



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO DE
FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA PARROQUIA JUAN DE
VELASCO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: LUIS AVELINO CHARICANDO SAYAY

DIRECTORA: Ing. PAULINA FERNANDA BOLAÑOS LOGROÑO, Mgs.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Luis Avelino Charicado Sayay

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

Yo, Luis Avelino Charicando Sayay, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 05 de diciembre de 2023



Luis Avelino Charicando Sayay

C. I: 060550355-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, “**EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA PARROQUIA JUAN DE VELASCO**”, realizado por el señor **LUIS AVELINO CHARICANDO SAYAY**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Sofia Carolina Godoy Ponce, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



2023-12-05

Ing. Paulina Fernanda Bolaños Logroño, Mgs.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-12-05

Ing. María Soledad Nuñez Moreno
ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-12-05

DEDICATORIA

A Dios por guiarme por el camino correcto de la dedicación, esfuerzo, perseverancia, compromiso y trabajo arduo. A mis padres AVELINO CHARICANDO y MANUELA SAYAY por inspirarme a alcanzar mis sueños, por preocuparse por mi desarrollo profesional y acompañarme durante todo el proceso de esta etapa de mi vida, por todas sus palabras, consejos y acciones oportunas que me guían a seguir siendo una mejor persona. A mis hermanos/as que siempre estuvieron para mí, alentándome y guiándome a través de sus consejos y apoyo incondicional. A mis docentes por su paciencia y dedicación en impartir sus conocimientos y prepararnos para el mundo laboral. A todas las personas que de una u otra forma estuvieron presente en mi formación académica.

Luis

AGRADECIMIENTO

A Dios por cuidar mis pasos y permitirme culminara esta etapa de formación profesional. A mi Alma Mater, la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, en especial a la Facultad de Ciencias por su contribución en mi formación académica. A mi tutora, la Ing. Paulina Bolaños, al Ing. Andrés Beltrán Coordinador Carrera Ingeniería Ambiental y Biotecnología Ambiental, al Grupo De Investigación Para La Sostenibilidad De Cuencas Hidrográfica (GISOCH) por su apoyo, orientación, consejos y sugerencias acertadas que hicieron posible esta investigación. A la directiva de la Junta Administrativa de Agua Potable de la parroquia Juan de Velasco, en especial a la Sr. María Choca presidenta de la Junta y al Sr. Eloy Guamán técnico encargado, por darme la facilidad del caso y cooperación continúa durante todo el proceso, para la recopilación de datos. A todos mis familiares y amigos que fueron participes en la realización de esta investigación.

Luis

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Limitaciones y delimitaciones	3
1.3. Problema General de Investigación	4
1.4. Problemas específicos de investigación.....	4
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.6. Justificación.....	5
1.6.1. <i>Justificación teórica</i>	5
1.6.2. <i>Justificación metodológica</i>	5
1.6.3. <i>Justificación práctica</i>	6

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de investigación	7
2.2. Referencias teóricas	9
2.2.1. <i>Agua</i>	9
2.2.2. <i>Fuentes de agua</i>	9
2.2.2.1. <i>Aguas Superficiales</i>	9
2.2.2.2. <i>Aguas Subterráneas</i>	10
2.2.2.3. <i>Agua de manantial</i>	10
2.2.3. <i>Agua Potable</i>	10
2.2.4. <i>Contaminación del agua</i>	11

2.2.5.	<i>Origen de contaminantes más comunes</i>	11
2.2.5.1.	<i>Origen doméstico</i>	11
2.2.5.2.	<i>Origen agrícola-ganadero</i>	12
2.2.5.3.	<i>Fuentes industriales.</i>	12
2.2.5.4.	<i>Origen del Agua de Lluvia.</i>	12
2.2.5.5.	<i>Origen Fluvial (Navegación)</i>	12
2.2.6.	<i>Potabilización de agua</i>	12
2.2.6.1.	<i>Sistema de abastecimiento de agua</i>	13
2.2.6.2.	<i>Captaciones</i>	13
2.2.6.3.	<i>Conducción</i>	13
2.2.6.4.	<i>Almacenamiento y potabilización / desinfección</i>	14
2.2.6.5.	<i>Distribución</i>	14
2.2.7.	<i>Indicadores físicos, químicos y microbiológicos</i>	14
2.2.8.	<i>Parámetros físico – químicos</i>	15
2.2.9.	<i>Físicos</i>	15
2.2.9.1.	<i>Olor y sabor</i>	15
2.2.9.2.	<i>Temperatura agua /ambiente</i>	16
2.2.10.	<i>Químicos</i>	16
2.2.10.1.	<i>Cloro residual</i>	17
2.2.10.2.	<i>Conductividad eléctrica</i>	17
2.2.10.3.	<i>Oxígeno disuelto</i>	18
2.2.10.4.	<i>Potencial de hidrógeno</i>	18
2.2.10.5.	<i>Salinidad.</i>	19
2.2.10.6.	<i>Sólidos disueltos totales</i>	19
2.2.10.7.	<i>Dureza total</i>	19
2.2.10.8.	<i>Nitratos (NO₃)</i>	20
2.2.11.	<i>Microbiológicos</i>	20
2.2.11.1.	<i>Coliformes totales.</i>	20
2.2.11.2.	<i>Coliformes fecales</i>	21

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	22
3.1.	Enfoque de investigación	22
3.2.	Nivel de investigación	22
3.3.	Diseño de investigación	22
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	22

3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i>	22
3.4.	Tipo de estudio	23
3.5.	Planificación general, selección y cálculo del número de muestras	23
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	25
3.6.1.	<i>Identificación de las fuentes de captación de aguas primarias de la parroquia Juan de Velasco</i>	25
3.6.2.	<i>Caracterización de la calidad de agua que circula y abastece a la parroquia, en puntos establecidos a través de un plan de muestreo.</i>	26
3.6.2.1.	<i>Localización</i>	26
3.6.3.	<i>Tipo de muestra</i>	27
3.6.4.	<i>Toma de muestra</i>	27
3.6.5.	<i>Preservación de las muestras</i>	28
3.6.6.	<i>Medición y análisis de las muestras de agua</i>	28
3.6.6.1.	<i>Olor y sabor</i>	29
3.6.6.2.	<i>Cloro Residual</i>	30
3.6.6.3.	<i>Temperatura ambiente</i>	30
3.6.6.4.	<i>Conductividad Eléctrica</i>	30
3.6.6.5.	<i>Oxígeno disuelto</i>	31
3.6.6.6.	<i>Potencial de hidrógeno</i>	31
3.6.6.7.	<i>Salinidad</i>	31
3.6.6.8.	<i>Sólidos disueltos totales</i>	31
3.6.6.9.	<i>Temperatura de agua</i>	31
3.6.7.	<i>Análisis en el laboratorio</i>	32
3.6.7.1.	<i>Coliformes fecales, coliformes totales</i>	32
3.6.7.2.	<i>Dureza.</i>	32
3.6.7.3.	<i>Nitratos (NO₃)</i>	33

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	34
4.1.	Resultados	34
4.1.1.	<i>Resultados obtenidos de los puntos de monitoreo</i>	34
4.1.1.	<i>Resultados de la caracterización del agua que circula y abastece a la parroquia Juan de Velasco</i>	35
4.1.2.	<i>Resultados del análisis e interpretación de datos mediante la comparativa con normas técnicas vigentes</i>	55

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1.	Conclusiones.....	57
5.2.	Recomendaciones.....	58

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Olores característicos del agua de acuerdo con su origen.	15
Tabla 3-1:	Siglas y abreviaturas para denominar a los respectivos tanques.....	27
Tabla 3-2:	Parámetros de análisis In situ.....	28
Tabla 3-3:	Parámetros de análisis en el laboratorio.	29
Tabla 4-1:	Localización geográfica de los puntos de muestreo en coordenadas UTM (WGS84).....	34
Tabla 4-2:	Cloro residual expresada en mg/L en los puntos 4, 5 y 6.	39
Tabla 4-3:	Conductividad eléctrica expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$	40
Tabla 4-4:	Oxígeno Disuelto expresado en % OD.....	41
Tabla 4-5:	Valores de pH.	43
Tabla 4-6:	Valores de salinidad.....	44
Tabla 4-7:	Sólidos disueltos totales.....	46
Tabla 4-8:	Temperatura Ambiente y Agua.....	47
Tabla 4-9:	Valores del comportamiento de los coliformes fecales lo largo de los meses de análisis	49
Tabla 4-10:	Valores del comportamiento de los coliformes totales lo largo de los meses de análisis	51
Tabla 4-11:	Valores de la dureza total obtenidas por puntos y valores promedios en los meses de análisis.	53
Tabla 4-12:	Valores de nitratos obtenidos por puntos y valores promedios durante los meses de análisis	54
Tabla 4-13:	Relación de valores promedios con las Normas Técnicas vigente actual	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Interacciones en el trabajo de campo.	23
Ilustración 3-2:	Ubicación de la parroquia Juan de Velasco.	24
Ilustración 3-3:	Distribución de la precipitación anual mes por mes de la parroquia Juan de Velasco.	25
Ilustración 3-4:	Ubicación de los tanques de captación.	26
Ilustración 4-1:	Pregunta 1. ¿El agua de consumo tiene olor extraño?	36
Ilustración 4-2:	Pregunta 2. ¿Qué tipo de olor tiene el agua de consumo?	36
Ilustración 4-3:	Pregunta 3. ¿El olor en el agua predomina en el mes de?	37
Ilustración 4-4:	Pregunta 4. ¿El agua de consumo tiene sabor extraño?	37
Ilustración 4-5:	Pregunta 5. ¿Qué tipo de sabor tiene el agua de consumo?	38
Ilustración 4-6:	Pregunta 6. ¿El sabor del agua predomina en el mes de?	38
Ilustración 4-7:	Cloro residual expresada en mg/L en los puntos 4,5 y 6.	39
Ilustración 4-8:	Conductividad Eléctrica en ($\mu\text{S}/\text{cm}$).	40
Ilustración 4-9:	Oxígeno Disuelto en (%OD).	42
Ilustración 4-10:	Potencial de Hidrógeno en (Unidades de pH).	43
Ilustración 4-11:	Salinidad en (PPT).	45
Ilustración 4-12:	Sólidos Disueltos Totales (PPM).	46
Ilustración 4-13:	Temperatura ambiente y agua en ($^{\circ}\text{C}$) mes de mayo.	48
Ilustración 4-14:	Temperatura ambiente y agua en ($^{\circ}\text{C}$) mes de julio.	48
Ilustración 4-15:	Coliformes Fecales (UFC/100 ml).	50
Ilustración 4-16:	Coliformes Totales (UFC/100 ml).	52
Ilustración 4-17:	Dureza (mg/L).	53
Ilustración 4-18:	Nitratos (mg/L).	55

