 381,50 mg/L en diciembre y 523,00 mg/L en enero. Por último, en el tercer punto (Escuela), se obtuvieron promedios de 372,70 mg/L en noviembre, 376,80 mg/L en diciembre y 522,50 mg/L en enero.

Los valores promedio durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 435,27 mg/L con una desviación estándar de 86,954; Casa 1: 432,07 mg/L con una desviación estándar de 78,916; e Escuela: 424,00 mg/L con una desviación estándar de 85,328. Se observa que el punto de muestreo Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

Es importante destacar que los promedios de los tres puntos de estudio están dentro de los valores establecidos en la norma (INEN 1108, 2014 pag.2), donde el parámetro de sólidos totales disueltos en agua destinada al consumo humano es de 1000 mg/L.

El resultado de sólidos totales disueltos en la comunidad Troje Grande coincide con los parámetros encontrados en la investigación “Protocolos para el mejoramiento de la calidad del agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba-Ancash” (Mariluz, 2020, pág. 1)

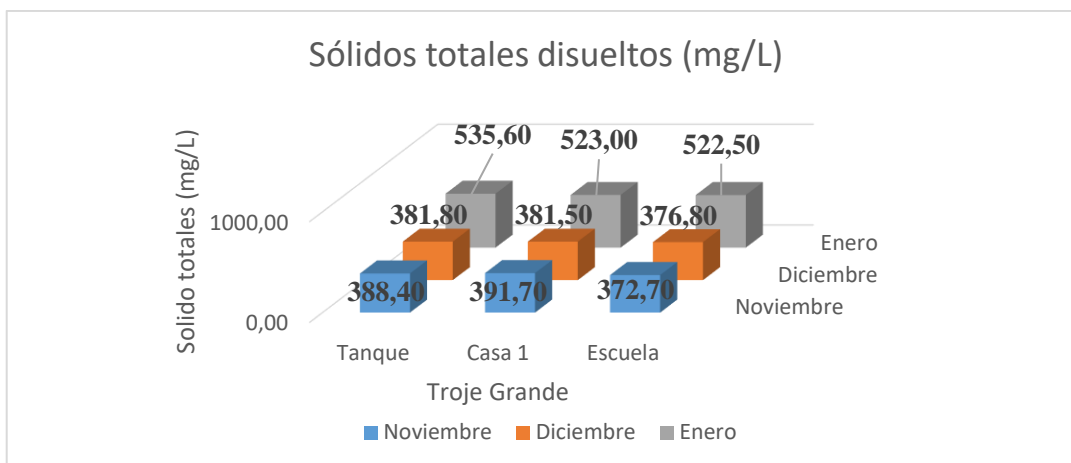
**Tabla 4-107:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de sólidos totales disueltos en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	202,248889	2	101,124444	0,0144	0,9858	5,14325285
Dentro de los grupos	42139,0533	6	7023,17556			
Total	42341,3022	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza de los sólidos totales disueltos en la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-107, muestra que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 0,0144. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no hay diferencias significativas entre los grupos analizados.





**Ilustración 4-57:** Variantes de los promedios de sólidos totales disueltos en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-57 se presentan los valores promedios de sólidos totales disueltos durante el período de análisis en la comunidad de Troje Grande, con promedios que oscilan entre 372,70 mg/L y 535,60 mg/L. En noviembre, el punto uno (Tanque) registra un valor de SDT de 388,40 mg/L, seguido por el punto dos (Casa 1) con 391,70 mg/L y el punto tres (Escuela) con 372,70 mg/L. En diciembre, el punto uno (Tanque) muestra un valor de SDT de 381,80 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) presenta un nivel de SDT de 381,50 mg/L y el punto tres (Escuela) tiene 376,80 mg/L, respectivamente. En enero, los valores son más altos, con el punto uno (Tanque) registrando 535,60 mg/L, el punto dos (Casa 1) con 523,00 mg/L y el punto tres (Escuela) con 522,50 mg/L.

#### 4.3.1.9. Color Pt-Co.

**Tabla 4-108:** Resultados de análisis de los promedios de color de la comunidad Troje Grande.

Color (Pt-Co)				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencial)
<b>Noviembre</b>	3	1	2	< 15 (Pt-Co)
<b>Diciembre</b>	4	3	4	
<b>Enero</b>	8	5	7	
<b>Promedio</b>	5,00	3,00	4,33	
<b>Desviación estándar</b>	2,646	2,000	2,517	

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-108 se presentan los datos promedios de tres repeticiones obtenidos para el color en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron valores de 3 (Pt-Co) en noviembre, 4 (Pt-Co) en diciembre y 8 (Pt-Co) en enero. En el segundo punto (Casa 1), los valores fueron 1 (Pt-Co) en noviembre, 3 (Pt-Co) en diciembre y 5 (Pt-Co) en enero. Por último, en el tercer punto (Escuela), se obtuvieron promedios de 2 (Pt-Co) en noviembre, 4 (Pt-Co) en diciembre y 7 (Pt-Co) en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 5 (Pt-Co) con una desviación estándar de 2,646; Casa 1: 3 (Pt-Co) con una desviación estándar de 2,000; y Escuela: 4,33 (Pt-Co) con una desviación estándar de 2,512. Se observa que el punto Tanque hay una mayor dispersión de datos.

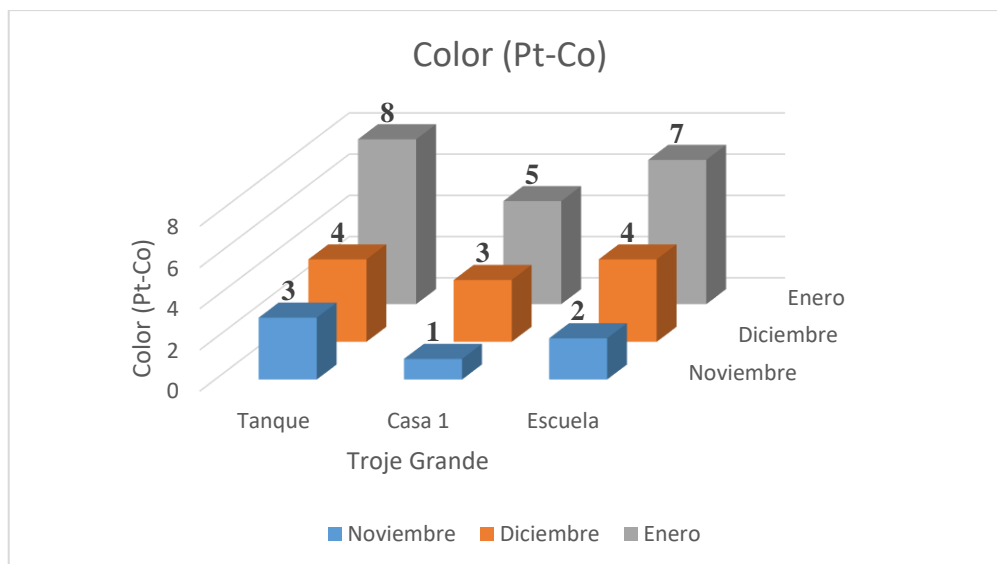
Es importante destacar que los promedios de los tres puntos de estudio se encuentran dentro de los valores establecidos en la norma INEN 1108, donde el parámetro para el color en agua destinada al consumo humano es de 15 (Pt-Co). Además, cabe recalcar que los resultados obtenidos para el parámetro físico del color en la comunidad Troje Grande coinciden con los parámetros encontrados en el estudio “Protocolos para el mejoramiento de la calidad del agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba-Ancash” (Mariluz, 2020. Pág. 1).

**Tabla 4-109** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de color en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6,22222222	2	3,11111111	0,5385	0,60942508	5,14325285
Dentro de los grupos	34,66666667	6	5,77777778			
Total	40,88888889	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza del color en la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-109, con un nivel de confianza del 95%, indican que el valor crítico o tabulado es de 5,1432. Al ser este valor mayor que el F calculado (0,6094), podemos concluir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-58:** Variantes de los promedios del color en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Ilustración 4-58 se observa los promedios de niveles de color a lo largo del período analizado en la comunidad de Troje Grande, con valores promedio que oscilan entre 1 (Pt-Co) y 8 (Pt-Co). En noviembre, el punto uno (identificado como Tanque) exhibe un color de 3 (Pt-Co), el punto dos (referido como Casa 1) muestra un valor de 1 (Pt-Co), y el punto tres (denominado Escuela) presenta un nivel de color de 2 (Pt-Co).

En diciembre, el punto uno (Tanque) registra un color de 4 (Pt-Co), el punto dos (Casa 1) tiene un valor de 3 (Pt-Co), y el punto tres (Escuela) muestra un nivel de color de 4 (Pt-Co). Finalmente, en enero, el punto uno (Tanque) muestra un color de 8 (Pt-Co), el punto dos (Casa 1) registra un valor de 5 (Pt-Co), y el punto tres (Escuela) muestra un nivel de color de 7 (Pt-Co).

Es importante señalar que este parámetro de color está sujeto a la norma INEN 1108, la cual establece un límite de 15 (Pt-Co). Los resultados obtenidos cumplen con esta regulación, resaltando la importancia de continuar monitoreando estos niveles para asegurar la calidad del agua destinada al consumo humano.

#### 4.3.1.10. Dureza por Ca mg/L.

**Tabla 4-110:** Resultados del análisis de los promedios de dureza en la comunidad Troje Grande.

<b>Dureza Total por CaCO<sub>3</sub>(mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	290,97	290,64	280,74	< 300 mg/L
<b>Diciembre</b>	292,87	292,67	282,75	
<b>Enero</b>	298,85	289,85	295,65	
<b>Promedio</b>	294,23	291,05	286,38	
<b>Desviación estándar</b>	4,112	1,455	8,091	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-110 se presentan los datos promedios de tres repeticiones recopilados sobre la dureza total en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron los siguientes valores: 290,97 mg/L en noviembre, 292,87 mg/L en diciembre y 298,85 mg/L en enero. El segundo punto (Casa 1) exhibió mediciones de 290,64 mg/L en noviembre, 292,67 mg/L en diciembre y 289,85 mg/L en enero. Finalmente, el tercer punto (Escuela) mostró promedios de 280,74 mg/L en noviembre, 282,75 mg/L en diciembre y 295,65 mg/L en enero.

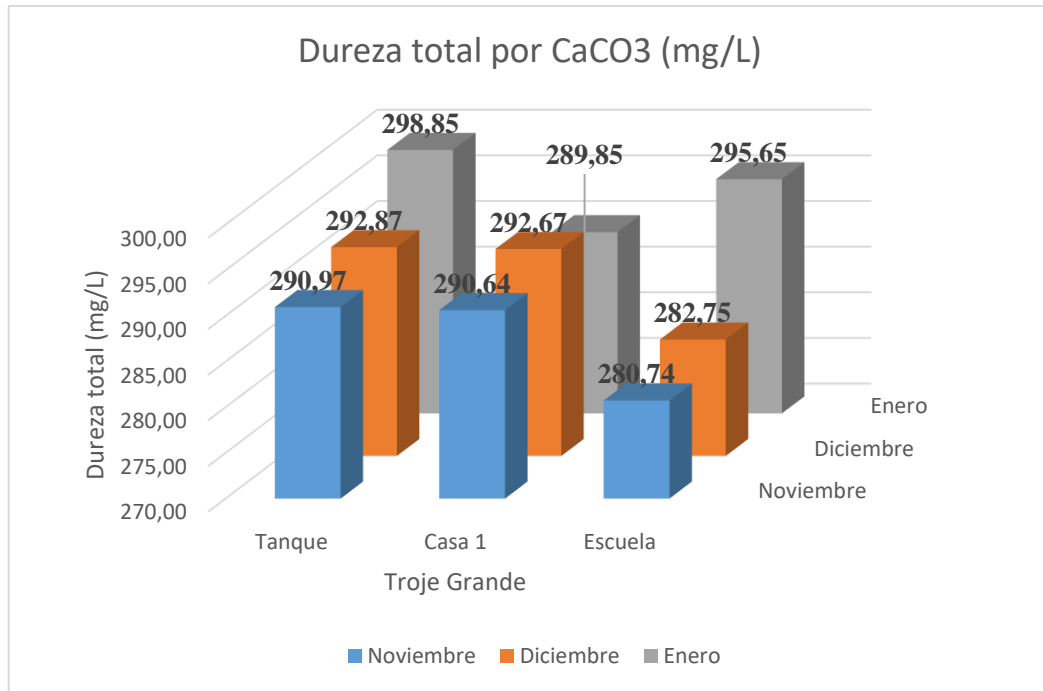
Los promedios calculados para cada punto a lo largo del período de estudio fueron los siguientes: Tanque: 294,23 mg/L con una desviación estándar de 4,112; Casa 1: 291,05 mg/L con una desviación estándar de 1,455; y Escuela: 286,38 mg/L con una desviación estándar de 8,091. Se observa que el punto de muestreo de Escuela presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. El parámetro de dureza total está sujeto a la norma INEN 1108, que establece un límite de 300 mg/L. Los resultados obtenidos cumplen con estos parámetros establecidos. Sin embargo, es importante destacar que son mayores a los límites indicados por la investigación "Parámetros Físicoquímicos De Dureza Total En Calcio Y Magnesio". (Rodríguez, 2009, pág. 1)

**Tabla 4-111:** Análisis de varianza ANOVA de dureza total por CaCO<sub>3</sub> en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	93,5537556	2	46,7768778	1,661	0,26664443	5,14325285
Dentro de los grupos	168,973467	6	28,1622444			
Total	262,527222	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de la dureza total de la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-111, muestra que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 1,6609. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, no hay diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-59:** Variantes de los promedios de dureza total por CaCO<sub>3</sub> en los puntos de muestreo en la comunidad de Majipamba.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Ilustración 4-59 ofrece un desglose de los de dureza total a lo largo del período analizado, con valores promedio que oscilan entre 280,74 mg/L y 298,85 mg/L. En noviembre, el punto uno (Tanque) exhibe un nivel de dureza de 290,97 mg/L, el punto dos (Casa 1) muestra un valor de 290,64 mg/L, y el punto tres (denominado Escuela) presenta 280,74 mg/L.

