UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

TESIS

"CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS CENTROS POBLADOS DE PUEBLO LIBRE Y PAMPACHACRA"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Thelma, TORRES FERNANDEZ

Bach. Maria Isabel, CORONACION PALOMINO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

HUANCAVELICA, PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los veintiuno días (21) del mes de mayo del año 2021, siendo las dieciséis horas (16:00), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **Dr. Elmer René CHÁVEZ ARAUJO (PRESIDENTE), Mg. Wilfredo SÁEZ HUAMÁN (SECRETARIO), M.Sc. Esmila Yeime CHAVARRIA MARQUEZ (VOCAL),** designados con Resolución de Decano Nº 025-2020-FCI-UNH, de fecha 24 de agosto del 2020, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: "CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS CENTROS POBLADOS DE PUEBLO LIBRE Y PAMPACHACRA", presentada por las Bachilleres **Thelma TORRES FERNANDEZ y Maria Isabel CORONACION PALOMINO** para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**. Finalizada la sustentación virtual a horas 17:45; se comunicó a las sustentantes y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

Thelma TORRES FERNANDEZ

APROBADO	X	POR UNANIMIDAD
DESAPROBADO		

Maria Isabel CORONACION PALOMINO

APROBADO	X	POR UNANIMIDAD
DESAPROBADO		

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

Vocal

Vº Bº Decano

TÍTULO

"CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOS CENTROS POBLADOS DE PUEBLO LIBRE Y PAMPACHACRA"

AUTORES

Bach. Thelma, TORRES FERNANDEZ

Bach. Maria Isabel, CORONACION PALOMINO

ASESOR

Dr. VÍCTOR GUILLERMO, SÁNCHEZ ARAUJO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios, por brindarme su bendición, fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A mi madre Felicia Palomino, a mi hermano Luis, a toda mi familia y a mis amigas por ser el pilar fundamental y quienes con sus consejos han sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

Maria Isabel Coronacion Palomino

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios, por brindarme constancia y fortaleza y acompañarme en este camino y conllevarme a buenas cosas.

A mi padre, madre y hermanos por el gran apoyo incondicional, por sus consejos, por la paciencia que tuvieron para poder salir adelante y guiarme en la etapa profesional.

A mi pequeños Stefan y Vallolet por ser parte de mi vida, cada día los amo más. Gracias por todo.

Thelma Torres Fernández

AGRADECIMIENTO

A Dios
Por habernos permitido que logremos nuestros objetivos y habernos dado perseverancia, además de su infinita bondad y amor.
A nuestros padres
Por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en nuestra educación, tanto como en la vida, y por su incondicional apoyo.
A nuestro Asesor
Al M.Sc. Víctor Guillermo Sánchez Araujo por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas a realizar el trabajo de investigación.
A nuestros docentes
A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, gracias por la confianza ofrecida desde que llegué a esta escuela profesional.

¡Muchas gracias!

ÍNDICE GENERAL

PORTADA……...i
ACTA DE SUSTENTACIÓN……...ii
TÍTULO……iii
AUTORES……iv
ASESOR……v
DEDICATORIA……vi
AGRADECIMIENTO……vii
ÍNDICE GENERAL……viii
ÍNDICE DE TABLAS……xi
ÍNDICE DE FIGURAS ……...xii
ÍNDICE DE APÉNDICES ……..xii
RESUMEN ……..xiv
ABSTRACT……xv
INTRODUCCIÓN ……xvi
CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
1.1. Descripción del problema 18
1.2. Formulación del problema 19
1.2.1. Problema General 19
1.3. Objetivos de la investigación 19
1.3.1. Objetivo General 19
1.3.2. Objetivo Específico 19
1.4. Justificación 19
1.5. Limitaciones 20
CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO
2.1. Antecedentes 21
2.1.1. Antecedentes Internacionales 21
2.1.2. Antecedentes Nacionales 23
2.1.3. Antecedentes Locales 28
2.2. Bases Conceptuales 28
2.2.1. Generalidades 28
2.2.2. Propiedades físico-químicas 28

2.2.3. Propiedades químicas y biológicas 29
2.2.4. Calidad de agua 31
2.2.5. Problemas de salud relacionados con la deficiencia de calidad de agua 32
2.2.6. Indicadores microbiológicos del agua 33
2.3. Definición de Términos 34
2.4. Hipótesis 35
2.5. Variables 35
2.5.1. Variable Dependiente 35
2.5.2. Variable Independiente 36
2.6. Operacionalización de variables 36
CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
3.1. Ámbito temporal y espacial de la investigación 38
3.1.1. Ámbito temporal 38
3.1.2. Ámbito Espacial 38
3.2. Tipo de investigación 40
3.3. Nivel de investigación 40
3.1.3. Método de investigación 40
3.1.4. Diseño de investigación 40
3.4. Población, muestra y muestreo 41
3.4.1. Población 41
3.4.2. Muestra 41
3.4.3. Muestreo 42
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 42
3.5.1. Técnicas de recolección de datos 42
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos 43
3.5.3. Procedimiento de recolección de datos 43
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 44
3.7.1. Técnicas del procesamiento de datos 44
3.7.2. Análisis de datos 45

CAPÍTULO IV
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
4.1. Presentación de Resultados 46
4.2. Prueba de hipótesis 81
4.3. Discusión de resultados 159
CONCLUSIONES **161**
RECOMENDACIONES **162**
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **163**
APÉNDICES **166**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de Variables 37
Tabla 2 Distribución de los Puntos de Monitoreo 42
Tabla 3 Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímico en los puntos de monitoreo para aguas de manantial 46
Tabla 4 Frecuencia del número de muestras para coliformes totales 52
Tabla 5 Frecuencia del número de muestras para coliformes termotolerantes 54
Tabla 6 Estadística descriptiva de los parámetros inorgánicos en los puntos de monitoreo para las aguas de manantial 55
Tabla 7 Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímico en los puntos de monitoreo para aguas de manantial 66
Tabla 8 Frecuencia del número de muestras para coliformes totales 71
Tabla 9 Frecuencia del número de muestras para coliformes termotolerantes 73
Tabla 10 Estadística descriptiva de los parámetros inorgánicos en los puntos de monitoreo para las aguas de manantial 74
Tabla 11 Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímicos en los puntos de monitoreo para aguas de hogares 79
Tabla 12 Prueba de T de Student para turbiedad 83
Tabla 13 Prueba de T de Student para pH 85
Tabla 14 Prueba de T de Student para conductividad 88
Tabla 15 Prueba de T de Student para cloruros 90
Tabla 16 Prueba de T de Student para dureza total 92
Tabla 17 Prueba de t Student de coliformes totales 95
Tabla 18 Prueba de t Student de coliformes totales 98
Tabla 19 Prueba de T de Student para cadmio 116
Tabla 20 Prueba de T de Student para molibdeno 121
Tabla 21 Prueba de T de Student para cobre 123
Tabla 22 Prueba de T de Student para turbiedad 126
Tabla 23 Prueba de T de Student para pH 128
Tabla 24 Prueba de T de Student para conductividad 131
Tabla 25 Prueba de T de Student para cloruros 133
Tabla 26 Prueba de T de Student para dureza total 136
Tabla 27 Prueba de T de Student para turbiedad 150
Tabla 28 Prueba de T de Student para pH 152
Tabla 29 Prueba de T de Student para conductividad 155
Tabla 30 Prueba de T de Student para cloro residual libre 157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Satelital de la Comunidad Campesina de Pueblo Libre 39
Figura 2 Ubicación Satelital de la Comunidad Campesina de Pampachacra..... 39
Figura 3 Comparación de la Turbidez con los LMP ECA – Agua 48
Figura 4 Comparación del pH con los LMP ECA – Agua..... 49
Figura 5 Comparación de la conductividad con los LMP ECA – Agua 50
Figura 6 Comparación de la cloruros con los LMP ECA – Agua..... 51
Figura 7 Comparación del dureza total con los LMP ECA – Agua..... 52
Figura 8 Frecuencia en porcentaje de muestras de agua según LMP - ECA Agua..... 53
Figura 9 Frecuencia en porcentaje de muestras de agua de manantial 54
Figura 10 Comparación de cadmio con los LMP ECA – Agua..... 56
Figura 11 Comparación de arsénico con los LMP ECA – Agua 57
Figura 12 Comparación de cromo con los LMP ECA – Agua 58
Figura 13 Comparación de molibdeno con los LMP ECA – Agua 59
Figura 14 Comparación de cobre con los LMP ECA – Agua..... 60
Figura 15 Comparación de la Turbiedad con los LMP ECA – Agua 67
Figura 16 Comparación de la pH con los LMP ECA – Agua..... 68
Figura 17 Comparación de la conductividad con los LMP ECA – Agua 69
Figura 18 Comparación de la cloruros con los LMP ECA – Agua..... 70
Figura 19 Comparación del dureza total con los LMP ECA – Agua..... 71
Figura 20 Frecuencia en porcentaje de muestras de agua según LMP - ECA Agua 72
Figura 21 Frecuencia en porcentaje de muestras de agua según LMP - ECA Agua 73
Figura 22 Comparación de cadmio con los LMP ECA – Agua..... 75
Figura 23 Comparación de arsénico con los LMP ECA – Agua 76
Figura 24 Comparación de cromo con los LMP ECA – Agua 77
Figura 25 Comparación de molibdeno con los LMP ECA – Agua 78
Figura 26 Comparación de cobre con los LMP ECA – Agua..... 79
Figura 27 Comparación de la Turbidez con los LMP (D.S Nº 031-2010. SA)..... 80
Figura 28 Comparación de la pH con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA) 80
Figura 29 Comparación de conductividad con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA) 81
Figura 30 Comparación de la cloro residual libre con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA)..... 81
Figura 31 Campana de gauss para la prueba de hipótesis de turbiedad..... 84
Figura 32 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para pH 86
Figura 33 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para conductividad 89
Figura 34 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cloruros..... 91
Figura 35 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para dureza total 93
Figura 36 Comparación del recuento promedio de coliformes totales con los LMP-ECA – Agua96
Figura 37 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para coliformes totales 96
Figura 38 Comparación del recuento promedio de coliformes termotolerantes con los LMP-ECA – Agua..... 99

Figura 39 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para coliformes totales 99
Figura 40 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cadmio 117
Figura 41 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para molibdeno 122
Figura 42 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cobre 124
Figura 43 Campana de gauss para la prueba de hipótesis de turbiedad 127
Figura 44 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para pH 129
Figura 45 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para conductividad 132
Figura 46 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cloruros 134
Figura 47 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para dureza total 137
Figura 48 Comparación del recuento promedio de coliformes totales con el ECA – Agua 138
Figura 49 Comparación del recuento promedio de coliformes Termotolerantes con el ECA – Agua 140
Figura 50 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cobre 148
Figura 51 Campana de gauss para la prueba de hipótesis de turbiedad 151
Figura 52 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para pH 153
Figura 53 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para conductividad 156
Figura 54 Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cloro residual libre 158

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar la calidad de agua para consumo humano mediante la determinación de los parámetros fisicoquímicos: turbiedad, pH, conductividad, cloro residual libre (FRC), parámetros microbiológicos: coliformes totales y termotolerantes y parámetros inorgánicos: cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), molibdeno (Mo) y cobre (Cu), en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra. Para ello como muestras se analizaron las aguas de los manantiales, reservorios y hogares, para el proceso de muestreo, preservación, conservación, almacenamiento y transporte de muestras se realizaron de acuerdo a los lineamientos establecidos por el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales – Autoridad Nacional de Agua (R. J. N°010 – 2016 – ANA) y para el estudio de sus parámetros con el D.S. N° 004 – 2017- MINAM que aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA´s) para agua, categoría 1 (aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, sub categoría A1 (aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) y DS Nº 031-2010. S.A. Los resultados fueron analizados con un nivel de significancia de 5% donde se evaluaron la calidad de aguas donde para el centro poblado de Pueblo Libre se encontró presencia de coliformes totales, cadmio arsénico y molibdeno y para el centro poblado de Pampachacra se encontró presencia de cadmio y arsénico todas en las fuentes de abastecimiento las cuales no cumplen con la normativa correspondiente, en conclusión, en ambos centros poblados no presentan la calidad de agua, que se recomienda para ser aprovechada para consumo humano.

Palabras claves: Calidad de agua, parámetro, fisicoquímico, microbiológico, inorgánico.

ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of determining the quality of water for human consumption by determining the physicochemical parameters: turbidity, pH, conductivity, free residual chlorine (FRC), microbiological parameters: total and thermotolerant coliforms and inorganic parameters: cadmium (Cd), arsenic (As), chromium (Cr), molybdenum (Mo) and copper (Cu), in the populated centers of Pueblo Libre and Pampachacra. For this, as samples, the waters of springs, reservoirs and homes were analyzed, for the process of sampling, preservation, conservation, storage and transport of samples they were carried out according to the guidelines established by the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources - National Water Authority (RJ N ° 010 - 2016 - ANA) and for the study of its parameters with the DS N ° 004 - 2017- MINAM that approves the Environmental Quality Standards (ECA's) for water, Category 1 (Surface Waters intended for the production of drinking water, sub category A1 (Waters that can be made potable with disinfection) and DS Nº 031-2010. SA The results were analyzed with a significance level of 5% where the water quality was evaluated where the presence of total coliforms, arsenic cadmium and molybdenum was found for the populated center of Pueblo Libre and for the populated center of Pampachacra Cadmium and arsenic were all found in the supply sources which do not comply with the corresponding regulations, in conclusion, in both populated centers they do not present the water quality, which is recommended to be used for human consumption.

Keywords: Water quality, parameter, physicochemical, microbiological, inorganic.

INTRODUCCIÓN

El agua es un líquido indispensable e importante para el consumo humano, está debe cumplir con los parámetros establecidos de calidad de agua y que debe de ser inocua para la salud de las personas. Por consiguiente, el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que cause algún tipo de enfermedad. La contaminación más frecuente de agua es a través de las excretas del hombre y de los animales.

El recurso hídrico (necesario para la vida) ha sido fuertemente afectado por sustancias cada vez más agresivas y difíciles de tratar debido a su naturaleza química de sustancias presentes en desperdicios que caen a las corrientes. Por tal razón, agencias gubernamentales, ambientales, universidades y diversas organizaciones, se han preocupado por evaluar el impacto antrópico sobre los recursos hídricos a través del estudio de la naturaleza química, física y biológica del agua, mediante programas de monitoreo (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2007).

La evaluación de la calidad del agua se ha realizado tradicionalmente con base en los análisis físico-químicos y bacteriológicos. Sin embargo, en los últimos años, muchos países han aceptado la inclusión de las comunidades acuáticas como un hecho fundamental para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos (Roldán, 2003). Este enfoque que integra todos los componentes del ecosistema permite clasificar las decisiones sobre el uso del agua y el impacto que genera el hombre sobre este recurso.

Se sabe que actualmente las tecnologías y prácticas limpias y su aplicación son cada vez más comunes y sobre todo necesarias, esto debido al detrimento ambiental que sufre nuestro planeta consecuencia entre otros, a los procesos productivos y tecnológicos de la modernidad (Hernández, 2016).

El Perú es un país mega diverso que cuenta con tres regiones geográficas (la costa, la sierra y la selva), uno de los países con reserva de agua dulce a nivel mundial sin embargo con el crecimiento demográfico se tiene una carencia del servicio de agua potable las faltas de sistemas de saneamiento básico ocasiona enfermedades infecciosas gastrointestinales que

ocupan el segundo lugar que alcanzo el 26.48% (OMS, 2006).Este problema trae consecuencia en el incremento de los presupuestos públicos del estado para poder atender la salud así como de los gastos familiares frente a una enfermedad provocada por el deficiente consumo de agua no apta para consumo humano ,que de alguna forma disminuye la calidad de vida de las familias expuestas (Aguilar & Navarro, 2018).

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El acceso al agua potable es de mucha importancia para la salud, además es uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud.

En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales (incluidos los de las aves). Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos.

Los patógenos fecales son los que más preocupan a la hora de fijar metas de protección de la salud relativas a la inocuidad microbiana. Se producen con frecuencia variaciones acusadas y bruscas de la calidad microbiológica del agua. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades y pueden desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Además, pueden exponerse a la enfermedad numerosas personas antes de que se detecte la contaminación microbiana. Por estos motivos, para garantizar la inocuidad microbiana del agua de consumo no puede confiarse únicamente en la realización de análisis del producto final, incluso si se realizan con frecuencia (Organización Mundial de la Salud, 2006).

La garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación, desde la cuenca de captación al consumidor, de barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducirla a niveles que no sean perjudiciales para la salud.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Determinar la calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra

1.3.2. Objetivo Específico

- Determinar los parámetros fisicoquímicos: Turbiedad, pH, conductividad, Cloro residual libre (FRC) del agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra.
- Determinar: Coliformes totales y termotolerantes del agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra
- Determinar los parámetros inorgánicos: cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), Molibdeno (Mo) y Cobre (Cu) del agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra.

1.4. Justificación

La OMS (1994) establece que el agua es apta bacteriológicamente para consumo humano si se encuentra exenta de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal. Sin embargo, la presencia de coliformes en una muestra de 100 mL no siempre indica que el agua está contaminada con microorganismos patógenos, sino que, en términos estadísticos, su concentración es una característica que alerta sobre la existencia de contaminación fecal y de microorganismos patógenos y es por ello que es de mucha importancia conocer los niveles de contaminación microbiológica de los reservorios de agua de los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra.

En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales.

1.5. Limitaciones

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra, del distrito, provincia y departamento de Huancavelica, por lo que la presente investigación se limita en un espacio geográfico de clima frío, durante todo el proceso de investigación las limitaciones presentadas fueron la accesibilidad, para la toma de muestras.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- PAVÓN ESPINOZA, 2011. En la subcuenca del Río La Trinidad, municipio de Diriamba, Carazo, se monitoreó la calidad del agua superficial desde julio del 2010 a abril 2011. El objetivo fue evaluar la calidad del agua superficial de la subcuenca del Río La Trinidad, utilizando indicadores biológicos, fisicoquímicos y bacteriológicos para generar la línea base como soporte a la toma de decisiones en el manejo integrado de cuencas. Se utilizó el método Biological Monitoring Working Party BMWP/Col. para determinar la calidad biológica del agua superficial. Los resultados muestran que las familias de macro-invertebrados identificados en los muestreos son: 2,468 individuos pertenecientes a 11 órdenes y 27 familias. Tricorythidae fue la más abundante con 776 individuos, seguida de Leptophlebiidae: con 601, Hydropsychidae: 260, Physidae: 168, Thiaridae: 121, Gomphidae: 107, Baetidae: 103 y Chironomidae: con 100. Las 19 familias restantes presentaron entre 1 y 39 individuos. La clasificación biológica del agua del río presenta dos tipos de clasificación: clase II (ligeramente contaminada) y clase III (dudosa), en dependencia de las actividades agropecuarias que se desarrollen. El análisis bacteriológico presentó Coliformes fecales y totales muy altos (más de 1,200 NMP/100ml), la Norma Regional CAPRE. (1994) no permite el consumo humano, uso doméstico, por daños causado a la salud. La relación entre DBO5/DQO, en la parte alta 0.01 mg/l, en la parte media 0.14 mg/l y en la baja 0.02 mg/l, señalando que en algunos puntos de la subcuenca se hacen vertidos inorgánicos dificiles de depurar biológicamente. El uso actual de la tierra está por encima de la capacidad de uso, presentándose fuertes

procesos de degradación de los suelos. Concluyéndose que los métodos biológicos y fisico-químicos son complementarios en los procesos de evaluación de la calidad de las aguas. La abundancia de algunas familias está relacionada con las variables físico-químicas y microbiológicas. La presencia de Thiaridae y Chironomidae se relacionan con altos niveles de microorganismos y bajos niveles de oxígeno. La mayor parte de las tierras son de vocación forestal y están siendo utilizadas para ganadería extensiva con pastos naturales de bajo valor nutritivo y sobrepastoreo.

- GRAMAJO CIFUENTES , 2004. En el presente trabajo se determinó la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de cuatro pozos mecánicos ubicados en la zona 11 de Mixco, específicamente en las colonias Lo de Fuentes, Lo de Molina y Primero de Mayo. Para ello se determinaron las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua de cada uno de los pozos, posteriormente estos valores se compararon con la norma para agua potable NGO 29001 de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR, y también se compararon con los requerimientos de calidad del agua para uso industrial contenidos en la norma propuesta CATIE. Para el análisis bacteriológico se usó el método de tubos múltiples de fermentación. Todos los parámetros evaluados se encontraron dentro de los límites aceptados en la norma para agua potable, por lo que se concluyó que el agua de estos cuatro pozos es adecuada para consumo humano. En cuanto a la calidad del agua para uso industrial, se encontró que es adecuada para uso en la industria de alimentos en general, no así para las industrias de bebidas carbonatadas, destilerías y cervecerías, y calderas por no cumplir con los requerimientos para estas industrias. En promedio, el agua de estos pozos se clasifica como dura y ligeramente corrosiva.
- CALDERÓN LÓPEZ, 2015. El agua potable es el recurso natural más importante para el desarrollo y el fortalecimiento de la salud poblacional en las ciudades, puesto que brinda a sus consumidores seguridad en su

ingestión, proveyendo una sana hidratación, reduce la tasa de mortalidad infantil y por lo tanto incrementando la expectativa de vida de los habitantes que consumen un agua de calidad. El principal objetivo de este proyecto es determinar la calidad de agua potable que llega a la Universidad de Cuenca, es decir a todos sus campus y haciendas. Los parámetros analizados fueron: físicos: temperatura, turbiedad, color, olor, sabor, conductividad; químicos: pH, Alcalinidad, Dureza total, Oxígeno disuelto, Nitritos, Cloruros, Cloro libre, Cobre, Hierro; microbiológicos: Coliformes totales, Coliformes fecales, Aerobios mesofilos. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas, según el análisis comparativo con los valores establecidos en la norma INEN 1108: 2014 demuestran, que la mayoría de los parámetros Físicos y Químicos cumplen satisfactoriamente con los requerimientos para la calidad de Agua potable, sin embargo, existieron resultados Microbiológicos indicativos de contaminación en las fuentes de agua que se utilizan de manera primordial para el consumo humano en la mayoría de campus. Mediante la implementación de medidas de limpieza y desinfección frecuentes estas alteraciones podrán ser erradicadas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- AGUILAR SEQUEIROS & NAVARRO ALFARO, 2017. La investigación se realizó en la comunidad de Llañucancha de la ciudad de Abancay durante el año 2017.Los objetivos que se plantearon fueron determinar los parámetros Físicos como: conductividad, temperatura, turbiedad, sólidos totales disueltos; determinar los parámetros químicos como: pH, dureza total, cloruros, sulfatos y alcalinidad; determinar parámetros Bacteriológicos como: coliformes totales, coliformes fecales, se analizaron muestras de agua procedentes de la captación de Siracachayoc, los cuales se utilizaron métodos según la norma técnica N°031.DIGESA(2012), reglamento de la calidad de agua para consumo

humano MINAM(2012) en el laboratorio de control de la calidad de agua de la DESA de la Dirección regional de salud Apurímac los datos que fueron procesados se utilizó el paquete estadístico SPS (sistema de procesamiento de salud). Los resultados obtenidos en laboratorio muestran en los parámetros físicos fueron en pH 7.78 ± 4.0, Temperatura 17.43 ± 8.2, Conductividad 138.12 ± 4.1, Alcalinidad 73.68 ± 10.3; mientras en los parámetros químicos los resultados que se obtuvieron fueron en dureza Total 74.28 ± 13.3, Calcio 23.35 ± 7.9, Magnesio 4.74 ± 9.8,Cloruros 74 ± 15.6;entre tanto para los resultados bacteriológicos en las Unidades de Formadoras de Colonias en coliformes totales fueron en captación de 18.67 ± 28.05,en reservorio fue de 18.08 ± 13.51,en pileta domiciliaria fue de 29.08 ± 24.6,para los coliformes Termotolerantes en captación fue de 6.67 ± 16.83,en reservorio fue de 1.75 ± 2.60 y en pileta domiciliaria fue de 6.25 ± 16.94.segun la Norma Técnica 031-DIGESA en los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los valores normales para agua para consumo humano.

- CASILLA QUISPE , 2014. La cuenca en estudio pertenece al sistema de cuencas endorreicas del lago Titicaca, el río Suchez ha sido designado como límite entre los países. Perú y Bolivia. Donde se encuentra el potencial aurífero en la zona es uno de los mayores de la región al encontrarse constituido por placeres del oro formados en el ordovícico en la cordillera de Palomani. Dentro de la cuenca se encuentran los asentamientos humanos destinados a la ganadería en menor escala y la agricultura; así también la actividad de extracción de oro, esta cuenca se constituya en un problema de derecho de uso de orden internacional; así como de contaminación por mercurio de los ecosistemas y posiblemente humanos, debido a que este metal pesado, altamente tóxico es empleado para separar el oro de los otros minerales presentes en los sedimentos. El estudio abarcó alrededor de 35 km de tramo en el río Suchez a partir de su

desembocadura, con un rango altitudinal entre los 3 904 y 3 844 m.s.n.m. Caracterizaron los cuerpos de agua en función a su contenido de sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, iones mayores (sulfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio) y pH. En las aguas del río Suchez encontraron que los sólidos suspendidos son bajos (< a 5 mg/l), con tendencia a incrementar a medida que hay menos pendiente, en la desembocadura; sin embargo, los sólidos totales alcanzan los valores más elevados en relación a otras zonas del sector 240 mg/l. El anión más importante son los sulfatos (32.0-24.0 mg/l) y el calcio es el catión predominante (24.0-16.0 mg/l), otros iones cuantificados fueron sodio (6.4-6.9 mg/l) y magnesio (5.1-3.4 mg/l). Según Navarro y Maldonado (2004) las aguas presentan altos contenidos de sulfatos y bicarbonatos, el calcio, sodio y sílice son secundarios en importancia. El estado de contaminación por mercurio de la cuenca, así como el riesgo que este metal representa para la salud de los pobladores locales agrava la situación de los conflictos en la región. Es necesario identificar el estado de contaminación de los ecosistemas locales, así como el riesgo a la salud que representa para los seres humanos. En este marco la ONG Agua Sustentable ha contratado los servicios de la Asociación Fauna gua para realizar el análisis de información secundaria disponible sobre el estado de contaminación de la cuenca.

- Gianoli Gianoli, 2018. El objetivo del estudio fue determinar la contaminación existente de la bahía de Sechura en seis distintos puntos (Las Delicias, Parachiqie, Puerto Rico, San Pedro, Chulliyachi y el Dren de Sechura) a través de un análisis bacteriológico del agua, utilizando el método cuantitativo de Número Más Probable (NMP), el cual indica la concentración de bacterias coliformes totales y fecales. Todos los puntos monitoreados presentaron niveles no aptos según el decreto supremo N° 004-2017-MINAM en algún momento del año. Puerto Rico sobrepasó los límites establecidos según la normativa en varios meses del año

considerada el punto con mayor carga bacteriana del estudio. En contraste las Delicias es considerado el punto con menor carga bacteriana. Se encontró que los factores fisicoquímicos presentes en el ambiente son insignificantes ante la presencia de coliformes. Se concluye que el estado actual del agua de la bahía representa un riesgo para la salud de las personas y el medio ambiente.