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** MATRIZ DE CONSISTENCIA
- ANEXO B:** OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES
- ANEXO C:** FICHA DE OBTENCIÓN DE DATOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS
- ANEXO D:** FORMATO DE ENCUESTA APLICADA A LOS USUARIOS DE LA PARROQUIA JUAN DE VELASCO
- ANEXO E:** RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL TANQUE DE CAPTACIÓN 1
- ANEXO F:** RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL TANQUE DE CAPTACIÓN 2
- ANEXO G:** RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL TANQUE DE CAPTACIÓN 3
- ANEXO H:** RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN
- ANEXO I:** RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO MEDIANTE GOOGLE EARTH
- ANEXO J:** MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE LA PARROQUIA JUAN DE VELASCO
- ANEXO K:** LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO LOS PUNTOS DE MUESTREO LA PARROQUIA JUAN DE VELASCO MEDIANTE GOOGLE EARTH
- ANEXO L:** TANQUE DE CAPTACIÓN 1
- ANEXO M:** TANQUE DE CAPTACIÓN 2
- ANEXO N:** TANQUE DE CAPTACIÓN 3
- ANEXO O:** TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN
- ANEXO P:** MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL TANQUE DE CAPTACIÓN 1
- ANEXO Q:** MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL TANQUE DE CAPTACIÓN 2
- ANEXO R:** MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL TANQUE DE CAPTACIÓN 3
- ANEXO S:** MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN
- ANEXO T:** MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL DOMICILIO MÁS CERCANO
- ANEXO U:** MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL DOMICILIO MÁS LEJANO

- ANEXO V:** MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS COMPLEMENTARIAS EN EL TANQUE DE CAPTACIÓN 1
- ANEXO W:** MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS COMPLEMENTARIAS EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN
- ANEXO X:** INTERACCIÓN Y TOMA DE DATOS ACERCA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN
- ANEXO Y:** MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS COMPLEMENTARIAS EN EL DOMICILIO MÁS LEJANO
- ANEXO Z:** MUESTRAS RECOLECTADAS DE AMBOS MESES DE ANÁLISIS
- ANEXO AA:** ANÁLISIS EN LABORATORIO DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS EN CAMPO
- ANEXO BB:** PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO
- ANEXO CC:** ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE MUESTRAS EN LABORATORIO DE AMBOS MESES

RESUMEN

Si bien la parroquia Juan de Velasco cuenta con suficientes suministros de aguas, carece de tanques de captaciones adecuados que permitan almacenar el recurso correctamente. Además, enfrentar amenazas de deslaves en invierno, el pastoreo y la siembra de cultivos cerca de las fuentes. Para abordar esta problemática el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad del agua de consumo de fuentes de abastecimiento de la parroquia Juan de Velasco. La metodología implementada tuvo un enfoque descriptivo, cualitativo, cuantitativo y exploratorio, mientras que el diseño de la investigación fue no experimental debido a que las variables no fueron manipuladas intencionalmente para relacionar los parámetros de análisis. La evaluación se llevó a cabo mensualmente, durante el periodo de mayo a julio de 2023. Se examinaron tres tanques de captaciones, un tanque de almacenamiento y distribución, domicilio más cercano y lejano. En estas ubicaciones, se observaron y midieron las mismas variables de estudio, que incluyeron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Mediante la metodología empleada se logró determinar la contaminación en el tanque de captación tres, en donde parámetros como sólidos disueltos totales con promedios de mayo (169,3 mg/L) y julio (161 mg/L), coliformes fecales con promedios de mayo (106,67 UFC/100 ml) y julio (60,5 UFC/100 ml) y coliformes totales con promedios de mayo (222,5 UFC/100 ml) y julio (150 UFC/100 ml), superaron los valores de referencia del reglamento técnico NTE INEN 1108 sexta revisión. A pesar de la contaminación en dicho tanque, los resultados obtenidos en el resto de los tanques se encontraron dentro del rango de niveles de aceptabilidad de la calidad del agua. En este contexto se concluye que el agua en las captaciones sigue siendo apta como fuente de consumo, pero se destaca la necesidad de implementar un plan de medidas de control y seguridad.

Palabras clave: <CALIDAD DE AGUA>, <AGUA POTABLE>, <AGUA DE CONSUMO>, <FUENTES DE ABASTECIMIENTO>, <PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS>, <PARÁMETROS FÍSICOS>, <PARÁMETROS QUÍMICOS>.

0343-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

Although Juan de Velasco town has sufficient water supplies, it lacks adequate catchment tanks to store the resources properly. In addition, it faces threats of landslides in winter, grazing, and crop planting near the sources. To address this problem, this research aimed to evaluate the quality of drinking water from water supply sources at Juan de Velasco town. The methodology implemented had a descriptive, qualitative, quantitative, and exploratory approach, while the research design was non-experimental because the variables were not intentionally manipulated concerning the parameters of the analysis. The evaluation was carried out monthly, during the period from May to July 2023. Three catchment tanks and one storage and distribution tank were examined in the nearest and farthest locations. At these locations, the same study variables, including physicochemical and microbiological parameters, were observed and measured. The methodology was used to determine contamination in catchment tank three, where parameters such as total dissolved solids exceeded the reference values of technical regulation NTE INEN 1108 sixth revision. The contamination had averages in May (169.3 mg/L) and July (161 mg/L), fecal coliforms with averages in May (106.67 CFU/100 ml) and July (60.5 CFU/100 ml), and total coliforms with averages in May (222.5 CFU/100 ml) and July (150 CFU/100 ml). Despite the contamination in this tank, the results obtained in the rest of the tanks were within the range of acceptable water quality levels. In this context, it is concluded that the water in the catchments is still suitable as a source of consumption, but the need to implement a plan of control and safety measures is highlighted.

Keywords: <WATER QUALITY>, <POTABLE WATER>, <WATER TO CONSUME>, <SUPPLY SOURCES>, <MICROBIOLOGICAL PARAMETERS>, <PHYSICAL PARAMETERS>, <CHEMICAL PARAMETERS>.

0343-DBRA-UPT-2024



Ing. Romel Francisco Calles Jiménez

0603877713

INTRODUCCIÓN

El hombre para poder satisfacer sus necesidades hídricas hace uso de diferentes fuentes de agua, como son los ríos, manantiales, lagos, lagunas, pozos y presas construidas para poder tener fuentes de agua en tiempos de sequías, las cuales cada vez azota más a la humanidad en muchas regiones del planeta. La calidad del agua potable es un factor determinante de la salud humana, y sus propiedades contribuyen a la prevención y transmisión de agentes causantes de enfermedades a quienes la consumen, el agua es un recurso natural necesario para muchas actividades como: el consumo humano, riego, piscícolas, lavadoras de papas, queserías, lubricadoras y lavadoras de vehículos, actividades ganaderas y un sin número de actividades secundarias dentro de los sistemas de producción pecuaria en el caso de la parroquia Juan de Velasco.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), el agua contaminada y el saneamiento deficiente están relacionadas con la propagación de múltiples enfermedades, y tal es el caso de la parroquia Juan de Velasco que, en 2022 según el Subcentro de Salud en una entrevista, menciona que más del 50% de los habitantes presentaron enfermedades de parasitosis intestinales, esto a consecuencia de una posible contaminación en el agua de consumo. Ante esta problemática la presente investigación se centra en evaluar la calidad del agua que se consume y se enfoca en zonas estratégicas en las cuales se encuentran ubicadas los tanques de captación, almacenamientos y distribución realizando muestreos de agua durante dos períodos, época de lluvia y época seca, esto con la finalidad de obtener datos y compararlos entre sí con normas técnicas actuales y de esta manera poder determinar si la calidad de agua que se consume en Juan de Velasco es la adecuada.