En diciembre, el punto uno (Tanque) registra una dureza del 292,87 mg/L, el punto dos (Casa 1) tiene un valor de 292,67 mg/L, y el punto tres (Escuela) muestra un nivel de 282,75 mg/L. Finalmente, en enero, el punto uno (Tanque) muestra un valor de 298,85 mg/L siendo el valor más alto de todos los meses, el punto dos (Casa 1) registra un valor de 289,85 mg/L, y el punto tres (Escuela) muestra un nivel del 295,65 mg/L.

#### 4.3.1.11. Dureza Calcica ppm.

**Tabla 4-112:** Resultados del análisis de los promedios de calcio en la comunidad Troje Grande.

Calcio(mg/L)				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencia)
<b>Noviembre</b>	120,36	133,25	124,25	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	128,75	138,75	125,75	
<b>Enero</b>	135,78	142,75	132,50	
<b>Promedio</b>	128,30	138,25	127,50	
<b>Desviación estándar</b>	7,720	4,770	4,395	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

La Tabla 4-112 muestra los promedios recopilados sobre calcio en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Grande. En el punto uno (Tanque), se registraron valores de 120,36 ppm en noviembre, 128,75 ppm en diciembre y 135,78 ppm en enero. En el punto dos (Casa 1), se obtuvieron valores de 133,25 ppm en noviembre, 138,75 ppm en diciembre y 142,75 ppm en enero. Por último, en el punto tres (Escuela), se observaron promedios de 124,25 ppm en noviembre, 125,75 ppm en diciembre y 132,50 ppm en enero.

Los valores promedio reportados durante el período de análisis para cada punto fueron los siguientes: Tanque: 128,30 ppm con una desviación estándar de 7,720; Casa 1: 138,25 ppm con una desviación estándar de 4,770; y Escuela: 127,50 ppm con una desviación estándar de 4,395. Se observa que los tres puntos presentan una menor dispersión de datos. En el punto de muestreo Tanque hay una mayor dispersión.

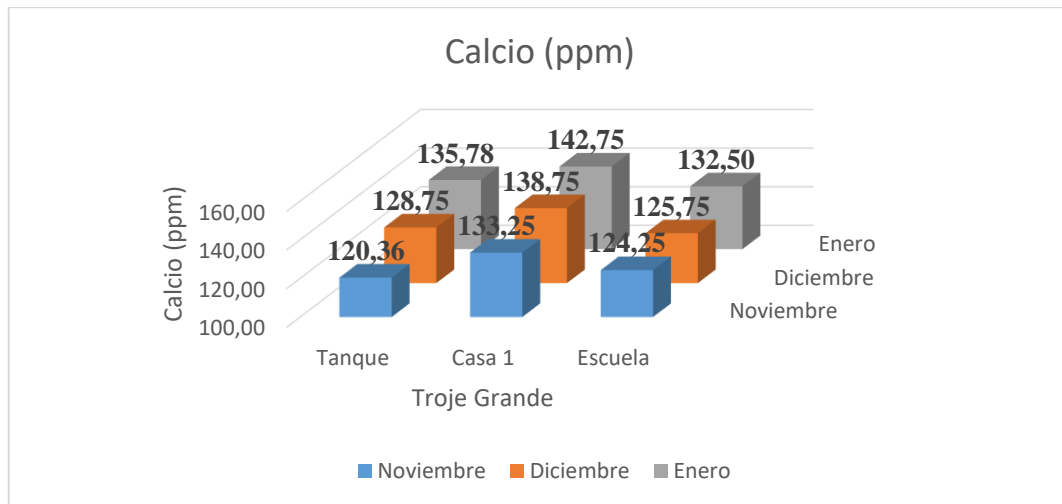
Los promedios obtenidos en el parámetro de calcio no cumplen con los valores recomendados de 100 ppm de calcio, según la investigación "Parámetros Físicoquímicos De Dureza Total En Calcio Y Magnesio". (Rodríguez, 2009, pág. 1)

**Tabla 4-113:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de calcio en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	215,26602	2	107,633011	3,17624	0,11460168	5,1432528
Dentro de los grupos	203,3215	6	33,8869111			
Total	418,5875	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados del análisis de varianza de los promedios de calcio en la comunidad de Troje Grande en la en la Tabla 4-113 podemos observar: con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es mayor que el F calculado (3,1762), podemos inferir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-60:** Variantes de los promedios calcio en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Grande

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-60 se detallan los promedios de los niveles de calcio a lo largo del período de análisis en la comunidad Troje Grande, con promedios que oscilan entre 120,36 ppm y 142,75 ppm. En noviembre, se observa que en el punto uno (Tanque) se registran 120,36 ppm, en el punto dos (Casa 1) 133,25 mg/L, mientras que el punto tres (Escuela) muestra una disminución con 124,25 ppm. Para diciembre, se registra un aumento en los niveles de calcio.

El punto uno (Tanque) alcanza los 128,75 ppm, mientras que el punto dos (Casa 1) muestra un valor de 138,75 ppm. Por otro lado, el punto tres (Escuela) mantiene un valor, con 125,75 ppm. En enero, el punto dos (Casa 1) exhibe el dato más elevado, con 142,75 ppm, mientras que el punto tres (Escuela) presenta el valor más bajo, con 132,50 ppm. Por su parte, el punto uno (Tanque) muestra un valor intermedio de 135,78 ppm.

#### 4.3.1.12. *Magnesio mg/L.*

**Tabla 4-114:** Resultados del análisis de los promedios de magnesio en la comunidad Troje Grande.

<b>Magnesio(mg/l)</b>				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencial)
<b>Noviembre</b>	42,53	46,17	43,74	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	38,88	51,04	63,19	
<b>Enero</b>	36,45	29,16	53,47	
<b>Promedio</b>	39,29	42,12	53,47	
<b>Desviación estándar</b>	3,060	11,488	9,725	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-114 se detallan los promedios recopilados magnesio total en tres puntos de muestreo en la comunidad Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron los siguientes valores: 42,53 mg/L en noviembre, 38,55 mg/L en diciembre y 36,45 mg/L en enero. El segundo punto (Casa 1) exhibió mediciones de 46,17 mg/L en noviembre, 51,04 mg/L en diciembre y 29,16 mg/L en enero. Finalmente, el tercer punto (Escuela) mostró promedios de 43,74 mg/L en noviembre, 63,19 mg/L en diciembre y 53,47 mg/L en enero.

Los promedios calculados para cada punto a lo largo del período de estudio fueron los siguientes: Tanque: 39,29 mg/L con una desviación estándar de 3,060; Casa 1: 42,12 mg/L con una desviación estándar de 11,488; y Escuela: 53,47 mg/L con una desviación estándar de 9,725. Se observa que el punto de muestreo de la Casa 1 presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos. En la comunidad Troje Grande, en el parámetro de magnesio, podemos observar que su concentración no se encuentra dentro de los límites permitidos. Este hallazgo podría coincidir con la investigación realizada por (Rodríguez, 2009), donde concluye que la concentración de magnesio se encuentra en el segundo nivel de control de calidad. En dicho nivel, se establece un valor recomendado de 30 ppm y un máximo permisible de 50 ppm (pág. 129).

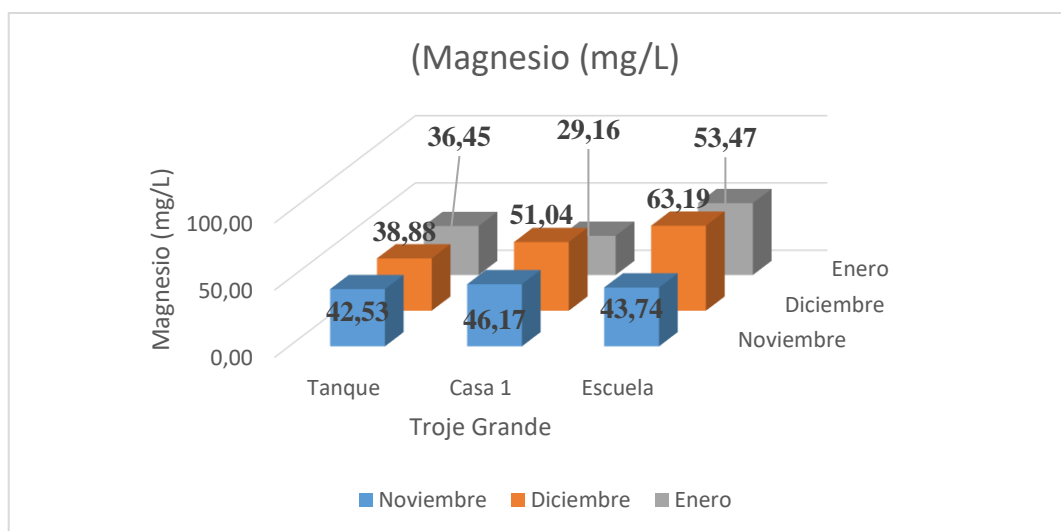
**Tabla 4-115:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de magnesio en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	337,79029	2	168,895144	2,148	0,19792147	5,1432523
Dentro de los grupos	471,813	6	78,6355			
Total	809,60328	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.



Los resultados del análisis de varianza de los promedios de magnesio de la comunidad Troje Grande en la Tabla 4-115 se puede observar que con un nivel de confianza del 95%, revelan un valor crítico o tabulado de 5,1432. Dado que este valor es mayor que el F calculado (2,1478), podemos inferir que no existe una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-61:** Variantes de los promedios de magnesio en los puntos de muestreo en la comunidad troje Grande

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

la Ilustración 4-61 se detallan los promedios de magnesio a lo largo del período de análisis en la comunidad de Troje Grande, con promedios que oscilan entre 29,16 mg/L y 63,19 mg/L. En noviembre, se observa que en el punto uno (Tanque) se registran 42,53 mg/L, en el punto dos (Casa 1) 46,17 mg/L, mientras que el punto tres (Escuela) muestra un nivel de magnesio del 43,74 mg/L.

Para diciembre, se registra un aumento en los niveles de magnesio. El punto uno (Tanque) alcanza los 38,88 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) muestra un valor de 51,04 mg/L. Por otro lado, el punto tres (Escuela) mantiene un valor superior a los otros puntos, del 63,19 mg/L.

En enero, el punto tres (Escuela) exhibe el dato más elevado, con 53,47 mg/L, mientras que el punto uno (Tanque) presenta el valor más bajo, con 36,45 mg/L. Por su parte, el punto dos (Casa 1) muestra un valor intermedio de 29,16 mg/L.

#### 4.3.1.13. Alcalinidad mg/L.

**Tabla 4-116:** Resultados de análisis de los promedios de alcalinidad de la comunidad Troje Grande.

<b>Alcalinidad (mg/L)</b>				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencial)
<b>Noviembre</b>	285,00	186,00	221,56	No reporta valor
<b>Diciembre</b>	222,50	178,60	245,75	
<b>Enero</b>	211,00	187,50	235,70	
<b>Promedio</b>	239,50	184,03	234,34	
<b>Desviación estándar</b>	39,821	4,765	12,152	

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-116 se detallan los promedios recopilados de la alcalinidad en tres puntos de muestreo distintos de la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron los siguientes valores: 285,00 mg/L en noviembre, 222,50 mg/L en diciembre y 211,00 mg/L en enero. El segundo punto (Casa 1) exhibió mediciones de 186,00 mg/L en noviembre, 178,60 mg/L en diciembre y 187,50 mg/L en enero. Finalmente, el tercer punto (Escuela) mostró promedios de 221,56 mg/L en noviembre, 245,75 mg/L en diciembre y 235,70 mg/L en enero.

Los promedios calculados para cada punto a lo largo del período de estudio fueron los siguientes: Tanque: 239,50 mg/L con una desviación estándar de 39,821; Casa 1: 184,03 mg/L con una desviación estándar de 4,765; y Escuela: 234,34 mg/L con una desviación estándar de 12,152. Se observa que el punto de muestreo Tanque presenta una mayor dispersión de datos en comparación con los otros puntos.