- ESPITIA IRIARTE , 2019. Las comunidades periféricas, como la de éste estudio se hallan expuestas a recibir agua con potabilización deficiente; el derecho al agua de calidad es inalienable, por lo que en el presente trabajo se analiza la calidad del agua proveniente de grifos domiciliarios de la Urbanización la Estancia de Lurín, la cual está inmersa en una zona agropecuaria, industrial, de alta permeabilidad, recibe agua de fuente subterránea, con alta dureza y conductividad, siendo percibidas y rechazada por gran parte de sus habitantes, por sus repercusiones, económicas, factiblemente de salud y por cuanto además existe un gran número de habitantes de mayor riesgo de vulnerabilidad (niños y/ embarazadas, y/o adulto mayor). El presente trabajo tiene como objetivo analizar los siguientes parámetros fisicoquímicos: Arsénico, Cadmio, Conductividad, Dureza y Turbidez, y microbiológicos (Coliformes totales y termotolerantes) además de cloro libre residual en agua potable de la Urbanización la Estancia de Lurín, con el fin de establecer si se hallan por fuera de los LMP de DIGESA y Colombia y a su vez establecer la correlación entre calidad de agua potable y el crecimiento de la planta acuática Lemna minor. Se realizaron determinaciones por Absorción atómica para los dos metales, Coliformes se analizaron mediante método de tubos múltiples, se compararon resultados acorde a la norma peruana de DIGESA y de Colombia, estableciéndose resultados así: As y Cd no detectado, presenta alta Dureza y Conductividad, pero no supera los LMP de la norma DIGESA, y se halla por encima de los LPM establecidos por

la norma de Colombia, al igual que el nivel de cloro residual está deficiente, y además se halló Coliformes totales en el 25% de las muestras. La Turbidez se halla dentro de límites permisibles de ambas normas. La correlación directa entre Calidad de agua y crecimiento diferencial poblacional de la planta acuática Lemna minor fue positiva, pudiendo relacionar porcentaje de crecimiento con nivel de calidad de potabilización, por lo cual se puede utilizar como indicadora y alerta de su calidad, para las comunidades.

- FLORES Y PÉREZ 2009. Realiza estudios así: "en el distrito de Puente Piedra se evaluó el grado de contaminación de arsénico, especialmente por tratarse de un distrito con escaso control sanitario sobre la calidad de agua de consumo humano. Para llevar a cabo este estudio se tomaron 38 muestras de agua de consumo humano, 13 provenían de SEDAPAL, 13 de agua de cisterna y 12 de agua de pozo, se usó el método espectrofotométrico de absorción atómica con horno de grafito. Se encontró que la concentración promedio de arsénico del total de muestras provenientes de SEDAPAL fue de 9.13 µg As/L y el total de muestras provenientes de cisterna fue de 5.04 µg As/L, los cuales no exceden la concentración máxima permisible dada por la Norma Técnica Peruana 214.003.87 (50 µg As/L) y la Organización Mundial de la Salud (10 µg As/L). También se halló que la concentración promedio de arsénico en el agua de consumo humano proveniente de pozo fue de 22,40 µg As/L, la cual está por encima del límite permisible establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por debajo del límite permisible dado por la Norma Técnica Peruana (NTP 214.003.87). Se observa que el 100% de las muestras supera el límite permisible establecido por la OMS. Se recomienda realizar este tipo de estudios en otros distritos de Lima Metropolitana para poder hacer un seguimiento de la calidad del agua de consumo humano que abastece a los habitantes"

2.1.3. Antecedentes Locales

No se han encontrado referencias de investigación que se hayan realizado a nivel local.

2.2. Bases Conceptuales

2.2.1. Generalidades

Según la Real Academia Española, el agua (del latín aqua) es la "sustancia formada por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, es líquida, inodora, insípida, en pequeña cantidad incolora y verdosa o azulada en grandes masas. Es el componente más abundante en la superficie terrestre y más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y se encuentra en compuestos naturales, y como agua de cristalización en muchos cuerpos orgánicos e inorgánicos como los cristales". (RAE, 2020)

El agua es considerada como uno de los recursos naturales más fundamentales para el desarrollo de la vida, y junto con el aire, la tierra y la energía, constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo. Cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre. El agua en los seres vivos se encuentra tanto intracelular, como extracelularmente. El agua intracelular, representa 2/3, aproximadamente, y el agua extracelular representa el tercio restante. Esta última se encuentra bañando las células o conformando la sangre, linfa, savia, etc. En los seres unicelulares y en los organismos acuáticos el agua es además su medio ambiente. El agua interviene en muchas reacciones químicas, bien como reactivo o como producto de la reacción, y resulta imprescindible para la estabilidad de muchas sustancias biológicas (Marín, 2006).

2.2.2. Propiedades físico-químicas

Su importancia reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que suceden en la naturaleza, así como los que se llevan a cabo en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua.

a) **Temperatura:** La temperatura del agua se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido. Las variaciones de temperatura afectan a la solubilidad de sales y gases en agua y en general a todas sus propiedades, tanto químicas como microbiológicas (Marín, 2006).

b) **Color:** El color del agua se debe a sustancias coloreadas existentes en suspensión o disueltas en ella: materias orgánicas procedentes de la descomposición de vegetales, así como de diversos productos y metabolitos orgánicos que habitualmente se encuentran en ellas. Además, la presencia de sales solubles de Fe y Mn (aguas subterráneas y superficiales poco oxigenadas) también produce un cierto color en el agua (Marín, 2006).

c) **Olor y sabor:** Fisiológicamente, los sentidos del gusto y el olfato están íntimamente relacionados ya que las papilas linguales y las olfativas detectan estímulos simultáneos y complementarios. Solamente existen cuatro sabores básicos: ácido, salado, dulce y amargo. Todos los demás sabores se obtienen por interacción de estos reseñados. Las fuentes de sabores y olores del agua responden a dos orígenes: naturales y artificiales. Las primeras incluyen gases, sales, compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos y compuestos procedentes de la actividad vital de los organismos acuáticos. Los compuestos productores de olor/sabor de origen artificial pueden ser también orgánicos e inorgánicos y están probablemente más definidos, al poder identificarse la fuente concreta productora del problema (Marín, 2006).

2.2.3. Propiedades químicas y biológicas

a) El agua tiene una densidad máxima de 1 g/cm³ cuando está a una temperatura de 3,8ºC, característica especialmente importante en la naturaleza que hace posible el mantenimiento de la vida en medios acuáticos sometidos a condiciones exteriores de bajas temperaturas. La

dilatación del agua al solidificarse también tiene efectos importantes en los procesos geológicos de erosión. Al introducirse agua en grietas del suelo y congelarse posteriormente, se originan tensiones que rompen las rocas (Carbajal et al., 2012).

b) El agua tiene un alto valor de tensión superficial, quedando las moléculas de la superficie fuertemente atraídas, aunque algunas sustancias pueden romper esta atracción. Este es el caso del jabón que forma espuma o de las sales biliares que facilitan la digestión de las grasas. Las gotas de grasa emulsionadas se organizan después en micelas que aumentan la absorción (crean un mayor gradiente de difusión) y facilitan la entrada de otros nutrientes (Carbajal et al., 2012).

c) Además, el agua posee una alta reactividad que se pone de manifiesto en su poder de disolución de materiales. Un proceso de disolución implica el cambio en propiedades físicas y químicas de la disolución ya constituida, con respecto tanto al soluto como al propio disolvente. Así, el ataque químico del líquido a las rocas y minerales en un medio natural, el cual se puede producir de diferentes formas: - Hidratación: O penetración del agua dentro de la red reticular del cristal, formando compuestos químicos denominados "hidratos".

- **Hidrólisis:** O descomposición mutua entre la sal que se disuelve y el agua.
- **Óxido – Reducción:** Se da tanto en la zona de infiltración y en el agua libre: implica el tránsito de electrones. El equilibrio redox se da entre el O2 aportado por el aire disuelto en el agua que se infiltra, y el consumo del gas en procesos de oxidación de las sustancias reductoras existentes en el medio.
- **pH:** Que puede provocar reacciones de disolución de sales presentes en rocas y minerales, sobre todo en condiciones ácidas (así la provocada por "lluvia ácida", rica en ácidos sulfúrico y nítrico de alto

poder agresivo frente a materiales naturales y artificiales) (Carbajal et al., 2012).

d) La interacción hidrofóbica es la responsable de diversos procesos biológicos importantes. En medios acuosos, la interacción con moléculas anfipáticas (o anfifílicas, aquellas con grupos polares y apolares, como los detergentes o las sales biliares) determina la formación de estructuras ordenadas. El efecto hidrofóbico del agua, consecuencia de su gran cohesión, resultó esencial para la formación y posterior evolución de las células (Carbajal et al., 2012).

e) El agua, junto con sustancias viscosas, actúa como lubricante: la saliva lubrica la boca y facilita la masticación y la deglución, las lágrimas lubrican los ojos y limpian cualquier impureza; el líquido sinovial baña las articulaciones; las secreciones mucosas lubrican el aparato digestivo, el respiratorio, el genito-urinario. Mantiene también la humedad necesaria en oídos, nariz o garganta. Proporciona flexibilidad, turgencia y elasticidad a los tejidos. El líquido del globo ocular, el cefalorraquídeo, el líquido amniótico y en general los líquidos del organismo amortiguan y nos protegen cuando caminamos y corremos. Y finalmente, también el feto crece en un ambiente excepcionalmente bien hidratado (Carbajal et al., 2012).

2.2.4. Calidad de agua

"La calidad del agua no es una característica absoluta, sino que es más un atributo definido socialmente en función del uso que se le piense dar al líquido" (WRI, 2000).

El acceso al agua apta para el consumo humano es un derecho fundamental y una necesidad básica y esencial para la reducción de la pobreza. Se considera que el agua es de calidad cuando es segura para el consumo humano, es decir, cuando presenta ausencia de bacterias coliformes totales y fecales, así como de minerales y metales pesados (OMS, 2006).

La calidad del agua está afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial y agrícola, el tratamiento que se le da antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua, y la cantidad misma en ríos y lagos, ya que de ésta depende su capacidad de purificación.

A nivel mundial en los países en desarrollo se da tratamiento a menos del 10% del agua utilizada, esto significa, que la inmensa mayoría del líquido se vierte a ríos, lagos o mares, ocasiona la contaminación de éstos y, en consecuencia, la reducción del agua disponible para el uso. Las estimaciones de disponibilidad del agua no reflejan por completo el problema de las necesidades de este recurso, ya que en la mayor parte del mundo la calidad del agua está lejos de ser la adecuada.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, 1 100 millones de personas no tienen acceso a una fuente de agua potable mejorada, particularmente en áreas rurales donde no existe posibilidad de que el agua tenga un tratamiento previo que mejore su calidad y posibilite su uso general (Auge, 2007).

2.2.5. Problemas de salud relacionados con la deficiencia de calidad de agua

Las enfermedades relacionadas con el uso de agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable. La deficiente calidad del agua, continúa siendo una gran amenaza para la salud humana; siendo las enfermedades diarreicas las más importantes, atribuyéndose éstas al abastecimiento inseguro de agua y al inadecuado saneamiento e higiene, con el consiguiente riesgo de infección por parásitos (anquilostomiasis, ascariasis), bacterias (cólera, shigelosis, salmonelosis) o virus (hepatitis), que afecta principalmente a los niños de los países sub desarrollados. Las bacterias coliformes no siempre causan enfermedad, pero sirven como uno de los indicadores de contaminación por microorganismos asociados con enfermedades diarreicas. La calidad del agua requiere de un parámetro básico contemplado dentro de los derechos humanos, pero además

está el acceso al agua apta para el consumo humano, proporcional al número de personas que se abastecen de las fuentes de agua seguras. Para los habitantes de una ciudad se entiende el acceso al agua segura como: la proporción de la población que tiene servicio de acueducto domiciliario dentro del área urbana, siempre que lo requiera. Se estima que el consumo de agua contaminada es responsable del 88% de los más de cuatro billones de casos de enfermedades diarreicas que se producen en el mundo cada año, y de 1,8 millones de muertes que resultan de ellas. Asimismo, es indirectamente responsable por el 50% de casos de desnutrición infantil que está vinculada a enfermedades diarreicas y de las 860.000 muertes que resultan de ellos cada año (OMS, 2006).

Las más afectadas son las poblaciones de los países en desarrollo que viven en condiciones de pobreza extrema, tanto en áreas periurbanas como rurales. Los principales problemas que causan esta situación incluyen la falta de prioridad que se le da al sector, la escasez de recursos económicos, la carencia de sostenibilidad de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento, los malos hábitos de higiene y el saneamiento inadecuado de entidades públicas como hospitales, centros de salud y escuelas (Álvarez et al., 2013).

2.2.6. Indicadores microbiológicos del agua

Este tipo de contaminación se relaciona con la presencia de microorganismos patógenos de heces humanas y animales. Es común encontrárselo en los recursos hídricos superficiales, debido a su exposición. Es importante conocer el tipo, número y desarrollo de las bacterias en el agua para prevenir o impedir enfermedades de origen hídrico. Es difícil detectar en una muestra organismos patógenos como bacterias protozoarios y virus debido a sus bajas concentraciones. Por esta razón, es que se utiliza el grupo de coliformes fecales, como indicador de la presencia de microorganismos.

Coliformes fecales: la bacteria Coliformes fecal presente en las heces humanas y animales de sangre tibia. Puede entrar en los cuerpos de agua por

medio de desechos directos de mamíferos y aves, así como corrientes de agua, acarreando desechos y del agua de drenaje.

Los patógenos incluyen la bacteria Coliformes fecal, así como bacterias, virus y parásitos que causan enfermedades (Ovando A.L. 2008).

2.3. Definición de Términos

- **Coliformes Totales:** la denominación de los coliformes totales son bacterias que tienen características aeróbicas y anaeróbicas gran negativas no esporuladas de forma alargada que se desarrollan en colonias y son de rojo brilloso metálico en un medio tipo Endo, tengan lactosa tras una incubación de 24 horas a 35C°que son indicadores de la calidad de agua para consumo humano (Flores, 2016)
- **Coliformes Fecales:** del mismo modo los coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes llamados así por que soportan temperaturas elevadas hasta los 45°C que son un grupo de microorganismos muy reducidos indicadores también de la calidad de agua ya que estas bacterias son de origen fecal y el cual encontramos ala E. coli, klepsiella (Hernández, 2008)
- **Agua potable:** es aquella que, por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el decreto Digesa puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a su salud.
- **Límite máximo permisible:** son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.
- **Parámetros de control obligatorio (PCO):** son los parámetros que todo proveedor de agua debe realizar obligatoriamente al agua para consumo humano.
- **Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO):** parámetros que de exceder los Límites Máximos Permisibles se incorporarán a la lista de parámetros de control obligatorio hasta que el proveedor demuestre que dichos

parámetros cumplen con los límites establecidos en un plazo que la Autoridad de Salud de la jurisdicción determine.

- **Proveedor del servicio de agua para el consumo humano:** toda persona natural o jurídica bajo cualquier modalidad empresarial, junta administradora, organización vecinal, comunal u otra organización que provea agua para consumo humano.
- **Sistema de tratamiento de agua:** conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tiene la finalidad de producir agua apta para el consumo humano.
- **Tratamiento:** es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas en el decreto". DS N° 031-2010-SA. DIGESA"

2.4. Hipótesis

- **Hipótesis Nula:**

  La calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra no cumple con los estándares de calidad ambiental.

- **Hipótesis Alterna:**

  La calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra si cumple con los estándares de calidad ambiental.

2.5. Variables

2.5.1. Variable Dependiente

- Aguas de los manantiales de los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra.
- Agua de los reservorios de los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra.
- Agua de las viviendas de los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra.

2.5.2. Variable Independiente

- Parámetros fisicoquímicos: turbiedad, pH, conductividad, cloro residual libre (FRC), dureza.
- Parámetros microbiológicos: coliformes totales y termotolerantes (fecales).
- Parámetros inorgánicos: cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), molibdeno (Mo) y cobre (Co)

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 1 *Operacionalización de Variables*

Variables		Componente Hídrico	Parámetro	Dimensión	Indicadores	Unidad	Instrumento
Dependiente	Concentración de los parámetros fisicoquímicos. Microbiológicos e inorgánicos	Manantiales	Fisicoquímico	Turbiedad	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	UNT	
				pH	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	Unidad de pH	
				Conductividad	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	Us/cm	
				Cloruros	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	mg/L	
				Dureza Total	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	mg/L	
			Microbiológico	Coliformes Totales	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	NMP/100 mL	
				Coliformes Termotolerantes	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	NMP/100 mL	
			Inorgánicos	Cadmio	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	mg/L	
				Arsénico	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	mg/L	
				Cromo	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	mg/L	
				Molibdeno	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	mg/L	
				Cobre	ECA – Categoría 1 - Subcategoría A1	mg/L	
		Hogares	Fisicoquímico	Turbiedad	DS Nº 031-2010. S. A	UNT	
				pH	DS Nº 031-2010. S. A	Valor de pH	
				Conductividad	DS Nº 031-2010. S. A	Umho/cm	
				Cloro Residual	DS Nº 031-2010. S. A	mg/L	
				Coliformes Termotolerantes	DS Nº 031-2010. S. A	UFC/100 mL	
Independiente	Calidad del agua de los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra		Concentración de los parámetros Fisicoquímicos, Microbiológicos e inorgánicos		Estándares de calidad ambiental para agua y DS Nº 031-2010. S. A	Unidad del ECA Categoría 1 Subcategoría A1 y DS Nº 031-2010. S. A	Instrumento de gestión ambiental ECA –agua Categoría 1 Subcategoría A1 y DS Nº 031-2010. S.A

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito temporal y espacial de la investigación

3.1.1. Ámbito temporal

El proceso de recolección de datos, análisis de laboratorio, análisis de datos, obtenidos del presente trabajo de investigación fueron dentro del periodo 2020, entre los meses correspondientes de julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre.

3.1.2. Ámbito Espacial

El proyecto de investigación realizado se encuentra dentro de los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra del departamento, provincia y distrito de Huancavelica, georreferenciados con las coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) en la zona 18S y el tipo de clima que presentan es frío.

a. Ubicación política

Departamento : Huancavelica
Provincia : Huancavelica
Distrito : Huancavelica
Centros Poblado : Pueblo Libre y Pampachacra
Región : Sierra

b. Ubicación geográfica

- Coordenadas UTM Pueblo Libre

  Este : 490651.5 m.
  Norte : 1409152 m.
  Altitud : 4005 m.s.n.m.

Figura 1 *Ubicación Satelital de la Comunidad Campesina de Pueblo Libre*

- Coordenadas UTM Pampachacra

  Este : 490652.5 m.

  Norte : 1409153 m.

  Altitud : 4007 m.s.n.m.

Figura 2 *Ubicación Satelital de la Comunidad Campesina de Pampachacra*

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que presenta el proyecto de investigación es la Investigación Básica, según (Gonzales, Oseada, Ramírez, & Gave, 2011) la investigación básica o pura es la que busca acrecentar los conocimientos teóricos para el progreso de una ciencia, sin interesarse directamente en sus posibles aplicaciones o consecuencias prácticas.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación a la que está destinada el presente proyecto de investigación es el Nivel Descriptivo, según (Gonzales, Oseada, Ramírez, & Gave, 2011) el nivel de investigación descriptiva también conocida como la investigación estadística, es donde se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio.

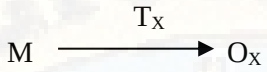
3.1.3. Método de investigación

Según (Cazau, 2006) el método **lógico deductivo** está conformado por dos procedimientos inversos: inducción y deducción. La inducción es una forma de razonamiento en la que se pasa del conocimiento de casos particulares a un conocimiento más general, que refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales. Su base es la repetición de hechos y fenómenos de la realidad, encontrando los rasgos comunes en un grupo definido, para llegar a conclusiones de los aspectos que lo caracterizan. Las generalizaciones a que se arriban tienen una base empírica

3.1.4. Diseño de investigación

Según (Hernández, 2014) el término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema.

La presente investigación presenta un Diseño no experimental, según (Hernández, 2014) lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos.



Donde:

M: Muestra

O: Observación

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Según (Gonzales, Oseada, Ramírez, & Gave, 2011)la población está dada por el conjunto de sujetos al que puede ser generalizado los resultados del trabajo, en virtud a todo esto se puede hablar de dos tipos de población, una a la que se denomina población objetivo que involucra el total de sujetos a los que se atenderá y la otra a la que se llama población accesible, está es un subconjunto de la población objetivo, esta viene a estar constituida por todos los sujetos a los que se tiene acceso.

Para la presente investigación, la población está definida por el agua de manantiales, reservorios y hogares de los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra

3.4.2. Muestra

Para (Gonzales, Oseada, Ramírez, & Gave, 2011) la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta, que sin embargo posee las mismas características de aquella, lo que hace posible que el investigador, que trabaje con la muestra generalice sus resultados de su población.

Para el presente trabajo de investigación la distribución de los puntos de monitoreo fue mediante la tabla N° 2, los cuales conforman ambos centros poblados, el muestreo se realizará semanal por un mes.

Tabla 2 *Distribución de los Puntos de Monitoreo*

CENTRO POBLADO	MANANTIALES	HOGARES
Pueblo Libre	7	3
Pampachacra	4	5

Para el proceso de muestreo, preservación, conservación, almacenamiento y transporte de muestras se basan de acuerdo a los lineamientos establecidos por el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – Autoridad Nacional de Agua (Resolución Jefatural N°010 – 2016 – ANA) y para el estudio de sus parámetros con el D.S. N° 004 – 2017- MINAM que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA´s) para agua, Categoría 1 (Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable, sub categoría A1 (Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) y DS Nº 031-2010. S.A.

3.4.3. Muestreo

La técnica de muestreo que se aplicó fue el muestreo no probabilístico con tipo de muestreo por conveniencia, por lo que las muestras no dependen de fórmulas de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador, porque están convenientemente disponibles para el investigador (Hernández et al., 2014).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

La principal técnica que se utilizó para la recolección de datos de la presente investigación fue la observación, donde mediante la observación se hizo la determinación de los puntos de monitoreo, donde la técnica de muestreo para cada uno de los parámetros fue el muestreo puntual, es decir dada en momento determinado y este se realizó mediante un recurso auxiliar que son las fichas de recolección de datos como queda en evidencia en los apéndices.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación se utilizó los siguientes instrumentos para medir los parámetros fisicoquímicos como son el (Multiparametro Hach) para la medición de temperatura, conductividad y pH, el (HI96734 Portable photometer for free and total chlorine (Hanna Instruments, USA) (Environmental Health Unit of the Huancavelica Health Network). Range of detection: 0–10 mg/L) para la determinación de cloro residual, para los parámetros microbiológicos el (Most probable number (MPN) method [36] (Laboratory of Microbiology and Parasitology—UNH) y para los parámetros inorgánicos el (Atomic absorption spectroscopy (AAS)—3111 metals by flame atomic absorption spectrometry [40]. The limits of detection (mg/L) of the AAS method were: Cd: 0.0039; As: 0.12; Cr: 0.015; Pb: 0.021; and Sb: 0.069. (Chemistry Laboratory), asimismo, las fichas de registro de datos de campo y laboratorio que es la cadena de custodia.

3.5.3. Procedimiento de recolección de datos

Para determinar la calidad de las muestras de agua recolectadas en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra, del cual se tomaron muestras de manantiales, reservorios y hogares, siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – Autoridad Nacional de Agua (Resolución Jefatural N°010 – 2016 – ANA), posterior a esto se llevará al laboratorio para sus respectivos análisis.

3.5.3.1. Descripción del proceso de muestreo

El proceso de muestreo se realizó para los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos.

a. Determinación de los parámetros fisicoquímicos

Se analizará en laboratorios especializados gestionados por los tesistas. Las muestras de agua serán transportadas desde los puntos de muestreo a los laboratorios en refrigeradores llenos de acumuladores fríos a una temperatura entre 1 y 5 ° C.

b. Determinación de Coliformes totales y termotolerantes

Se recogerán muestras de agua en botellas de vidrio estériles de 100 ml y se transportarán en refrigeradores llenos de acumuladores fríos a una temperatura entre 1 y 5 ° C. Luego se analizará la presencia de coliformes totales y termotolerantes (fecales) mediante el método del número más probable (NMP) utilizando caldo BRILA (lactosa biliar verde brillante) al 2% (0.0133 g / L verde brillante, 10 g / L lactosa, 20 g / L ox-bilis (seca) y 10 g / L de peptona). De cada muestra de agua, diluciones de 10^{-1}, 10^{-2} y 10^{-3} se harán, y 1 ml de cada dilución se inoculó en tubos con caldo BRILA durante 24 ha 35-37 ° C. Los coliformes totales se cultivarán en caldo BRILA a una temperatura de 35 ° C o 37 ° C. Para los tubos que contenían coliformes totales, se inoculará 1 ml en un tubo con caldo BRILA durante 24 ha 44-45 ° C para determinar si habrá coliformes termotolerantes o no. Para ambos cultivos (coliformes totales y termotolerantes), el crecimiento se identificará provisionalmente por la producción de ácido y gas a partir de la fermentación de lactosa.

c. Determinación de los parámetros inorgánicos

Las muestras de agua de manantiales se recogerán en recipientes de polietileno 1 L, y 3 ml de 50% HNO_3 y se analizarán en laboratorios especializados.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.7.1. Técnicas del procesamiento de datos

El procesamiento estadístico se llevará a cabo a través de un Software contenido en el Paquete Estadístico, SPSS Versión 17.

3.7.2. Análisis de datos

El análisis e interpretación de datos se desarrollarán a través de la aplicación de la estadística descriptiva y tabla de contingencia (cuadros y gráficos estadísticos).

CAPÍTULO IV
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de Resultados

Se presentan los resultados de la investigación en base a los objetivos específicos el de determinar la calidad del agua de consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra mediante los parámetros fisicoquímicos: turbidez, pH, conductividad, cloruros y dureza total, de la misma manera determinar coliformes totales y termotolerantes. Así mismo determinar los parámetros inorgánicos: cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), molibdeno (Mo) y cobre (Cu). El cumplimiento de los objetivos antes mencionado permitirá determinara si cumplen o no cumplen con los Estándares de calidad de Agua, categoría 1, sub categoría A1. El proceso de la obtención de la información recogida mediante las técnicas e instrumentos de estudio en datos cuantitativos de análisis descriptivo e inferencial, las que se objetivaban mediante cuadros estadísticos, gráficos y testimonios de acuerdo a las hipótesis de trabajo.

A. Evaluación de los parámetro fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos del centro poblado de Pueblo Libre.

4.1.1 Evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímico en aguas de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre en comparación con el ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

Tabla 3 *Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímico en los puntos de monitoreo para aguas de manantial*

Evaluación de parámetros fisicoquímico		Medias de concentración		Desviación Estándar	ECA-Agua Categoría 1-Subcategoría A1	Cumple con el ECA-Agua
	Und.	*fi*	$\bar{x}$	S	LMP	Si/No
Turbiedad	UNT	7	2.800	1.453	5	Si
pH	Unidad	7	7.6714	0.1604	6.5 – 8.5	Si
Conductividad	µS/cm	7	85.69	18.16	1500	Si

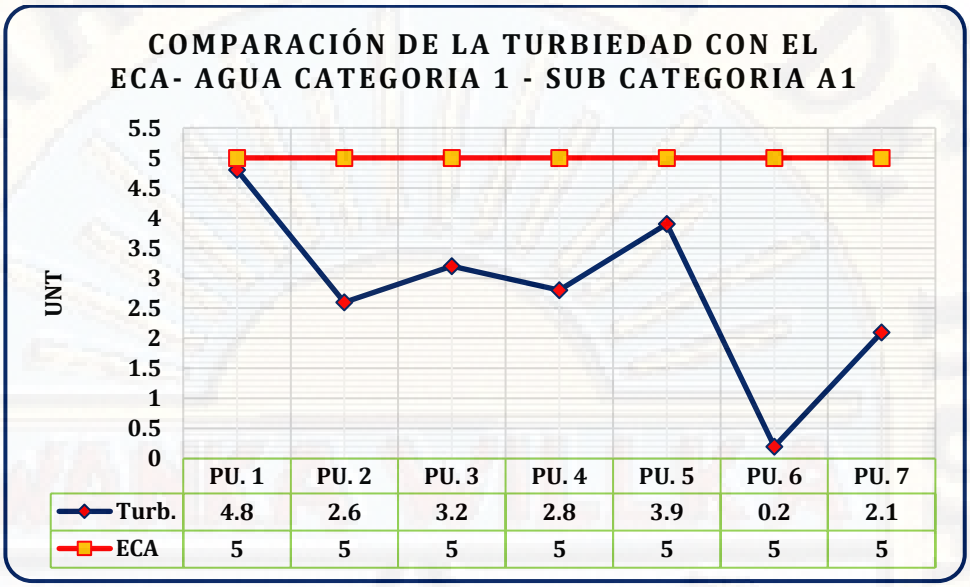
Cloruros	mg/L	7	4.224	0.859	250	Si
Dureza total	mg/L	7	82.94	11.10	500	Si

Nota: Und. - Unidad de medida; fi - Número de datos procesados.