Conocer la calidad del agua es fundamental, debido a que este es un factor importante que puede afectar a la salud de toda una población, así como también conocer el estado de las estructuras de las fuentes de captación, almacenamiento y distribución son de suma importancia, de igual manera es fundamental conocer el estado de la línea de conducción existente, porque el suministro de agua para consumo humano debe contar con un correcto mantenimiento en su totalidad. La amenaza más común y generalizada para el agua potable es la contaminación microbiana de las aguas residuales y los excrementos humanos y animales, especialmente las heces de animales que en muchas veces se encuentran en las vertientes en donde nace el agua, debido a que estas se encuentran ubicadas en zonas de pastoreos. Según (TAVERA, 2018) si la contaminación es reciente y contiene microorganismos patógenos, estos pueden estar vivos y causar un sin número de enfermedades, para evitar riesgos el agua para consumo humano debe cumplir con los parámetros de calidad y ser inocua, misma que no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar

irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud de quienes la consumen diariamente.

Su deterioro creciente por degradación del suelo o cambios de uso del suelo de bosques o ecosistemas naturales a pastizales hace que la calidad del agua de la parroquia Juan de Velasco se reduzca al igual que su número de usos, a esto se suma la demanda de requerimientos más altos de agua en las zonas bajas, la cantidad de agua disponible en los páramos se reduce con el tiempo al igual que su calidad siendo necesario la realización de estudios que permita determinar la calidad de esta. La parroquia Juan de Velasco perteneciente a la zona rural del cantón Colta y cuenta con una extensión territorial que alcanza los 26.563,35 ha y una población estimada de 3.932 según la proyección del (INEC, 2010), La parroquia posee varias cuencas hidrográficas, las cuales pueden ser afectadas por factores naturales o provocados por la acción del hombre. Juan de Velasco en la actualidad posee fuentes de captación de agua primaria, un tanque de almacenamiento, distribución y la estructura necesaria para abastecer al centro poblado, las mencionadas estructuras requieren de mantenimientos y controles permanentes e incluso reubicaciones de sus tanques de captación. El mencionado sistema fue construido hace aproximadamente 15 años por los habitantes viendo la necesidad de contar con agua potable para satisfacer sus necesidades, por ello es necesario verificar si el agua que se abastece para consumo humano cumple con los parámetros establecidos en la “ Norma Ambiental y descarga de efluentes; Recurso agua, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULMA), libro VI, anexo I y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Sexta revisión, Agua para consumo humano.”

La importancia de evaluar la calidad del agua en Juan de Velasco es prioritaria, debido a que no cuenta con estudios previos que abalen la calidad de esta y respalde el uso permanente en sus diferentes actividades cotidianas, siendo este recurso utilizado principalmente para el consumo humano y varias actividades pecuarias y agrícolas en beneficio y desarrollo de la parroquia, lo que refleja una responsabilidad enorme en sus habitantes en contar con una óptima calidad del recurso agua y su estructura que almacena y distribuye a más de 86 usuarios pertenecientes al centro poblado .

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Hoy en día conocer la calidad del agua es de vital importancia, porque es un factor importante que puede afectar directamente a la salud de toda una población, cantón, parroquia, comunidad o barrio. Sin embargo, muchas veces se desconoce la fuente de los contaminantes, que pueden ser de forma naturales o antropogénicas, lo que limita su uso, pero que pueden ser reducidos o eliminados del agua por procesos de tratamiento de potabilización, siendo esta la transformación por la que pasa el líquido vital generando agua para el consumo humano sin riesgo de enfermedades que pongan en peligro la salud de quienes la consumen. Por ende, es importante conocer el estado actual de la calidad del agua en fuentes de captación, almacenamiento y distribución de agua para consumo humano de la parroquia Juan de Velasco.

Este líquido vital actualmente se lo encuentra en cantidades suficientes para abastecer a los requerimientos de la población, pero actualmente la ubicación de los sitios de captación de este recurso hídrico se encuentra en estado de amenaza por deslaves y derrumbes producto de las incesantes lluvias que se dan en el sector, esto se suma otras acciones que afecta a este recurso en las zonas de páramo y zonas cultivables, pastoreo del ganado en las cercanías de las fuentes lo que permite que el agua se contamine con los restos fecales, además de ocasionar daños temporales en las capas superficiales donde se almacena el agua y también la utilización de fertilizantes y pesticidas químicos en la agricultura, siendo la agricultura y ganadería las principales actividades de fuentes de ingresos económicos del sector. Debido a los antecedentes que presenta la parroquia se pretende identificar, caracterizar, y evaluar la calidad del agua de consumo en fuentes de captación, almacenamiento y distribución a través de un plan de muestreo estructurado que permita conocer el estado actual del agua de consumo.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

Durante el desarrollo de la presente investigación no se identificó ningún tipo de limitaciones, debido a que la actual Junta Administrativa de Agua Potable de la parroquia, mantuvo una cooperación mutua y continua durante todo el proceso de estudio, brindando información importante y necesaria y mostrando interés y compromiso en la investigación, misma que servirá como referencia para estudios más detallados y puntuales en favor y desarrollo de la parroquia.

En cuanto a su delimitación, el presente estudio está dirigido al centro poblado de la parroquia Juan de Velasco que lo conforman 86 usuarios o representantes de hogares.

Espacio: La parroquia Juan de Velasco se encuentra localizado en la Provincia de Chimborazo, Cantón Colta con coordenadas 1°49'0" S y 78°52'0" W y se encuentra a una altitud de 3,765 metros sobre el nivel del mar.

Tiempo: La presente investigación se llevó a cabo en un periodo de 7 meses.

Población: Según (INEC, 2010), la proyección en habitantes es de 3.932 ha, pero debido a la delimitación la presente investigación tiene influencia solo al centro poblado de la parroquia Juan de Velasco.

1.3. Problema General de Investigación

La calidad del agua de consumo de fuentes de abastecimiento de la parroquia Juan de Velasco, posiblemente se encuentren contaminados con restos fecales de animales, fertilizantes y pesticidas químicos utilizados en la agricultura y ganadería.

1.4. Problemas específicos de investigación

¿Qué factores influyen en la calidad del agua en fuentes de captación, almacenamiento y distribución de la parroquia Juan de Velasco?

¿Qué acciones afectan a la calidad del agua en fuentes de captación, almacenamiento y distribución de la parroquia Juan de Velasco?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua de consumo de fuentes de abastecimiento de la parroquia Juan de Velasco con la finalidad de aportar un plan de mejoramiento que favorezcan al planteamiento de acciones que ayuden a mejorar la calidad de este recurso.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes de captación de aguas primarias de la parroquia Juan de Velasco.
- Caracterizar la calidad de agua que circula y abastece a la parroquia, en puntos establecidos a través de un plan de muestreo.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos mediante la comparación con normas técnicas vigentes.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación teórica

Para el desarrollo de una provincia, cantón, parroquia y comunidades las aguas subterráneas tienen gran importancia, debido a su uso como agua potable y otros usos acordes al sector y ubicación geográfica, siendo estas fuentes de abastos a objetivos económicos, sociales. El agua subterránea, actualmente está siendo receptora de las consecuencias provocadas por las diferentes actividades que lleva a cabo el ser humano, por lo que se ha convertido en un recurso altamente vulnerable, ya sea por contaminación o por reducción de las fuentes de abastecimiento, que disminuye los usos potenciales de la misma (Leandro Duharte, 2022)

Según el (GAD, 2019-2023), la parroquia proporciona a sus habitantes en gran parte agua para actividades de distintos usos, como: consumo humano, riego en la agricultura de tipo riego de aspersión y por gravedad y objetivos económicos como: las piscícolas, lavadoras de papas, queserías, lubricadoras y lavadoras de vehículos y la actividad ganadera que es secundario dentro de los sistema de producción pecuaria localizada en una gran superficie cubierta con pastos cultivados cuyo manejo es bajo pastoreo directo por habitantes del sector.

Actualmente, la Junta Administrativa de Agua Potable de la parroquia posee tres fuentes de captación de aguas primarias y un tanque de almacenamiento que se basa en el proceso de cloración. Los inadecuados servicios de mantenimiento y control de estos tanques pueden provocar la propagación de enfermedades, dando lugar a una serie de problemas que cohiben el desarrollo de la población pangoreña. (GAD, 2019-2023)

1.6.2. Justificación metodológica

La evaluación se realiza por medio de visitas programadas, trabajos de campo y se complementa con el uso de equipos y herramientas tecnológicas que permiten obtener información necesaria,

en donde los datos y muestras obtenidas son objeto de análisis e interpretación, haciendo uso de los laboratorios de la institución “ESPOCH”, conjuntamente se realiza la comparativa con la normativa actual vigente.

1.6.3. Justificación práctica

A todo lo expuesto anteriormente con esta investigación se pretende verificar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua suministrada por el sistema de distribución y abastecimiento de la parroquia Juan de Velasco, y de esta manera corroborar que el agua sea apta para el consumo humano y su sistema esté cumpliendo con la normativa ambiental.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

Según (Leandro Duharte, 2022) en un estudio realizado en Santiago de Cuba, que tiene por título la evaluación de la calidad de agua de manantial “El Paraíso”, con el objetivo de evaluar los indicadores de calidad, para establecer los posibles usos de esta como agua potable, abasto de la población y animal, así como para el riego de cultivos y establecer las medidas para alcanzar los niveles adecuados de los parámetros de calidad para el consumo humano, abasto y actividades de riego. Para ello se efectuaron cinco muestreos en período seco en los meses de octubre 2019 y febrero 2020. Para posteriormente hacer análisis de la caracterización físico-químico y bacteriológico en conjunto con la interpretación de índices integradores, donde los resultados reflejaron la contaminación del manantial, debido a que parámetros tales como hidrogeno carbonato, potasio, nitrato, coliformes totales, coliformes termo tolerantes se encuentran por encima de la concentración máxima admisible establecida, debido a esto no son aptas como agua potable, aunque recomendable para el riego de cultivos y el abasto animal.