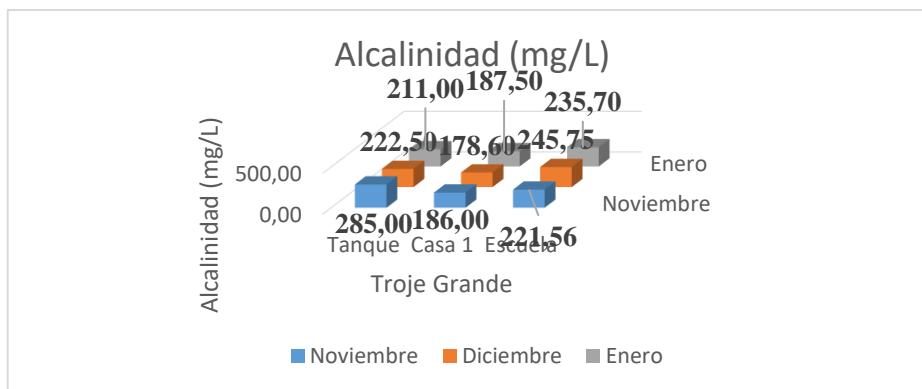
Cabe recalcar que los resultados obtenidos están significativamente por encima de los valores registrados en el estudio de Análisis del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Jipijapa. (Osejos et al., 2018, pág. 1)

**Tabla 4-117:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de alcalinidad en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5633,6365	2	2816,81823	4,81196	0,056635	5,14325235
Dentro de los grupos	3512,27273	6	585,378789			
Total	9145,9092	8				

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Al analizar la varianza de los promedios de alcalinidad en la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-117, que el valor crítico para F es 5,1432, mientras que el F calculado es 4,8119. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0,05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Es decir, no se observan diferencias significativas entre los grupos analizados.



**Ilustración 4-62:** Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad de Troje Grande.

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-62 se muestran los promedios de alcalinidad durante el período de análisis en la comunidad de Troje Grande, con promedios que varían entre 187,50 mg/L y 285,00 mg/L. En noviembre, el punto uno (Tanque) registra el valor de, 285,00 mg/L, seguido por el punto dos (Casa 1) con 186,00 mg/L y el punto tres (Escuela) con 221,56 mg/L. En diciembre, el punto uno (Tanque) muestra el valor, con 222,50 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) tiene una alcalinidad del 178,60 mg/L y el punto tres (Escuela) tienen 245,75 mg/L. En enero, los valores son más elevados, con el punto tres (Escuela) registrando 235,70 mg/L, el punto dos (Casa 1) con 187,50 mg/L y el punto uno (Tanque) con 235,70 mg/L.

#### 4.3.1.14. Cloruros mg/L.

**Tabla 4-118:** Resultados del análisis de los promedios de cloruros de la comunidad Troje Grande.

Cloruros (mg/L)				
	Tanque	Casa 1	Escuela	Norma INEN 1108 (valor de referencial)
<b>Noviembre</b>	170,16	170,25	233,97	250 mg/L
<b>Diciembre</b>	127,62	172,15	170,16	
<b>Enero</b>	185,27	208,56	219,50	
<b>Promedio</b>	161,02	183,65	207,88	
<b>Desviación estándar</b>	29,893	21,591	33,455	

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Tabla 4-118 se detallan los promedios de tres repeticiones para cloruros en tres puntos de muestreo distintos en la comunidad de Troje Grande. En el primer punto (Tanque), se registraron los siguientes valores: 170,16 mg/L en noviembre, 127,62 mg/L en diciembre y 185,27 mg/L en enero. El segundo punto (Casa 1) exhibió mediciones de 170,25 mg/L en noviembre, 172,15 mg/L en diciembre y 208,56 mg/L en enero. Finalmente, el tercer punto (Escuela) mostró promedios de 233,97 mg/L en noviembre, 170,16 mg/L en diciembre y 219,50 mg/L en enero.

Los promedios calculados para cada punto a lo largo del período de estudio fueron los siguientes: Tanque: 161,02 mg/L con una desviación estándar de 29,893; Casa 1: 183,65 mg/L con una desviación estándar de 21,591; y Escuela: 207,88 mg/L con una desviación estándar de 33,455. Se observa que el punto de muestreo de Escuela presenta una mayor dispersión de datos.

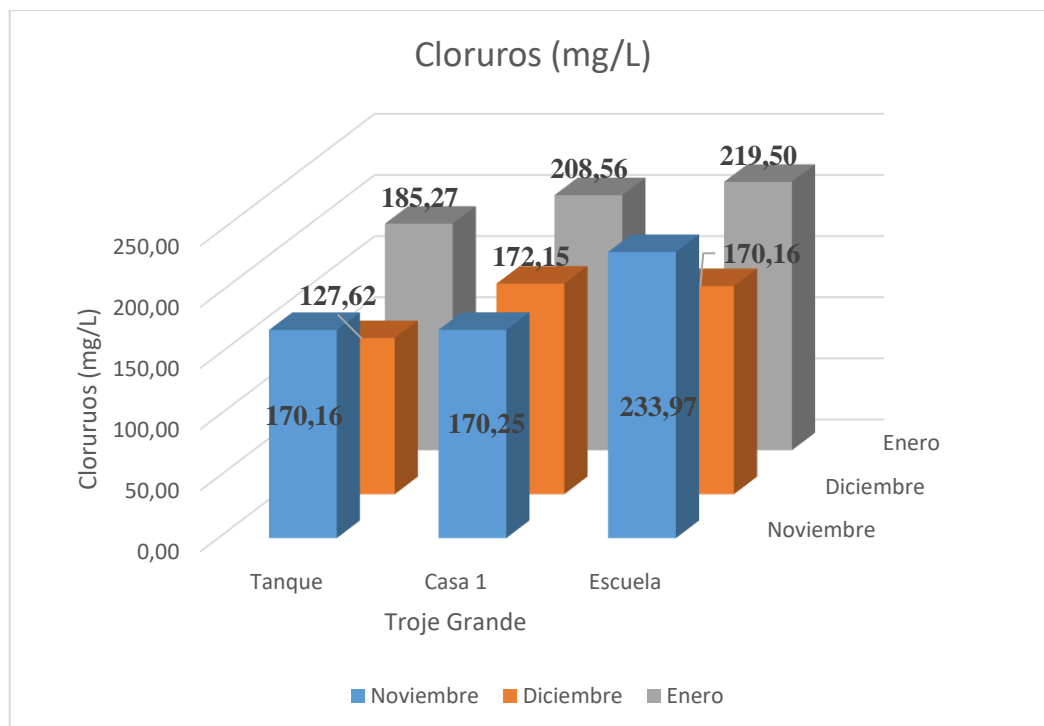
Al comparar los resultados con un estudio titulado "Evaluación de la Calidad Química y Microbiológica del Agua para Consumo Humano de la Junta de Agua Potable de la Parroquia Benítez, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua" (Veloz y Astudillo, 2023), se encontraron valores similares.

**Tabla 4-119:** Análisis de varianza ANOVA de los promedios de cloruro en la comunidad Troje Grande.

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3295,04816	2	1647,52408	1,9938	0,21680809	5,14325285
Dentro de los grupos	4957,991	6	826,331833			
Total	8253,03916	8				

**Realizado por:** Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

Los resultados promedios del análisis de varianza de cloruros en la comunidad de Troje Grande en la Tabla 4-119 que el valor crítico para F es 5,1432, y el F calculado es 1,9937. Dado que el F calculado es menor que el valor crítico para F, y el p-valor es significativamente mayor que el nivel de significancia de 0.05, podemos concluir que no hay una diferencia significativa entre los tres puntos de muestreo.



**Ilustración 4-63:** Variantes de los promedios de alcalinidad en los puntos de muestreo en la comunidad Troje Grande

Realizado por: Alcívar. Y & Orozco. M, 2024.

En la Ilustración 4-63 se presentan los promedios de cloruros durante el período analizado en la comunidad de Troje Grande, con promedios que oscilan entre 170,16 mg/L y 233,97 mg/L. Se observa un notable aumento en el mes de noviembre, donde el punto tres (Escuela) registra el valor más alto con 233,97 mg/L, en el punto uno (Casa 1) con 170,16 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) tiene un valor muy similar de cloruros de 170,25 mg/L.

En diciembre, el punto uno (Tanque) muestra un valor de 127,62 mg/L, mientras que el punto dos (Casa 1) haciende a 172,15 mg/L, siendo el punto tres (Escuela) el que registra un valor de 170,16 mg/L.

Finalmente, en enero, los tres puntos de muestreo presentan los siguientes valores: punto uno (Tanque) con un nivel de 185,27 mg/L, punto dos (Casa 1) con 208, 56 mg/L, y punto tres (Escuela) con un valor menor de 219,50 mg/L

#### 4.3.2. Análisis de microbiológicos en la comunidad de Troje Grande.

##### 4.3.2.1. Coliformes Fecales.



## CAPÍTULO V

### 5. TRATAMIENTOS PROPUESTOS.

Las comunidades Columbe 1 y 2, Majipamba, Troje Chico y Troje Grande del cantón Colta, han brindado su colaboración en una investigación exhaustiva sobre la calidad de las fuentes de agua y las redes de distribución. Esta investigación se ha llevado a cabo cumpliendo con todos los parámetros requeridos por la norma INEN 1108. Los datos recopilados han sido analizados meticulosamente para determinar la eficiencia de los diferentes sistemas en estudio. Considerando los resultados obtenidos, se proponen los siguientes procesos de tratamiento para mejorar la calidad del agua:

#### 5.1. Filtración.

Según Rivera (2020), la filtración se ha establecido como una alternativa para el tratamiento del agua potable, siendo un proceso físico por gravedad que implica el paso del agua a través de materiales granulares o porosos con el objetivo de retener bacterias y partículas suspendidas. Este método ha demostrado su éxito en sistemas colectivos de potabilización. Sin embargo, se han explorado diversas modificaciones para optimizar su aplicación en el abastecimiento doméstico de las comunidades. En este sentido, se emplean una variedad de medios filtrantes y combinaciones de estos, tales como antracita, arena silíceo, carbón activado, membranas, entre otros, para mejorar la eficiencia del proceso y garantizar la calidad del agua destinada al consumo humano.

También es posible implementar un sistema de filtración avanzada con el objetivo de eliminar los contaminantes y sedimentos presentes en el agua, asegurando su potabilidad y seguridad para el consumo humano. La filtración avanzada se basa en el uso de tecnologías y métodos innovadores diseñados para eliminar una amplia gama de contaminantes y sedimentos que puedan estar presentes en el suministro de agua. Este enfoque va más allá de la simple filtración convencional al incorporar diversos medios y procesos especializados.

La filtración avanzada puede incluir el uso de membranas de ultrafiltración, ósmosis inversa, adsorción y otros tratamientos avanzados que son altamente efectivos en la eliminación de impurezas y agentes contaminantes. Estas tecnologías permiten retener bacterias, virus, quistes, productos químicos, metales pesados y otras sustancias no deseadas, garantizando así la calidad del agua para el consumo humano.

### **5.1.1. Filtración por grava y arena.**

Los sistemas de filtración en gravas de flujo ascendente, los cuales consisten en una o varias unidades que contienen grava en su interior. En el caso de los sistemas formados por una sola unidad de filtración en gravas de flujo ascendente (FGAC), esta está empacada con capas de grava de diferentes tamaños, desde gruesas en el fondo hasta finas en la superficie. En sistemas con más de una unidad, como la Filtración en Gravas de Flujo Ascendente en Serie (FGAS), cada módulo se llena con un tamaño predominante de grava que disminuye en el sentido del flujo. (Marín, 2011, pág. 24)

La filtración por grava es un proceso para la remoción de sólidos suspendidos y ciertos contaminantes del agua. A continuación, se detalla los pasos en un sistema de filtración por grava:

#### **5.1.1.1. Preparación del Lecho de Grava:**

- Se selecciona escrupulosamente la grava con diferentes tamaños de partículas, desde gruesa hasta fina, para formar un lecho filtrante eficiente.
- El lecho de grava se ubica en una o varias unidades de filtración, dependiendo del diseño del sistema.

#### **5.1.1.2. Carga y Distribución del Agua:**

- El agua que va a ser filtrada se empotra en la parte inferior del lecho de grava (flujo ascendente) o por la parte superior (flujo descendente), dependiendo del diseño del sistema.
- Un sistema de distribución uniforme garantiza que el agua se distribuya de manera pareja sobre todo el lecho de grava.

#### **5.1.1.3. Filtración a Través del Lecho:**

- El agua atraviesa lentamente el lecho de grava. Durante este proceso, las partículas sólidas suspendidas en el agua quedan atrapadas entre las partículas de grava.



- Las partículas más grandes tienden a quedar atrapadas en las capas superiores del lecho, mientras las partículas más pequeñas pueden penetrar más profundamente antes de quedar atrapadas.

#### *5.1.1.4. Remoción de Contaminantes:*

- A medida que el agua pasa a través del lecho de grava, ocurre la remoción física de partículas, así como procesos de adsorción y precipitación de algunos contaminantes.
- Los contaminantes pueden incluir sólidos suspendidos, turbidez, materia orgánica y ciertos metales.