4.1.1.1. Comportamiento del parámetro físico de turbidez en las aguas del manantial

El control de la turbiedad es de especial importancia, debido a que está íntimamente relacionado con la eficacia de los procesos de desinfección, bien sean químicos (cloro u otras biosidas), como físicos (radiaciones UV). El porqué de esta relación es claro, a mayor turbidez, mayor material particulado en suspensión en el agua, lo cual influye en aumentar la posibilidad de acantonamiento en los microhuecos de estas partículas, de bacterias, virus y protozoos patógenos, disminuyendo la eficacia de los desinfectantes al no poder contactar físicamente con el objetivo a eliminar. Es un parámetro de importancia el cual permite determinar la calidad del agua, por tanto, no debe sobrepasar los límites máximos establecidos en el ECA-Agua que es de (5 UNT).

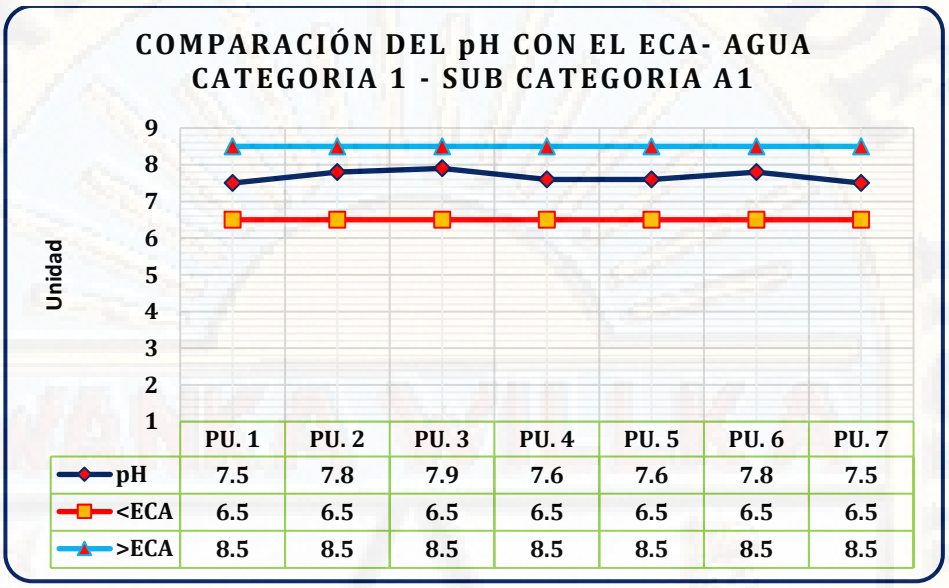
Figura 3 *Comparación de la turbiedad con el ECA – Agua*



4.1.1.2. Comportamiento del parámetro fisicoquímico de potencial de hidrogeno (pH) en las aguas del manantial

El pH es un parámetro de gran importancia para determinar la calidad de un agua residual esto es debido a que el rango en el cual se desarrollan los procesos biológicos corresponde a un intervalo estrecho y crítico (6,5-8,5) por tanto el agua residual con un pH inadecuado presenta dificultades de tratamiento durante los procesos biológicos.

Figura 4 *Comparación del pH con el ECA – Agua*

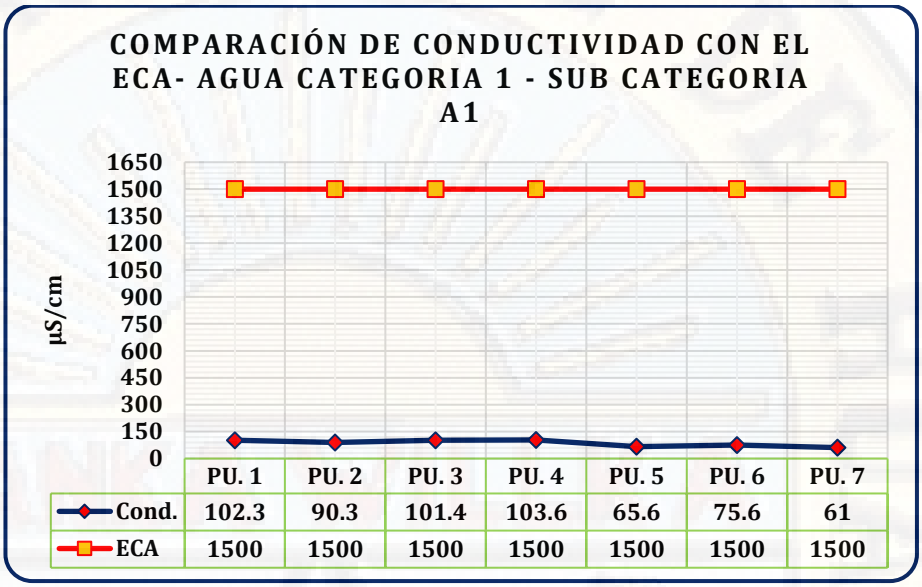


	PU. 1	PU. 2	PU. 3	PU. 4	PU. 5	PU. 6	PU. 7
pH	7.5	7.8	7.9	7.6	7.6	7.8	7.5
<ECA	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
>ECA	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5

4.1.1.3. Comportamiento del parámetro fisicoquímico de conductividad en las aguas del manantial

La conductividad es una medida generalmente útil como indicador de la calidad de aguas dulces. Cada cuerpo de agua tiene un rango relativamente constante de conductividad, que una vez conocido, puede ser utilizado como línea de base para comparaciones con otras determinaciones puntuales.

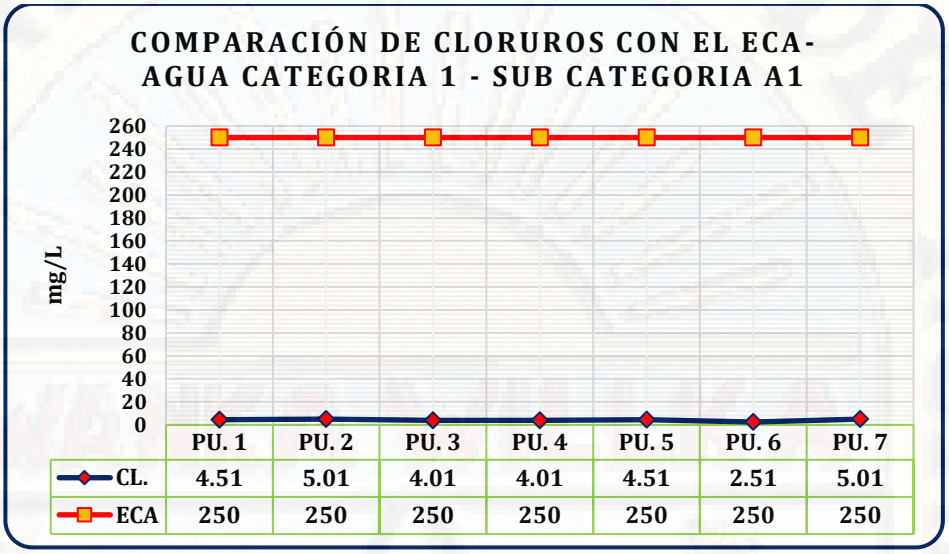
Figura 5 *Comparación de la conductividad con el ECA – Agua*



4.1.1.4. Comportamiento del parámetro fisicoquímico de cloruros en aguas del manantial

Los cloruros en las aguas son responsables del sabor salobre, además son un indicador de posible residual contaminación del agua debido al contenido de cloruros de la orina. El ion cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, su presencia es necesaria en aguas potables. Un alto contenido de cloruros puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de plantas.

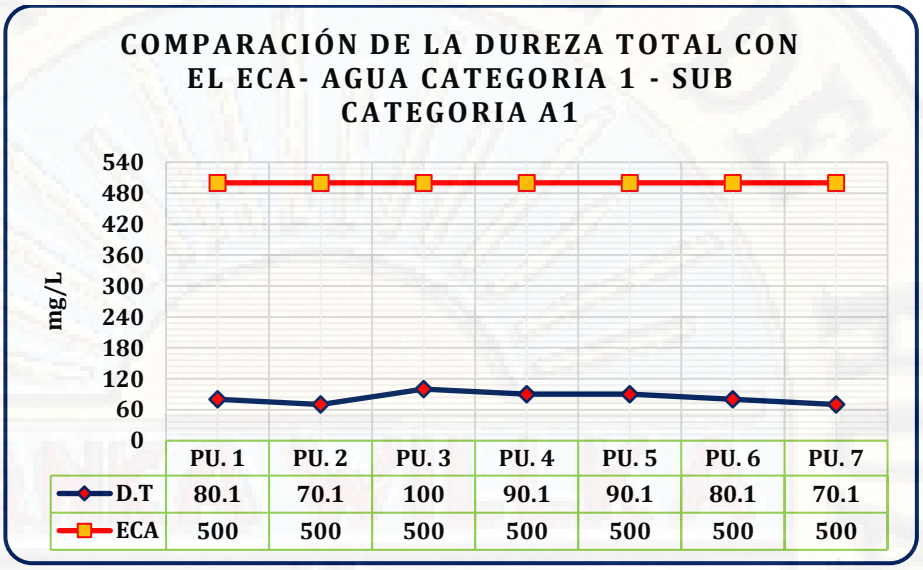
Figura 6 *Comparación de los cloruros con el ECA – Agua*



4.1.1.5. Comportamiento del parámetro fisicoquímico de dureza total en las aguas del manantial

El gua dura es la que contiene un alto nivel de minerales y posee cantidades variables de compuestos, en particular sales de magnesio y calcio. Son las causantes de la dureza del agua y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de estas sales.

Figura 7 *Comparación de la dureza total con el ECA – Agua*



4.1.2 Evaluación de los parámetros microbiológicos en aguas de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre en comparación con los LMP-ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

4.1.2.1. Comportamiento del parámetro microbiológico de coliformes totales en las aguas del manantial

Como los organismos coliformes termoresistentes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales.

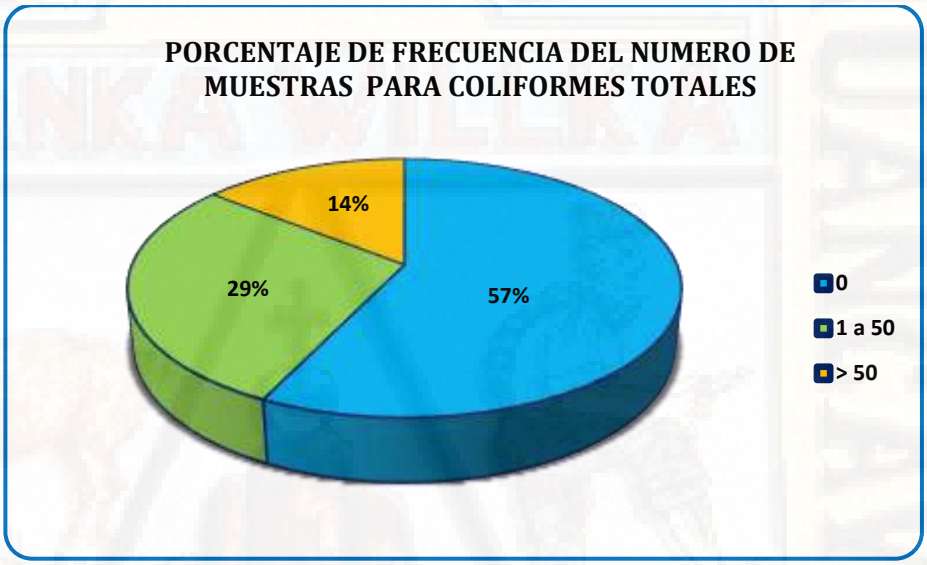
Tabla 4 *Frecuencia del número de muestras para coliformes totales*

Parámetros de Coliformes totales (NMP)	FRECUENCIA	
	N°	%
0	4	57
1 a 50	2	29
> 50	1	14
TOTAL	7	100

N°: número de muestras %: porcentaje

En la Tabla Nº 04 y figura N° 08, se observa la frecuencia del número de muestras de agua según el ECA-Agua para la determinación de la calidad de agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, presentándose una frecuencia del NMP 0 con 57%, seguido del NMP 1 a 50 con 29%, mientras que en el NMP de > 50 con 14%.

Figura 8 *Frecuencia en porcentaje de muestras de agua según el ECA Agua*



4.1.2.2. Comportamiento del parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes en las aguas del manantial

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal.

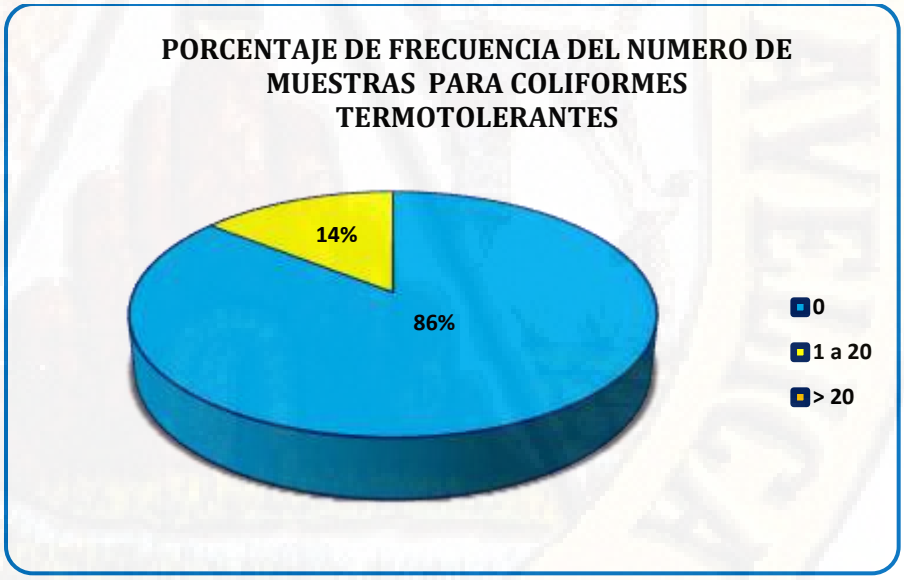
Tabla 5 *Frecuencia del número de muestras para coliformes termotolerantes*

Parámetros de Coliformes termotolerantes (NMP)	FRECUENCIA	
	N°	%
0	6	86
1 a 20	1	14
> 20	0	0
TOTAL	7	100

N°: número de muestras %: porcentaje

En la Tabla Nº 05 y figura N° 09, se observa la frecuencia del número de muestras de agua según el ECA-Agua para la determinación de la calidad de agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, presentándose una frecuencia del NMP 0 con 86%, seguido del NMP 1 a 20 con 14%, mientras que en el NMP de > 20 con 0%.

Figura 9 *Frecuencia en porcentaje de muestras de agua de manantial*



4.1.3 Evaluación de la concentración de los parámetros inorgánicos en aguas de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre en comparación con el ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

Tabla 6 *Estadística descriptiva de los parámetros inorgánicos en los puntos de monitoreo para las aguas de manantial*

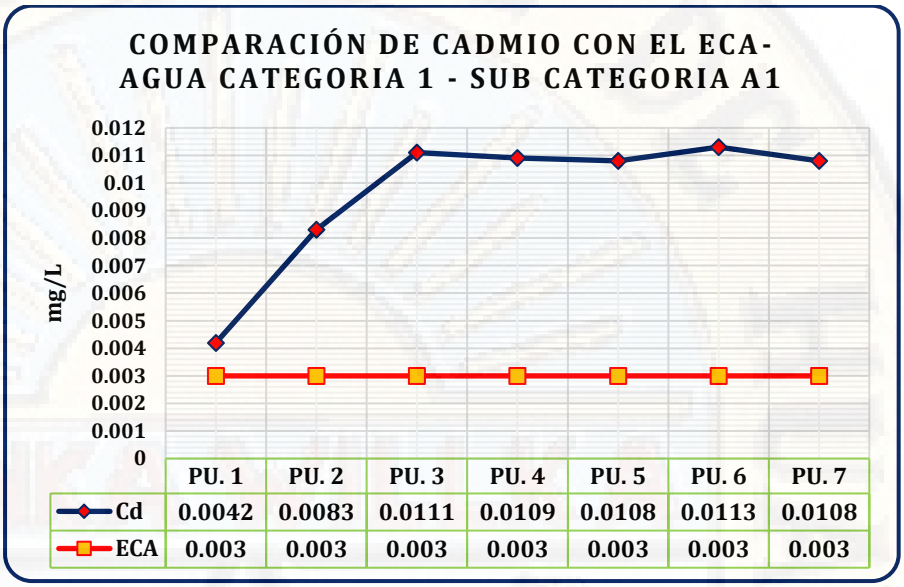
Evaluación de parámetros fisicoquímico			Medias de concentración	Desviación Estándar	ECA-Agua Categoría 1-Subcategoría A1	Cumple con el ECA-Agua
	Und.	*fi*	$\bar{x}$	S	LMP	Si/No
Cádmio	mg/L	7	0.0096	0.0026	0.003	No
Arsénico	mg/L	7	0.12	0.00	0.01	No
Cromo	mg/L	7	0.015	0.00	0.05	Si
Molibdeno	mg/L	7	0.06971	0.00504	0.07	No
Cobre	mg/L	7	0.02454	0.00500	2	Si

Nota: Und. - Unidad de medida; fi - Número de datos procesados.

4.1.3.1. Comportamiento del parámetro inorgánico de cadmio (Cd) en las aguas del manantial

El cadmio se libera al medio ambiente en las aguas residuales, y los fertilizantes y la contaminación aérea local producen contaminación difusa. Al cadmio se le reconoce como uno de los metales pesados con mayor tendencia a acumularse en las plantas.

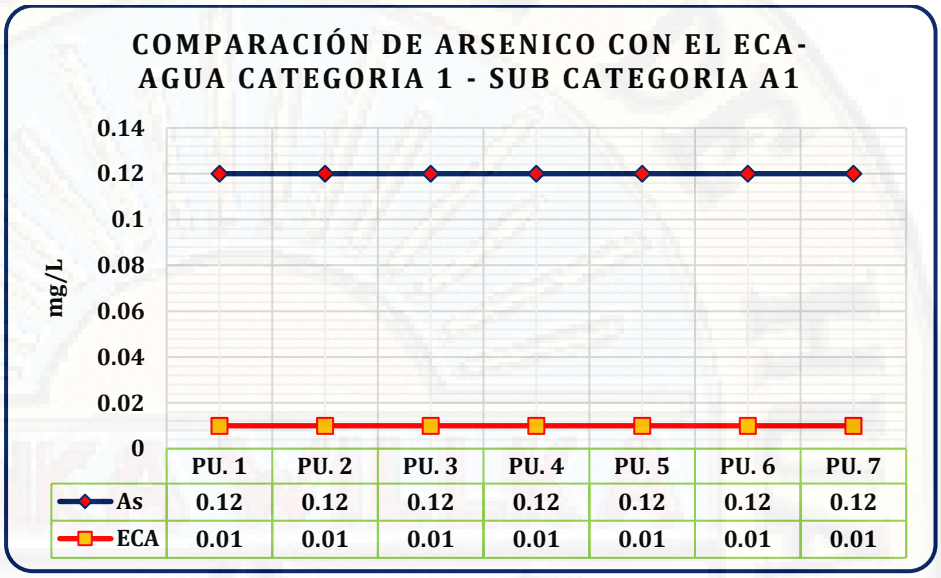
Figura 10 *Comparación de cadmio con el ECA – Agua*



4.1.3.2. Comportamiento del parámetro inorgánico del Arsénico (As) en las aguas del manantial

El arsénico es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre, en su mayoría en forma de sulfuro de arsénico o de arseniatos y arseniuros metálicos. La principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de origen natural.

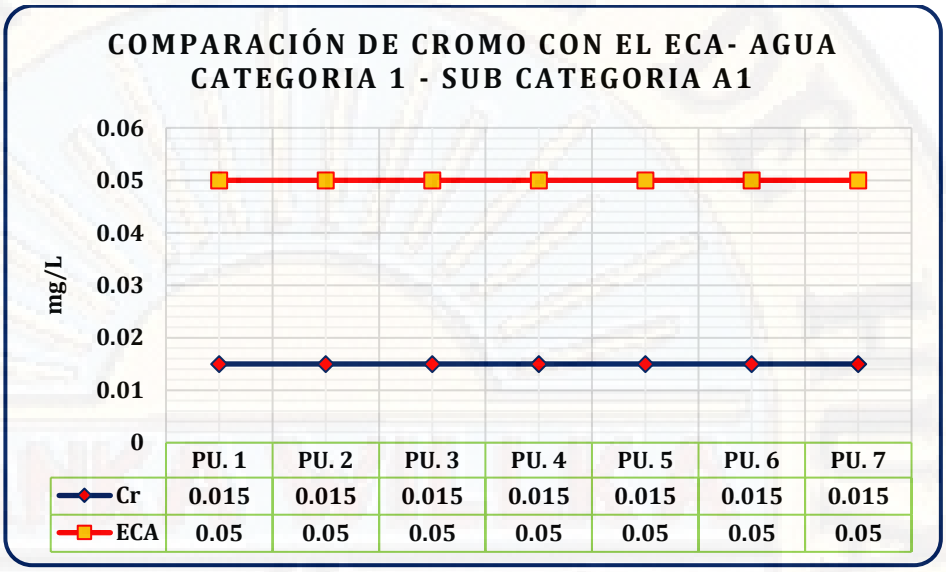
Figura 11 *Comparación de arsénico con el ECA – Agua*



4.1.3.3. Comportamiento del parámetro inorgánico del Cromo (Cr) en las aguas del manantial

Es considerado como un metal pesado tóxico, las aguas que presentan una concentración suficientemente alta para este metal presentan un peligro para la salud ya que es potencialmente carcinogénico, mutagénico y teratogénico. El cromo se puede encontrar en forma de dos especies químicas: el cromo hexavalente es la más tóxica y se trata de un tóxico inhalable. En el agua residual se regula el cromo hexavalente, para agua de consumo se regula el cromo total.

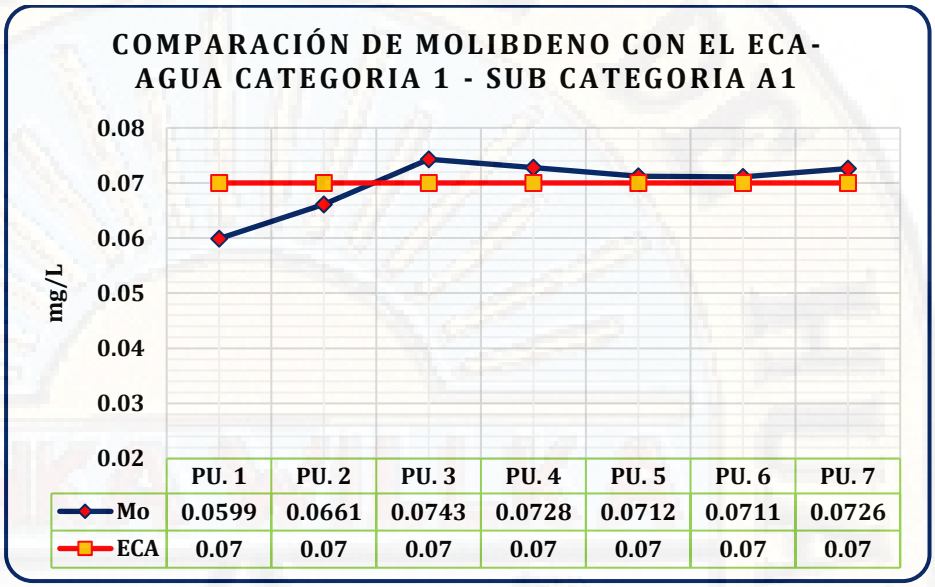
Figura 12 *Comparación de cromo con el ECA – Agua*



4.1.3.4. Comportamiento del parámetro inorgánico del Molibdeno (Mo) en las aguas del manantial

El molibdeno es un metal, duro plateado-blanco y es distribuido extensamente en el ambiente principalmente es encontrado en su naturaleza como sulfuro de molibdeno en el mineral molibdenita. El molibdeno puede ser soltado al ambiente por la combustión de fósil, aguas desechos industriales, el transporte de minerales y de la distribución de agua residuales. El molibdeno es un producto secundario común de la minería de tungsteno y cobre.

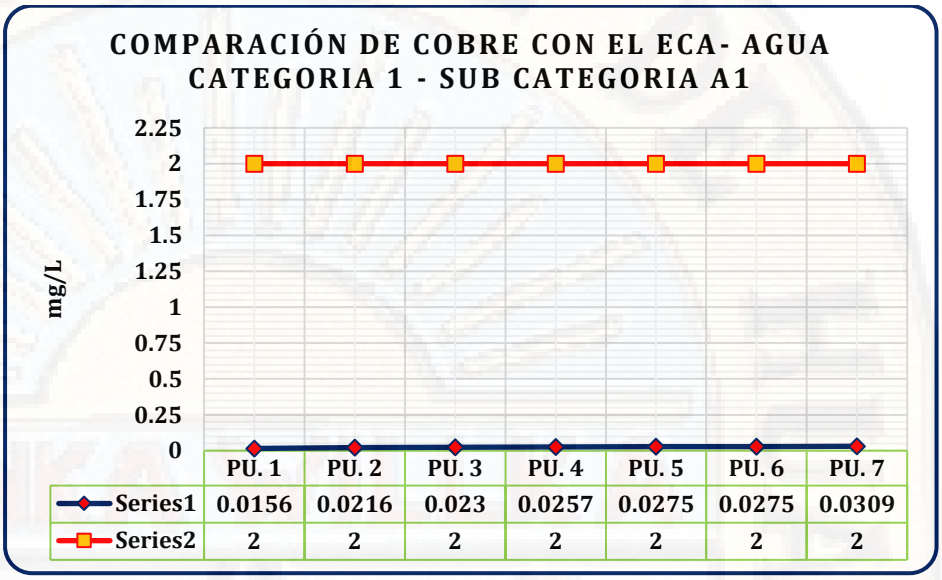
Figura 13 *Comparación de molibdeno con el ECA – Agua*



4.1.3.5. Comportamiento del parámetro inorgánico del Cobre (Cu) en las aguas del manantial

El Cobre puede ser encontrado en muchas clases de comidas, en el agua potable y en el aire. Debido a que absorbemos una cantidad eminente de cobre cada día por la comida, bebiendo y respirando. La absorción del Cobre es necesaria, porque el Cobre es un elemento traza que es esencial para la salud de los humanos. Aunque los humanos pueden manejar concentraciones de Cobre proporcionalmente altas, mucho Cobre puede también causar problemas de salud. La mayoría de los compuestos del Cobre se depositarán y se enlazarán tanto a los sedimentos del agua como a las partículas del suelo. Compuestos solubles del Cobre forman la mayor amenaza para la salud humana. Usualmente compuestos del Cobre solubles en agua ocurren en el ambiente después de liberarse a través de aplicaciones en la agricultura.