Como establece (Wohler Sáenz, 2023) en un estudio de Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica (Perú), con el objetivo de contribuir con información actualizada sobre la calidad de agua y sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Estas comunidades incluyen Antacocha, Huaylacucho, Pampachacra, Pueblo Libre, San Gerónimo y Sachapite, ubicadas entre 3.782 y 4.196 metros sobre el nivel del mar y que contienen los 17 embalses donde se realizó el estudio. La evaluación fisicoquímica cubre variables como la turbidez, conductividad, pH, sólidos disueltos totales y potencial de oxidación; la microbiológica incluye la evaluación del *Echericha Coli*, coliformes termo tolerantes y fecales. Como resultado, sólo 1/17 (5,9%) sitios de muestreo excedieron el límite de turbidez de 5 NTU permitido por la normativa peruana; otros parámetros estaban dentro de límites aceptables. Respecto a los parámetros microbiológicos (*Echericha Coli*, coliformes termo tolerantes y fecales), 4/17 (23,5%) puntos de monitoreo han sobrepasado el valor límite permitido por el reglamento de agua de consumo humano.

Según la Evaluación de la calidad de agua de uso doméstico en la parroquia baba provincia de los ríos en 2023 por (CARLOS, 2023), con el objetivo de analizar la calidad de agua del sistema de distribución en 90 puntos del área urbana en cooperación con la comunidad. Se realizó el

levantamiento de muestras para el establecimiento de métodos y técnicas fisicoquímicas, así como microbiológicas al agua de consumo mediante el estudio de los parámetros de conductividad, pH, TDS, turbidez, dureza(CaCO_3), nitritos, nitratos, UFC y color (Pt – Co) de acuerdo con los límites máximos establecidos en la normativa en curso (Anexo 1 del AM-097-A, NTE INEN 1108-2020). A medida que avanza el estudio, los resultados muestran que el 58% del agua distribuida a la red local está ligeramente contaminada, por lo que necesita ser tratada menos. Por otro lado, el 30% se clasifica como ligeramente contaminado, pero sólo el 12% se encuentra en condiciones aceptables para el consumo alimentario, ya que superan los valores especificados. Se puede encontrar que el recurso se caracteriza como no apto para el consumo humano.

Como establece (Cumbal Imbaquingo, 2023) en un estudio de determinación de la calidad de agua mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la microcuenca Sicalpa, Cantón Colta. Para la recolección de muestras de agua se seleccionaron 24 puntos, los cuales fueron georreferenciados mediante un GPS. Una vez obtenida la muestra, se traslada al laboratorio para los análisis correspondientes: temperatura, potencial de hidrógeno, turbidez, sólidos disueltos totales, demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos y coliformes fecales. Los resultados muestran que el páramo Navag tiene una pequeña microcuenca plana con tramos ocasionales donde el canal fue drenado durante un largo período de tiempo. Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos muestran variaciones importantes entre la microcuenca alta y baja, los cuales tienen índices altos en los muestreos y reportan un ICA de: 67.90, 68.01, 68.07 y 68.42, que indica un agua de calidad regular.

Según la Calidad del Servicio de Agua Potable en las Comunidades Rurales de la Provincia de Chimborazo por (RIVADENEIRA, 2021), con el objetivo principal es evaluar la calidad de los servicios de agua potable en las zonas rurales de la provincia. En donde se analizaron 6 parámetros (calidad sensorial, cantidad y continuidad, presión, cobertura, daños a la infraestructura y velocidad), los cuales permitieron establecer que la calidad de los servicios de agua potable en la provincia de Chimborazo es aceptable desde el punto de vista del usuario. En cuanto a la calidad sensorial del agua, el usuario indicó que el agua que entraba a su casa era aceptable, a pesar del alto contenido de desechos orgánicos u otras sustancias que degradaron la calidad del agua al descomponerse.

En cuanto a antecedentes a nivel parroquial, no se encuentre registros de estudios relacionados con el tema de investigación, por otra parte, se encontró una base de datos viable que contiene información necesaria que ayudo al desarrollo del presente estudio, siendo este el plan de ordenamiento territorial (PDOT) 2019-2023.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Agua

El agua es una sustancia bastante común en la tierra y el sistema solar, principalmente en forma de vapor o de hielo, el agua es necesaria para el origen y mantenimiento de toda vida biológica, es una sustancia líquida inodoro, insípida e incolora que existe en la naturaleza en estado más o menos puro. Es esencial para el origen y sustento de la vida de todo ser vivo, el agua es una sustancia líquida desprovista de olor, sabor y color, que existe en estado más o menos puro en la naturaleza, misma que se compone por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno y se puede encontrar en estado sólido (hielo), gaseoso (vapor) y líquido (agua). (Sustentabilidad, 2021)

El agua en la tierra cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre y se distribuye principalmente en el mar, de los cuales el 96,5% se concentra en el mar, mientras que los glaciares y casquetes polares corresponden al 1,74%, los sedimentos subterráneos, el permafrost y los glaciares continentales representan el 1,72%, mientras que el 0,04% restante se distribuye entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, medio ambiente, embalses, ríos y organismos en orden. (Sustentabilidad, 2021)

El agua adquiere importancia en los ecosistemas, en los organismos y en la actividad humana, el agua constituye el 80% de la mayoría de los organismos vivos, lo que permite que los tejidos y órganos funcionen y mantengan importantes procesos corporales. Muy a menudo, el agua se utiliza en la agricultura, la industria y el hogar. El crecimiento continuo de la población impone demandas crecientes sobre este recurso tan limitado. (Sustentabilidad, 2021)

El agua se considera un elemento esencial para la supervivencia de la tierra y de todos los seres vivos y su desarrollo. La importancia del agua y sus funciones en la tierra es la base de la vida de todos los organismos vivos, este recurso natural permite que los procesos biológicos en los ecosistemas funcionen adecuadamente, garantizando así la supervivencia de todas las especies vegetales y animales existentes en nuestro planeta. (García, 2018)

2.2.2. Fuentes de agua

2.2.2.1. Aguas Superficiales

El agua superficial es agua que permanece en el suelo y está en contacto con la atmósfera (es decir, en la superficie). Para facilitar el reconocimiento podemos decir que son visibles a

simple vista o no están bajo tierra. Estos cuerpos de agua recogen la escorrentía del agua de lluvia, manantiales y otras fuentes de agua. El agua superficial que tiene una salida fluirá hacia una masa de agua más grande, como un río que desemboca en el océano. (Osorio, 2022)

El agua superficial es conocida también como agua azul, porque es indispensable para los organismos vivos. Millones de animales dependen de estas aguas superficiales como fuente de agua e incluso como hábitat para animales acuáticos. También se utiliza en actividades humanas como la ganadería, el riego, la industria e incluso utiliza la energía de los cauces de los ríos para generar energía hidroeléctrica. (Osorio, 2022)

2.2.2.2. Aguas subterráneas

El agua subterránea representa aproximadamente el 99% de toda el agua dulce de la Tierra y tiene el potencial de proporcionar importantes beneficios y oportunidades sociales, económicas y ambientales a la sociedad. Esta agua ya representa la mitad del consumo doméstico mundial, incluida el agua potable para la mayoría de las poblaciones rurales que no tienen acceso al agua a través de sistemas de suministro públicos o privados, por otra parte, aproximadamente el 25% de toda el agua es extraída para riego, sin embargo, este recurso natural suele ser poco conocido y, por tanto, infravalorado, mal gestionado o incluso sobreexplotado. (Unesco, 2022)

2.2.2.3. Agua de manantial

Un manantial es una corriente de agua que sube a la superficie desde una fuente subterránea o entre rocas, parte del agua proviene de la filtración de agua de lluvia, agua de nieve o rocas ígneas para formar fuentes termales. Por lo tanto, el caudal de algunos manantiales dependerá de la estacionalidad y las precipitaciones, de lo contrario provocaran que los manantiales se sequen durante los períodos de escasas precipitaciones, aquellos manantiales con alta corriente se pueden utilizar para abastecer a la población local. (Fundación Aquae, 2021)

2.2.3. Agua potable

Se considera agua potable al agua que es apta para el beber y que no supone ningún riesgo para la salud, es decir, que está libre de microorganismos y sustancias tóxicas. A menudo el agua que bebemos en nuestros hogares no proviene directamente de la naturaleza, sino que está pretratada, para que el agua sea considerada agua potable debe cumplir varias características,

estas características suelen estar definidas en las leyes de cada país y deben respetarse. (García-Astillero, 2019)

Se puede decir que el agua potable es un bien escaso pero indispensable en la vida humana. Agua potable significa agua que es potable y que no supone una amenaza para nuestra salud. Lamentablemente, no todo el mundo tiene acceso al agua potable y millones de personas mueren cada año a causa de ella. Aunque el agua potable proviene de la naturaleza, existe un proceso intermedio entre su origen y destino que la hace potable. Según la Organización Mundial de la Salud, se dispone de agua potable si la fuente de agua más cercana está a menos de 1 km de distancia y cada miembro del hogar puede obtener u obtener al menos 20 litros de agua al día. (García-Astillero, 2019)

2.2.4. Contaminación del agua

El planeta nos indicada, que sin agua no hay vida, a medida que aumenta el número de sequías extremas, que amenazan el suministro de agua en todo el mundo. Diversos tipos de contaminación del agua degradan la calidad de este importante recurso, lo que representa una amenaza para la salud del planeta. Desafortunadamente, debido a las actividades humanas, el agua y la contaminación son dos palabras estrechamente relacionadas, los tipos de contaminación del que tienen su origen en los seres humanos son muy variados. Esta alteración en la calidad del agua da lugar a la presencia en el agua potable de sustancias como microorganismos, metales pesados o sedimentos que afectan a la salud y al medio ambiente.