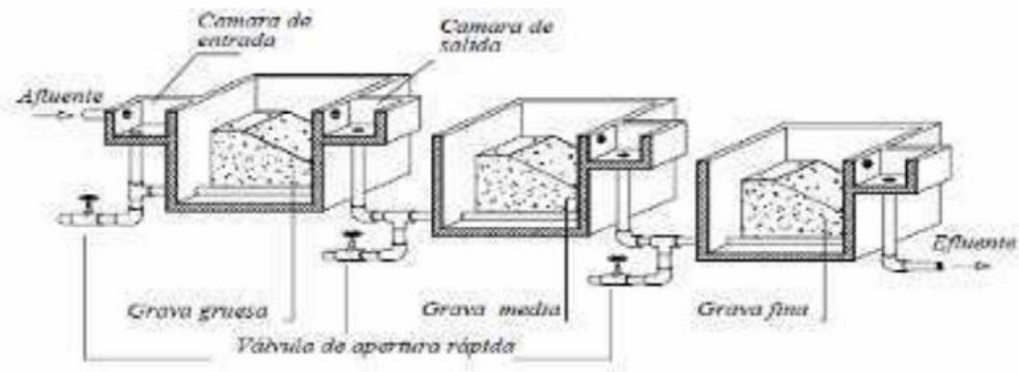
#### *5.1.1.5. Lavado y Mantenimiento:*

- Es necesario realizar periódicamente el lavado del lecho de grava para eliminar las partículas acumuladas y conservar la eficiencia del sistema.
- El lavado generalmente se realiza mediante retro-lavado, donde se invierte el flujo de agua a través del lecho para aflojar y expulsar las partículas retenidas

#### *5.1.1.6. Monitoreo y Control:*

- Se monitorea regularmente la calidad del agua tratada para asegurar que el sistema esté funcionando correctamente.
- Se pueden ajustar los parámetros como la velocidad de flujo y la frecuencia de lavado según sea necesario para garantizar el rendimiento de la filtración.

Los pasos anteriores se pueden observar en la ilustración 5-1.



**Ilustración 5-1:** Corte isométrico de un filtro grueso ascendente en serie.

Fuente: (Marín, 2011, pág. 25)

### 5.1.2. Filtración por grava y arena.

La filtración por grava y arena, a veces llamada filtración multimedia, combina el uso de diferentes medios filtrantes (grava y arena) para mejorar la eficiencia en la remoción de partículas y contaminantes del agua.

#### 5.1.2.1. Preparación del Filtro Multimedia

- Se utiliza un tanque de filtración diseñado para contener capas de diferentes medios filtrantes, típicamente grava en la parte inferior seguida por arena en la parte superior.
- La grava se selecciona en diferentes tamaños de partículas para proporcionar un soporte estable para la capa de arena.

#### 5.1.2.2. Carga del Agua por Filtrar

- El agua a ser tratada se introduce en la parte superior del filtro y se distribuye de manera uniforme sobre la capa de grava.
- El agua fluye a través de la capa de grava y luego entra en la capa de arena.

#### 5.1.2.3. Proceso de Filtración por Grava

- A medida que el agua atraviesa la capa de grava, las partículas más grandes y algunas impurezas son retenidas en los espacios entre las partículas de grava.

- La filtración por grava ayuda a eliminar las partículas más grandes y a mejorar la distribución del flujo de agua antes de que ingrese a la capa de arena.

#### *5.1.2.4. Proceso de Filtración por Arena*

- El agua pasa a través de la capa de arena, donde ocurre la filtración final. Las partículas más pequeñas, microorganismos y otros contaminantes son atrapados en los poros de la arena.
- La arena actúa como un medio filtrante fino y efectivo debido a su alta capacidad para retener partículas y su superficie rugosa que promueve la adsorción de contaminantes.

#### *5.1.2.5. Limpieza y Mantenimiento.*

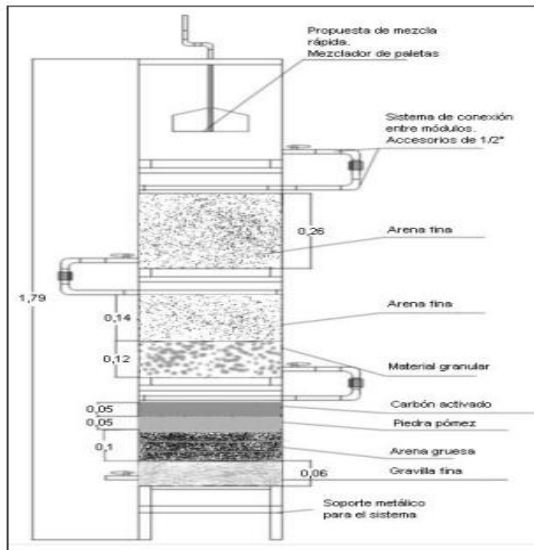
- Cuando la capa de arena se obstruye con impurezas, se realiza un proceso de retro-lavado para limpiar el filtro.
- Durante el retro-lavado, se invierte el flujo de agua a través del filtro para aflojar y eliminar las partículas atrapadas en la arena y la grava. El agua sucia se drena fuera del sistema.

#### *5.1.2.6. Monitoreo y Ajustes*

- Se monitorea la calidad del agua tratada para asegurar que el filtro esté funcionando eficazmente.
- Se ajustan parámetros como la velocidad de flujo, la profundidad de la capa de arena/grava y la frecuencia de retro-lavado según sea necesario para mantener un rendimiento óptimo del filtro.

La filtración por grava y arena es ampliamente utilizada en plantas de tratamiento de agua potable, sistemas de tratamiento de aguas residuales, piscinas y otras aplicaciones donde se requiere una filtración efectiva para mejorar la calidad del agua. La combinación de diferentes medios filtrantes permite una remoción más completa de contaminantes de diferentes tamaños y características.

Los pasos anteriores se pueden observar en la ilustración 5-2



**Ilustración 5-1:** Esquema del sistema Torre de Tratamiento

Fuente: (Marín, 2011, pág. 26)

## 5.2. Cloración.







La cloración es la alternativa de procesos de desinfección con mayor uso en latino américa y el caribe, tanto en plantas de tratamiento de agua potable como a nivel domiciliario. Para la desinfección del agua de forma individual, los compuestos de cloro más utilizados son el hipoclorito de sodio, que se presenta en estado líquido y el hipoclorito de calcio, que se encuentra en estado sólido y comercialmente lo venden en polvo y/o en pastillas, estos compuestos son de fácil accesibilidad y asequibilidad, ya que se pueden conseguir a nivel local (Botero, 2020, pág. 36) y se pueden observar en la ilustración 5-3



**Ilustración 5-3:** Compuestos de cloro: a) Biocloro. (b) Hipoclorito de calcio granular. (c) Hipoclorito de calcio den tabletas

Fuente: (Botero, 2020, pág. 37)

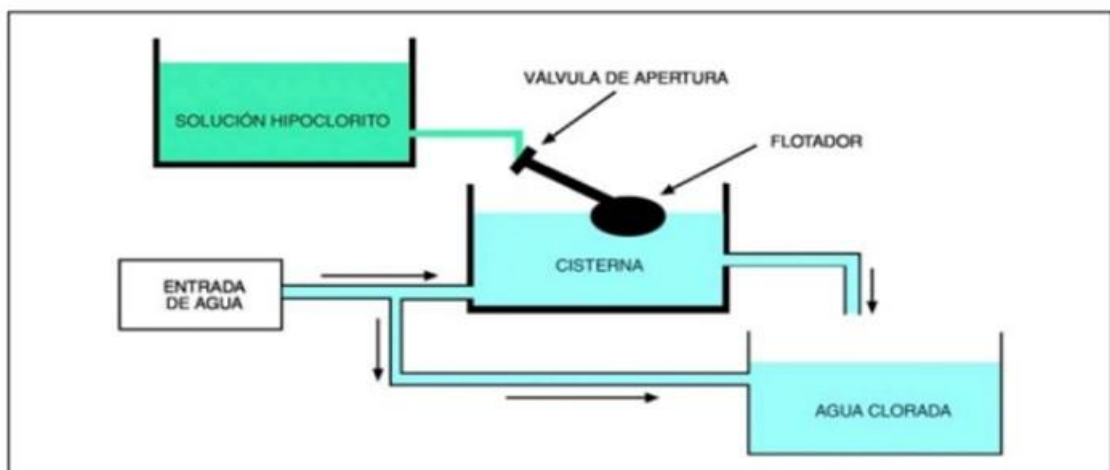
El uso del cloro para la desinfección del agua, alimentos crudos o limpieza de superficies debe hacerse de manera correcta. Como se puede observar en la ilustración 5-4

- 
 • **Desinfección para tanques de agua**, para tanques de 55 galones (220 litros) 2 tapitas de cloro.
- 
 • **Desinfección para bebida de agua**, se usa 1 gota de cloro por cada litro de agua, si el agua es muy turbia agregar 1 gota más. Mezclar bien y dejar reposar por 30 minutos antes de consumir.
- 
 • **Desinfección por ebullición**, se debe hervir el agua y dejar un minuto luego del hervor. Mantener preferiblemente el agua en el mismo recipiente para evitar contaminación.
- 
 • **Desinfección con Yodo**. - 8 gotas de solución de yodo al 2% por cada galón (4 litros) de agua. Mezclar bien y dejar reposar antes de consumir.
- 
 • **Desinfección para alimentos crudos**, 3 gotas de cloro por cada litro de agua, si se nota turbiedad agregar una gota más de agua. Mezclar y dejar reposar por 30 minutos antes de consumir.
- 
 • **Desinfección de pisos, baños, letrinas**. - en un balde añadir 1/3 de taza de cloro. Mezclar bien y utilizar para la limpieza.

#### Ilustración 5-4: Guía de desinfección con cloro

Fuente: (Guía de desinfección del agua mediante la aplicación del cloro en los sistemas de agua potable rurales, 2018)

Para garantizar una dosificación segura y efectiva del hipoclorito, es fundamental conocer las características específicas del producto. Esto se logra leyendo detenidamente la ficha de seguridad del hipoclorito que se utilizará. A continuación, se presenta un esquema del funcionamiento de los dosificadores de cloración en la ilustración 5-5. Este enfoque asegura que se comprendan adecuadamente las propiedades del hipoclorito, como su concentración y comportamiento químico, lo que es crucial para determinar la cantidad correcta a dosificar y mantener la calidad del tratamiento del agua.



#### Ilustración 5-5: Equipos de dosificadores de cloro

Fuente: (Guía de desinfección del agua mediante la aplicación del cloro en los sistemas de agua potable rurales, 2018)

### 5.3. Ajuste del pH.

El ajuste del pH es el método más común para reducir la corrosión en los sistemas de distribución de agua. Los iones hidronio (H<sup>+</sup>) actúan como receptores de electrones y participan rápidamente en reacciones de corrosión electroquímicas. Las aguas ácidas son generalmente corrosivas debido a la alta concentración de iones hidronio. El pH del agua determina la solubilidad de los materiales de la tubería. Los materiales utilizados en los sistemas de distribución de agua se disuelven más rápidamente en un pH más bajo (De Sousa et al, 2010).

El control del pH en la potabilización del agua es crucial, especialmente en dos etapas principales (De Sousa et al, 2010, pág 189):

1. Coagulación: Existe un valor de pH óptimo para que este proceso sea más eficiente, el cual depende del coagulante utilizado y la naturaleza del agua a tratar. Para sales de aluminio, el rango de pH es teóricamente de 6,5 a 8,0, y para sales de hierro, el rango óptimo de pH es de 5,5 a 8,5. Se realizan pruebas de jarra para determinar el pH más adecuado.

2. Desinfección: Durante la desinfección, la reacción del hipoclorito de sodio añade iones H<sup>+</sup>, lo que disminuye el pH. La ecuación química correspondiente es:



Asegurar un pH adecuado en estas etapas es esencial para garantizar la eficacia de los procesos de tratamiento de agua y para proteger la integridad de los sistemas de distribución.

### 5.4. Capacitación Comunitaria

Realizar programas de capacitación para las comunidades locales, con el fin de promover prácticas de conservación del agua y el uso responsable de los recursos hídricos.

La capacitación comunitaria en el contexto del tratamiento del agua es un proceso fundamental que implica educar y empoderar a las comunidades locales sobre temas relacionados con la gestión del agua, la conservación de recursos hídricos y la promoción de prácticas saludables de consumo de agua. Algunos aspectos importantes de la capacitación comunitaria incluyen:

- Conciencia sobre la Importancia del Agua
- Uso Responsable del Agua
- Higiene y Saneamiento

- Conocimiento sobre el Proceso de Tratamiento del Agua.
- Participación de la Comunidad

En resumen, la capacitación comunitaria es una herramienta poderosa para promover la salud, la seguridad y la sostenibilidad en el suministro de agua potable. Al educar y empoderar a las comunidades locales, se pueden lograr mejoras significativas en la calidad de vida y el bienestar de las personas, así como en la protección y conservación de los recursos hídricos.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES.