Figura 14 *Comparación de cobre con el ECA – Agua*



4.1.4 Evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos en las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre en comparación con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA). Comportamiento del parámetro fisicoquímico de turbidez en las aguas de los reservorios

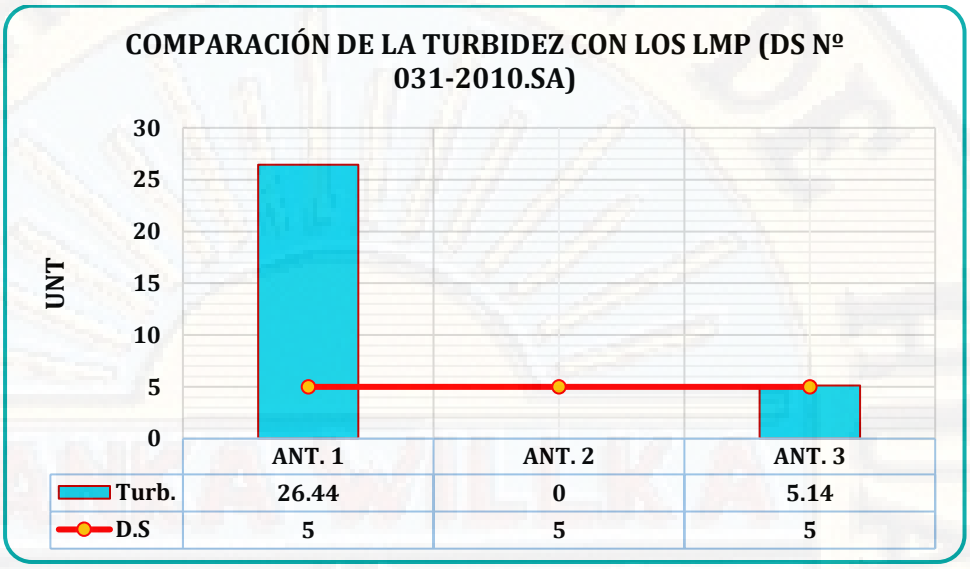
Tabla 7 *Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímicos en los puntos de monitoreo para aguas de hogares*

Evaluación de parámetros fisicoquímico			Medias de concentración	Desviación Estándar	ECA- (D.S Nº 031-2010 SA)	Cumple con los LMP
	Und.	*fi*	$\bar{x}$	S	LMP	Si/No
Turbidez	UNT	3	10.53	14.02	5	No
pH	Unidad	3	8.267	0,208	8.5	No
Conductividad	µS/cm	3	165.00	198.00	1500	Si
Cloro residual	mg/L	3	0.0233	0.0404	5	Si

Nota: Und. - Unidad de medida; fi - Número de datos procesados.

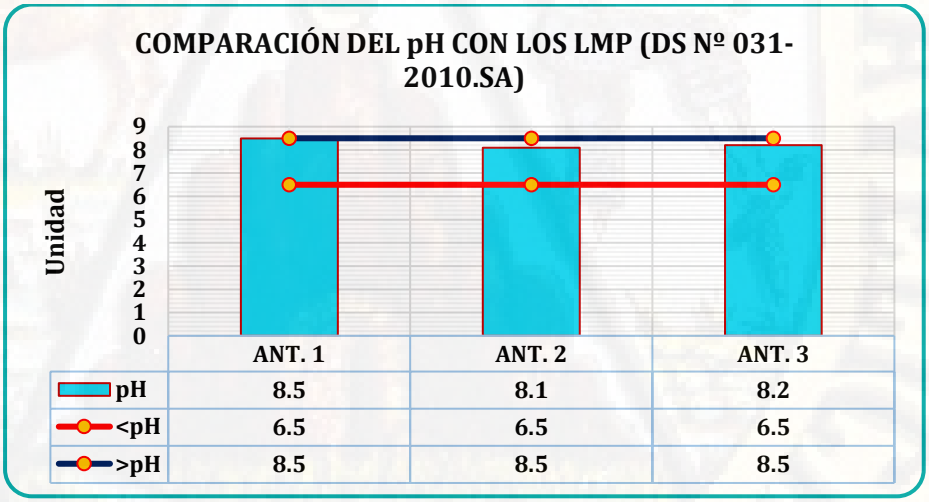
4.1.4.1 Comportamiento del parámetro fisicoquímico de turbidez en las aguas de los hogares

Figura 1315 *Comparación de la Turbidez con los LMP (D.S Nº 031-2010. SA)*



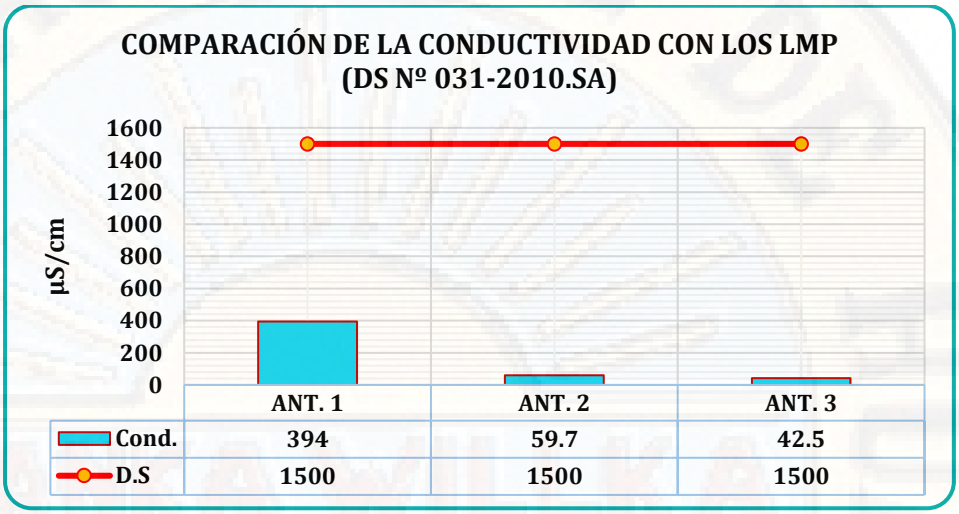
4.1.4.2 Comportamiento del parámetro fisicoquímico de pH en las aguas de los hogares

Figura 14 *Comparación de la pH con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA)*



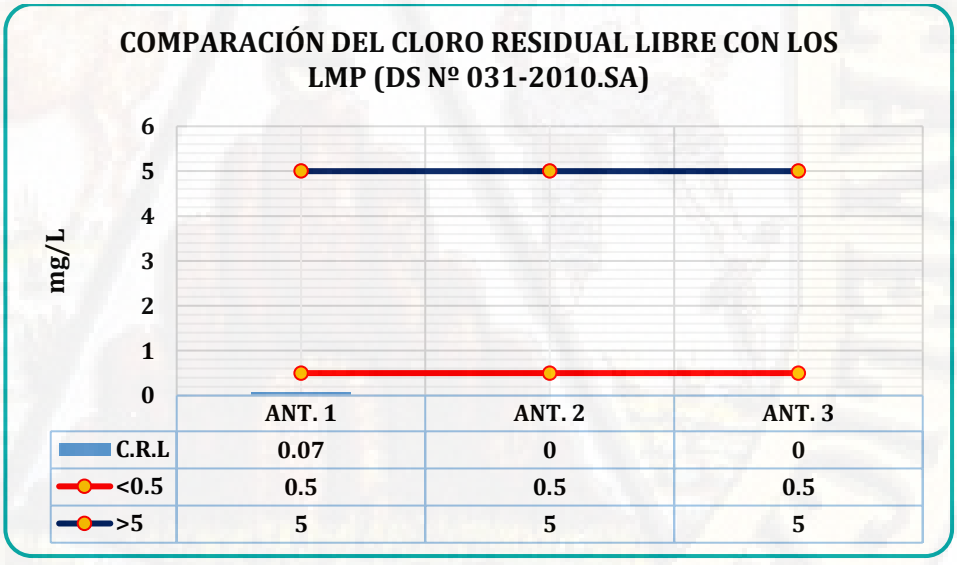
4.1.4.3 Comportamiento del parámetro fisicoquímico de conductividad en las aguas de los hogares

Figura 1516 *Comparación de conductividad con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA)*



4.1.4.4 Comportamiento del parámetro fisicoquímico de cloro residual en las aguas de los hogares

Figura 1617 *Comparación del cloro residual libre con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA)*



4.1.5 Evaluación de los parámetros microbiológicos en las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre en comparación con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

4.1.5.1 Comportamiento del parámetro microbiológico de coliformes totales en las aguas de los hogares

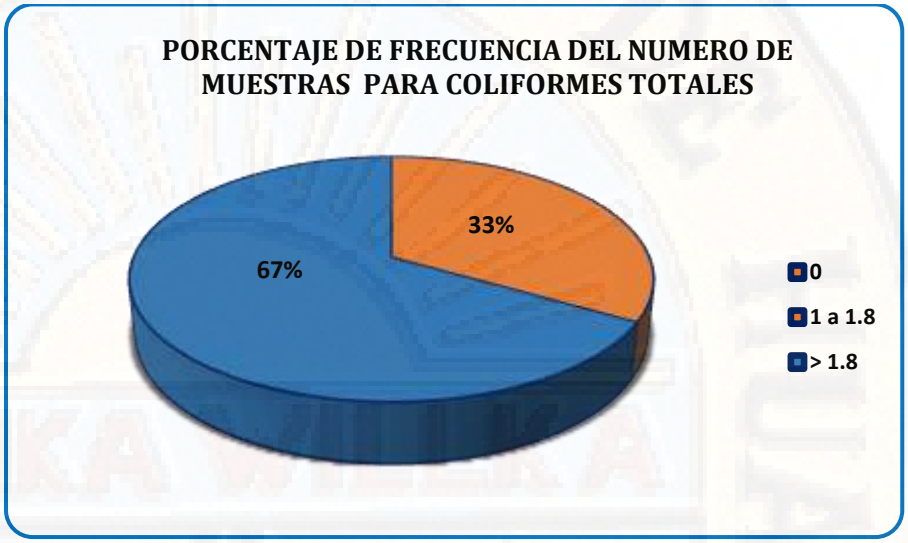
Tabla 7 *Frecuencia del número de muestras para coliformes totales*

Parametros de Coliformes totales (NMP)	FRECUENCIA	
	N°	%
0	1	33
1 a 1.8	0	0
> 1.8	2	67
TOTAL	3	100

N°: número de muestras **%: porcentaje**

En la Tabla Nº 17 y figura N° 41, se observa la frecuencia del número de muestras de agua según los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.) para la determinación de la calidad de agua de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, presentándose una frecuencia del NMP 0 con 33%, seguido del NMP 1 a 1.8 con 0%, mientras que en el NMP de > 1.8 con 67%.

Figura 17 *Frecuencia en porcentaje de muestras de agua según LMP (D.S Nº 031-2010 SA.)*



4.1.5.2 Comportamiento del parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes en las aguas de los hogares

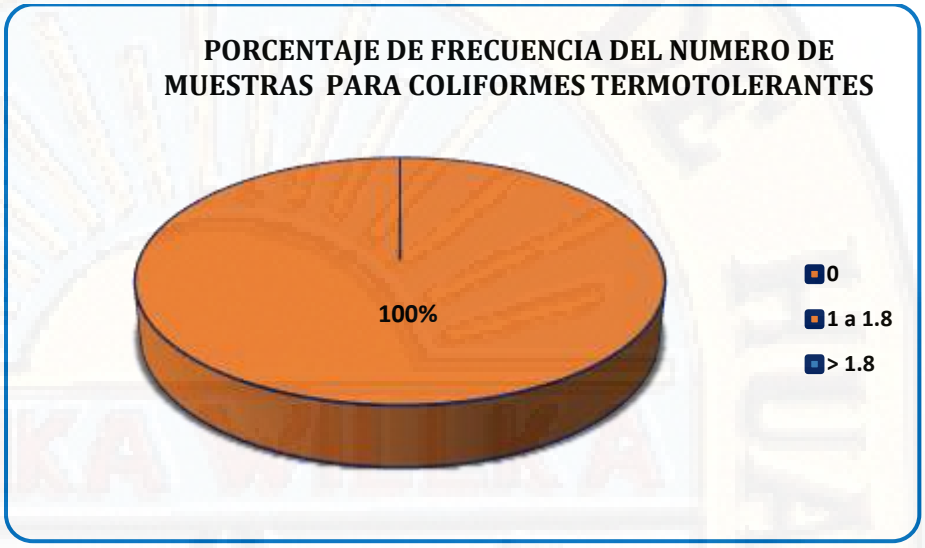
Tabla 8 *Frecuencia del número de muestras para coliformes termotolerantes*

Parametros de Coliformes termotolerantes (NMP)	FRECUENCIA	
	N°	%
0	3	100
1 a 1.8	0	0
> 1.8	0	0
TOTAL	3	100

N°: número de muestras %: porcentaje

En la Tabla Nº 23 y figura N° 39, se observa la frecuencia del número de muestras de agua según los LMP (D.S Nº 031-2010 SA) para la determinación de la calidad de agua de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, presentándose una frecuencia del NMP 0 con 100%.

Figura 1818 *Frecuencia en porcentaje de muestras de coliformes termotolerantes*



B. Evaluación de los parámetro fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos del centro poblado de Pampachacra.

Se presentan los resultados de la investigación en base a los objetivos específicos el de determinar la calidad del agua de consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra mediante los parámetros fisicoquímicos: Turbiedad, pH, conductividad, cloruros y dureza total, de la misma manera determinar coliformes totales y termotolerante. Así mismo determinar los parámetros inorgánicos: Cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), Molibdeno (Mo) y Cobre (Cu). El cumplimiento de los objetivos antes mencionado permitirá determinara si cumplen o no cumplen con los Estándares de calidad de Agua, categoría 1, sub categoría A1 y DS Nº 031-2010. SA. El proceso de la obtención de la información recogida mediante las técnicas e instrumentos de estudio en datos cuantitativos de análisis descriptivo e inferencial, las que se objetivan mediante cuadros estadísticos, gráficos y testimonios de acuerdo a las hipótesis de trabajo.

4.1.6 Evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímico en aguas de manantial del Centro Poblado de Pampachacra en comparación con el ECA - Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

Tabla 9 *Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímico en los puntos de monitoreo para aguas de manantial*

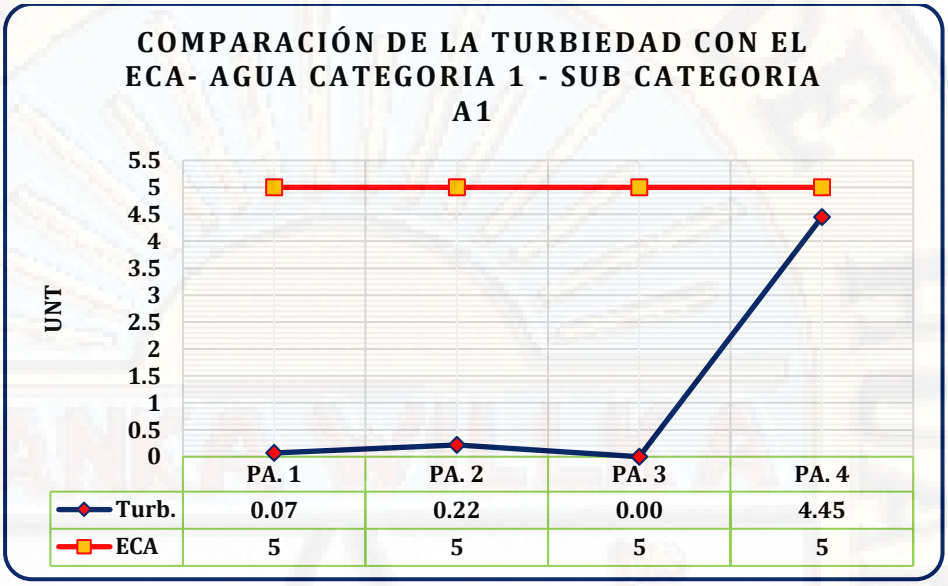
Evaluación de parámetros fisicoquímico			Medias de concentración	Desviación Estándar	ECA-Agua Categoría 1-Subcategoría A1	Cumple con el ECA-Agua
	Und.	*fi*	$\bar{x}$	S	LMP	Si/No
Turbiedad	UNT	4	1.19	2.18	5	Si
pH	Unidad	4	7.750	0.238	6.5 – 8.5	Si
Conductividad	µS/cm	4	88.2	79.4	1500	Si
Cloruros	mg/L	4	7.65	4.89	250	Si
Dureza total	mg/L	4	90.1	33.6	500	Si

Nota: Und. - Unidad de medida; fi - Número de datos procesados.

4.1.7.1. Comportamiento del parámetro fisicoquímicos de turbiedad en las aguas de los manantiales

El control de la turbiedad es de especial importancia, debido a que está íntimamente relacionado con la eficacia de los procesos de desinfección, bien sean químicos (cloro u otros biocidas), como físicos (radiaciones UV). El porqué de esta relación es claro, a mayor turbidez, mayor particulado en suspensión en el agua, lo cual influye en aumentar la posibilidad de acantonamiento en los microhuecos de estas partículas, de bacterias, virus y protozoos patógenos, disminuyendo la eficacia de los desinfectantes al no poder contactar físicamente con el objetivo a eliminar. Es un parámetro de importancia el cual permite determinar la calidad del agua, por tanto, no debe sobrepasar los límites máximos establecidos en el ECA-Agua que es de (5 UNT).

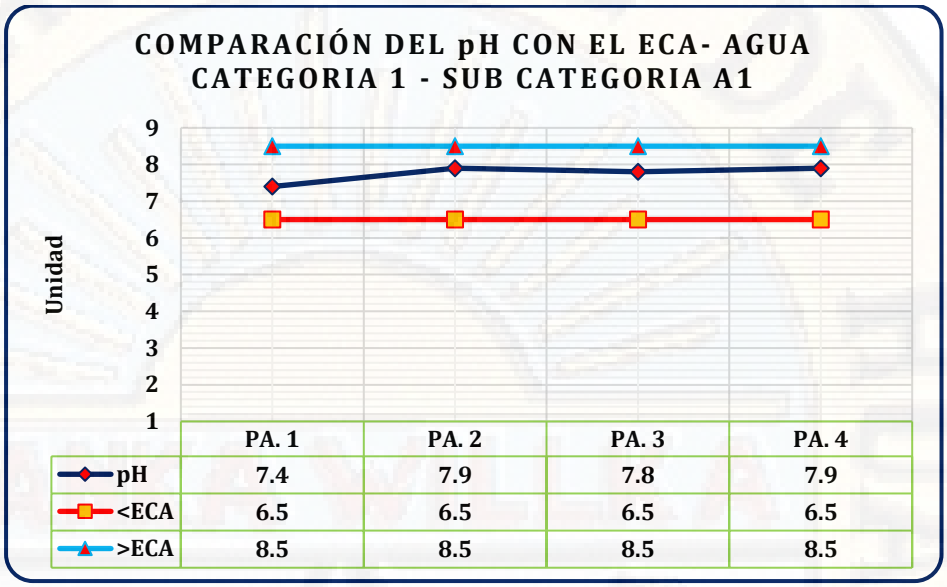
Figura 19 *Comparación de la Turbiedad con el ECA – Agua*



4.1.7.2. Comportamiento del parámetro fisicoquímicos de pH en las aguas de los manantiales

El pH es un parámetro de gran importancia para determinar la calidad de agua esto es debido a que el rango en el cual se desarrollan los procesos de desinfección corresponde a un intervalo estrecho y crítico (6,5-8,5) por tanto el agua potable con un pH inadecuado presenta dificultades de tratamiento durante los procesos de desinfección.

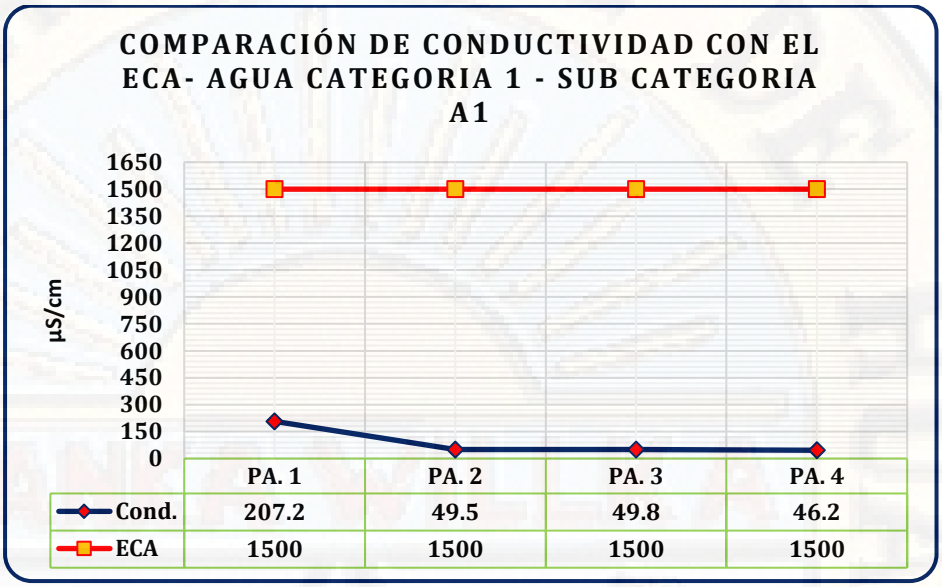
Figura 20 *Comparación de la pH con el ECA – Agua*



4.1.7.3. Comportamiento del parámetro fisicoquímicos de conductividad en las aguas de los manantiales

La conductividad es una medida generalmente útil como indicador de la calidad de aguas dulces. Cada cuerpo de agua tiene un rango relativamente constante de conductividad, que una vez conocido, puede ser utilizado como línea de base para comparaciones con otras determinaciones puntuales.

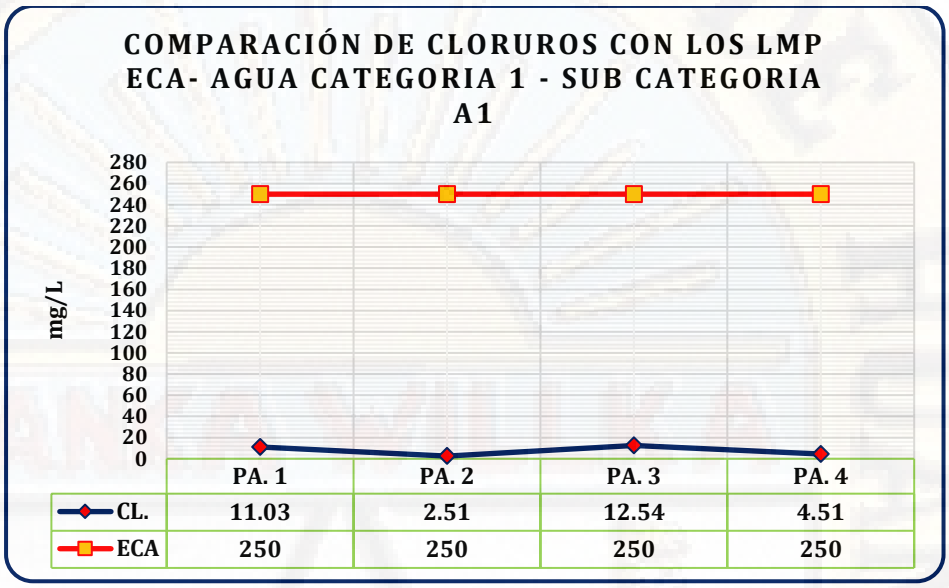
Figura 21 *Comparación de la conductividad con el ECA – Agua*



4.1.7.4. Comportamiento del parámetro fisicoquímicos de cloruros en las aguas de los manantiales

Los cloruros en las aguas son responsables del sabor salobre, además son un indicador de posible residual contaminación del agua debido al contenido de cloruros de la orina. El ion cloruro es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, su presencia es necesaria en aguas potables. Un alto contenido de cloruros puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de plantas.

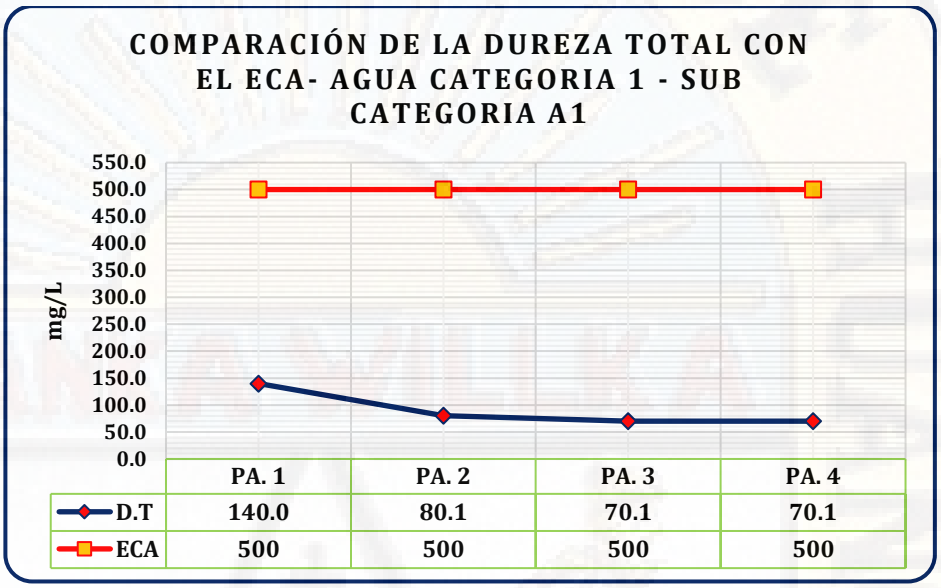
Figura 22 *Comparación de los cloruros con el ECA – Agua*



4.1.7.5. Comportamiento del parámetro fisicoquímicos de dureza total en las aguas de los manantiales

El gua dura es la que contiene un alto nivel de minerales y posee cantidades variables de compuestos, en particular sales de magnesio y calcio. Son las causantes de la dureza del agua y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de estas sales.

Figura 23 *Comparación de la dureza total con el ECA – Agua*



4.1.7 Evaluación de los parámetros microbiológicos en aguas de manantial del Centro Poblado de Pampachacra en comparación con el Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

4.1.8.1. Comportamiento del parámetro microbiológico de coliformes totales en las aguas de los manantiales

Como los organismos coliformes termoresistentes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales.

Tabla 10 *Frecuencia del número de muestras para coliformes totales*

Parámetros de Coliformes totales (NMP)	FRECUENCIA	
	N°	%
0	4	100
1 a 50	0	0

> 50	**0**	**0**
TOTAL	**4**	**100**

N°: número de muestras **%: porcentaje**

En la Tabla Nº 12 y figura N° 20, se observa la frecuencia del número de muestras de agua según el ECA-Agua para la determinación de la calidad de agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, presentándose una frecuencia del NMP 0 con 100%.

Figura 24 *Frecuencia en porcentaje de muestras de agua según el ECA Agua*

4.1.8.2. Comportamiento del parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes en las aguas de los manantiales

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos,

los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal.

Tabla 11 *Frecuencia del número de muestras para coliformes termotolerantes*

Parámetros de Coliformes termotolerantes (NMP)	FRECUENCIA	
	N°	%
0	4	100
1 a 20	0	0
> 20	0	0
TOTAL	4	100

N°: número de muestras %: porcentaje

En la Tabla Nº 9 y figura N° 15, se observa la frecuencia del número de muestras de agua según el ECA-Agua para la determinación de la calidad de agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, presentándose una frecuencia del NMP 0 con 100%.

Figura 25 *Frecuencia en porcentaje de muestras de agua según el ECA Agua*

4.1.8 Evaluación de la concentración de los parámetros inorgánicos en aguas de manantial del Centro Poblado de Pampachacra en comparación con el ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

Tabla 12 *Estadística descriptiva de los parámetros inorgánicos en los puntos de monitoreo para las aguas de manantial*

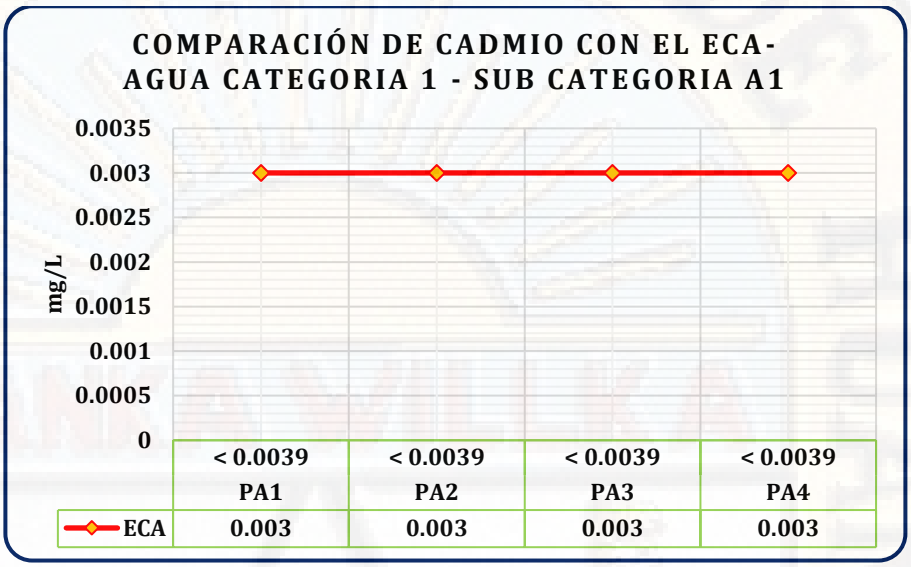
Evaluación de parámetros fisicoquímico			Medias de concentración	Desviación Estándar	ECA-Agua Categoría 1-Subcategoría A1	Cumple con el ECA-Agua
	Und.	*fi*	$\bar{x}$	S	LMP	Si/No
Cádmio	mg/L	4	0.0039	0.00	0.003	No
Arsénico	mg/L	4	0.12	0.00	0.01	No
Cromo	mg/L	4	0.0003	0.00	0.05	Si
Molibdeno	mg/L	4	0.03	0.00	0.07	Si
Cobre	mg/L	4	0.0102	0.000535	2	Si

Nota: Und. - Unidad de medida; fi - Número de datos procesados.