2.2.5. Origen de contaminantes más comunes

Las razones principales de la contaminación hídrica o del agua tienen origen en:

2.2.5.1. Origen doméstico

El agua doméstica es agua de los centros urbanos que contiene materiales provenientes de las actividades humanas (alimentos, excrementos, desechos, detergentes, jabones, etc.) (Zarza, 2023)

2.2.5.2. Origen agrícola-ganadero

El origen de este tipo de aguas es el resultado del riego y otras actividades de limpieza ganadera, que traen al agua grandes cantidades de heces y orina, es decir grandes cantidades de materia orgánica, nutrientes y microorganismos. (Zarza, 2023)

2.2.5.3. Fuentes industriales.

Se obtiene a partir de aguas residuales utilizadas para procesos de lavado y enjuague, conversión química, filtración de solventes y física o destilación. Disolventes y subproductos utilizados para el transporte de sustancias y calor. (Zarza, 2023)

2.2.5.4. Origen del agua de lluvia.

Cuando llueve, el agua se lleva la suciedad que se encuentra en el camino, lo que puede ocurrir en cualquiera de las tres primeras situaciones. En las ciudades, esta agua transportará petróleo, sustancias orgánicas y diversos contaminantes de la atmósfera, en el campo se llevará pesticidas, fertilizantes, etc., y en las zonas industriales -sustancias que caen al suelo. (Zarza, 2023)

2.2.5.5. Origen fluvial (navegación)

En las rutas de navegación, los derrames de petróleo, accidentales o no, pueden causar graves daños ambientales. (Zarza, 2023)

2.2.6. Potabilización de agua

El proceso de purificar el agua es indispensable para que las personas puedan beberla sin que represente riesgos para la salud. Esto se aplica tanto como para beberla o cocinarla. La depuración de agua consiste principalmente en eliminar sustancias tóxicas para el ser humano, como cromo, plomo o zinc, así como algas, arena o bacterias y virus que puedan estar presentes en el agua, en definitiva, eliminar todos los posibles riesgos para la salud humana. (ACCIONA, 2023)

Durante el proceso de limpieza, la depuradora recibe el agua cruda de la piscina a través de tuberías para su tratamiento. El proceso de depuración en plantas es complejo y caro. Los pasos del proceso de tratamiento de aguas superficiales (aguas de cuencas como ríos, lagos,

arroyos, etc., es decir, no subterráneas) son: captación, coagulación, decantación, filtración y cloración. (Soria, 2019)

En el caso de nuestra investigación es agua de una vertiente de arroyo que es captada y almacenada en tanques de almacenamientos para posteriormente ser potabilizada y llevada a los hogares a través de una red de distribución, el cuidado de este recurso tan escaso es fundamental e importante en la vida del hombre para la alimentación, la higiene, salud y la calidad de vida en general.

2.2.6.1. Sistema de abastecimiento de agua

La evaluación del sistema de abastecimiento de agua de consumo humano se aplica con las modificaciones pertinentes, a grandes proveedores con sistemas de distribución por tuberías, a sistemas comunitarios con o sin tuberías, incluidas las bombas manuales, y a sistemas domiciliarios con captación de agua de lluvia. Se pueden evaluar infraestructuras, planes de nuevos abastecimientos o la ampliación de los existentes. Dado que la calidad del agua de consumo humano varía a lo largo del sistema, el objetivo de la evaluación debe ser determinar si la calidad final del agua que se provee al consumidor cumplirá de forma permanente las metas de protección de la salud establecidas y la evaluación de los sistemas se debe revisar periódicamente. (OMS, 2023)

2.2.6.2. Captaciones

Son obras necesarias para recoger agua de una fuente para su uso. Suele ser una estructura de concreto, hormigón armado o geomembrana que recibe agua de laderas, ríos, arroyos, lagos o lagunas, o aguas subterráneas y la distribuye al residente de una localización determinada. (Dillon, 2019)

2.2.6.3. Conducción

Es un componente en el que el agua cruda se transporta en flujo libre o bajo presión, es decir, se puede hacer por gravedad, por desnivel del terreno o por impulso (bombas), manual o motorizada. (Dillon, 2019)

2.2.6.4. Almacenamiento y potabilización / desinfección

Es un conjunto de estructuras diseñadas para asegurar que la fuente de agua sea de la calidad requerida para el consumo y uso humano. Incluye todos los procesos físicos, mecánicos y químicos que le dan al agua las propiedades que necesita para hacerla potable. Los tres objetivos principales de las plantas de tratamiento de agua, o plantas de tratamiento, son hacer que el agua sea segura para el consumo humano, estéticamente agradable y económico. El almacenamiento se refiere a tanques de almacenamiento que brindan el máximo flujo por hora a la red de distribución y mantienen una presión adecuada. (Dillon, 2019)

2.2.6.5. Distribución

Es un conjunto de estructuras y elementos encargados de abastecer de agua a los usuarios domiciliarios, y el servicio debe ser continuo las 24 horas del día, en cantidad y calidad suficientes para atender los requerimientos de todos los habitantes. Esto incluye válvulas, tuberías, enchufes domésticos, medidores y, si es necesario, equipos de bombeo. (Dillon, 2019)

2.2.7. Indicadores físicos, químicos y microbiológicos

Un indicador de calidad del agua es "un parámetro o un valor derivado de un parámetro que indica, proporciona información o describe el estado de la calidad del agua bajo estudio". Los indicadores proporcionan una visión general de las condiciones ambientales y de las presiones y respuestas sociales o gubernamentales. Son simples, fáciles de interpretar, pueden mostrar tendencias temporales, responder a cambios en el medio ambiente y actividades humanas relacionadas, proporcionar una base para comparaciones internacionales y son adecuados para escala nacional o regional. (Loné, 2016)

Como bien lo menciona (Loné, 2016) la calidad del agua se determina caracterizando parámetros que pueden ser físicos, químicos y microbiológicos con los que se conoce el estado de un cuerpo de agua. Los cuerpos legales para utilizar en la presente investigación son: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) Libro VI, Anexo 1, Tabla 2. (Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección); y Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2020 sexta revisión (Agua para consumo humano).

A continuación, los principales parámetros físico - químicos, parámetros con acción directa sobre la salud y parámetros microbiológicos que definen la calidad del agua, el origen de los

constituyentes, su importancia en la salud, su relación con los principales procesos de tratamiento y los límites de concentración establecidos por la norma técnica de agua para consumo humano.

2.2.8. *Parámetros físico – químicos*

Según Orozco et al. (2005), Citado por (Natalia Eugenia Samboni Ruiz, 2007), los parámetros fisicoquímicos brindan información completa sobre la naturaleza de los químicos en el agua y sus propiedades físicas, pero no sobre sus efectos en el agua; los métodos biológicos brindan esta información, pero no brindan ninguna información sobre contaminante o contaminantes, por lo tanto, muchos investigadores recomiendan usar ambos métodos en la evaluación de recursos hídricos.

2.2.9. *Físicos*

Las propiedades físicas del agua se llaman así porque pueden afectar a los sentidos (vista, olfato, etc.) e incidir directamente en el estado estético y aceptable del agua (Martel, 2020), se consideran importantes los siguientes:

- Olor y sabor
- Temperatura agua /ambiente

2.2.9.1. *Olor y sabor*

El gusto y el olfato están íntimamente relacionados, por lo que se suele decir que “el agua huele como sabe”. Estas características son las principales razones por las que el consumidor se niega a beberla. De hecho, la ausencia de olor puede indicar indirectamente la ausencia de contaminantes como los compuestos fenólicos. Por otro lado, el olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar la acción séptica de los compuestos orgánicos en el agua. (Martel, 2020). En la siguiente tabla se presenta un resumen de algunos olores característicos del agua, de acuerdo con su origen.

Tabla 2-1: Olores característicos del agua de acuerdo con su origen

Naturaleza	Origen
Olor balsámico	Flores
Dulzor	<i>Coelosphaerium</i>
Olor químico	Aguas residuales industriales
Olor a cloro	Cloro libre
Olor a hidrocarburo	Refinería de petróleo

Olor medicamentoso	Fenol, yodoformo
Olor a azufre	Ácido sulfhídrico
Olor a pescado	Pescado, mariscos
Olor séptico	Alcantarilla
Olor a tierra	Arcillas húmedas
Olor fecaloide	Retrete, alcantarilla
Olor a moho	Cueva húmeda
Olor a legumbres	Hierbas, hojas en descomposición

Fuente: Martel, 2020.

Realizado por: Charicando L., 2023

Las sustancias que causan olor y sabor en el agua sin tratar pueden ser compuestos orgánicos producidos por la actividad microbiana y de algas, o pueden tener su origen en descargas de aguas residuales industriales.