- Se determinó la calidad del agua para consumo humano en las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbe 1 y 2 del cantón Colta, provincia del Chimborazo. Durante esta evaluación, se analizaron diversos parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua, que incluyeron el pH, turbidez, niveles de coliformes fecales y otros parámetros. Como resultado de esta evaluación, se han propuesto algunos tratamientos destinados a mejorar la calidad del agua en estas comunidades. Estos tratamientos pueden incluir sistemas de filtración, desinfección u otras medidas específicas para abordar los contaminantes identificados y garantizar un suministro de agua seguro y potable para la población local.
- Se analizaron las características fisicoquímicas del agua en las cuatro comunidades de estudio. Se detectaron niveles bajos de cloro residual y niveles elevados de conductividad, alcalinidad, calcio y dureza total expresada como  $\text{CaCO}_3$ . Sin embargo, los parámetros pH, turbidez, color, cloruros, fluoruros y amonios se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma INEN 1108.
- Se establecieron las características microbiológicas del agua en las fases de captación y distribución en las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbe 1 y 2, del cantón Colta en la provincia de Chimborazo, según los estándares de la Norma INEN 1108. Los resultados mostraron que en las cuatro comunidades los niveles de coliformes fecales exceden los parámetros establecidos en la Norma INEN 1108, que es de  $<1.1$  NMP.
- Se propusieron tratamientos de agua para mejorar la calidad del agua en las comunidades de Majipamba, Troje Chico, Troje Grande y Columbe 1 y 2. Se enfocó en ofrecer alternativas económicas y de fácil implementación para los habitantes, centrándose en los tratamientos de cloración y filtración del agua.

### RECOMENDACIONES.

- Es fundamental continuar monitoreando y aplicando tratamientos adicionales a la fuente de agua debido a la detección de niveles elevados de ciertos parámetros químicos y microbiológicos. Esto es crucial para una gestión adecuada de los recursos hídricos.



- Se sugiere aumentar la dosificación de cloro, dado que se han detectado niveles muy bajos de concentración de cloro residual en las muestras de agua tomadas en las cuatro comunidades estudiadas.
  
- Se recomienda implementar tratamientos específicos para reducir los parámetros que exceden los límites permisibles de coliformes fecales en las muestras de agua, asegurando así la seguridad y calidad del agua para consumo humano.
  
- Además, se aconseja evitar el uso frecuente del agua durante la época lluviosa debido al mayor arrastre de materia orgánica, lo cual puede afectar negativamente a los habitantes de las diferentes comunidades.

## GLOSARIO

**Coliformes fecales:** Las bacterias coliformes son ampliamente utilizadas como indicadores de contaminación hídrica, pues su presencia en el agua refleja una probable contaminación fecal. (Silva et al, 2023, pág. 47)

**Contaminantes:** compuestos de origen antropogénicos presentes en las aguas naturales a concentraciones de micro y nanogramos Los contaminantes emergentes son sustancias químicas o materiales que pueden afectar al medio ambiente, a la salud humana y los seres acuáticos. (Hernández, 2023, pág. 17)

**EDTA:** o ácido etilendiaminotetraacético es el valorante más utilizado en volumetrías complexométricas y análisis de dureza de agua o también como agente quelante para la formación de complejos químicos con iones metálicos. (Campillo, 2011, p. 10)

**Escherichia-coli:** Bacteria que se encuentra en los intestinos de las personas, animales, ambiente, alimentos y agua sin tratar (Organización mundial de la salud, 2018).

**Espectrofotómetro:** es un instrumento que proyecta un haz de luz a través de una muestra y medir la absorbancia (la cantidad de luz absorbida por la muestra) o la transmitancia (la cantidad de luz que pasa a través de la muestra). (García, 2018. Pág. 79)

**Manantial:** El manantial está labrado en rocas ígneas de tipo volcánico. Los manantiales son aguas subterráneas que debido a la orografía emergen a la superficie, generalmente en laderas o llanuras, al encontrar las corrientes capas impermeables en los suelos por los que discurren. (Rodríguez et al., 2003. Pág. 3)

**Rocas calcáreas:** Son rocas sedimentadas que tiene resistencia eléctrica. (Tatis y Barbosa, 2013. Pág. 248)

## BIBLIOGRAFÍA.

1. **AGUILAR SEQUEIROS, Oscar & NAVARRO ALFARO, Brillith.** Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer Nivel). Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales. Ambato-Ecuador. 2018. págs. 38-41 [Consulta: 2024-02-12]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14512/130>
2. **ARANDA HUARI, Luis Enrique.** Diseño del sistema de captación de agua pluvial en techos como alternativa para el ahorro de agua potable en la ciudad de Huancayo 2014. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad Nacional Del Centro Del Perú, Facultad de Ingeniería Civil. Huancayo-Perú. 2015. pág. 38. [Consulta: 14 febrero 2024]. Disponible: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/396/TCIV\\_07.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/396/TCIV_07.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. **ARGUELLO HERNÁNDEZ, Paola.; CARRILLO, Ligia.; ESCOBAR ARRIETA, Sandra.; GUANANGA DÍAZ, Nelly.; ANDUEZA LEAL, Félix.; & ALBUJA LANDI, Ana.** “Evaluación físico-química y microbiológica del sistema de agua que abastece a las plantas procesadoras de queso fresco artesanal de la parroquia Quimiag-Riobamba-Ecuador”. *Perfiles* [En línea], 2019, (Ecuador) vol.1, (21), págs. 12-19 [Consulta: 2024.03.05]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/348303416\\_EVALUACION\\_FISICO-QUIMICA\\_Y\\_MICROBIOLOGICA\\_DEL\\_SISTEMA\\_DE\\_AGUA\\_QUE\\_ABASTECE\\_A\\_LAS\\_PLANTAS\\_PROCESADORAS\\_DE\\_QUESO\\_FRESCO\\_ARTESANAL\\_DE\\_LA\\_PARROQUIA\\_QUIMIAG-\\_RIOBAMBA-ECUADOR](https://www.researchgate.net/publication/348303416_EVALUACION_FISICO-QUIMICA_Y_MICROBIOLOGICA_DEL_SISTEMA_DE_AGUA_QUE_ABASTECE_A_LAS_PLANTAS_PROCESADORAS_DE_QUESO_FRESCO_ARTESANAL_DE_LA_PARROQUIA_QUIMIAG-_RIOBAMBA-ECUADOR)
4. **BALDEÓN CAJO, José Enrique.** Control de la calidad del agua para consumo humano a través de parámetros físicoquímicos y microbiológicos en la parroquia San Andrés, Chimborazo, para una gestión sanitaria eficiente. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Magister), Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales. Quito-Ecuador, 2018. pág. 4. [2024-02-02]. Disponible: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3166>
5. **BOTERO RIVERA, Mariana.** Generación y selección de alternativas de filtración del agua para el abastecimiento doméstico. [En línea]. Universidad de Antioquia, Facultad

de Ingeniería, Escuela Ambiental. (Trabajo de titulación) (Tercer Nivel). Medellín-Colombia. 2020. págs. 30-38 [Consulta: 2024-02-12]. Disponible en: BoteroMariana\_2021\_GeneracionAlternativasFiltracion.pdf (udea.edu.co)

6. **BAUTISTA COVARRUBIAS, Juan Carlos & VELAZCO ARCE, Javier Marcial de Jesús Ruiz.** “Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana “. *Dirección de Fortalecimiento a la Investigación* [en línea], 2011, (México), n.3, pág. 11. [Consulta: 2024-02-15]. ISSN 2007-0713. Disponible en: <http://dspace.uan.mx:8080/bitstream/123456789/568/1/Calidad%20de%20agua%20para%20el%20cultivo%20de%20Tilapia.pdf>
7. **BORBOLLA SALA, Manuel E.; CRUZ VÁZQUEZ, Lucio de la.; PIÑA GUTIÉRREZ, Olga E.; FUENTE GUTIÉRREZ, José del C. de la.; & GARRIDO PÉREZ Silvia M. G.** “Calidad del agua en Tabasco “. *Salud en Tabasco* [en línea]. 2003, (Tabasco), vol. 9(1), págs. 170-177. [Consulta; 2024-03-15]. ISSN: 1405-2091. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48709106>
8. **CALDERÓN LÓPEZ, Carmen Cristina & ORELLANA YÁNEZ, Vanesa Elizabeth.** Control de calidad del agua potable que se distribuye en los Campus: Central, Hospitalidad, Balzay, Paraíso, Yanuncay y las granjas de Iruquis y Romeral pertenecientes a la Universidad de Cuenca. [En línea]. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Bioquímica Y Farmacia. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Cuenca-Ecuador. 2015. págs. 18-33 [Consulta: 2024-02-14]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22285>
9. **CAMPILLO SEVA, N.** “Equilibrios y volumetrías de complejación”. *Universidad de Murcia* [en línea], 2011, (España), págs. 1-12. [Consulta: 2023-06-18]. Disponible en: <https://www.um.es/documents/4874468/11830096/tema-6.pdf/989e089b-86db-402e-a0e6-0bc9dec32baf>
10. **CASTRO PERDOMO, Nelson Arsenio & RAJAD EL ACOSTA, Olimpia Nilda.** “Otra cara de la problemática del agua y el cambio climático; dos realidades sinérgicas yuxtapuestas “. *Universidad y Sociedad* [En línea], 2021, vol. 13 (4), págs. 351-360. [Consulta: 24-03-2024]. ISSN 2218-3620. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2218-36202021000400351](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202021000400351)

11. **CÓRDOVA LÓPEZ, Helga Kelly.** Evaluación físico-química y microbiológica del agua que consume la población de los caseríos San Cristóbal Chico y El Cardo del distrito de Olmos-Lambayeque. [En línea]. (Trabajo de titulación) (tercer nivel). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultada de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Escuela de Ingeniería Química. Lambayeque-Perú. 2024.págs. 14-15. [Consulta: 2024-03-18]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/12615>
12. **CONTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DE ECUADOR, 2008.** Segundo Suplemento, Registro Oficial N° 305 de 10 de agosto del 2014. Disponible en: Segundo Suplemento al Registro Oficial No. 305 ([registroficial.gob.ec](http://registroficial.gob.ec))
13. **DE SOUSA, Cristina; CORREIA, Angelina & COLMENARES, María Cristina.** "Corrosión e incrustaciones en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control". *Bol Mal Salud Amb* [en línea], 2010, (Venezuela), vol. 50, n.2, págs. 187-196. [Consulta: 2024-02-05]. ISSN 1010-2914. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142017000300007](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142017000300007)
14. **ESCOBAR ARRIETA, Sandra.; ALBUJA, Ana.; & ANDUEZA LEAL, Félix Daniel.** "Calidad fisicoquímica del agua de la laguna Colta ". *Figempa* [en línea], 2021, (Chimborazo-Ecuador), vol. 11, n.1, págs. 76-81. [Consulta: 2024-03-04]. ISSN 2602-8484. Disponible en: <https://doi.org/10.29166/revfig.v11i1.3135>.
15. **ESPITIA IRIARTE, Nevis Matilde.** Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Posgrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Lima-Perú. 2019, pág. 25. [Consulta: 2024-04-04]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323351713.pdf>
16. **FERNÁNDEZ CIRELLI, Alicia** "El agua: un recurso esencial". *Química Viva* [en línea], 2012, (Argentina.), vol. 11, n.3, págs. 147-170. [Consulta: 2024-02-14]. ISSN 1666-7948. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002>
17. **FERNÁNDEZ SANTISTEBAN, María Teresa.** "Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas". *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar* [en línea], 2017, vol. 51(2), págs. 70-73. [Consulta: 2024-03-10]. ISSN 0138-6204. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251011>

18. **HERRERA DOMÍNGUEZ, Miguel Ángel.** Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria del centro poblado Huancapampa, distrito Recuay, provincia de Recuay, región de Ancash, agosto – 2019. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad Católica los Ángeles Chimbote, Facultad de ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. (Chimbote-Perú). 2019. págs. 13-14. [Consulta: 2024-02-03]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/14627>
19. **GARCÍA ZAMORA, Irene & SAFAR, Elizabeth.** *Determinación de contaminantes emergentes en aguas superficiales.* [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad de JAÈN, Facultad de Ciencias Experimentales, Jaèn 2023. Págs. 50. Disponible en: [TFG\\_García Zamora\\_Irene.pdf \(ujaen.es\)](https://repositorio.ujaen.es/TFG_García_Zamora_Irene.pdf)
20. **GARCÍA, Roberto Daniel.** “Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro “. *Avances en Química* [En línea], 2018, (Mérida-Venezuela), vol. 13 (3), págs. 79-82. [Consulta: 2024-04-28]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93368279004>
21. **GARROS, María & SAFAR, Elizabeth.** *Agua segura como derecho humano.* [En línea]. Salta Universidad católica de Salta. Editorial Eucasa. 2020, [Consultado 11-02-2024]. Disponible en: [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=LfboD-wAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=garros+2020+agua+segura&ots=JThOu0yOwB&sig=3AYrI7QKFnGe\\_1U6cZ0SZJvOLbs#v=onepage&q=garros%202020%20agua%20segura&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=LfboD-wAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=garros+2020+agua+segura&ots=JThOu0yOwB&sig=3AYrI7QKFnGe_1U6cZ0SZJvOLbs#v=onepage&q=garros%202020%20agua%20segura&f=false).
22. **GOOGLE MAPS.** (2024). *Google Maps.* <https://www.google.com/maps/@-1.6727469,-78.6413305,17z?entry=ttu>
23. **GÓMEZ PEREIRA, July Paola.** Estandarización de cuatro métodos de análisis para la determinación de la alcalinidad total, dureza total, dureza cálcica y cloruros utilizados como indicadores de contaminación en aguas naturales, potables y residuales industriales. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad Industrial de Santander, Facultad de ciencias, Escuela de Química. Bucaramanga. 2013. págs. 37-41. [Consulta: 2024-04-28]. Disponible en: <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/05e88a67-c653-4b35-8304-8103f9f5bee0/content>