4.1.8.1 Comportamiento del parámetro inorgánico de cadmio en las aguas de los manantiales

El cadmio se libera al medio ambiente en las aguas residuales, y los fertilizantes y la contaminación aérea local producen contaminación difusa. Al cadmio se le reconoce como uno de los metales pesados con mayor tendencia a acumularse en las plantas.

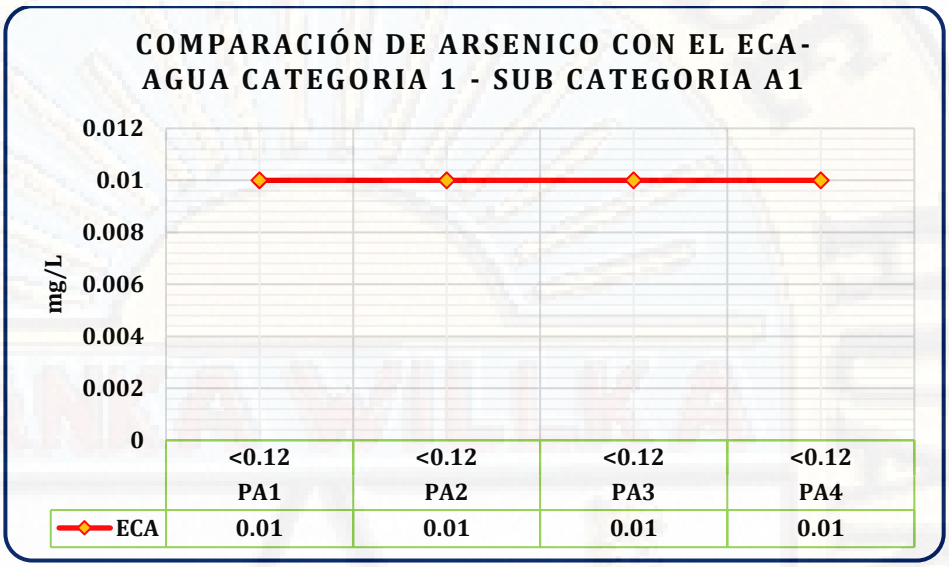
Figura 26 *Comparación de cadmio con el ECA – Agua*



4.1.8.2 Comportamiento del parámetro inorgánico de arsénico en las aguas de los manantiales

El arsénico es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre, en su mayoría en forma de sulfuro de arsénico o de arseniatos y arseniuros metálicos. La principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de origen natural.

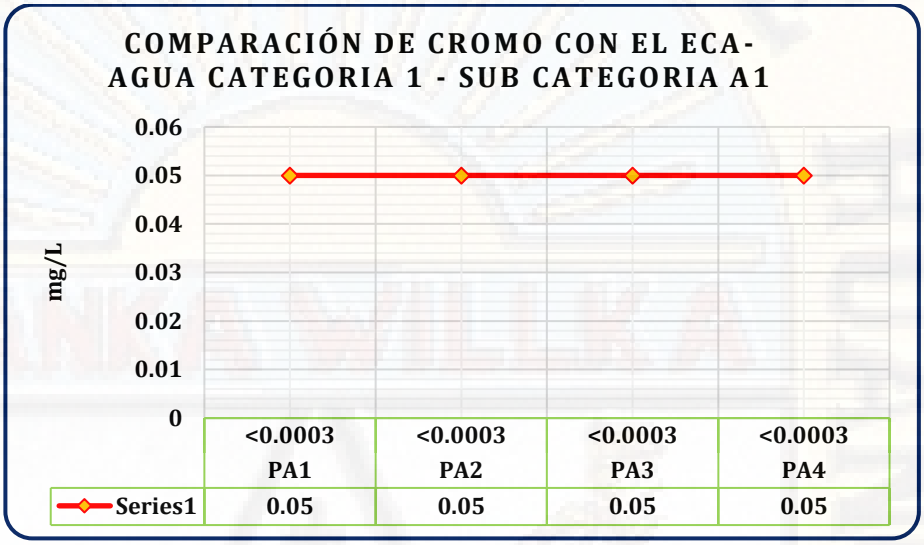
Figura 27 *Comparación de arsénico con el ECA – Agua*



4.1.8.3 Comportamiento del parámetro inorgánico de cromo en las aguas de los manantiales

Es considerado como un metal pesado tóxico, las aguas que presentan una concentración suficientemente alta para este metal presentan un peligro para la salud ya que es potencialmente carcinogénico, mutagénico y teratogénico. El cromo se puede encontrar en forma de dos especies químicas: el cromo hexavalente es la más tóxica y se trata de un tóxico inhalable. En el agua residual se regula el cromo hexavalente, para agua de consumo se regula el cromo total.

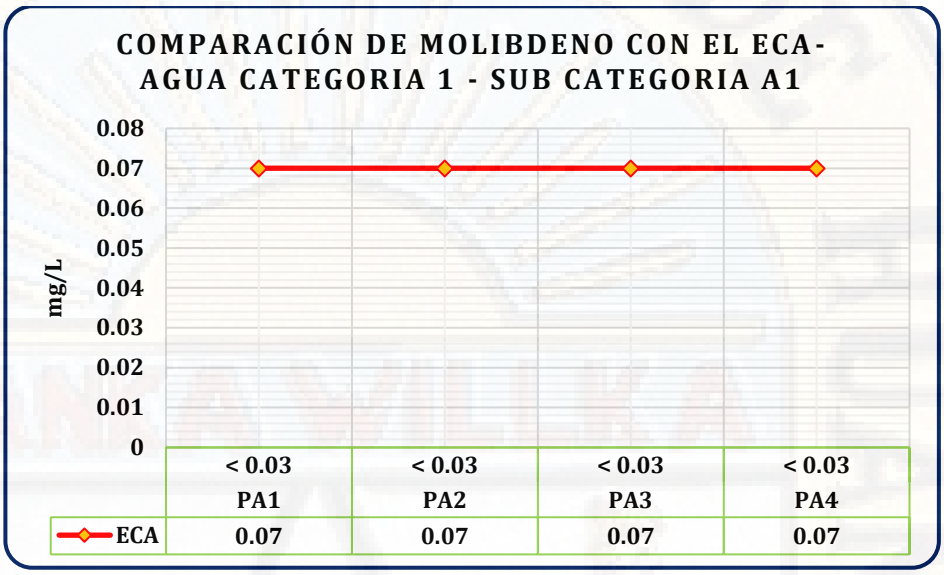
Figura 28 *Comparación de cromo con el ECA – Agua*



4.1.8.4 Comportamiento del parámetro inorgánico de molibdeno (Mo) en las aguas de los manantiales

El molibdeno es un metal, duro plateado-blanco y es distribuido extensamente en el ambiente principalmente es encontrado en su naturaleza como sulfuro de molibdeno en el mineral molibdenita. El molibdeno puede ser soltado al ambiente por la combustión de fósil, aguas desechos industriales, el transporte de minerales y de la distribución de agua residuales. El molibdeno es un producto secundario común de la minería de tungsteno y cobre.

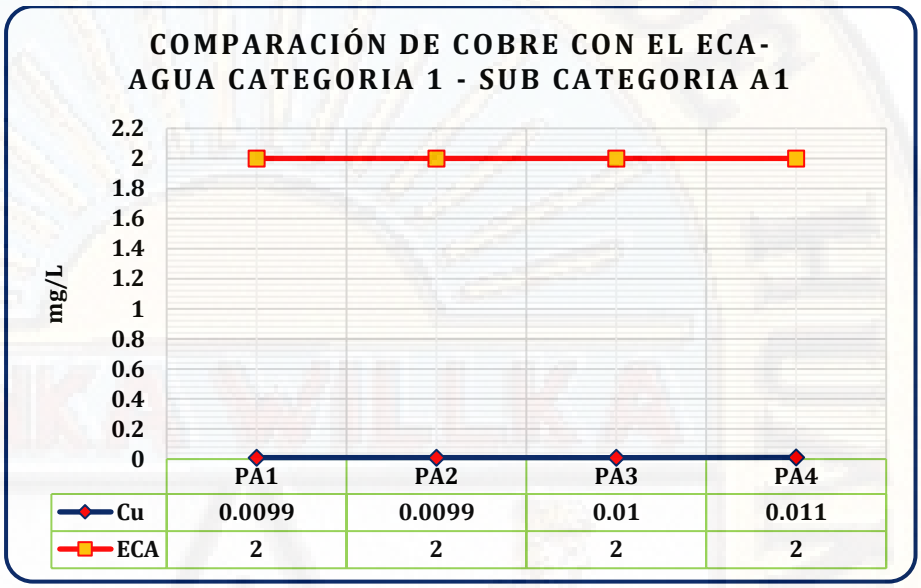
Figura 29 *Comparación de molibdeno con el ECA – Agua*



4.1.8.5 Comportamiento del parámetro inorgánico de cobre (Cu) en las aguas de los manantiales

El Cobre puede ser encontrado en muchas clases de comidas, en el agua potable y en el aire. Debido a que absorbemos una cantidad eminente de cobre cada día por la comida, bebiendo y respirando. La absorción del Cobre es necesaria, porque el Cobre es un elemento traza que es esencial para la salud de los humanos. Aunque los humanos pueden manejar concentraciones de Cobre proporcionalmente altas, mucho Cobre puede también causar problemas de salud. La mayoría de los compuestos del Cobre se depositarán y se enlazarán tanto a los sedimentos del agua como a las partículas del suelo. Compuestos solubles del Cobre forman la mayor amenaza para la salud humana. Usualmente compuestos del Cobre solubles en agua ocurren en el ambiente después de liberarse a través de aplicaciones en la agricultura.

Figura 30 *Comparación de cobre con el ECA – Agua*



4.1.9 Evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos en las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra en comparación con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

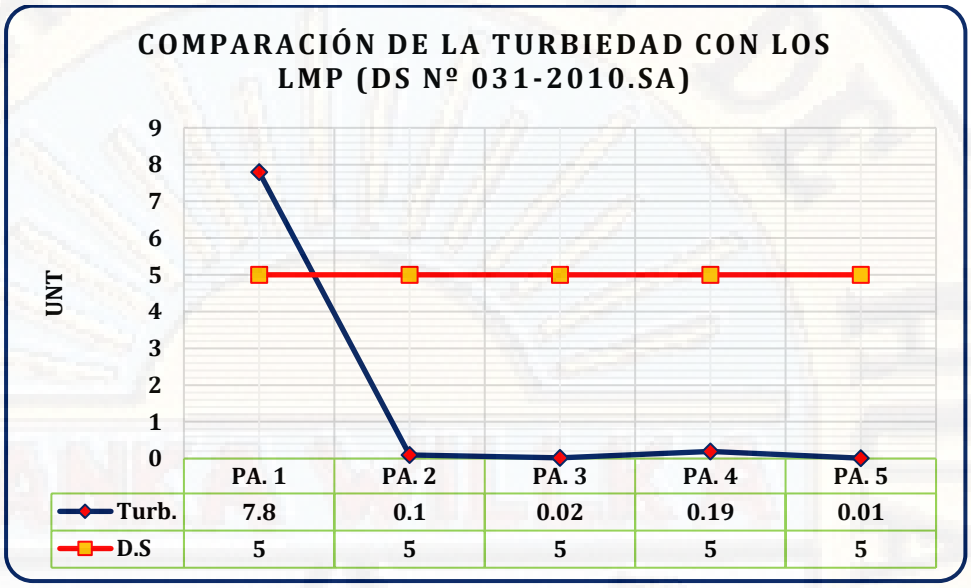
Tabla 13 *Estadística descriptiva de los parámetros fisicoquímicos en los puntos de monitoreo para aguas de hogares*

Evaluación de parámetros fisicoquímico			Medias de concentración	Desviación Estándar	ECA- (D.S Nº 031-2010 SA)	Cumple con los LMP
	Und.	*fi*	$\bar{x}$	S	LMP	Si/No
Turbiedad	UNT	5	1.62	3.45	5	Si
pH	Unidad	5	7.980	0.239	8.5	Si
Conductividad	µS/cm	5	119.4	75.0	1500	Si
Cloro residual	mg/L	5	0.0200	0.0447	5	Si

Nota: Und. - Unidad de medida; fi - Número de datos procesados.

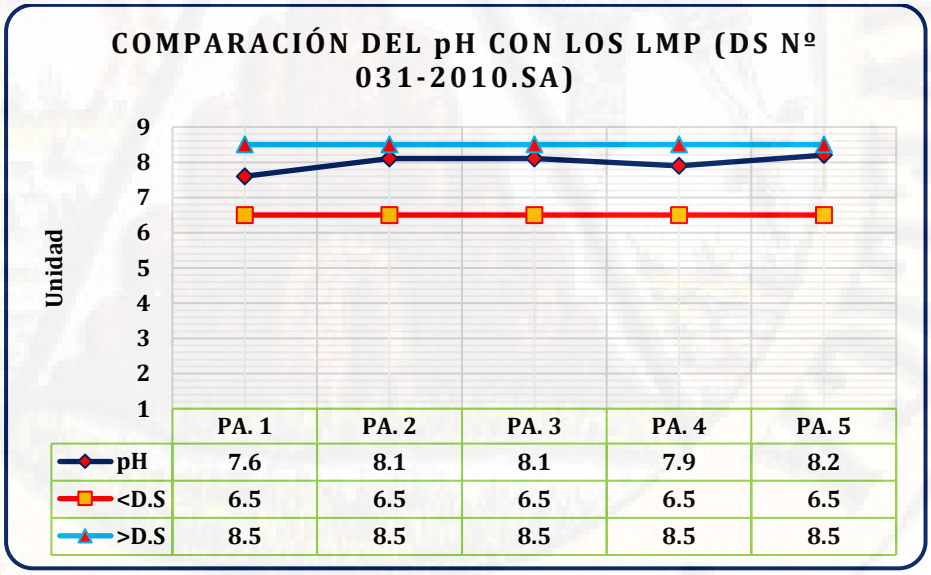
4.1.9.1 Comportamiento del parámetro fisicoquímico de turbidez en las aguas de los hogares

Figura 31 *Comparación de la Turbiedad con los LMP (D.S Nº 031-2010. SA)*



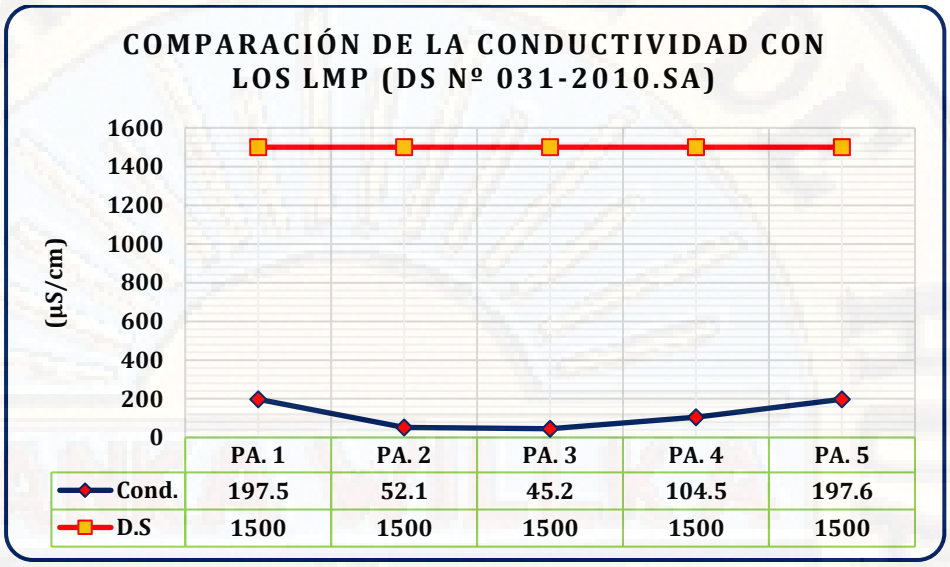
4.1.9.2 Comportamiento del parámetro fisicoquímico de pH en las aguas de los hogares

Figura 32 *Comparación de la pH con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA)*



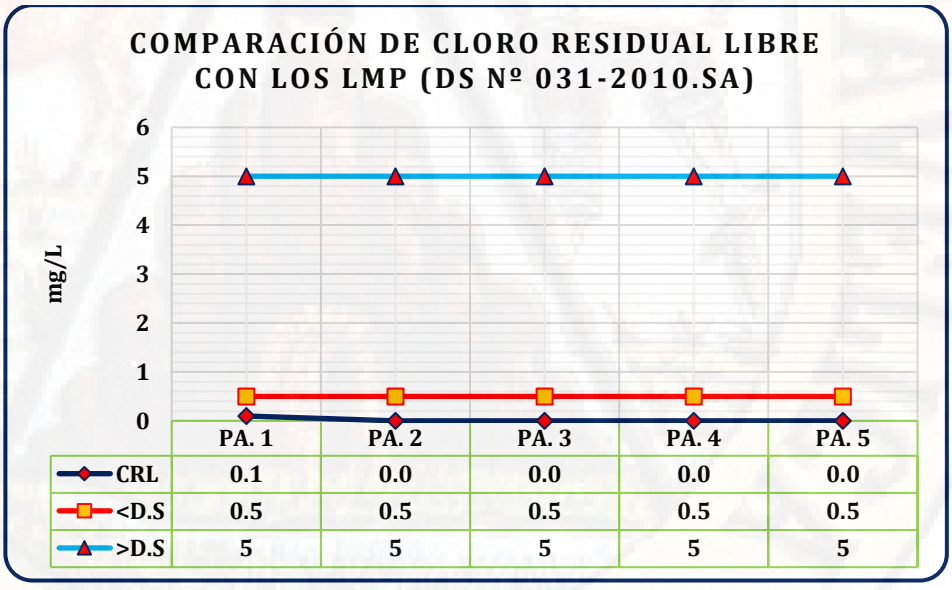
4.1.9.3 Comportamiento del parámetro fisicoquímico de conductividad en las aguas de los hogares

Figura 33 *Comparación de conductividad con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA)*



4.1.9.4 Comportamiento del parámetro fisicoquímico de cloro residual en las aguas de los hogares

Figura 34 *Comparación del cloro residual libre con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA)*



4.2. Prueba de hipótesis

A. Pruebas de hipótesis de los parámetro fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos del centro poblado de Pueblo Libre.

4.2.1. Pruebas de hipótesis de la concentración de los parámetros fisicoquímico en aguas de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre en comparación con el ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

4.2.1.1. Pruebas de hipótesis del parámetro físico de turbidez en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para turbiedad

H_a: La concentración de Turbiedad del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de Turbiedad del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 14 *Prueba de T de Student para turbiedad*

Prueba de $\mu = 5$ vs. < 5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
7	2.800	1,453	0,549	3,867	-4.01	0,004

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

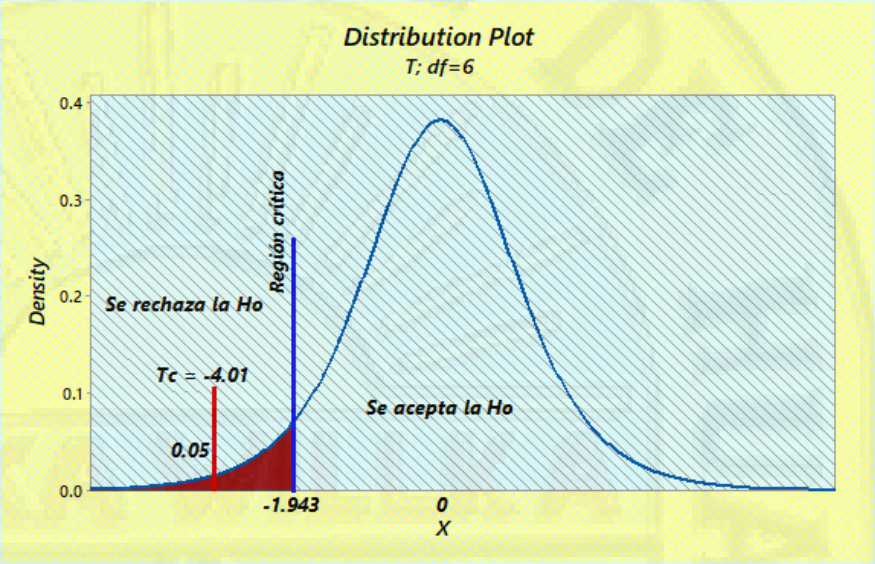
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,004	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de Turbiedad del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 35 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis de turbiedad*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de Turbiedad del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.1.2.Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de potencial de hidrogeno (pH) en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad

de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para pH

H_a: La concentración de pH del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de pH del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 15 *Prueba de T de Student para pH*

Prueba de μ = 8.5 vs. < 8.5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
7	7.6714	0.1604	0.0606	7.7892	-13.67	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

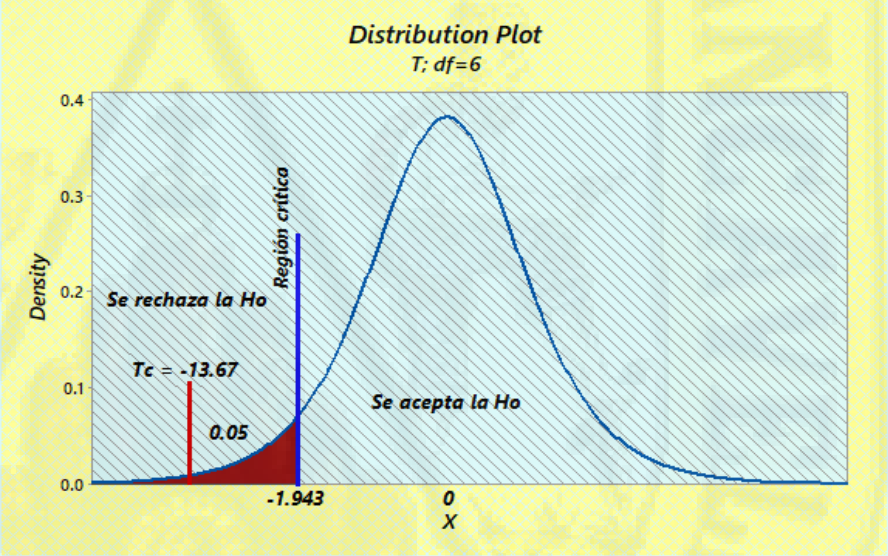
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de pH del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 36 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para pH*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de pH del agua de manantial del Centro

Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.1.3. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de conductividad en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para conductividad

H_a: La concentración de conductividad del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de conductividad del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 16 *Prueba de T de Student para conductividad*

Prueba de $\mu = 1500$ vs. < 1500

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
7	85.69	18.16	6.87	99.03	-206.00	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

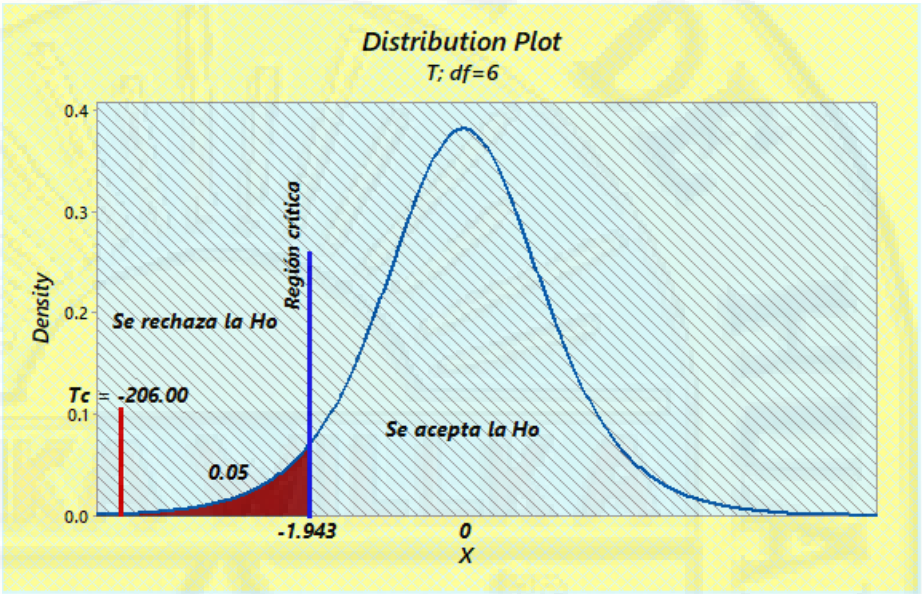
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de conductividad del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

Figura 37 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para conductividad*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 7-1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05, 7-1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de conductividad del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.1.4. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de cloruros en aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cloruros

H_a: La concentración de cloruros del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < LMP

H_o: La concentración de cloruros del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 17 *Prueba de T de Student para cloruros*

Prueba de μ = 250 vs. < 250

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
7	4.224	0.859	0.325	4.855	-756.89	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

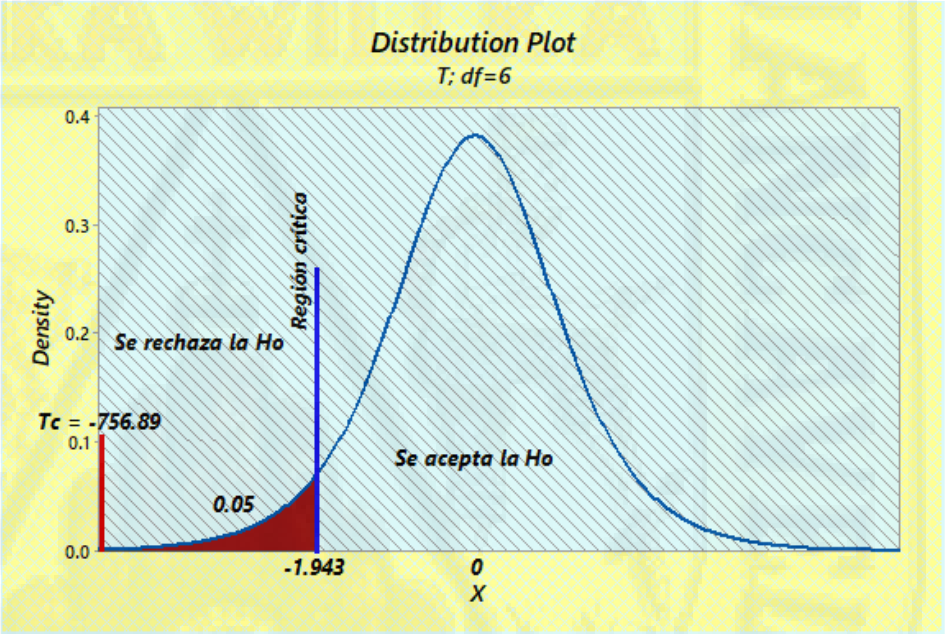
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de cloruros del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 38 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cloruros*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de cloruros del agua de manantial del Centro

Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.1.5.Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de dureza total en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para dureza total

H_a: La concentración de dureza total del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de dureza total del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 18 *Prueba de T de Student para dureza total*

Prueba de μ = 500 vs. < 500

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
7	82.94	11.10	4.20	91.10	-99.40	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o.**