2.2.9.2. *Temperatura agua /ambiente*

Es uno de los parámetros físicos más importantes del agua, este parámetro muchas veces incide en el retraso o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de sedimentos, los procesos de desinfección y mezcla, la floculación, la sedimentación y la filtración. Varios factores, principalmente ambientales, pueden provocar un cambio constante en la temperatura del agua. (Martel, 2020)

La temperatura es un parámetro físico que permite medir el calor y el frío que sentimos. Desde un punto de vista microscópico, se considera que la temperatura indica la energía cinética interna promedio de las moléculas que componen el objeto de estudio, en este caso el agua. Los animales y las plantas acuáticas son muy sensibles a los cambios en la temperatura del agua y deben mantenerse dentro de un cierto rango para poder sobrevivir y reproducirse. Si la temperatura del agua permanece fuera de este rango durante mucho tiempo, los organismos están expuestos a condiciones desfavorables. (Martel, 2020)

2.2.10. *Químicos*

El agua es un disolvente universal que puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, existen algunos elementos importantes en el tratamiento del agua cruda para fines de consumo o para efectos sobre la salud del consumidor. Se respalda aún más la caracterización y la importancia de los parámetros químicos claves asociados con las fuentes de suministro o fuentes de abastecimientos de agua para consumo. (ACONSA, 2021), se consideran importantes las siguientes:

- Cloro Residual
- Conductividad Eléctrica
- Oxígeno Disuelto
- Potencial de Hidrógeno (pH)
- Salinidad
- Sólidos Disueltos Totales
- Dureza total
- Nitratos (NO₃)

2.2.10.1. Cloro Residual

Aplicar cloro al agua es el último paso del proceso de purificación. Se utiliza como desinfectante para eliminar bacterias, virus, protozoos, etc. Su utilidad depende de sus propiedades que superan a otras opciones, como su capacidad desinfectante y efecto residual. El proceso de cloración del agua (incluida el agua potable) es sencillo: se añade al agua un agente clorante (pastillas, lejía líquida, etc.) y se deja actuar durante un tiempo determinado (unos 30 minutos). El agua se considera potable porque cuando el cloro se mezcla con esta combustión (oxidación), las sustancias orgánicas que contiene matan a la mayoría de los microorganismos patógenos. Dependiendo de cómo se almacene el agua, el cloro puede tener un efecto más o menos permanente, haciendo que el agua sea potable durante horas o días sin necesidad de volver a clorarla. (ACONSA, 2021).

Las muestras que se van a analizar para cloro no deben almacenarse y deben protegerse de la luz y la agitación excesiva, ya que esto acelerará la reducción del cloro.

2.2.10.2. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica, del agua se refiere a su capacidad para conducir corrientes eléctricas donde las sales u otras sustancias químicas disueltas en agua pueden disociarse en iones con carga positiva y negativa. Estos iones libres en el agua pueden conducir electricidad, por lo que la conductividad del agua depende de la concentración de iones. La salinidad y los sólidos disueltos totales (TDS) se utilizan para calcular la CE del agua, lo que ayuda a indicar la pureza del agua., cuanto más pura es el agua, menor es la conductividad. (Pérez, 2023) Por poner un ejemplo real, el agua destilada es casi un aislante, pero el agua salada es una conductora de electricidad muy eficiente.

La conductividad es una medida de la capacidad del agua para pasar la corriente eléctrica. La conductividad se ve afectada por los sólidos inorgánicos disueltos (iones) y la temperatura. La conductividad del agua pura no es alta, pero cuando se agregan más iones, la conductividad aumenta. La conductividad del agua se expresa por el valor numérico de su capacidad para conducir electricidad. La fuerza actual está determinada por la presencia de iones en el agua. (Pérez, 2023)

2.2.10.3. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es un indicador importante de la contaminación del agua. Cuanto mayor sea la concentración de oxígeno, mejor será la calidad del agua. La cantidad real de oxígeno disuelto en el agua cambia con los cambios de presión, temperatura y salinidad. Este parámetro no afecta directamente a la salud humana, pero sí a su sabor. Además, se pueden utilizar métodos colorimétricos y electrométricos rápidos y económicos para medir el oxígeno disuelto. (ACONSA, 2021)

El agua potable debe contener una cierta cantidad de oxígeno disuelto. Debe estar bien aireado, y es importante notar los cambios relativos en la cantidad de oxígeno disuelto, ya que grandes cambios en ellos indican la posibilidad de aumento de algas, materia orgánica, bacterias aeróbicas, reductores inorgánicos, etc. En algunos casos, los niveles de OD pueden afectar las propiedades cáusticas del agua según la temperatura (cuanto mayor sea la temperatura, más cáustico) y el pH (cuanto menor sea el pH, más cáustico). (Martel, 2020)

2.2.10.4. Potencial de hidrógeno

El pH afecta algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y los depósitos en las redes de distribución de agua. Aunque podría decirse que no tiene un impacto directo en la salud, puede afectar los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. El agua natural (no contaminada) suele tener un rango de pH de 5 a 9. Cuando se trabaja con agua ácida, a menudo se agrega una base (generalmente cal) para optimizar el proceso de coagulación. En algunos casos, es necesario ajustar el pH del agua purificada a un valor que no cause un efecto cáustico o incrustante. Se considera que el valor de pH del agua cruda y tratada está entre 5,0 y 9,0. En general, esta zona controla la influencia sobre el comportamiento de otros componentes del agua. Las pautas especifican un rango de pH de 6,5 a 8,5 para el agua potable. (Martel, 2020)

2.2.10.5. Salinidad

La salinidad es una medida de la cantidad de sal disuelta en el agua, la salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumenta el valor de ambas. La sal y otras sustancias pueden afectar la calidad del agua potable o de riego, también afectan a la biota acuática, cada organismo puede soportar un cierto rango de valores de conductividad, la composición iónica del agua puede ser crítica. Por ejemplo, las *cladocerans* (pulga de agua) son más sensibles a la concentración de cloruro de potasio que al cloruro de sodio en concentraciones iguales, lo que quiere decir que son excelentes indicadores de calidad de agua. (DMCA, 2017)

2.2.10.6. Sólidos disueltos totales

La presencia de sólidos disueltos totales en el agua es una de las principales causas de turbidez y sedimentación en el agua potable. Si no se filtra, los sólidos disueltos totales pueden contribuir a una variedad de enfermedades. Sólidos disueltos totales (TDS) es una medida de la suma de materia orgánica e inorgánica en un líquido. Esto incluye todo lo que hay en el agua excepto las moléculas puras de H₂O. Estos sólidos son principalmente minerales, sales y materia orgánica y pueden utilizarse como indicador general de la calidad del agua. (PURITEC, 2020)

Todas las fuentes de agua natural contienen sustancias disueltas y minerales. Estos minerales se miden como sólidos disueltos totales o TDS. Se compone de sales inorgánicas naturales de minerales. Algunos de estos son potasio, calcio, magnesio, cloruro, bicarbonato y sulfato. Además, puede contener bajas concentraciones de contaminantes como metales pesados. Los TDS en el agua potable provienen de fuentes de agua naturales, aguas residuales, escorrentías urbanas, aguas residuales industriales y productos químicos utilizados en el tratamiento del agua, así como equipos o tuberías que se utilizan para distribuir el agua. En los Estados Unidos, el TDS más alto es causado por características ambientales naturales como minas de sal, manantiales minerales, intrusión de agua salada y deposición de carbonato. (PURITEC, 2020)

2.2.10.7. Dureza total

La dureza del agua está determinada por la concentración de iones de metales alcalinotérreos (berilio, calcio, magnesio, estroncio, bario y radio) en el agua, que varía según la geología de origen de este recurso natural. Sin embargo, de todos los metales alcalinotérreos presentes en la naturaleza, el calcio y el magnesio son los más abundantes. Si

la concentración de este tipo de sal es alta, el agua es dura, y si la concentración es baja, el agua es blanda. (Sánchez, 2021)

2.2.10.8. Nitratos (NO_3)

Los Nitratos, formados a partir de nitrógeno y oxígeno, son las especies nitrogenadas más comunes y de mayor interés en las aguas naturales, a menudo están presente en concentraciones muy bajas. Su detección en el agua de bebida es importante porque son los agentes causantes de enfermedades infantiles cuando su concentración supera las 10 ppm. Existe principalmente debido al uso de fertilizantes que se escurren a las aguas subterráneas y superficiales. (Chacón Chaquea, 2017)

2.2.11. Microbiológicos

La evaluación de contaminación de origen fecal del agua de consumo es importante, porque a través de ella se pueden determinar microorganismos cuya presencia indica que la muestra estuvo expuesta a condiciones que pudieran determinar la llegada a la misma de microorganismos peligrosos, permitiendo la proliferación de especies patógenas. Los microbios se denominan indicadores de calidad de la salud, como microorganismos indicadores de calidad sanitaria se utilizan los siguientes tipos de microorganismos: coliformes totales, coliformes fecales, bacterias aerobias mesófilas, etc. Son indicadores de cambios en la calidad del agua, ya que su presencia en altas concentraciones puede suponer un riesgo para la salud humana. (Ríos-Tobón, Agudelo-Cadavid, & Gutiérrez-Builes, 2017)

2.2.11.1. Coliformes totales

Los microorganismos más importantes que causan daños a la salud en el agua son los coliformes totales y los coliformes fecales. Los coliformes totales son un grupo de microorganismos, incluidos varios géneros de la familia *Enterobacteriácea*, que se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, el agua, el suelo y son habitantes normales de los intestinos de humanos y animales de sangre caliente; no forman esporas y pueden fermentar ejemplo de ello la lactosa y produce ácido y gas por hasta 48 horas. (Cooprinforma, 2023)

La presencia de bacterias coliformes en el agua a menudo indica una vía de contaminación entre fuentes potenciales de bacterias (sistemas de alcantarillado, aguas residuales y aguas superficiales) y el suministro de agua. Esto significa que bacterias potencialmente dañinas pueden ingresar al agua que usa a través de esta ruta. (Cooprinforma, 2023)

2.2.11.2. Coliformes fecales

La principal causa de la contaminación del agua son las heces de aguas superficiales como ríos, pozos y lagos. Las causas más comunes son la absorción de estiércol en campos abiertos, descuidos y vertidos provocados o accidentales de aguas residuales, pozos cercanos a residuos. (Carbotecnia, 2021)

Los coliformes fecales son una familia de coliformes que viven únicamente en los intestinos y, por tanto, acaban en las heces de los animales de sangre caliente. *Escherichia coli* (*E. coli*) es la especie de coliforme fecal dominante. De los cinco grupos de bacterias que componen el grupo coliforme común, sólo está presente *E. coli* normalmente no crece ni se multiplica en el medio ambiente. Por tanto, se estima que *E. coli* es un tipo de coliforme y es el mejor indicador de la contaminación fecal y la posible presencia de patógenos. (Carbotecnia, 2021).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

La presente investigación está fundamentada en el siguiente tipo de investigación:

- Por el tipo de datos a analizar - Descriptivo – cualitativo y cuantitativo.
- Por las condiciones de estudio - Exploratorio.