24. **GONZÁLEZ BEDOYA, María Alejandra.** Estandarización de las metodologías para el análisis de pH, alcalinidad y turbidez en muestras de agua potable en el laboratorio de la asociación municipal de acueductos comunitarios de Dosquebradas (AMAC). [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad Tecnológica De Pereira, Facultad De Tecnología, Escuela De Tecnología Química, Programa De Tecnología Química. 2015. págs. 29-141. págs. 29-141. [Consultado: 21-02-2024]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/71398369.pdf>
25. **GUIA DE DESINFECCIÓN DEL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL CLORO EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURALES.** Comunidades rurales de Sierra Centro del Ecuador. (2018). [En línea]. Del cloro en los sistemas de agua potable rurales. Disponible en: OPS-COSUDE 2007. Guía selección del sistema desinfección.pdf (sswm.info)
26. **GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. & DE LA VARA SALAZAR, Román.** *Análisis y diseño de experimentos* [en línea]. Guadalajara-México: McGraw-Hill Interamericana, 2008. [Consulta: 24-03-2024]. Disponible en: [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis\\_y\\_diseno\\_experimentos.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf)
27. **GUZMAN, Blanca Lisseth.; NAVA, Gerardo.; & DIAZ, Paula.** “La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012“. *Biomédica* [En línea], 2015, (Colombia), vol. 35, págs. 177-190. [Consultado: 2024-08-20]. ISSN 0120-4157. Disponible en: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>.
28. **HUTTON, Guy & VARUGHESE, Mili.** *The costs of meeting the 2030 sustainable development goal targets on drinking water, sanitation, and hygiene. summary report (English).* Water and Sanitation Program summary report Washington, D.C. : World Bank. 2016.[Online]. [Consulta: 12 de marzo 2024], pp. 6. Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/847191468000296045/The-costs-of-meeting-the-2030-sustainable-development-goal-targets-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-summary-report>

29. **IE PROYECTO: K043 SENAGUA.** *Agua Potable y Saneamiento Rural*. Ministerio del Ambiente y Agua.
30. **INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METODOLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES.** Boletín N° 16 - 2023. pág. 11. [Consulta: 2024-03-12]. Disponible en: [Boletín\\_CWRF.pdf \(inamhi.gob.ec\)](#)
31. **LEY ORGANICA DE SALUD.** Ley 67 Registro Oficial Suplemento 423 de 22-dic.-2006 Última modificación: 18-dic.-2015. Disponible en: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORG%C3%81NICA-DE-SALUD4.pdf](#)
32. **LUCAS ROSALES, Jorge Jonathan & ROMERO DAMAS, Liz Roció.** Determinación del pH y tamaño de partícula óptimos para la remoción de arsénico con dolomita del agua potable de Jauja Metropolitana. [En línea]. (Trabajo de titulación) (tercer nivel). Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Química. Huancayo-Perú. 2015. pág. 98. [Consulta: 2024-03-28]. Disponible en: [https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3737](#)
33. **MARCÓ, Leandro.; AZARIO, Ricardo.; METZLER, Celia.; & GARCIA, María del Carmen.** “La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina) “. *Higiene y Sanidad Ambiental* [en línea], 2004, (Uruguay), vol. 4, págs. 72-82. [Consulta: 2024-03-16]. Disponible en: [https://www.virtualpro.co/biblioteca/la-turbidez-como-indicador-basico-de-calidad-de-aguas-potabilizadas-a-partir-de-fuentes-superficiales-propuestas-a-proposito-del-estudio-del-sistema-de-potabilizacion-y-distribucion-en-la-ciudad-de-concepcion-del-uruguay-entre-rios-argentina-](#)
34. **MARIN BURBANO, Lina María.** Remoción de hierro y manganeso por oxidación con cloro y filtración en grava. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente. Cali-Colombia. 2011. págs. 22-27 [Consulta: 2024-03-05]. Disponible en: [Remocion\\_de\\_Hierro\\_y\\_Manganeso\\_CB-0450286-libre.pdf \(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net\)](#)



35. **MARILUZ JIMENEZ, Jorge Antonio.** Protocolos para el mejoramiento de la calidad del agua en el sistema de producción de agua potable en la ciudad de Pomabamba-Ancash. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad Nacional del Callao Facultad de Ingeniería Química, Escuela Profesional de Ingeniería Química. Callao. 2020. pág. 1-33[Consulta: 2024-03-01]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12952/7367>
36. **MARTÍNEZ VARGAS, Camilo, & ARIAS, Diego.** Evaluación de factores que inciden en la calidad del agua potable del municipio de Silvania – Cundinamarca. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad Católica De Colombia, Facultad de Ingeniería. Silvania - Cundinamarca. 2018. pág. 30. [Consulta: 01 de marzo 2024]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b530a893-5a53-43f5-afc8-721fde200b8d/content>
37. **MELARA QUINTANILLA, Silva.** Determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en agua de consumo humano en la colonia los naranjos, Apopa, San Salvador. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia. San Salvador-El Salvador. 2016. pág. 19. [Consulta: 2024-03-01]. Disponible en: <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/10444/1/16103677.pdf>
38. **MORELL EVANGELISTA, Ignacio. & HERNÁNDEZ, Félix.** *El agua en Castellón: un reto para el siglo XXI.* [En línea]. Tercera edición. Universidad Jaume. 2000. [Consulta: 2024-03-15]. Disponible en: El agua en Castellón: un reto para el siglo XXI - Ignacio Morell Evangelista, Félix Hernández - Google Libros.
39. **MORENO VÁZQUEZ, José Luis.** *Despojo de agua en la cuenca del río Yaqui* Hermosillo, Sonora, México: El Colegio de Sonora, 2015. [Consulta: 2024-03-05]. Disponible en: <https://repositorio.colson.edu.mx/handle/2012/44508>
40. **MUÑOZ CRUZ, Amílcar.** Caracterización y tratamiento de aguas residuales. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad autónoma del estado de Hidalgo. México. 2008. pág. 13. [Consulta: 2024-02-14]. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/?sequence=1>
41. **NTE INEN 1107:2013.** *Determinación de calcio método edta.* Disponible en: <https://www.insistec.ec/images/insistec/02-cliente/07>

descargas/NTE%20INEN%201107%20-%20AGUAS.%20DETERMINACI%C3%93N%20DEL%20CALCIO.%20M%C3%89%20TODO%20EDTA.pdf

42. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda. *Organización Mundial de La Salud*, 4, 608. Disponible en: <https://bitly.co/7FYT>
43. **ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *E. coli* [Blog]. 2018. [Consulta: 18 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
44. **ORTA OÑA, Diego Alexander & PABÓN MINCHALA, Pamela Viviana.** Evaluación de la calidad del agua de consumo de la junta administradora de agua potable y saneamiento regional Canchagua. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Escuela Politécnica Nacional, Escuela de Formación de Tecnólogos. Quito-Ecuador. 2020. págs. 36-37. [Consulta: 2024-04-04]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20677?mode=full>
45. **ORTIZ L, Miriam C & RIOS DE S, Manuela.** “Comparación de los métodos Petrifilm<sup>TM</sup> coliformes y Número Más Probable (NMP) para la determinación de coliformes fecales en muestras de queso blanco”. *INHRR*. [En línea]. (Caracas). 2006, vol.37, n.2. págs.15-18 [Consulta: 2024-02-24] ISSN 0798-0477. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-04772006000200003&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772006000200003&lng=es&nrm=iso).
46. **OSEJOS, Antonio.; MERINO, Jose.; Ponce, Oswaldo. & CAÑARTE, Luz.** “Análisis del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Jipijapa (Manabí - Ecuador) año 2015”. *Revista SATHIRI*, [En línea]. 2018, vol.13, n.2 [Consultado 2024-03-24]. págs. 152-165. Disponible en: <https://doi.org/10.32645/13906925.762>
47. **PEREZ LOPEZ, Esteban.** “Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica”. *Tecnología en Marcha* [En línea]. 2016, vol.29, n.3 pág. 3-14. [Consulta: 2024-02-03] ISSN 0379-3982. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v29i3.2884>.
48. **PÉREZ CHANCA, Roli Elito & RAMOS CASTELLANOS, Gisela.** Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito

y provincia de Huancavelica – 2018. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Escuela Profesional de Ambiental y Sanitaria. Huancavelica-Perú. 2018. pág. 12 [Consulta: 2024-04-03]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2181>

49. **QUINTANA PABÓN, Andrés.** Desarrollo de un sistema de filtración para la remoción de dureza del agua en la empresa Cosmogre en S.A.S Cúcuta- Norte de Santander A. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Universidad de Pamplona, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Pamplona-Colombia. 2019. pág. 11. [Consulta: 2024-02-03]. Disponible en: [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5124/1/Quintana\\_2019\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5124/1/Quintana_2019_TG.pdf)
50. **QUINTEROS CACERES, María Elisa.** “Controversias del uso de agua potable fluorada“. *Estudios atacameños* “[En línea], 2019, (Chile), n.62, pág. 1. [Consulta: 2024-03-02]. ISSN 0718-1043. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-10432019005001101&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-10432019005001101&script=sci_arttext)
51. **RESOLUCION No. 002-2017-CNP.** Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021. Disponible en: Documento\_Plan-Nacional-Buen-Vivir-2017-2021.pdf (www.gob.ec)
52. **RÍOS TOBÓN, Sandra.; AGUDELO CADAVID, Ruth. & GUTIÉRREZ BUILES, Lina.** “Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano”. *Revista Facultad Nacional De Salud Pública*, 35(2), 2017, [En línea]. págs. 236–247. [Consulta: 2024-03-20]. Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
53. **RODRIGUEZ MORALES, Vilma; BUSTAMANTE ALFONSO, Leticia & MIRABAL JEAN-CLAUDE, Magdalena.** La protección del medio ambiente y la salud, un desafío social y ético actual. *Rev Cubana Salud Pública* [En línea]. 2011, vol.37, n.4 [Consulta: 2024-03-05]. págs. 510-518. ISSN 0864-3466. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662011000400015&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662011000400015&lng=es&nrm=iso).
54. **RODRÍGUEZ ZAMORA, Johel.** “Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de

Grecia, cantón de Alajuela, noviembre del 2008“. *Revista Pensamiento Actual* [En línea], 2009, (Costa Rica), vol. 9 (12-13), pág. 125-134. [Consulta: 02 de marzo 2024]. ISSN 1409-0112. Disponible en:

[bing.com/ck/a?!&&p=5bfaabefe9feab33JmltdHM9MTcxOTc5MjAwMCZpZ3VpZD0xOWI3NDNmMy1lMGUzLTZhOTgtMWE5Ny01MDIyZTE0YzZiMWImaW5zaWQ9NTIxNg&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=19b743f3-e0e3-6a98-1a97-5022e14c6b1b&psq=Parámetros+fisicoquímicos+de+dureza+total+en+calcio+y+magnésio%2c+pH%2c+conductividad+y+temperatura+del+agua+potable+analizados+en+conjunto+con+las+Asociaciones+Administradoras+del+Acueducto%2c+\(ASADAS\)%2c+de+cada+distrito+de+Grecia%2c+cantón+de+Alajuela&u=a1aHR0cHM6Ly9kaWFsbmV0LnVuaXJpb2phLmVzL2Rlc2NhcmdhL2FydGljdWxvLzU4OTc5MzIucGRm&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=5bfaabefe9feab33JmltdHM9MTcxOTc5MjAwMCZpZ3VpZD0xOWI3NDNmMy1lMGUzLTZhOTgtMWE5Ny01MDIyZTE0YzZiMWImaW5zaWQ9NTIxNg&ptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=19b743f3-e0e3-6a98-1a97-5022e14c6b1b&psq=Parámetros+fisicoquímicos+de+dureza+total+en+calcio+y+magnésio%2c+pH%2c+conductividad+y+temperatura+del+agua+potable+analizados+en+conjunto+con+las+Asociaciones+Administradoras+del+Acueducto%2c+(ASADAS)%2c+de+cada+distrito+de+Grecia%2c+cantón+de+Alajuela&u=a1aHR0cHM6Ly9kaWFsbmV0LnVuaXJpb2phLmVzL2Rlc2NhcmdhL2FydGljdWxvLzU4OTc5MzIucGRm&ntb=1)

55. **RODRÍGUEZ GARCÍA, Rita.; MARTÍNEZ MUÑOZ, Carmen.; HERNÁNDEZ VIZCAINO, Domiciano.; VEGUILLAS Jesús de Lucas. & ACEVEDO DE PEDRO, María.** “Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza”. *Rev Esp Salud Pública*. [En línea]. 2003. 77: 423-432 N.º 3 - Mayo-Junio 2003. [Consulta: 2024-02-25]. ISSN 2173-9110. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272003000300012&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300012&lng=es&nrm=iso).
56. **SENPLADES. (2013).** *Plan Nacional para el buen vivir 2013 2017, Tomo I*. Disponible en: 2013-06-03-Presentación-PNBV\_\_Presidencia.pdf (planificacion.gob.ec)
57. **SILVA. Elizabeth., VILLARREAL, María., CÁRDENAS, Omayda., CRISTANCHO, Carlos., MURILLO, Carmenza., SALGADO, Manuel & NAVA, Gerardo.** Inspección preliminar de algunas características de toxicidad en el agua potable domiciliaria, Bogotá y Soacha, 2012. *Biomédica* [En línea]. 10 de agosto de 2015 [Consultado 2024-02-22]; págs. 52-66. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2538>
58. **SILVA. J, RAMÍREZ L, ALFIERI A, RIVAS G, SÁNCHEZ M.** Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela. *Rev. Soc. Ven. Microbiol.* [En línea]. 2004, vol.24, n.1-2 [Consulta: 2024-02-24]. págs. 46-49. ISSN 1315-2556. Disponible en:

<[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-25562004000100008&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562004000100008&lng=es&nrm=iso)>.