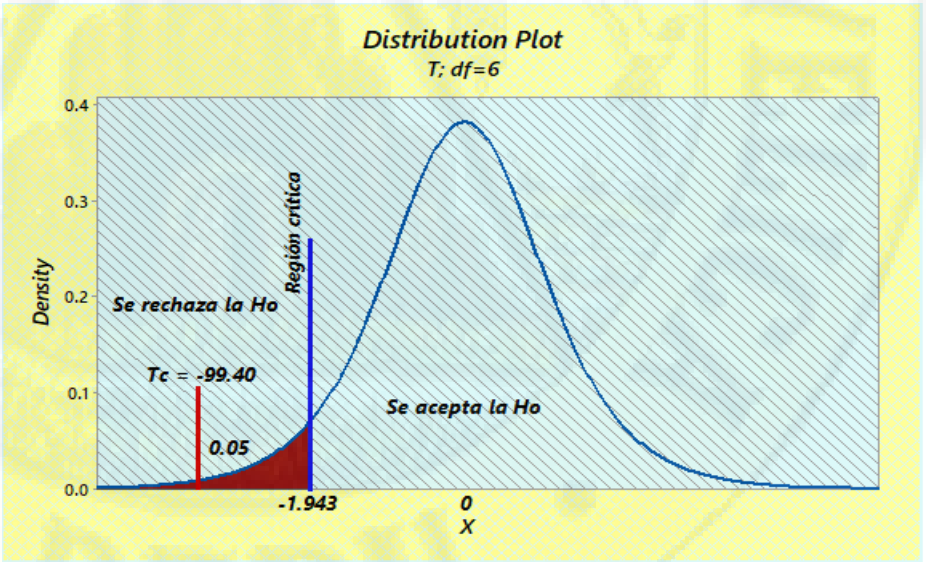
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o.**

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de dureza total del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 39 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para dureza total*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 7-1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05, 7-1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de dureza total del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.2. Pruebas de hipótesis de los parámetros microbiológicos en aguas de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre en comparación con el ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

4.1.2.1. Pruebas de hipótesis del parámetro microbiológico de coliformes totales en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para coliformes totales

H_a: La presencia de coliformes totales en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no superan el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La presencia de coliformes totales en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, superan el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 19 *Prueba de t Student de coliformes totales*

Recuento (NMP)	X±S	t Student	P SIGNIFICANCIA
Coliformes Totales	**43,7 ± 88.1**	**-0.19**	**0.428**
ECA	**50**		

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,428	>	α = 0,05

Como el P – Valor > 0.05, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La presencia de coliformes totales en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, superan el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 40 *Comparación del recuento promedio de coliformes totales con el ECA – Agua*

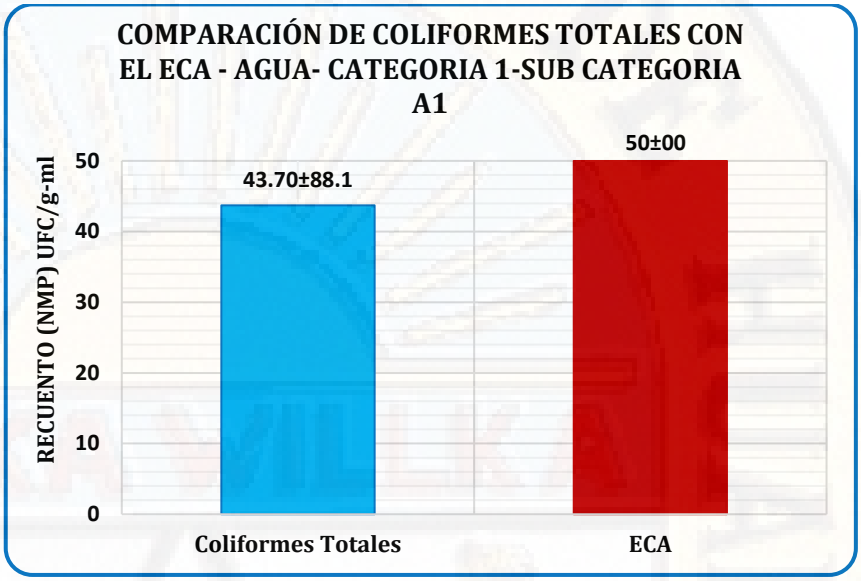
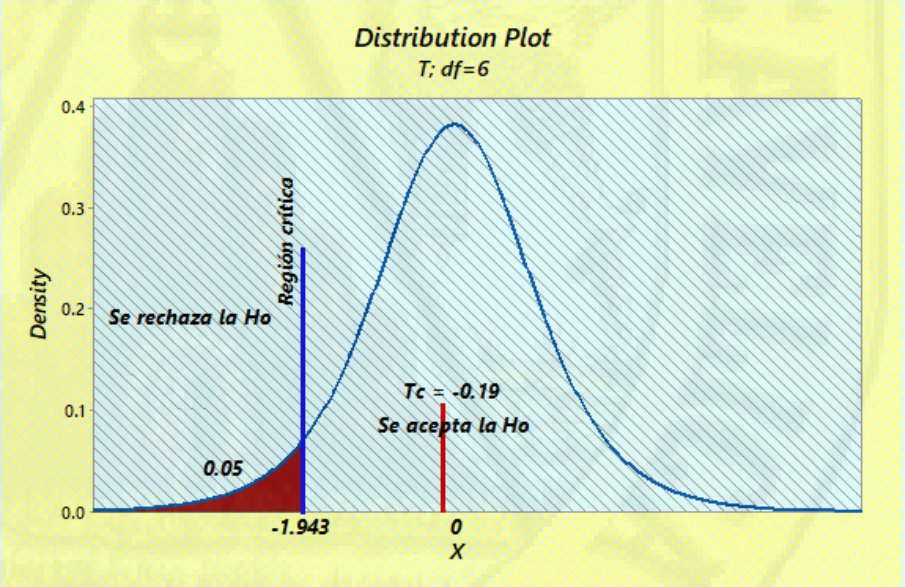


Figura 41 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para coliformes totales*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 7\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae fuera de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis alterna y **acepto la Hipótesis Ho** la media de concentración de coliformes totales en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **superan** el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.1.2.2. Pruebas de hipótesis del parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para coliformes termotolerantes

H_a: La presencia de coliformes termotolerantes en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no superan el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La presencia de coliformes termotolerantes en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, superan el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 20 *Prueba de t Student de coliformes totales*

Recuento (NMP)	X±S	t Student	P SIGNIFICANCIA
Coliformes Termotolerantes	**1,30 ± 3.44**	**-14.83**	**0.000**
ECA	**20**		

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La presencia de coliformes termotolerantes en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no superan el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

Figura 42 *Comparación del recuento promedio de coliformes termotolerantes con el ECA – Agua*

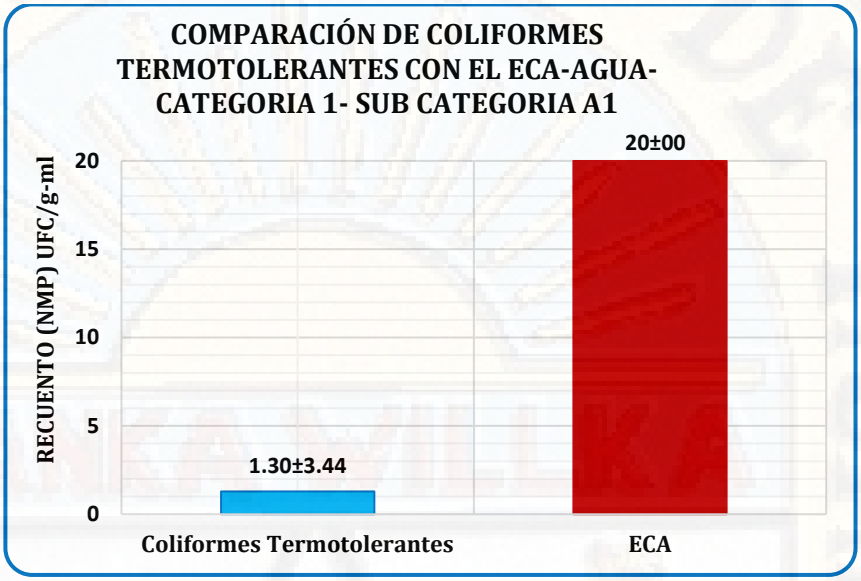
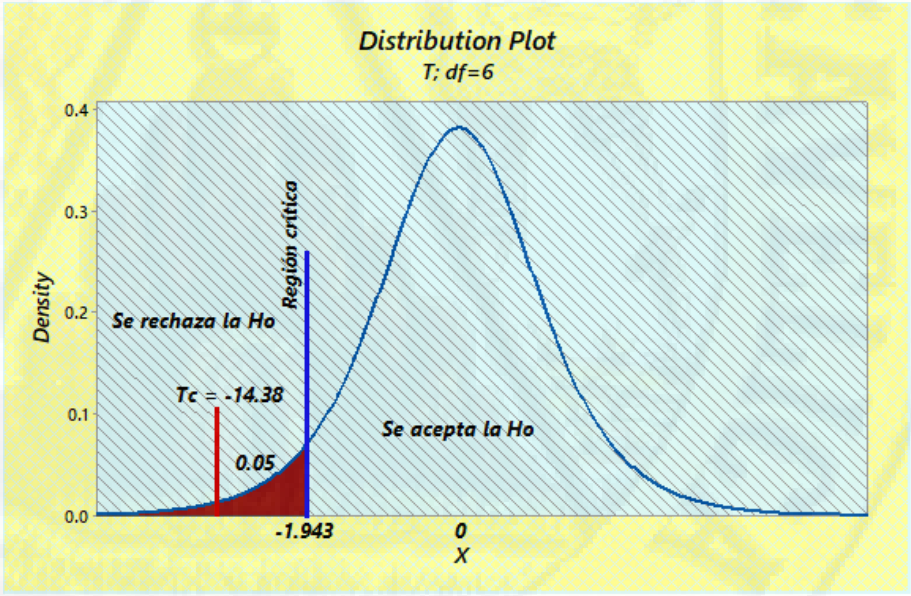


Figura 43 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para coliformes totales*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de coliformes termotolerantes en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no superan** el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.3. Pruebas de hipótesis de la concentración de los parámetros fisicoquímicos en las aguas de hogares del Centro Pueblo Libre en comparación con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

4.2.3.1. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de turbidez en las aguas de los hogares

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para turbidez

H_a: La concentración de Turbiedad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ha: u < LMP

H_o: La concentración de Turbiedad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 21 *Prueba de T de Student para turbidez*

Prueba de μ = 5 vs. < 5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
3	10,53	14,02	8,09	34,16	0,68	0,717

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

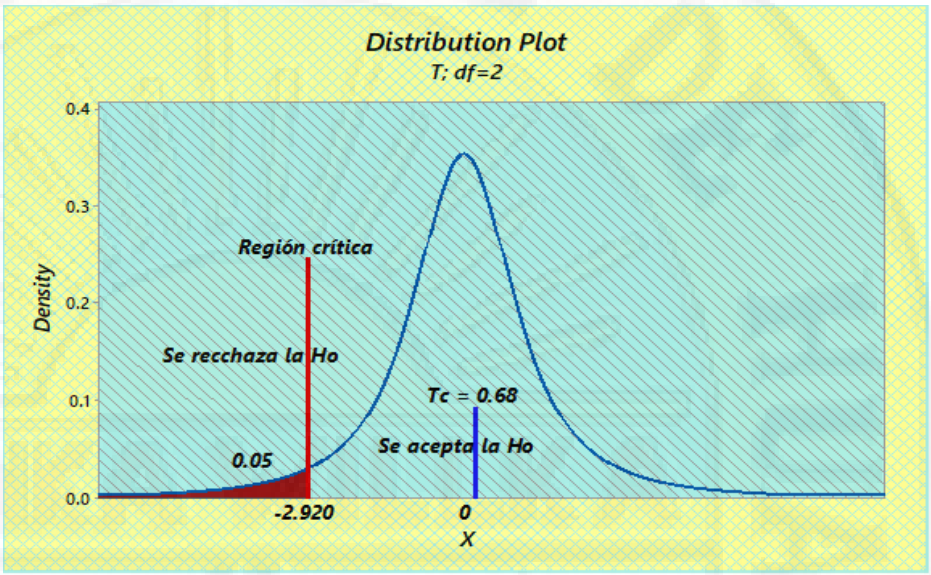
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,717	>	α = 0,05

Como el P – Valor > 0.05, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de Turbiedez de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Figura 44 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis de turbidez*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 3\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 3\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae fuera de la región critica (-2.920), por tanto, se rechaza la Hipótesis alterna y **acepto la Hipótesis Ho** la media de concentración de Turbidez de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

4.2.3.2. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de pH en las aguas de los hogares

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad

de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para pH

H_a: La concentración de pH de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ha: u < LMP

H_o: La concentración de pH de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 22 *Prueba de T de Student para pH*

Prueba de μ = 8.5 vs. < 8.5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
3	8.267	0.208	0.120	8.618	-1.94	0,096

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

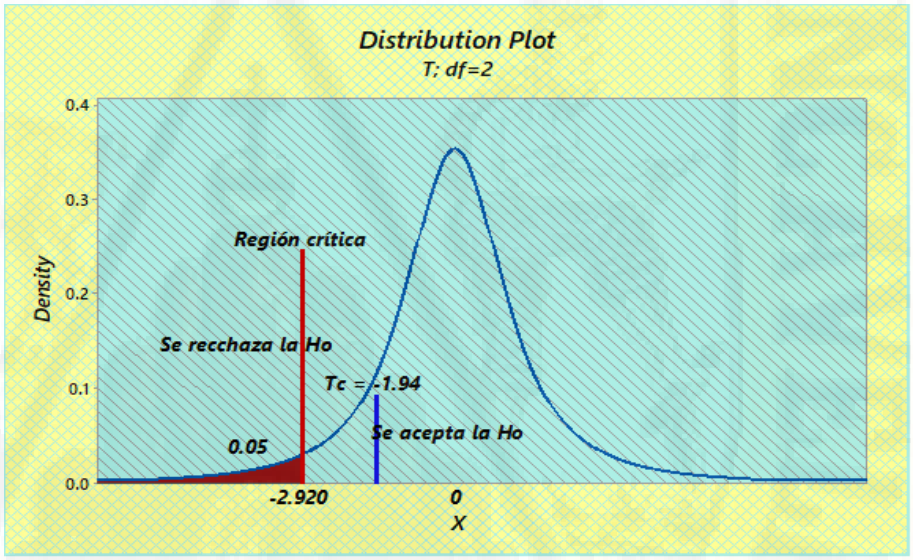
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,096	>	α = 0,05

Como el P – Valor > 0.05, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de pH de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Figura 45 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para pH*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 3\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 3\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae fuera de la región critica (-2.920), por tanto, se rechaza la Hipótesis alterna y **acepto la Hipótesis Ho** la

media de concentración de pH de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

4.2.3.3. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de conductividad en las aguas de los hogares

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para conductividad

H_a: La concentración de conductividad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ha: u < LMP

H_o: La concentración de conductividad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 23 *Prueba de T de Student para conductividad*

Prueba de $\mu = 1500$ vs. < 1500

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
2	165	198	114	499	-11.67	0,004

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor $\geq \alpha$ (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

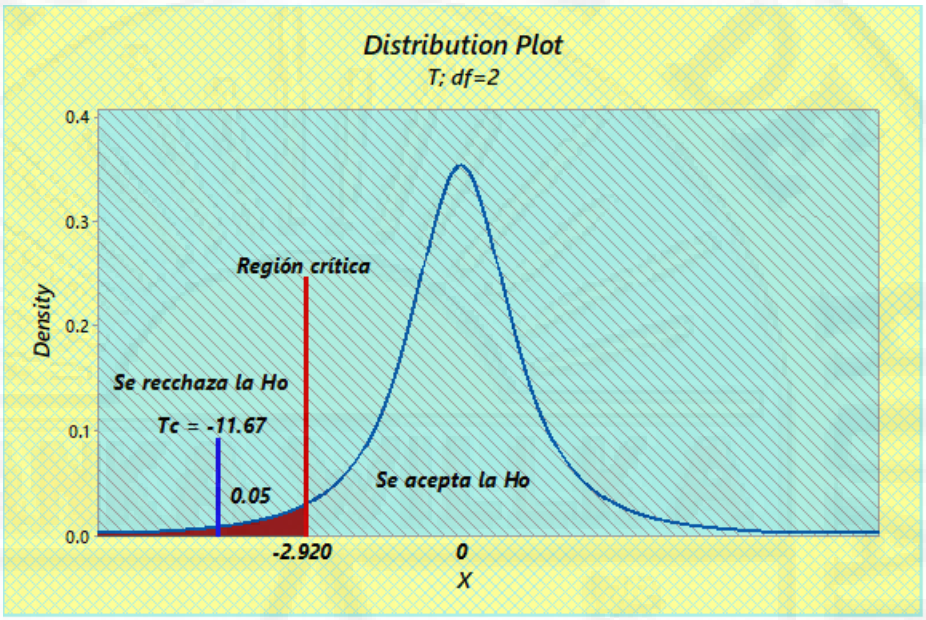
Si, P – Valor $< \alpha$ (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,004	<	$\alpha = 0,05$

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de conductividad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Figura 46 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para conductividad*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 3-1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05, 3-1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.920), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de conductividad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

4.2.3.4. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de cloro residual en las aguas de los hogares

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad

de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cloro residual libre

H_a: La concentración de cloro residual libre de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ha: u < LMP

H_o: La concentración de cloro residual libre de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 24 *Prueba de T de Student para cloro residual libre*

Prueba de μ = 0.5 vs. < 0.5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
3	0.0233	0.0404	0.233	0.0915	-20.43	0,001

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

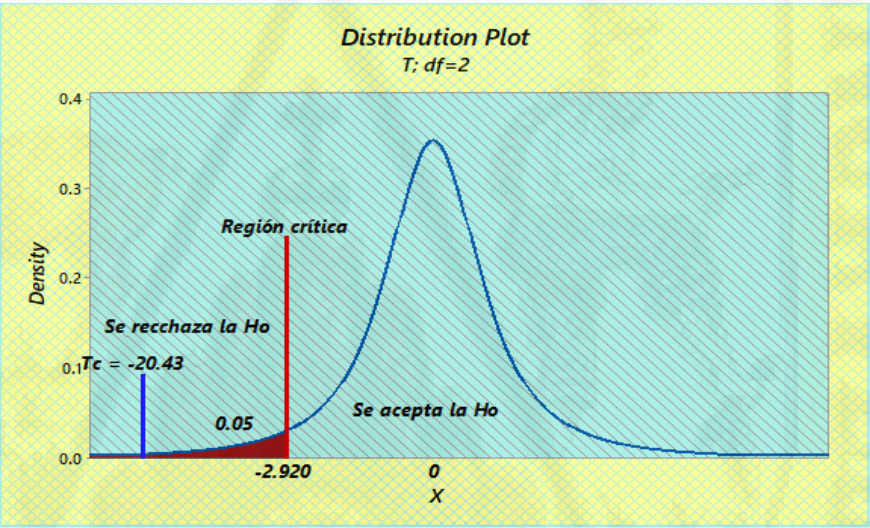
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,001	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de cloro residual libre de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Figura 47 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cloro residual libre*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 3-1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05, 3-1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.920), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de cloro residual libre de los reservorios del

Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

4.2.4. Pruebas de hipótesis de los parámetros microbiológicos en las aguas de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre en comparación con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

4.2.4.1. Pruebas de hipótesis del parámetro microbiológico de coliformes totales en las aguas de los hogares

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para coliformes totales

H_a: La presencia de coliformes totales en el agua de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, no superan los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ha: u < LMP

H_o: La presencia de coliformes totales en el agua de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, superan los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 25 *Prueba de t Student de coliformes totales*

Recuento (NMP)	X±S	t Student	P SIGNIFICANCIA
Coliformes Totales	**10,00 ± 10.54**	**1.35**	**0.845**
D.S	**1.8**		

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,845	>	α = 0,05

Como el P – Valor > 0.05, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La presencia de coliformes totales en el agua de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, **su superan** los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Figura 48 *Comparación del recuento promedio de coliformes totales con los LMP (D.S Nº 031 – 2010 SA)*

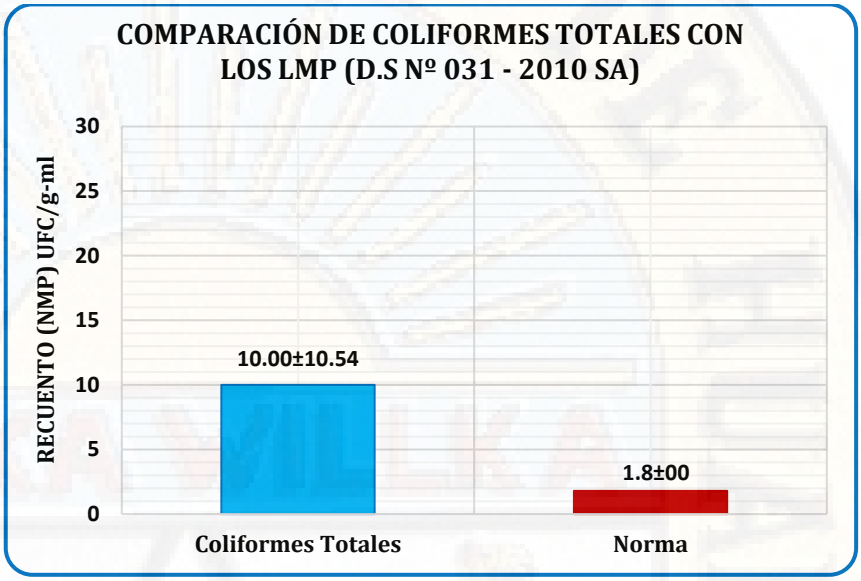
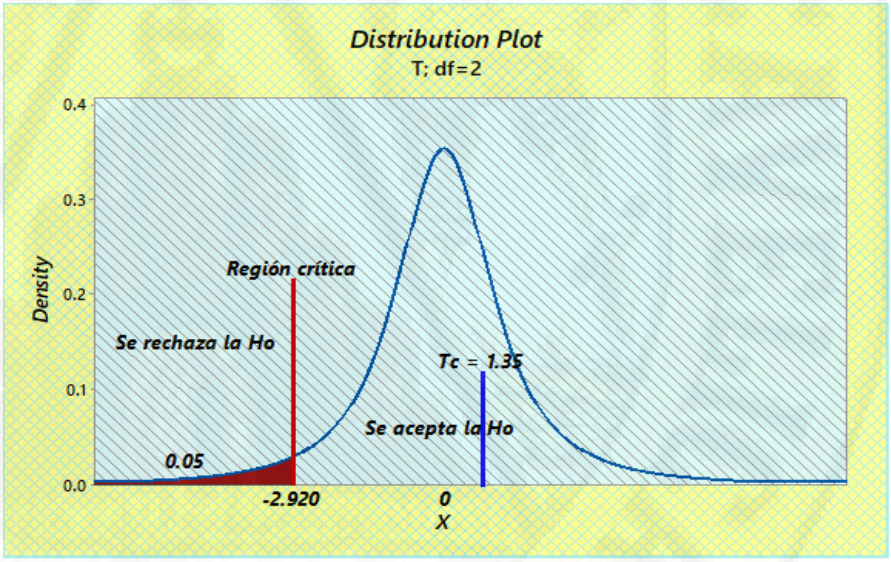


Figura 49 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para coliformes totales*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 3\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 3\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae fuera de la región critica (-2.920), por tanto, se rechaza la Hipótesis alterna y **acepto la Hipótesis Ho** la media de coliformes totales en el agua de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, **superan** los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

4.2.4.2. Pruebas de hipótesis del parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes en las aguas de los hogares

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para coliformes termotolerantes

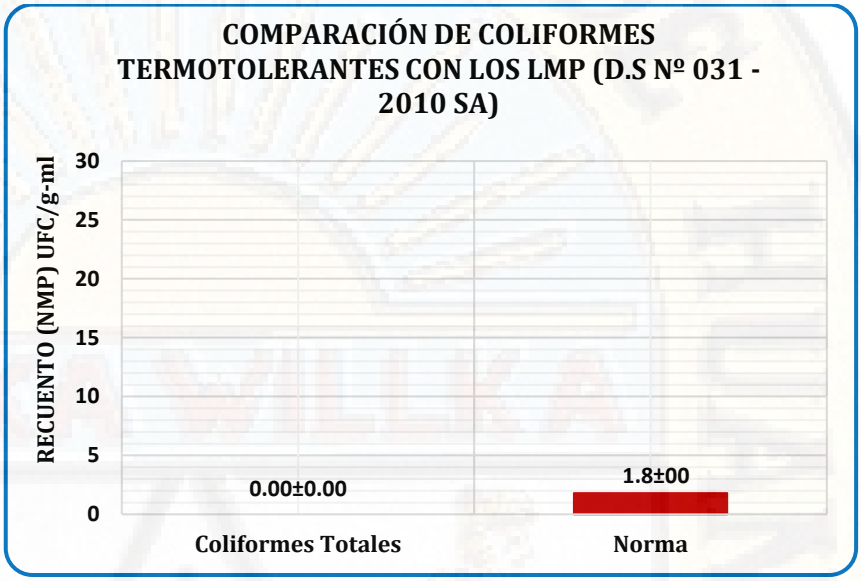
H_a: La presencia de coliformes termotolerantes en el agua de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, no superan los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

Ha: u < LMP

H_o: La presencia de coliformes termotolerantes en el agua de hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, suepran los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

Ho: u ≥ LMP

Figura 50 *Comparación del recuento promedio de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA)*



De la figura Nº 77, se puede analizar que no existe la presencia de coliformes termotolerantes en las aguas de los hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre cumpliendo con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

2.-Regla de decisión

Como no existe un P – Valor, para la toma de decisión, se utilizará la media de la muestra como medida de referencia para realizar la prueba de hipótesis respectiva.

Media muestral	0,0 mg/L
Media hipotética	1.8 mg/L

- **Por tanto:**

Se rechaza la Ho: u ≥ 1.8 ===> Ho: 0,0 mg/L ≥ 1.8 mg/L

Se acepta la Ha: u < 1.8 ===> Ha: 0,0 mg/L < 1.8 mg/L

3.-Toma de decisión

Como la media muestral (μ) es menor que la media hipotética (0,0 < 1.8), por tanto, se concluye que no existe la presencia de coliformes termotolerantes en las aguas de los hogares del Centro Poblado de Pueblo Libre, con lo cual se demuestra que **cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

4.2.5. Pruebas de hipótesis de la concentración de los parámetros inorgánicos en aguas de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre en comparación con el ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

4.2.5.1. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico de cadmio (Cd) en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cadmio

H_a: La concentración de cadmio del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de cadmio del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 26 *Prueba de T de Student para cadmio*

Prueba de μ = 0.003 vs. < 0.003

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
7	0.0096	0.0026	0.000983	0.011538	6.75	1,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o.**

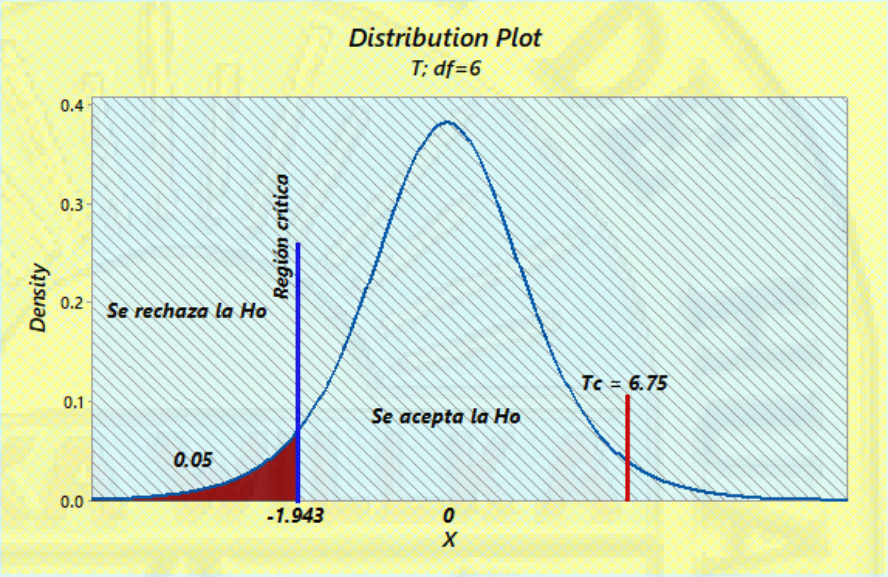
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o.**

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 1,000	>	α = 0,05

Como el P – Valor > 0.05, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de cadmio del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 51 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cadmio*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 7-1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05, 7-1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de cadmio en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.5.2. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico del Arsénico (As) en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para arsénico

H_a: La concentración de arsénico del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de arsénico del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la media muestral para realizar la prueba respetiva:

Media muestral	0,12 mg/L
Media hipotética	0,01 mg/L

3.- Regla de decisión

Como no existe un P – Valor, para la toma de decisión, se utilizará la media de la muestra como medida de referencia para realizar la prueba de hipótesis respectiva.