3.2. Nivel de investigación

Según (Solís, 2019), en el nivel cuantitativo - cualitativo las variables son aspectos clave, tanto para el desarrollo de la perspectiva teórica y el proceso de elaboración del marco teórico, como en cuanto a la definición de la estrategia metodológica.

3.3. Diseño de investigación

3.3.1. *Según la manipulación o no de la variable independiente*

El diseño de la investigación es no experimental, porque la variable independiente no es manipulada intencionalmente para relacionar los parámetros fisicoquímicos de las aguas subterráneas, además consiste en plantear metodologías y herramientas por cada objetivo propuesto.

3.3.2. *Según las intervenciones en el trabajo de campo*

En relación con los objetivos planteados en la presente investigación, la evaluación de calidad de agua se realiza con una frecuencia de una vez por mes, en el periodo mayo (invierno) – agosto (verano) del 2023, según el PDT parroquial (GAD, 2019-2023). Cada tanque de captación, almacenamiento, distribución, domicilio más cercano y domicilio más lejano recibe un muestreo y análisis (una por mes) en las cuales se observa y miden las mismas variables de estudio: parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

De acuerdo con el interés en la investigación y cambios de fenómenos estudiados a lo largo de dos periodos de tiempos mayo (invierno) – agosto (verano) del 2023, se necesita al menos dos momentos diferentes con los mismos datos, (es decir, datos correspondientes a las

mismas variables), por ende, la interacción en el trabajo de campo se fundamenta en el estudio longitudinal.

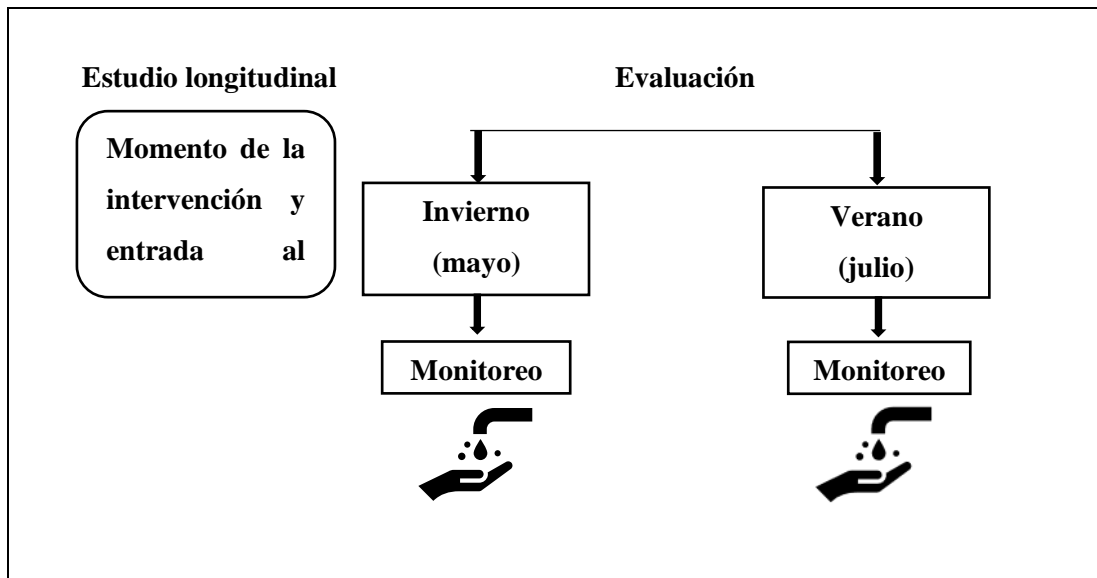


Ilustración 3-1: Interacciones en el trabajo de campo.

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

3.4. Tipo de estudio

La investigación se fundamenta en un tipo estudio bibliográfico debido a que es una técnica de investigación cualitativa encargada de recopilar organizar y seleccionar información a partir de la lectura de documentos, revistas, artículos científicos, tesis, periódicos entre otros; en ella la observación está presente en el análisis de datos, su identificación, selección y articulación con el objeto de estudio a investigar. (L Reyes, 2020)

Por otro lado, esta investigación también se basa en visitas de campo, que permite recolectar datos directamente de la realidad, obteniendo información directa relacionada con el problema. Específicamente es un trabajo de campo causal porque el objetivo es comprender qué variables causan una situación particular. (Arias, 2020)

3.5. Planificación general, selección y cálculo del número de muestras

La parroquia Juan de Velasco se encuentra ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Colta, misma que limita al Norte con Parroquia Villa la Unión, al Sur con el Cantón Pallatanga (Provincia de Chimborazo) y el Cantón Chillones (Provincia Bolívar), al Este con el Cantón Guamote y parroquia Columbe (Rural) y Oeste con la Parroquia Cañi (Rural) y El Cantón Chillanes (Provincia de Bolívar).

Según (GAD, 2019-2023) la zona de estudio se caracteriza por tener un clima frío-seco, con periodos de lluvias frecuentes en los meses de invierno y frío-seco en verano. Durante casi todo el año la temperatura del aire oscila entre 10 y 13°C aun que, en las estribaciones de la cordillera occidental, hacia la costa el clima vario notablemente dando temperaturas hasta 21°C.

Se resalta la ubicación de la parroquia Juan de Velasco, con su relieve, elevación, red hídrica y vías de acceso en la siguiente ilustración.

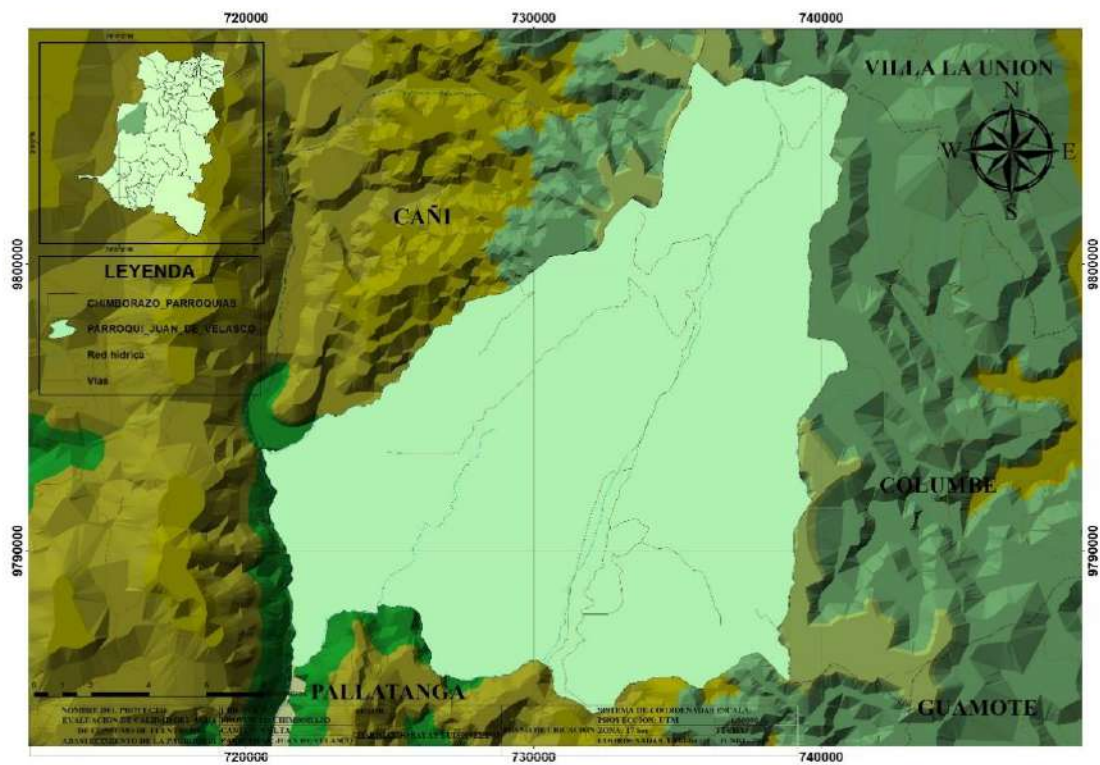


Ilustración 3-2: Ubicación de la parroquia Juan de Velasco.

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

La distribución de la precipitación anual mes por mes de la parroquia Juan de Velasco, nos permite identificar los meses de invierno y verano en los cuales se llevaron a cabo los monitoreos para la evaluación de calidad de agua, se resalta distribución de la precipitación anual mes por mes en la siguiente ilustración.