59. **TATIS CASTRO, Roy David & BARBOSA LOPEZ, Aida Liliana.** Enfoque químico del deterioro y biodeterioro de rocas calcáreas conformantes de monumentos patrimoniales de importancia histórica y cultural. *Luna Azul* [En línea]. 2013, n.36 [Consulta: 2024-03-24], págs. 247-284. ISSN 1909-2474. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-24742013000100013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742013000100013&lng=en&nrm=iso)>.
60. **TIGASI LICTO, Joel Vinicio.** Implementación de una estación de medición de pH, temperatura y turbidez enfocado a soluciones líquidas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (propuesta tecnológica). Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería en electricidad. Cotopaxi-Ecuador. 2024, pág. 50. [Consulta: 2024-03-17]. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/browse?type=subject&order=ASC&rpp=20&value=TURBIDEZ>
61. **TORRES PARRA, Camilo.; GARCÍA UBAQUE, Cesar.; GARCÍA UBAQUE, Juan.; GARCÍA VACA, María. & PACHECO GARCÍA, Robinson.** Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración. *Revista de Salud Pública*, [En línea]. 2017. 19(4), [Consulta: 2024-03-25]. págs. 453–459. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/RSAP.V19N4.56039>
62. **TORRES-SILVA, Stephanie; TAPIA-CALVOPINA, Ivan; GOETSCHEL-GOMEZ, Lorena & PAZMINO-SALAZAR, Edgar.** Análisis físico - químico e influencia de los minerales disueltos en el sabor del agua potable, de las principales plantas de tratamiento de Quito. *Enfoque UTE* [En línea]. 2020, vol.11, n.4 [Consultado 2024-03-01]. págs. 57-70. ISSN 1390-6542. Disponible en: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v11n4.533>.
63. **TORTORA, Gerard.; FUNKE, Berdell. & CASE, Crhistine.** *Introducción a la microbiología*. [En línea]. Novena edición. Editorial Panamericana. 2007. [Consultado 2024-03-11]. Disponible en: [https://books.google.com/books/about/Introducci%C3%B3n\\_a\\_la\\_microbiolog%C3%ADa.html?hl=es&id=Nxb3iETuwpIC](https://books.google.com/books/about/Introducci%C3%B3n_a_la_microbiolog%C3%ADa.html?hl=es&id=Nxb3iETuwpIC)
64. **UNICEF. (2016).** *UNICEF Annual Report 2016 | UNICEF*. Disponible en: <https://www.unicef.org/reports/unicef-annual-report-2016>

65. **VELOZ LOZADA, Ronaldo Alexander & ASTUDILLO SKLIAROVA, Igor Eduardo.** “Evaluación de la calidad química y microbiológica del agua para consumo humano de la junta de agua potable de la parroquia Benítez, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua”. *Revista Científica Digital*. [En línea], 2023. vol. 14, n° 2, pág. 15-24. [Consulta: 2024-03-02]. Disponible en: <https://doi.org/10.47187/cssn.Vol14.Iss2.238>
66. **VITERI FIALLOS, Dorys Natalia.** Evaluación de la calidad física, química Y microbiológica del agua para consumo humano de la junta de agua potable de la parroquia Bolívar, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Tercer nivel). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela De Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2018. pág. 48. [Consulta: 2024-04-04]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/8813>

## ANEXOS

### ANEXO A: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LA COMUNIDAD COLUMBE 1Y2 EN LOS TRES PUNTOS DE MUESTREOS: (CASA1, QUESERÍA, CASA2)

<p style="text-align: center;"><b>Anexo A-I</b></p>  <p style="text-align: center;">Reconocimiento del lugar</p>	<p style="text-align: center;"><b>Anexo A-II</b></p>  <p style="text-align: center;">Toma de muestra en el punto 1 para los análisis fisicoquímicos.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Anexo A-III</b></p>  <p style="text-align: center;">Toma de muestra en el punto 2 para los análisis fisicoquímicos.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Anexo A-IV</b></p>  <p style="text-align: center;">Toma de muestra en el punto 3 para los análisis fisicoquímicos.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Anexo A-V</b></p>  <p style="text-align: center;">Toma de muestra en el punto 1 para los análisis microbiológicos</p>	<p style="text-align: center;"><b>Anexo A-VI</b></p>  <p style="text-align: center;">Toma de muestra en el punto 2 para los análisis microbiológicos</p>

**Anexo A-VII**



Toma de muestra en el punto 3 para los  
análisis microbiológicos



**ANEXO B: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LA COMUNIDAD MAJIPAMBA EN LOS TRES PUNTOS DE MUESTREOS: (CAUDAL, CASA1, IGLESIA)**

**Anexo B-I**



Toma de muestra en el punto 1 para los análisis fisicoquímicos.

**Anexo B-II**



Toma de muestra en el punto 2 para los análisis fisicoquímicos.

**Anexo B-III**



Toma de muestra en el punto 3 para los análisis fisicoquímicos.

**Anexo B-IV**



Toma de muestra en el punto 1 para los análisis microbiológicos

**Anexo B-V**



Toma de muestra en el punto 2 para los análisis microbiológicos

**Anexo B-VI**



Toma de muestra en el punto 3 para los análisis microbiológicos

**ANEXO C: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LA COMUNIDAD TROJE CHICO EN LOS TRES PUNTOS DE MUESTREOS: (TANQUE, CASA 1, CASA2).**

**Anexo C-I**



Reconocimiento del lugar

**Anexo C-II**



Toma de muestra en el punto 1 para los análisis fisicoquímicos.

**Anexo C-III**



Toma de muestra en el punto 2 para los análisis fisicoquímicos.

**Anexo C-IV**



Toma de muestra en el punto 3 para los análisis fisicoquímicos.

**Anexo C-V**



Toma de muestra para los análisis microbiológicos

**ANEXO D: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE AGUA EN LA COMUNIDAD TROJE GRANDE EN LOS TRES PUNTOS DE MUESTREOS: (TANQUE, CASA 1, ESCUELA).**

**Anexo D-I**



Toma de muestra en el punto 1 para los análisis fisicoquímicos.

**Anexo D-II**



Toma de muestra en el punto 2 para los análisis fisicoquímicos.

**Anexo D-III**



Toma de muestra en el punto 3 para los análisis fisicoquímicos.

**Anexo D-IV**



Toma de muestra en el punto 3 para los análisis microbiológicos

**Anexo D-V**



Toma de muestra en el punto 3 para los análisis microbiológicos

**Anexo D-VI**



Toma de muestra en el punto 3 para los análisis microbiológicos

**ANEXO E: ANALISIS FISICOS-QUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE LAS CUATRO COMUNIADES.**

**Anexo E-VI**



Prueba de temperatura en sitio

**Anexo E-VI**



Lectura del parámetro de color de las muestras de estudio.

**Anexo E-VI**



Añadiendo el EDTA en la muestra de estudio

**Anexo E-VI**



Resultados del parámetro del calcio

**Anexo E-VI**



Análisis del parámetro de fluoruros en el espectrofotómetro

**Anexo E-VI**



Análisis del parámetro de conductividad de las muestras de agua.

**ANEXO F: ANALISIS MICROBIOLÓGICAS DE LAS MUESTRAS DE LAS CUATRO COMUNIDADES.**

**Anexo F-I**



Preparación del caldo lactozado

**Anexo F-II**



Preparación de los tubos para la siembra de las muestras de agua

**Anexo F-III**



Siembra de las muestras en los tubos

**Anexo F-IV**



Colocación de las muestras en refrigeración a 36 °C

**Anexo F-V**



Preparación de médium EC

**Anexo F-VI**



Siembra de los falsos positivos en médium EC

**ANEXO G: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1108, SEXTA REVISIÓN, 2020-04 AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

**ANEXO G-I: REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

**TABLA 1. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano**

Parámetro	Unidad	Límite permitido <sup>b</sup>	Método de ensayo <sup>c</sup>
Arsénico	mg/L	0,01	Standard Methods 3114
Cadmio	mg/L	0,003	Standard Methods 3113
Cloro libre residual	mg/L	0,3 a 1,5	Standard Methods 4500 Cl <sup>-</sup>
Cobre	mg/L	2,0	Standard Methods 3111
Color aparente	Pt-Co	15	Standard Methods 2120
Cromo (cromo total)	mg/L	0,05	Standard Methods 3113
Fluoruro	mg/L	1,5	Standard Methods 4500-F <sup>-</sup>
Mercurio	mg/L	0,006	Standard Methods 3112
Nitratos (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	50,0	Standard Methods 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Nitritos (como NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	3,0	Standard Methods 4500-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
Plomo	mg/L	0,01	Standard Methods 3113
Turbiedad <sup>a</sup>	NTU	5	Standard Methods 2130

<sup>a</sup> Se conoce también como *Turbidez*.  
<sup>b</sup> Los resultados obtenidos deben expresarse con el mismo número de cifras significativas de los límites permitidos, aplicando las reglas para redondear números indicadas en NTE INEN 52.  
<sup>c</sup> En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.

Fuente: (Agua Potable N-InEN 1108-6 Marzo 2020 | PDF [kein Datum])

**ANEXO G-II: RANGO DE PH DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

**TABLA B.1. Rango de pH del agua para consumo humano**

Parámetro	Unidad	Rango
pH <sup>a</sup>	Unidades de pH	6,5 – 8,0

<sup>a</sup> Parámetro de control operativo

Fuente: (Agua Potable N-InEN 1108-6 Marzo 2020 | PDF [kein Datum])

**ANEXO G-III: REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

**TABLA 2. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano**

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo <sup>a</sup>
Coliformes fecales	Número/100 mL	Ausencia	Standard Methods 9221 <sup>b</sup> Standard Methods 9222 <sup>c</sup>
Cryptosporidium	Número de ooquistes/ L	Ausencia	EPA 1623
Giardia	Número de quistes/ L	Ausencia	EPA 1623

<sup>a</sup> En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.  
<sup>b</sup> La ausencia corresponde a " $< 1,1$  NMP/100 mL".  
<sup>c</sup> La ausencia corresponde a " $< 1$  UFC/100 mL".