Por tanto:

Se rechaza la Ha: u ≥ 0,01 ==> Ha: 0,12 mg/L ≥ 0,01 mg/L
Se acepta la Ha: u < 0,01 ==> Ha: 0,12 mg/L < 0,01 mg/L

4.- Toma de decisión

Como la media muestral (μ) es mayor que la media hipotética (0.12 > 0.01), por tanto, se concluye que la concentración de arsénico en las aguas del manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

4.2.5.3. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico del Cromo (Cr) en las aguas del manantial

B) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cromo

H_a: La concentración de cromo del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de cromo del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la media muestral para realizar la prueba respetiva:

Media muestral	0,015 mg/L
Media hipotética	0,05 mg/L

3.- Regla de decisión

Como no existe un P – Valor, para la toma de decisión, se utilizará la media de la muestra como medida de referencia para realizar la prueba de hipótesis respectiva.

Por tanto:

Se rechaza la Ha: u ≥ 0,05 ==> Ha: 0,015 mg/L ≥ 0,05 mg/L

Se acepta la Ha: u < 0,05 ==> Ha: 0,015 mg/L < 0,05 mg/L

4.- Toma de decisión

Como la media muestral (μ) es menor que la media hipotética (0.015 < 0.05), por tanto, se concluye que la concentración de arsénico en las aguas del manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

4.2.5.4. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico del Molibdeno (Mo) en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para molibdeno

H_a: La concentración de molibdeno del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de molibdeno del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 27 *Prueba de T de Student para molibdeno*

Prueba de μ = 0.07 vs. < 0.07

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
7	0.06971	0.00504	0.00190	0.07342	-0.15	0,443

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

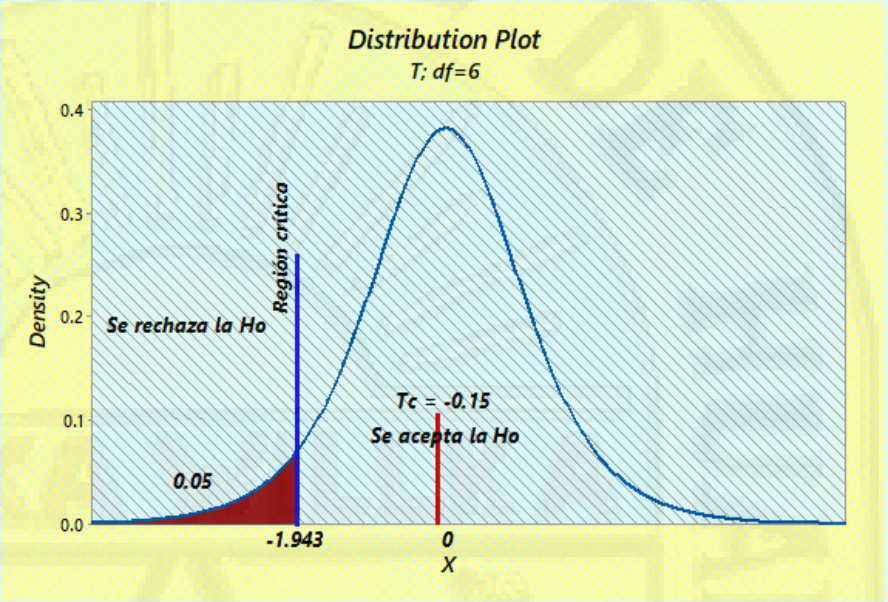
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,443	>	α = 0,05

Como el P – Valor > 0.05, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de molibdeno del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 52 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para molibdeno*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 7-1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05, 7-1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae fuera de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis alterna y **acepto la Hipótesis Ho** la media de la concentración de molibdeno en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **no cumplen** el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.5.5. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico del Cobre (Cu) en las aguas del manantial

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad

de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cobre

H_a: La concentración de cobre del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de cobre del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 28 *Prueba de T de Student para cobre*

Prueba de μ = 2 vs. < 2

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
7	0.02454	0.00500	0.00189	0.02822	-144.42	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o.**

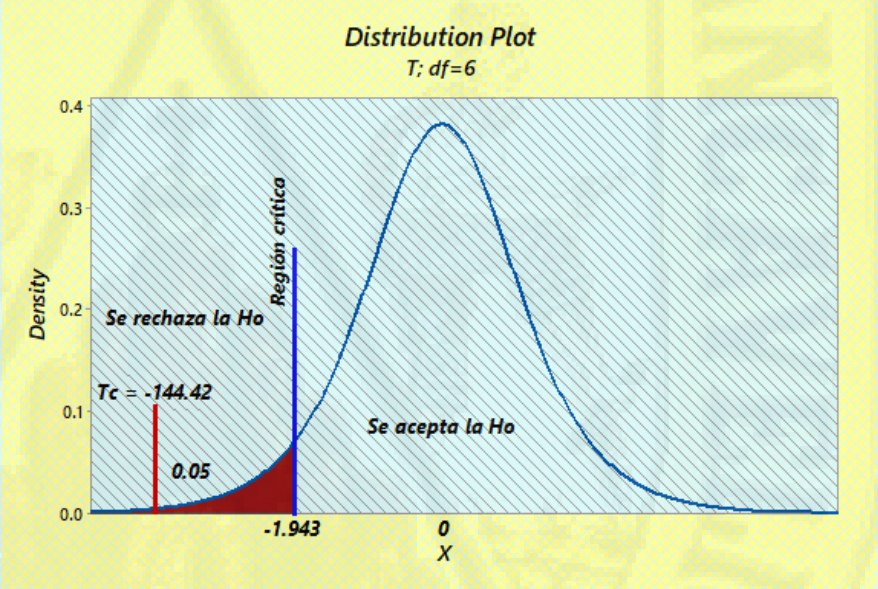
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o.**

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de cobre del agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 53 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cobre*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 7\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-1.943), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media

de molibdeno en el agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre, **si cumple** con el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

B. Pruebas de hipótesis de los parámetro fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos del centro poblado de Pampachacra.

4.2.6. Pruebas de hipótesis de la concentración de los parámetros fisicoquímico en aguas de manantial del Centro Poblado de Pampachacra en comparación con los LMP- ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

4.2.6.1. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímicos de turbiedad en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para turbiedad

H_a: La concentración de Turbiedad del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de Turbiedad del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 29 *Prueba de T de Student para turbiedad*

Prueba de $\mu = 5$ vs. < 5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
4	1,19	2,18	1,09	3,75	-3.50	0,020

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

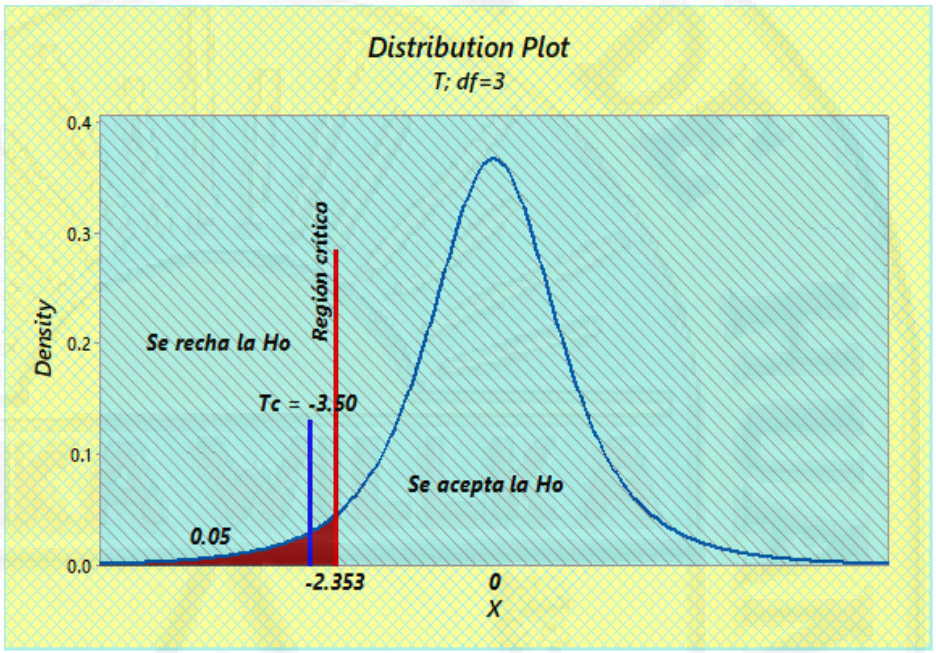
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,020	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de Turbiedad del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 54 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis de turbiedad*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 4-1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05, 4-1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.353), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de Turbiedad del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.6.2. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímicos de pH en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad

de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para pH

H_a: La concentración de pH del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de pH del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 30 *Prueba de T de Student para pH*

Prueba de μ = 8.5 vs. < 8.5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
4	7.750	0.238	0.119	8.030	-6.30	0,004

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

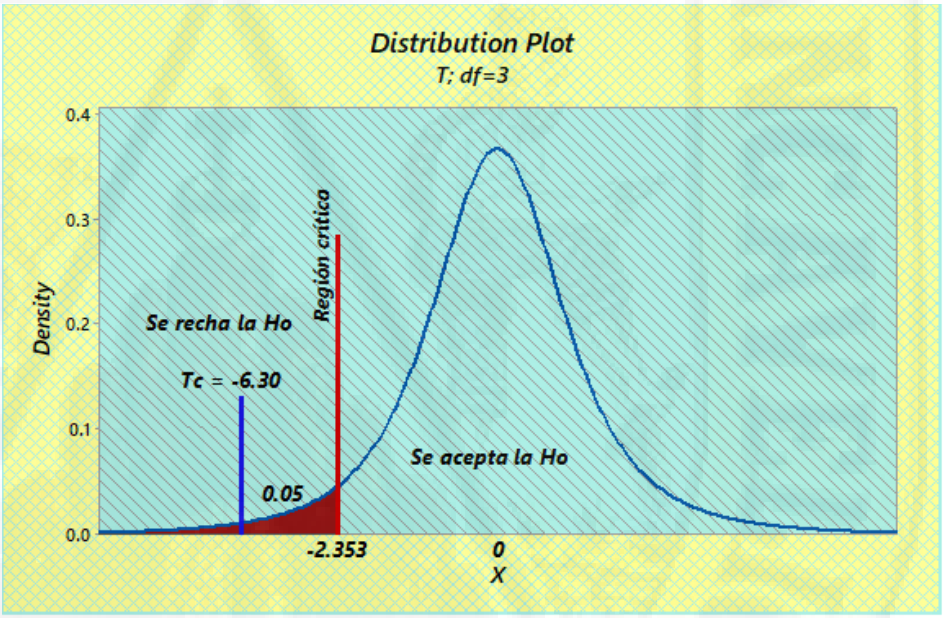
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,004	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de pH del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 55 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para pH*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 4\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 4\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.353), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de pH del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.6.3. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímicos de conductividad en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para conductividad

H_a: La concentración de conductividad del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de conductividad del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 31 *Prueba de T de Student para conductividad*

Prueba de $\mu = 1500$ vs. < 1500

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
4	88.2	79.4	39.7	181.6	-35.58	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

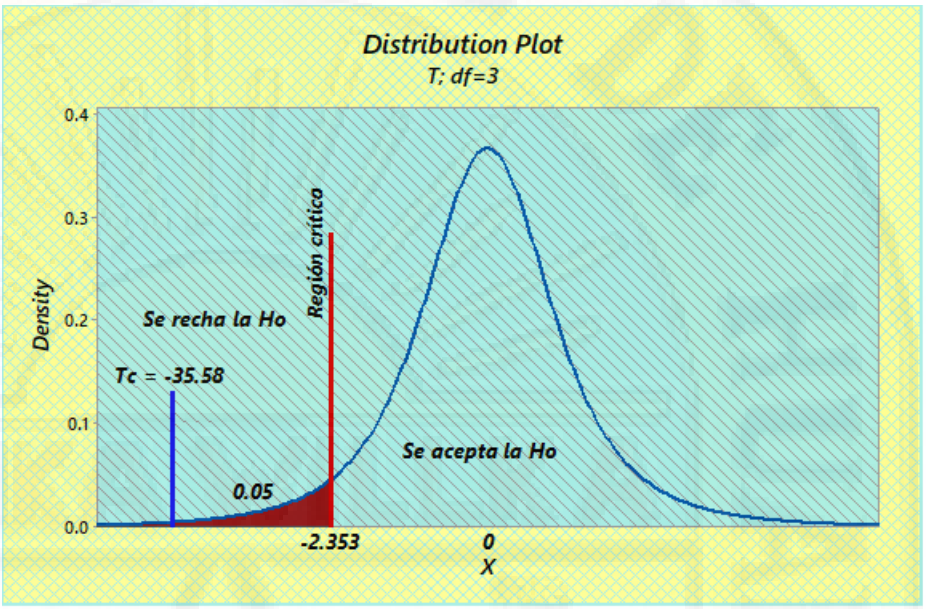
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de conductividad del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

Figura 56 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para conductividad*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 4-1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05, 4-1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.353), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de conductividad del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.6.4. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímicos de cloruros en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad

de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cloruros

H_a: La concentración de cloruros del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de cloruros del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 32 *Prueba de T de Student para cloruros*

Prueba de μ = 250 vs. < 250

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
4	7.65	4.89	2.44	13.40	-99.21	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o.**

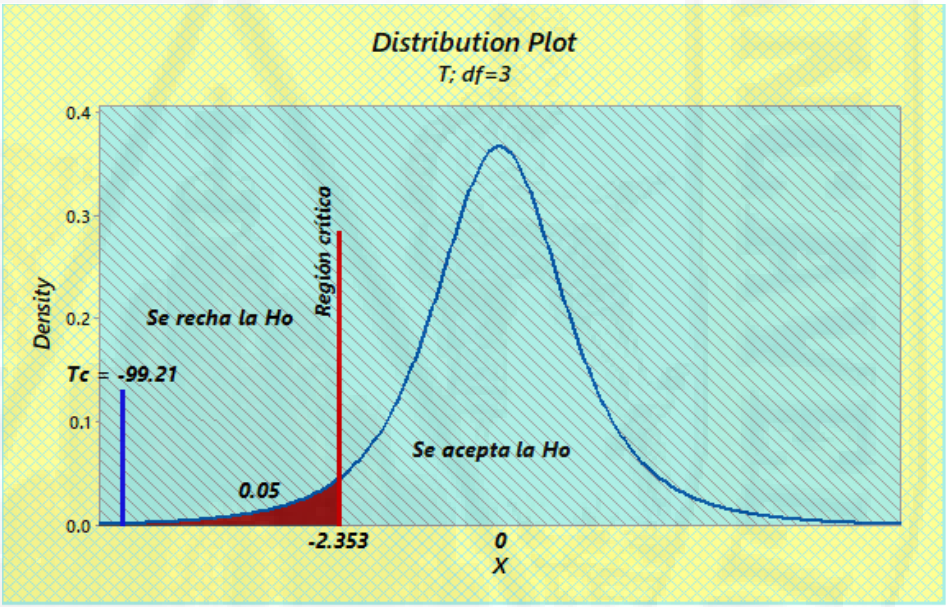
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o.**

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de cloruros del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 57 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cloruros*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 5\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 5\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.353), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media

de concentración de cloruros del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.6.5. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímicos de dureza total en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para dureza total

H_a: La concentración de dureza total del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de dureza total del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 33 *Prueba de T de Student para dureza total*

Prueba de $\mu = 500$ vs. < 500

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
4	90.1	33.6	16.8	129.6	-24.39	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

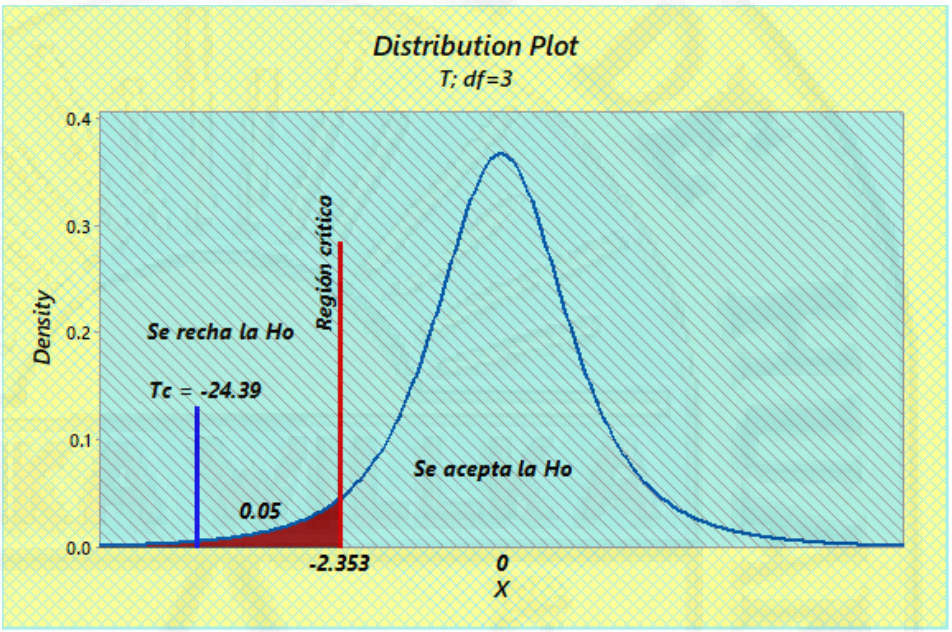
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de dureza total del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 58 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para dureza total*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 4\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 4\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.353), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de dureza total del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.7. Pruebas de hipótesis de los parámetros microbiológicos en aguas de manantial del Centro Poblado de Pampachacra en con el ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

4.2.7.1. Pruebas de hipótesis del parámetro microbiológico de coliformes totales en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para coliformes totales

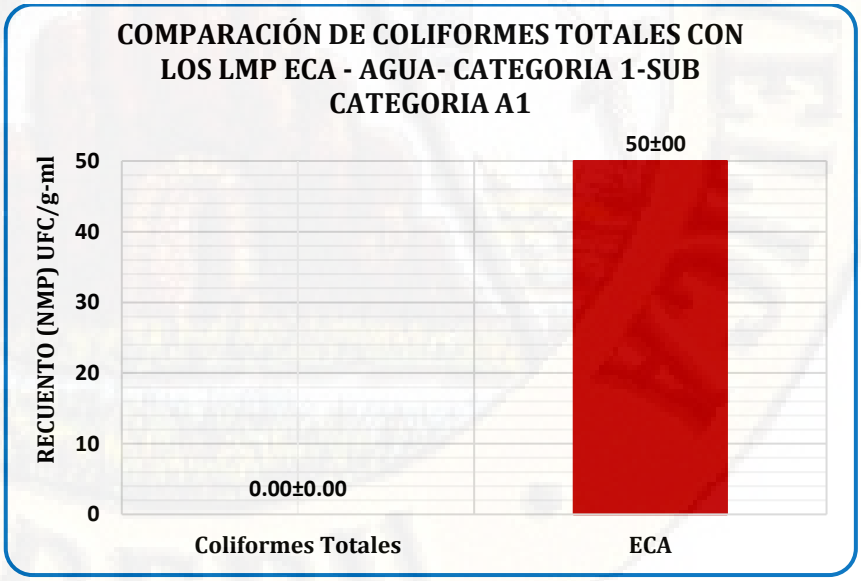
H_a: La presencia de coliformes totales en el agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no superan el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La presencia de coliformes totales en el agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, superan el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

Figura 59 *Comparación del recuento promedio de coliformes totales con el ECA – Agua*



De la figura Nº 48, se puede analizar que no existe la presencia de coliformes totales en las aguas del manantial del Centro Poblado de Pampachacra cumple con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

2.- Regla de decisión

Como no existe un P – Valor, para la toma de decisión, se utilizará la media de la muestra como medida de referencia para realizar la prueba de hipótesis respectiva.

Media muestral	0,0 mg/L
Media hipotética	50 mg/L

Por tanto:

Se rechaza la Ha: $u \geq 20$ ===> Ha: 0,0 mg/L ≥ 20 mg/L

Se acepta la Ha: $u < 20$ ===> Ha: 0,0 mg/L < 20 mg/L

3.- Toma de decisión

Como la media muestral (μ) es menor que la media hipotética (0,0 < 20), por tanto, se concluye que no existe la presencia de coliformes totales en las aguas del manantial del Centro Poblado de Pampachacra, con lo cual se demuestra que **no superan** el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.7.2. Pruebas de hipótesis del parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para coliformes termotolerantes

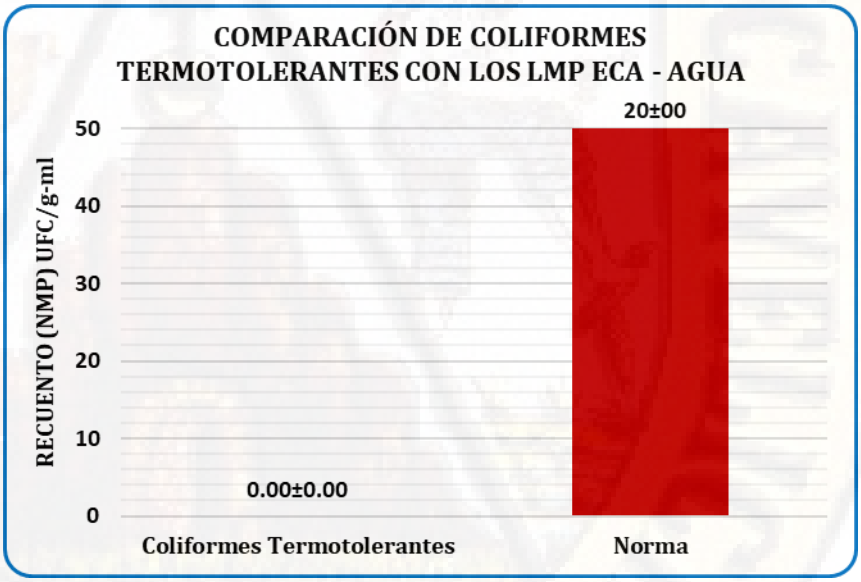
H_a: La presencia de coliformes termotolerantes en el agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no superan el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La presencia de coliformes termotolerantes en el agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, superan el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

Figura 60 *Comparación del recuento promedio de coliformes Termotolerantes con los LMP-ECA – Agua*



De la figura Nº 49, se puede analizar que no existe la presencia de coliformes termotolerantes en las aguas del manantial del Centro Poblado de Pampachacra cumple con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

2.- Regla de decisión

Como no existe un P – Valor, para la toma de decisión, se utilizará la media de la muestra como medida de referencia para realizar la prueba de hipótesis respectiva.

Media muestral	0,0 mg/L
Media hipotética	20 mg/L

Por tanto:

Se rechaza la Ha: $u \geq 20$ ===> Ha: 0,0 mg/L $\geq$ 20 mg/L

Se acepta la Ha: $u < 20$ ===> Ha: 0,0 mg/L < 20 mg/L

3.- Toma de decisión

Como la media muestral (μ) es menor que la media hipotética (0,0 < 20), por tanto, se concluye que no existe la presencia de coliformes termotolerantes en las aguas del manantial del Centro Poblado de Pampachacra, con lo cual se demuestra que **no superan** el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.8. Pruebas de hipótesis de la concentración de los parámetros inorgánicos en aguas de manantial del Centro Poblado de Pampachacra en comparación con el ECA-Agua, Categoría 1, subcategoría A1.

4.2.8.1. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico de cadmio en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cadmio

H_a: La concentración de cadmio del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de cadmio del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la media muestral para realizar la prueba respetiva:

Media muestral	0,0039 mg/L
Media hipotética	0,003 mg/L

3.- Regla de decisión

Como no existe un P – Valor, para la toma de decisión, se utilizará la media de la muestra como medida de referencia para realizar la prueba de hipótesis respectiva.

Por tanto:

Se rechaza la Ha: u ≥ 0,003 ==> Ha: 0,0039 mg/L ≥ 0,003 mg/L
Se acepta la Ha: u < 0,003 ==> Ha: 0,0039 mg/L < 0,003 mg/L

4.- Toma de decisión

Como la media muestral (μ) es mayor que la media hipotética (0.0039 > 0.003), por tanto, se concluye que la concentración de cadmio en las aguas del manantial del Centro Poblado de Antaccocha, **no cumplen** el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

4.2.8.2. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico de arsénico en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para arsénico

H_a: La concentración de arsénico del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de arsénico del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la media muestral para realizar la prueba respetiva:

Media muestral	0,12 mg/L
Media hipotética	0,01 mg/L

3.- Regla de decisión

Como no existe un P – Valor, para la toma de decisión, se utilizará la media de la muestra como medida de referencia para realizar la prueba de hipótesis respectiva.

Por tanto:

Se rechaza la Ha: u ≥ 0,01 ==> Ha: 0,12 mg/L ≥ 0,01 mg/L

Se acepta la Ha: u < 0,01 ==> Ha: 0,12 mg/L < 0,01 mg/L

4.- Toma de decisión

Como la media muestral (μ) es mayor que la media hipotética (0.12 > 0.01), por tanto, se concluye que la concentración de arsénico en las aguas del manantial del Centro Poblado de Antaccocha, **no cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

4.2.8.3. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico de cromo en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cromo

H_a: La concentración de cromo del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el) ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de cromo del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la media muestral para realizar la prueba respetiva:

Media muestral	0,0003 mg/L
Media hipotética	0,05 mg/L

3.- Regla de decisión

Como no existe un P – Valor, para la toma de decisión, se utilizará la media de la muestra como medida de referencia para realizar la prueba de hipótesis respectiva.

Por tanto:

Se rechaza la Ha: u ≥ 0,05 ==> Ha: 0,0003 mg/L ≥ 0,05 mg/L
Se acepta la Ha: u < 0,05 ==> Ha: 0,0003 mg/L < 0,05 mg/L

4.- Toma de decisión

Como la media muestral (μ) es menor que la media hipotética (0.0003 < 0.05), por tanto, se concluye que la concentración de arsénico en las aguas del manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

4.2.8.4. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico de molibdeno (Mo) en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cromo

H_a: La concentración de molibdeno del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de molibdeno del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la media muestral para realizar la prueba respetiva:

Media muestral	0,03 mg/L
Media hipotética	0,07 mg/L

3.- Regla de decisión

Como no existe un P – Valor, para la toma de decisión, se utilizará la media de la muestra como medida de referencia para realizar la prueba de hipótesis respectiva.