Fuente: (Agua Potable N-InEN 1108-6 Marzo 2020 | PDF [kein Datum])A

**ANEXO H: TABLA 9221 NMP SERIE DE 5 TUBOS.**

**TABLA 9221: IV. MPN INDEX AND 95% CONFIDENCE LIMITS FOR VARIOUS COMBINATION OF POSITIVE RESULT WHEN FIVE TUBES ARE USED PER DILUTION**

Combinación de tubos positivos			MPN/100ml	Límites de 95% de confianza		Combinación de tubos positivos			MPN/100ml	Límites de 95% de confianza	
				Inferior	Superior					Inferior	Superior
0	0	0	0.18	-	6.8	4	0	3	25	9.8	70
0	0	1	1.8	0.290	6.8	4	1	0	17	6.0	80
0	1	0	1.8	0.290	6.9	4	1	1	21	6.8	42
0	1	1	3.8	0.70	20	4	1	2	26	9.8	70
0	2	0	3.7	0.70	20	4	1	3	31	10	70
0	2	1	5.5	1.8	25	4	2	0	22	6.8	50
0	1	0	5.6	1.8	25	4	2	1	26	9.8	70
1	0	0	1.0	0.10	10	4	2	2	12	18	70
1	0	1	4.0	0.70	30	4	2	3	38	14	100
1	0	2	6.0	1.8	25	4	3	0	27	6.0	70
1	1	0	4.0	0.71	12	4	3	1	33	10	70
1	1	1	6.1	1.8	25	4	3	2	39	14	100
1	1	2	8.1	3.4	22	4	4	0	34	14	100
1	2	0	6.1	1.8	25	4	4	1	60	14	100
1	2	1	8.2	3.4	22	4	4	2	47	15	120
1	3	0	8.3	3.4	22	4	5	0	81	14	100
1	3	1	10	3.5	22	4	5	1	68	15	120
1	4	0	10	3.5	22	5	0	0	23	6.8	70
2	0	0	4.5	0.79	25	5	0	1	31	10	70
2	0	1	6.8	1.8	25	5	0	2	43	14	100
2	0	2	9.1	3.4	22	5	0	3	58	22	150
2	1	0	6.8	1.8	17	5	1	0	33	10	100
2	1	1	9.2	3.4	22	5	1	1	46	14	120
2	1	2	12	4.1	28	5	1	2	63	22	150
2	2	0	9.3	3.4	22	5	1	1	68	14	120
2	2	1	12	4.1	28	5	2	0	49	15	150
2	2	2	14	5.8	36	5	2	1	70	22	150
2	3	0	12	4.1	28	5	2	2	94	14	180
2	3	1	14	5.8	36	5	2	3	120	16	250
2	4	0	15	5.8	36	5	2	4	150	18	400
3	0	0	7.8	2.1	22	5	3	0	79	22	120
3	0	1	11	3.5	28	5	3	1	110	14	250
3	0	2	13	5.6	35	5	3	2	140	17	400
3	1	0	11	3.5	28	5	3	3	170	20	400
3	1	1	14	5.8	36	5	3	4	210	20	400
3	1	2	17	6.0	36	5	4	0	130	16	400
3	2	0	14	5.7	36	5	4	1	170	18	400
3	2	1	17	6.8	40	5	4	2	220	20	440
3	2	2	20	6.8	40	5	4	3	280	200	720
3	3	0	17	6.8	40	5	4	4	350	100	720
3	3	1	21	6.8	40	5	4	5	430	150	1350
3	3	2	24	9.8	50	5	5	0	240	20	720
3	4	0	21	6.8	40	5	5	1	350	100	1350
3	4	1	24	9.8	50	5	5	2	540	150	1700
3	5	0	25	9.8	50	5	5	3	920	220	2600
4	0	0	13	4.1	35	5	5	4	1600	400	4000
4	0	1	17	5.8	36	5	5	5	> 1600	700	-
4	0	2	21	6.8	40						

Fuente: STANDARD METHODS 9221 B. STANDARD TOTAL COLIFORM FERMENTATION TECHNIQUE, JUNI 2001

Fuente: (Guía de microbiología: Método del número más probable (NMP) [kein Datum])

**ANEXO I: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN.**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>LIMITE PERMISIBLE</b>
Aluminio	0,20
Arsénico (Nota 2)	0,05
Bario	0,70
Cadmio	0,005
Cianuros (como CN-)	0,07
Cloro residual libre	0,2-1,50
Cloruros (como Cl-)	250,00
Cobre	2,00
Cromo total	0,05
Dureza total (como CaCO3)	500,00
Fenoles o compuestos fenólicos	0,3
Fierro	0,30
Fluoruros (como F-)	1,50
Hidrocarburos aromáticos en microgramos/l:	
Benceno	10,00
Etilbenceno	300,00
Tolueno	700,00
Xileno (tres isómeros)	500,00
Manganeso	0,15



**ANEXO J:** REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DS N° 031-2010-SA. DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL MINISTERIO DE SALUD LIMA – PERÚ 2011.

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

**ANEXO K: REGLAMENTO PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE NO 38924-S DE COSTA RICA**

<b>Nivel Segundo (N2) PARAMETRO</b>	<b>Valor de Alerta (VA) mg/L</b>	<b>Valor Admisible (VMA) mg/L</b>	<b>Máximo</b>
Aluminio ( Al+3 )	---	0,2	
Calcio ( Ca+2 )	---	100	
Cloruro ( Cl- )	25	250	
Cobre ( Cu )	1,0	2,0	
Dureza Total (CaCO3 )	300	400	
Fluoruro ( F )	---	0,7 a 1,5(a)	
Hierro (Fe)	---	0,3(b)	
Magnesio (Mg+2 )	30	50	
Manganeso (Mn )	0,1	0,5(b)	
Potasio (K+ )	---	10	
Sodio ( Na+ )	25	200	

**ANEXO L: SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS DEL AGUA EN LA COMUNIDADES DE MAJIPAMBA.**

<p style="text-align: center;"><b>Anexo L-I</b></p>  <p style="text-align: center;">Asistencia de la comunidad.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Anexo L-II</b></p>  <p style="text-align: center;">Información sobre el Proyecto de Investigación</p>
<p style="text-align: center;"><b>Anexo L-III</b></p>  <p style="text-align: center;">Socializando los resultados.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Anexo L-IV</b></p>  <p style="text-align: center;">Respondiendo a las inquietudes de los asistentes</p>

**ANEXO M: SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS DEL AGUA EN LA COMUNIDADES DE TROJE CHICO.**

**Anexo M-I**



Asistencia de la comunidad.

**Anexo M-II**



Información sobre el Proyecto de Investigación

**Anexo M-III**



Socializando los resultados.

**Anexo M-IV**



Respondiendo a las inquietudes de los asistentes

**ANEXO N: SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS DEL AGUA EN LA COMUNIDADES DE TROJE GRANDE**

**Anexo N-I**



Asistencia de la comunidad.

**Anexo N-II**



Información sobre el Proyecto de Investigación

**Anexo N-III**





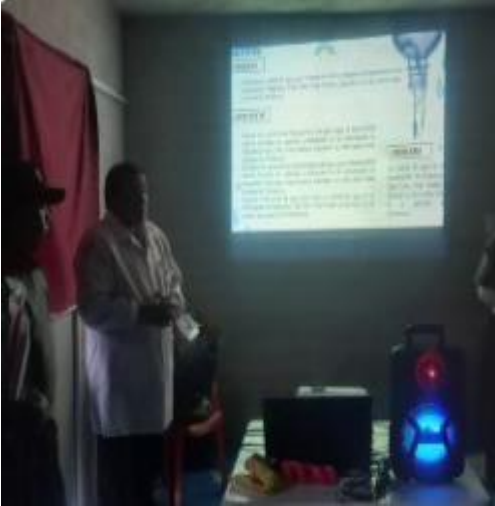

Socializando los resultados.

**Anexo N-IV**



Respondiendo a las inquietudes de los asistentes

**ANEXO O: SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS DEL AGUA EN LA COMUNIDADES DE COLUMBE 1 Y 2.**

<p style="text-align: center;"><b>Anexo F-I</b></p>  <p style="text-align: center;">Asistencia de la comunidad.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Anexo F-II</b></p>  <p style="text-align: center;">Información sobre el Proyecto de Investigación</p>
<p style="text-align: center;"><b>Anexo F-III</b></p>  <p style="text-align: center;">Socializando los resultados.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Anexo F-IV</b></p>  <p style="text-align: center;">Respondiendo a las inquietudes de los asistentes</p>

**ANEXO P: FIRMAS DE LOS ASISTENTES A LA SOCIALIZACION DE LOS RESULTADOS EN LAS CUATRO COMUNIDADES.**


**MINISTERIO DE ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL, PRODUCCIÓN, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL, RIEG Y FERTILIZACIÓN (EN LOS CANTONES COTACCI Y MORONA)**


**TRABAJO COLABORATIVO DEL AGROPECUARIO CONVINO MORGADO EN CUATRO COMUNIDADES DEL CANTÓN TOTA, PROVINCIA DEL CAHIBARAZO.**

*Comunidad: Nizipachi*

N.º	Nombres y Apellidos	Cédulas	Firma
1	Don Juan Pablo Cruz	1000000000	
2	Don Sr. Robinson	1000000000	
3	Doña Ligia		
4	Doña Celina		
5	Doña Rosa		
6	Manuel Torres Pajuelo	1000000000	
7	Doña Rosa		
8	Doña Ligia		
9	Doña Ligia	1000000000	
10	Doña Ligia		
11	Doña Rosa		
12	Doña Rosa		
13	Doña Rosa		
14	Doña Rosa	1000000000	
15	Doña Rosa	1000000000	
16	Doña Rosa		
17	Doña Rosa	1000000000	



FORMULARIO PARA LA CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LOS INSTITUTOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA DEL CANTÓN CANTÓN, PROVINCIA DEL EMBAJADOR.

Nombre: *Hijuelo*

N.º	Nombres y Apellidos	Cédula	Firma
1	<i>Tula Ayala Chelona</i>		
2	<i>Melina Ay. Chelona</i>		
3	<i>Yureli Chelona</i>		
4	<i>Laura Anabel Chelona</i>		
5	<i>Rafael Chelona Ay.</i>		
6	<i>Yara Cede</i>		<i>Y</i> 
7	<i>Yolanda Chelona Ayala</i>		
8	<i>Laura Anabel Chelona</i>		
9	<i>Belén Ay. Ay.</i>		
10	<i>Yara Ay. Ay.</i>		
11	<i>Anabel Ayala Ay.</i>		
12	<i>Yara Chelona Ay.</i>		
13	<i>Yara Anabel Chelona</i>		
14	<i>Laura Anabel Ayala</i>		
15	<i>Marcel Cede</i>		
16	<i>Belén Ayala</i>		<i>P</i> 
17	<i>Laura Anabel Chelona</i>		<i>R</i> 





PROYECTO DE VINCULACIÓN INSTITUCIONAL "PRODUCCIÓN, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL POST PANDEMIA EN LOS CANTONES COLTA Y RIOBAMBA"

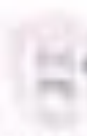


TEMA: CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN CUATRO COMUNIDADES DEL CANTON COLTA, PROVINCIA DEL CHIMBORAZO.

Comunidad:

*Kuyumbur*

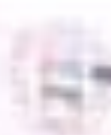
N.º	Nombres y Apellidos	Cédula	Firma
1	Maria Cutipala		
2	Sebastiana Remache Menduza		x
3	Aulasaza Remache Janeta		
4	Kelly Condo		
5	Lorena Vendoval		
6	Marcela Yaguachi		
7	Lorena Irma Bagna		
8	Ana Maria Maji Chimboloma		
9	Luz Maria Chimboloma Magaña		
10	José Guisaco		
11	José Bruno Hoy	0601455561	
12	Manuel Chimboloma Chupus		
13	Samuel Chimboloma Gillet	0603489100	
14	Marcela Chimboloma Maji		
15	Adriana Dagulema Lucena		
16	José Chimboloma Maji		
17	JOSÉ MARI MAJÍ		



FORMULARIO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS EXÁMENES DE CALIFICACIÓN DE LOS TÉCNICOS Y PROFESIONALES

Nombre: *Abelardo 102*

N.º	Nombre y Apellido	Cédula	Firma
1	<i>Francisco...</i>	<i>...</i>	
2	<i>...</i>		<i>[Signature]</i>
3	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
4	<i>...</i>	<i>...</i>	
5	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
6	<i>José...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
7	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
8	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
9	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
10	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
11	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
12	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
13	<i>...</i>		<i>[Signature]</i>
14	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
15	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>
16	<i>...</i>		<i>[Signature]</i>
17	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>[Signature]</i>



FORMA CÍVICA DEL BOGA PARA CONSUMO DEBIDO EN CUATRO COMUNIDADES DEL DISTRITO DE LA  
BARRIOCALA DEL COLOMBIANO

Boleta 1.1

N.º	Nombres y Apellidos	Cédula	Firma
1	Juan Pablo García		
2	Luz María García		
3	Angel Emilio Martínez		
4	Alfonso...	14112242...	
5	Ana María Valle	14112242...	
6	Juan Carlos...	14112242...	
7	Franco...		
8	Francisco...	14112242...	
9	Hilma...		
10	Manuel...	14112242...	
11	Miguel...	14112242...	
12	Alfonso...		
13	Samuel...		
14	Sandra...	14112242...	
15	Sandra...	14112242...	
16	Julio...	14112242...	



FORMULARIO DEL ALUM PARA CONOCER SU NOMBRE EN CUANTO A LOS NOMBRES DEL CENTRO ESCOLAR.  
 PROYECTO DEL COMPROBADO

Nombre: Tajay Chis



Nº	Nombres y Apellidos	Cédula	Firma
1	Yolanda Álvarez	100000000	
2	José Joaquín		
3	Rosa Gilda Abreu		
4	Yolanda Guebara	100000000	
5	Rosa Elva Rodríguez		
6	Esperanza López	100000000	
7	Rosa Elvira	100000000	
8	Yolanda Abreu	100000000	
9	Rosa Rodríguez		
10	Rosa López		
11	Rosa Guebara		
12	Gilda Parrales		
13	Rosa López	100000000	
14	José Joaquín	100000000	
15	Rosa Rodríguez		
16	Yolanda López		



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

### CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

**Fecha de entrega:** 15/08/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
Josselyn Yurlei Alcivar Robalino Marco Vinicio Orozco Unda
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Química
<b>Título a optar:</b> Químico
 Dr. Carlos Pilamunga Capus <b>Director del Trabajo de Titulación</b>  Ing. Sofia Carolina Godoy Ponce <b>Asesor del Trabajo de Titulación</b>