Por tanto:

Se rechaza la Ha: u ≥ 0,07 ==> Ha: 0,03 mg/L ≥ 0,07 mg/L
Se acepta la Ha: u < 0,07 ==> Ha: 0,03 mg/L < 0,07 mg/L

4.- Toma de decisión

Como la media muestral (μ) es menor que la media hipotética (0.03 < 0.07), por tanto, se concluye que la concentración de arsénico en las aguas del manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

4.2.8.5. Pruebas de hipótesis del parámetro inorgánico de cobre (Cu) en las aguas de los manantiales

A) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad

de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cobre

H_a: La concentración de cobre del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ha: u < ECA

H_o: La concentración de cobre del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Ho: u ≥ ECA

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 10 *Prueba de T de Student para cobre*

Prueba de μ = 2 vs. < 2

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
4	0.0102	0.000535	0.000268	0.010830	-732.77	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

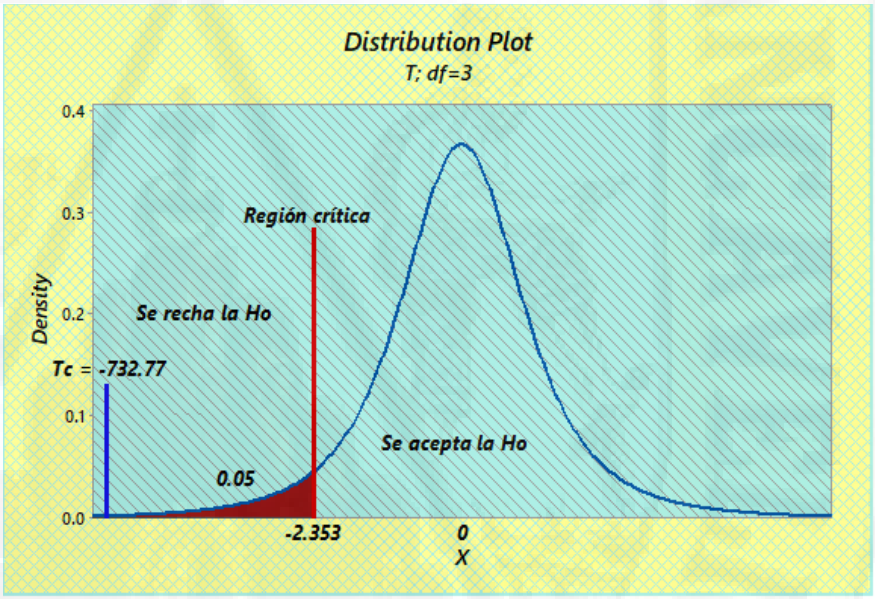
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de cobre del agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con el ECA-Agua-Categoría 1- Subcategoría A1.

Figura 61 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cobre*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 4\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 4\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.353), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media

de molibdeno en el agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumple** con el ECA-Agua-Categoría 1-Subcategoría A1.

4.2.9. Pruebas de hipótesis de la concentración de los parámetros fisicoquímicos en las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra en comparación con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA).

4.2.9.1. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de turbidez en las aguas de los hogares

B) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para turbiedad

H_a: La concentración de Turbiedad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ha: u < LMP

H_o: La concentración de Turbiedad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 34 *Prueba de T de Student para turbiedad*

Prueba de $\mu = 5$ vs. < 5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	1,62	3,45	1,54	4,92	-2,19	0,047

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

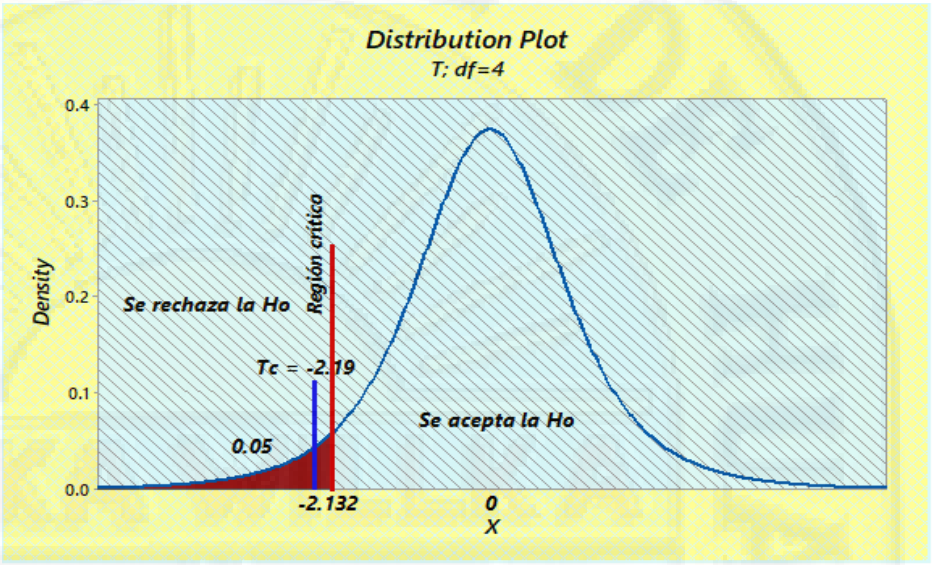
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,047	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de Turbiedad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Figura 62 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis de turbiedad*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05, 5-1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05, 5-1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.132), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de Turbiedad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

4.2.9.2. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de pH en las aguas de los hogares

B) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad

de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para pH

H_a: La concentración de pH de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ha: u < LMP

H_o: La concentración de pH de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 35 *Prueba de T de Student para pH*

Prueba de μ = 8.5 vs. < 8.5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	7.980	0.239	0.107	8.208	-4.87	0,004

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

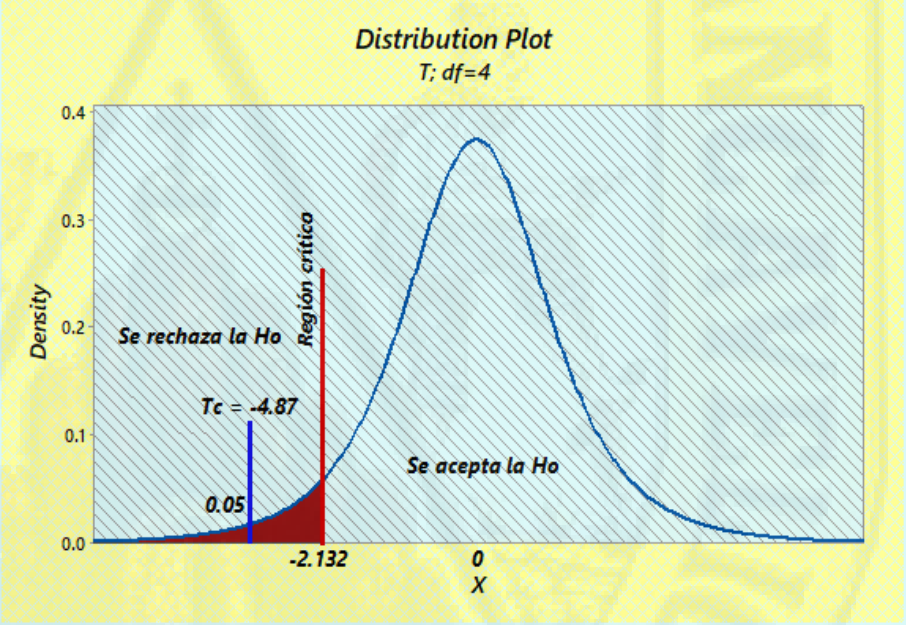
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,004	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de pH de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Figura 63 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para pH*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 5\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 5\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.132), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de pH de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

4.2.9.3. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de conductividad en las aguas de los hogares

B) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para conductividad

H_a: La concentración de conductividad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ha: u < LMP

H_o: La concentración de conductividad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 36 *Prueba de T de Student para conductividad*

Prueba de μ = 1500 vs. < 1500

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	119.4	75.0	33.5	190.8	-41.19	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

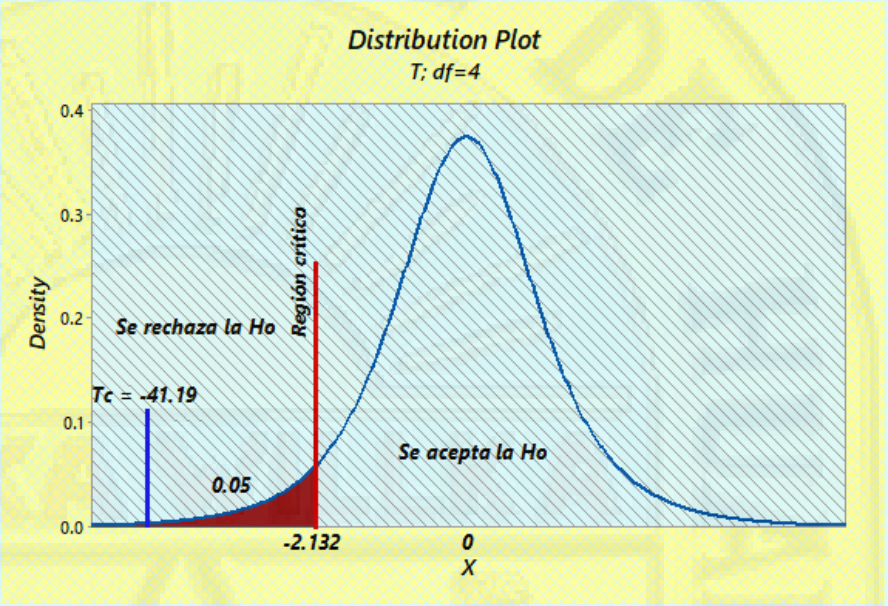
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de conductividad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Figura 64 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para conductividad*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 5\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 5\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.132), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media de concentración de conductividad de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

4.2.9.4. Pruebas de hipótesis del parámetro fisicoquímico de cloro residual en las aguas de los hogares

B) Prueba de Hipótesis

Para realizar la constatación de la hipótesis se debe seguir una secuencia de pasos y estando en el último paso, se tiene la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula, los pasos a seguir son los siguientes:

1.- Formulación de la hipótesis nula y alterna para cloro residual libre

H_a: La concentración de cloro residual libre de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, si cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ha: u < LMP

H_o: La concentración de cloro residual libre de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, no cumplen con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Ho: u ≥ LMP

2.- Nivel de significancia

En el presente trabajo de investigación se trabajó con un error de 5%; el cual nos quiere decir lo siguiente:

α = 0.005, es el nivel de significancia, por tanto, el error del trabajo no debe ser mayor al planteado, con un grado de confianza del 95%, 1- α = 0.095.

3.- Estadístico de Prueba

Se utilizó la prueba de T de student y se obtuvo un p – valor:

Tabla 37 *Prueba de T de Student para cloro residual libre*

Prueba de μ = 0.5 vs. < 0.5

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95%	T	P
5	0.0200	0.0447	0.0200	0.0626	-24.00	0,000

Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor ≥ α (Nivel de significancia) **Se acepta H_o**.

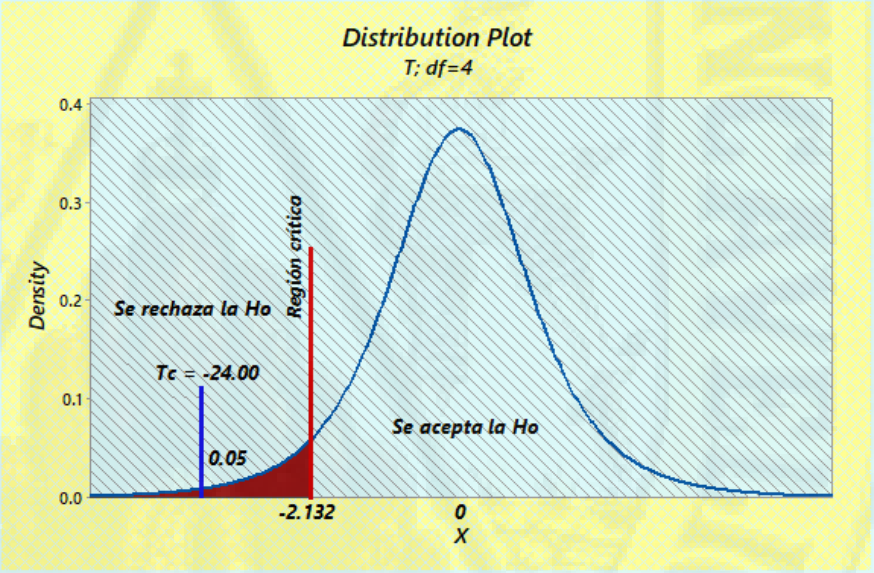
Si, P – Valor < α (Nivel de significancia) **Se rechaza H_o**.

4.- Regla de decisión

PRUEBA DE T		
P – Valor = 0,000	<	α = 0,05

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0,05; La concentración de cloro residual libre de las aguas de hogares del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

Figura 65 *Campana de gauss para la prueba de hipótesis para cloro residual libre*



5.- Toma de decisión

$T_{cal.}$ cae fuera de la región critica ($t_{0.05,\ 5\text{-}1}$), se acepta la hipótesis nula.

$T_{cal.}$ cae dentro de la región critica ($t_{0.05,\ 5\text{-}1}$), se rechaza la hipótesis nula.

El valor de T_c cae dentro de la región critica (-2.132), por tanto, se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis Ha** la media

de concentración de cloro residual libre de los reservorios del Centro Poblado de Pampachacra, **si cumplen** con los LMP (D.S Nº 031-2010 SA.).

4.3. Discusión de resultados

En la presente investigación se demostró que la calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra para los parámetros fisicoquímicos de turbiedad, pH, conductividad, cloruros y dureza total se encontraron dentro de los valores normales de aguas para consumo humano, en ambos centros poblado en su totalidad de muestras analizadas todas están dentro de los valores establecidos en la normativa peruana, pero sin desmerecer la investigación realizada por Espitia Iriarte , 2019 que manifiesta que la calidad de aguas está correlacioanda directamente por el crecimiento diferencial de plantas acuáticas, a lo que podemos coincidir con la aseveración menciona por este autor, tambien Gianoli Gianoli, 2018 manifiesta que los factores fisicoquímicos presentes en el ambiente son insignificantes ante la presencia de coliformes, a lo que no se concuerda, pues cada uno de los parámetros fisicoquímicos se encuentran estrechamente relacionada con la calidad del agua.

Para los análisis microbiológicos se evidencian que estos superan los parámetros establecidos de calidad de agua, pero para el centro poblado de Pueblo Libre se encontró evidencias de coliformes totales en las fuentes del manantial a diferencia del centro poblado de Pampachacra que no se encontró presencia alguna de estos microorganismos, por lo que podemos deducir para el caso de Pueblo libre que la fuente de abastecimiento de agua está expuesto a contaminación por que este no presenta un adecuado cerco perimétrico por lo que animales y personas la contaminan, a lo que podemos estar de acuerdo con Aguilar Sequeiros & Navarro Alfaro, 2017 que de acuerdo a su investigación demestra que los resultados microbiológicos son indicativos de contaminación de fuentes de agua.

Para los análisis inorgánicos se encontro presencia de cadmio, arsénico y molibdeno en el centro poblado de Pueblo Libre en las fuentes de abastecimiento, asimismo se encontro cadmio y arsénico en Pampachacra, que evidentemente no se encuentra con los valores normales para consumo humano, a lo que Casilla Quispe , 2014. en su investigación encontro mercurio que al igual que en la investigación son metales peligrosos, pues estos metales representan un riesgo para la salud de los pobladores, asimismo, Flores y Pérez 2009 en su trabajo de investigación hallo arsénico en el agua para consumo humano la cual se encontraba con encima del límite permisible por la OMS, a lo que recomienda más estudios para poder realizar el seguimiento de la calidad de aguas para consumo humano, es por eso que Calderón López, 2015 menciona que el agua potable es el recurso natural más importante para el desarrollo y el fortalecimiento de la salud poblacional en las ciudades, puesto que brinda a sus consumidores seguridad en su ingestión, proveyendo una sana hidratación, reduce la tasa de mortalidad infantil y por lo tanto incrementando la expectativa de vida de los habitantes que consumen un agua de calidad, por lo que el análisis de cada parámetro es indispensable para determinar la calidad del agua para consumo humano.

CONCLUSIONES

- Se determinó la calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra, los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron: turbiedad, pH, conductividad, cloro residual libre (FRC). En ambos centros poblados se evaluaron las fuentes de agua, las cuales cumplen con los ECA´s Agua – Categoría 1 – Subcategoría A1. Para el centro poblado de Pampachacra se evaluó estos parámetros para hogares que efectivamente cumplen con lo dispuesto en el D.S. Nº 031-2010. S.A.
- Se determinó la calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra, los parámetros microbiológicos evaluados fueron: Coliformes totales y termotolerantes para las fuentes de abastecimiento, producto de este análisis en el centro poblado de Pueblo Libre se encontró presencia de coliformes totales las cuales no cumple con el D.S. Nº 031-2010. S.A.
- Se determinó la calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra, los parámetros inorgánicos evaluados fueron: cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), molibdeno (Mo) y cobre (Co). Como respuesta de este análisis realizado en los manantiales de ambos centros poblados, los parámetros de cadmio (Cd), arsénico (As) no cumplen con lo establecido en los ECA´s Agua – Categoría 1 – Subcategoría A1, asimismo, el parámetro de molibdeno para el centro poblado de Pueblo Libre no cumple con lo dispuesto en los ECA´s Agua – Categoría 1 – Subcategoría A1
- De todo lo expuesto anteriormente en ambos centros poblados no presentan la calidad de agua, que se recomienda para ser aprovechada para consumo humano.

RECOMENDACIONES

- Incentivar la realización de más trabajos de investigación para poder fomentar que los gobiernos regionales y locales, contribuyan con la realización de proyectos de saneamiento para mejorar la calidad de vida de los pobladores.
- Adoptar medidas por parte del gobierno local y regional en el marco de seguridad del agua y saneamiento en las comunidades de Pueblo Libre y Pampachacra, como son planes de seguridad del agua (PSA) y planes de seguridad de saneamiento (PSS), este se debe realizar sobre la base de diagnósticos de los sistemas de agua y saneamiento.
- Elaborar material técnico y educativo sobre el cuidado del agua y los beneficios de los PSA y PSS dirigidos a la población; y el desarrollo de talleres con la población para sensibilizar la importancia de la adopción del marco de seguridad del agua en beneficio de la salud de las comunidades de Pueblo Libre y Pampachacra.
- Fortalecer las capacidades del personal de la DIRESA Huancavelica, ATM Huancavelica y las JASS de Pueblo Libre y Pampachacra, de manera que puedan mantener actualizados sus planes y contribuir con la mejora de la calidad de agua en estas comunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Sequeiros, O., & Navarro Alfaro, B. (2017). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017. *Universidad Tecnológica de los Andes*.

- Calderón López, C. (2015). Control de calidad del agua potable que se distribuye en los campus: central, hospitalidad, balzay, paraíso, yanuncay y las granjas de irquis y romeral pertenecientes a la universidad de cuenca. *Universidad de Cuenca*.

- Casilla Quispe , S. (2014). Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del rio suchez. *Universidad Nacional del Altiplano Puno*.

- Espitia Iriarte , N. (2019). 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. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos* .

- Gianoli Gianoli, A. (2018). Estudio microbiológico y físico químico de la calidad del agua en seis puntos de la Bahía de Sechura – Piura. *Universidad Peruana Cayetano Heredia*.

- Gramajo Cifuentes , B. (2004). Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, mixco, Guatemala. *Universidad de San Carlos de Guatemala*.

- Organización Mundial de la Salud. (2006). Guías para la calidad. *primer apéndice a la tercera edición*.

- Pavón Espinoza, Y. (2011). Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando indicadores biológicos en la subcuenca del Río La Trinidad, Diriamba Carazo, en el año hidrológico 2010-2011. *Universidad Nacional Agraria*.

- RAE. (01 de 01 de 2020). *Real Academia Española*. Obtenido de http://www.rae.es/search/node/agua

- Marín, R. (2006). Características Físicas, Químicas y Biológicas de las aguas. (E. M. (EMACSA), Ed.) Córdoba, España: Control de calidad y Medio Ambiente.

Obtenido de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48101/componente48099.pdf

- Carbajal Azcona, Á., & González Fernández, M. (2012). Propiedades y Funciones bilógicas del agua. En Vaquero, Toxqui, & F. d. Farmacia (Ed.), Agua para la Salud. Pasado, Presente y Futuro (págs. 33-45). Madrid: Departamento de Nutrición. doi:978-84-00-09572-7

- WRI. (2000). World Resourses Institute. Obtenido de Making Big Ideas Happen: http://www.wri.org/

- OMS. (2006). Guías para la calidad del Agua Potable (3ra edición ed., Vol. I). Recuperado el 08 de 02 de 2015, de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_fulll_lowsres.pdf.

- Auge, M. (2007). Agua Fuente de Vida. (F. d. Naturales, Ed.) La Plata, Argentina: Universidad de Buenos Aires. Obtenido de Precipitación.

- Álvarez Miño, L., Cantillo Matos, K., Rico Gutiérrez, K., & Salazar, A. (2013). Acceso y calidad del agua para el consumo humano en Santa Marta como indicador de inequidad en salud. Revista Universidad y Salud, 15(2). doi:0124-7107.

- Ovando A.L. 2008. Behind the pathways of mercury in the Iténez-Guaporé basin, mapping the potential deposition and transformation zones. Thesis of mastery. International Institute for geo-information science and earth observation enschede, the Netherlands. Holanda. pp.: 9-35

- Flores, L. A. (2016). Contaminación Bacteriológica por Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Escherichia Coli y Salmonella SP en Aguas Termales de alcance turistico de la region san martin . San Martin.

- Hernandez, C. (2008). Detección de Salmonella y Coliformes Fecales en agua de uso agrícola para la producción de melón . México.

- Murillo, W. (17 de Setiembre de 2018). *La investigación científica*. Obtenido de http//www.monografias.com/trabajos15/invest-científica/investcientífica.shtm

- Ribes, M. E. (2002). Método de Análisis Microbiologicos de Alimentos . España.

- Camacho, A. M. (2009). Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y Escherichia Coli por la Técnica de dilución en tubo múltiple. México.

- Cazau, P. (2006). Introducción a la investigación en ciencias sociales. Buenos Aires.

APÉNDICES

PANEL FOTOGRÁFICO

Foto 1: Llegada al Centro Poblado de Pueblo Libre

Foto 2: Toma de muestras de agua de manantial del Centro Poblado de Pueblo Libre

Foto 3-4: Toma de muestras de agua de hogar del Centro Poblado de Pueblo Libre

Foto 5: Llegada al Centro Poblado de Pampachacra.

Foto 6: Toma de muestras de agua de manantial del Centro Poblado de Pampachacra.

Foto 7-8: Toma de muestras de agua de hogar del Centro Poblado de Pampachacra.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Diseño de Investigación	Metodología
¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra?	Determinar la calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra	• Hipótesis Nula: La calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra no cumple con los estándares de calidad ambiental para el agua. • Hipótesis Alterna: La calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra si cumple con los estándares de calidad ambiental para el agua.	Variable Independiente: Parámetros fisicoquímicos Parámetros microbiológicos y parasitológicos Parámetros inorgánicos Variable dependiente: Agua de los reservorios y viviendas de Pueblo Libre y Pampachacra	Turbiedad pH Conductividad Cloruros Dureza Total Coliformes Totales Coliformes Termotolerantes Cadmio Arsénico Cromo Molibdeno Cobre	Tipo de investigación: - Básica-aplicada Nivel de Investigación: - Descriptiva – Explicativa Método de investigación: - No Experimental Diseño de investigación: - Descriptivo Longitudinal M ⟶ O Donde: M: Muestra O: Observación	Población: Manantiales y hogares de Pueblo Libre y Pampachacra Muestra: - Agua de los Manantiales y hogares. Pueblo Libre y Pampachacra Técnicas: - Observación. - Descripción. Instrumentos: - Registros. - Analizadores de agua. Procesamiento de datos: - Software Microsoft Excel - SPS

Resultados de laboratorio

ALAB
ANALYTICAL LABORATORY

REPORTE DE ANALISIS

Análisis Solicitado por : Thelma Torres Fernandez - Maria Isabel Coronación Palomino
Tipo de muestra : Muestras de Aguas
Fecha de recepción : 6/10/2020
Tipo de ensayo : Instrumentación – Clásico

MUESTRAS DE AGUA - PUEBLO LIBRE "MANANTIAL"

		ID. MUESTRAS CLIENTE						
ID.MUESTRA LABORATORIO	PARAMETROS	PU1A	PU2A	PU3A	PU4A	PU5A	PU6A	PU7A
MA-19/001	Conductividad µS/CM	102.3	90.3	101.4	103.6	65.5	75.6	61
	pH	7.5	7.8	7.9	7.6	7.6	7.8	7.5
	Cloruros mg/L	4.51	5.01	4.01	4.01	4.51	2.51	5.01
	Dureza total mg/L	80.1	70.1	500	0	0	0	0
	Turbidez NTU	4.8	2.6	3.2	2.8	3.9	0.2	2.1
	Coliformes totales	43	240	0	0	0	23	0
	Coliformes fecales NMP/100ml	9.1	0	0	0	0	0	0
	Cadmio	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042
	Arsénico	<0.12	<0.12	<0.12	<0.12	<0.12	<0.12	<0.12
	Cromo	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
	Molibdeno	0.0599	0.0599	0.0599	0.0599	0.0599	0.0599	0.0599
	Cobre	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156

Blgo. Asher Herrera Ocampo
Analista
CBP. 7980

ALAB

Teléfono: (01) 4531389
Celular: 979894444
Alab@gmail.com
Prolongación Zarumilla. Mz. D2. Lt. 3, Callao 2, Bellavista
3

ALAB
ANALYTICAL LABORATORY

MUESTRAS DE AGUA - PUEBLO LIBRE "HOGARES"

		ID. MUESTRAS CLIENTE		
D.MUESTRA LABORATORIO	PARAMETROS	PU1B	PU2B	PU3B
MA-19/002	Conductividad µS/CM	394	59.7	42.5
	pH	8.5	8.1	8.2
	Cloro residual mg/L	0.07	0	0
	Turbidez NTU	26.44	0	5.14
	Coliformes totales	21	0	9
	Coliformes fecales NMP/100ML	0	0	-

MUESTRAS DE AGUA - PAMPACHACRA "MANANTIAL"

		ID. MUESTRAS CLIENTE			
ID.MUESTRA LABORATORIO	PARAMETROS	PU1C	PU2C	PU3C	PU4C
MA-19/003	Conductividad µS/CM	207.2	49.5	49.8	46.2
	pH	7.4	7.9	7.8	7.9
	Cloruros mg/L	11.03	2.51	12.54	4.51
	Dureza total mg/L	140	80.1	70.1	70.1
	Turbidez NTU	0.07	0.22	0	4.45
	Coliformes totales	0	0	0	0
	Coliformes fecales NMP/100ml	0	0	0	0
	Cadmio	< 0.0039	< 0.0039	< 0.0039	< 0.0039
	Arsénico	<0.12	<0.12	<0.12	<0.12
	Cromo	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
	Molibdeno	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
	Cobre	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099	< 0.0099

Biólga. Asher Herrera Ocampo
Analista
CBP. 7980

Teléfono: (01) 4531389
Celular: 979894444
Alab@gmail.com
Prolongación Zarumilla. Mz. D2. Lt. 3, Callao 2, Bellavista

ALAB
ANALYTICAL LABORATORY

MUESTRAS DE AGUA - PAMPACHACRA "HOGARES"

		ID. MUESTRAS CLIENTE				
D.MUESTRA LABORATORIO	PARAMETROS	PU1D	PU2D	PU3D	PU4D	PU5D
MA-19/004	Conductividad µS/CM	197.5	52.1	45.2	104.5	197.6
	pH	7.6	8.1	8.1	7.9	8.2
	Cloro residual mg/L	0.1	0	0	0	0
	Turbidez NTU	7.8	0.1	0.02	0.19	0.01
	Coliformes totales	0	0	0	0	0
	Coliformes fecales NMP/100ML	0	0	0	0	0

MÉTODOS DE ENSAYO

ME-98 Examination of the water and wastewater.
ME-05-2017 Método colorimetro.
ME-04 Método clásico instrumental.
ME-04 Método clásico instrumental.
ME-05-2017 Método colorimetro.
ME-05-2017 Método colorimetro.
ME-02 2017 Métodos de tubos múltiples-f. membrana

ALAB
Blgo. Adler Herrera Ocampo
Analista
CBP. 7980

Teléfono: (01) 4531389
Celular: 979894444
Alab@gmail.com
Prolongación Zarumilla. Mz. D2. Lt. 3, Callao 2, Bellavista 3