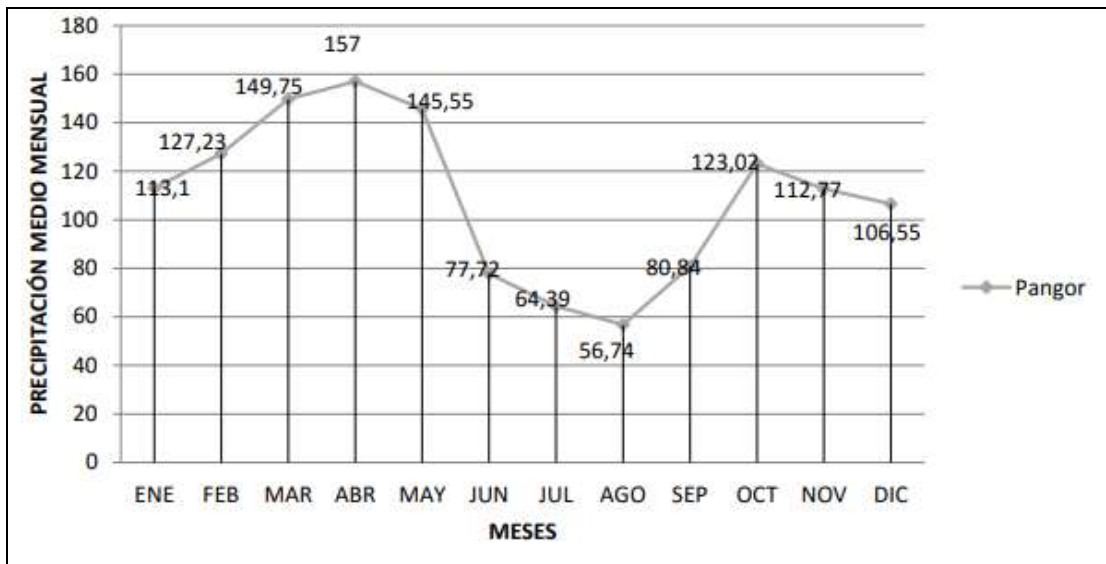


Ilustración 3-3: Distribución de la precipitación anual mes por mes de la parroquia Juan de Velasco

Fuente: PDOT 2019-2023 del GAD Parroquial Juan de Velasco.

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Para identificar a la población de estudio se aplica una entrevista a la presidenta de la junta administrativa de agua potable, obteniendo así información y datos de los habitantes beneficiarios del agua potable.

Población de estudio: 86 usuarios representantes o cabezas de hogares.

Muestra: Debido a que el número de usuarios es reducido, se decide trabajar con la misma cantidad de la población, es decir un censo a los usuarios.

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.6.1. Identificación de las fuentes de captación de aguas primarias de la parroquia Juan de Velasco

Para la identificación de las fuentes de captación, se planificó reuniones participativas con la junta administrativa de agua potable de la parroquia Juan de Velasco con la finalidad de exponer los objetivos del proyecto y conocer de primera fuente las localizaciones de las zonas de captación de agua. En el reconocimiento in situ de las zonas de captación y toma de muestras se valoró los criterios establecidos por (Ambiental, 2019), manual de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas.

3.6.2. Caracterización de la calidad de agua que circula y abastece a la parroquia, en puntos establecidos a través de un plan de muestreo

3.6.2.1. Localización

Para determinar las zonas donde se encuentran las fuentes de captación se utilizó el programa Google Earth, que además del modelado en 2D y 3D permite visualizar y analizar imágenes satelitales de alta calidad, haciendo posible la visualización del relieve y topografía de las zonas de estudio. En la investigación los tanques de captación se encuentran ubicados en las quebradas de “Pucpuyaku” y “Hierba Buena”. Se resalta la ubicación de los puntos de captación y área de estudio en color amarillo en la siguiente ilustración.

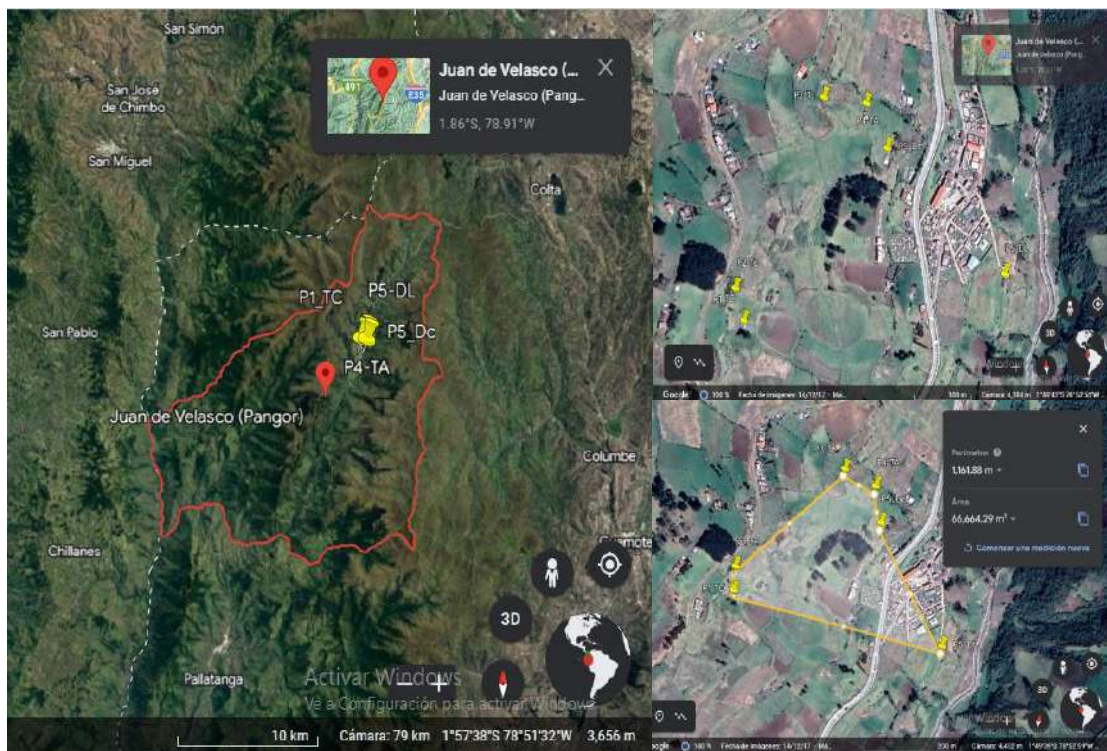


Ilustración 3-4: Ubicación de los tanques de captación

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Se denominan a la ubicación de los tanques de captaciones como (P1-Tc, P2-Tc y P3-Tc), mientras que para el tanque de almacenamiento y distribución como (P4-Tad) y para el domicilio más cercano, domicilio más lejano como (P5-Dc y P6-Dl). Alrededor de las fuentes de captación, almacenamiento y distribución se encuentran ubicadas parcelas de cultivos como el maíz y pastos para la alimentación del ganado, caballo, borrego etc. Estos últimos tienen mucho que ver en la contaminación de los tanques debido a que frecuentemente se están movilizand a estos animales en busca de pasto para su alimentación.

Tabla 3-1: Siglas y abreviaturas para denominar a los respectivos tanques

P1	Punto 1, Punto 2.....n
Tc	Tanque de captación
Tad	Tanque de almacenamiento y distribución
Dc	Domicilio más cercano
Dl	Domicilio más lejano

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En las quebradas de “Pucpuyaku” y “Hierba Buena” nacen las aguas subterráneas que son almacenadas en el tanque de captación, posteriormente son redirigidas a través de tuberías hacia un tande de almacenamiento y distribución en el cual se realiza el proceso de cloración, para que posteriormente sea distribuida a los habitantes del centro poblado de la parroquia, quienes hacen uso de este recurso en sus diferentes actividades diarias.

3.6.3. Tipo de muestra

Las muestras tomadas fueron de tipo puntual o también conocidas como individual, debido a que se recogieron en un lugar y momento determinado para su análisis de composición en las fuentes de captación mismas que fueron recogidas de forma manual.

3.6.4. Toma de muestra

En la toma de muestras para los análisis físicos - químicos in situ se utilizó un recipiente de plástico de 2500 ml de volumen nuevo y estéril, mientras que para la toma de muestras para los análisis microbiológicos se utilizaron recipientes de plásticos de 100 ml de volumen nuevos y estériles. Previo a las tomas de muestras de agua en cada punto, los frascos nuevos y estériles fueron enjuagados un mínimo de tres veces con las muestras a analizar, esto conforme a las especificaciones que se dictan en las normas técnicas.

Posteriormente se procedió a etiquetar los envases donde se escribió el número de muestra o código de muestra, fecha, hora, lugar de recolección y nombre del recolector, cabe mencionar que las etiquetas se marcaron con un rotulador permanente, posteriormente esta información fue documentada en la libreta de campo con algunas observaciones, como posible fuente de contaminación, también se incluye documentación fotografía.

3.6.5. *Preservación de las muestras*

Una vez que las muestras están debidamente etiquetadas, se almacenaron en un cooler a temperatura de 4°C y transportado hacia el laboratorio de calidad de aguas de la facultad de ciencias de la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” donde fueron analizados. Dicho análisis se efectuó luego de tres horas recolectadas las muestras de agua, esto con la finalidad de que los resultados del análisis de agua tengan una mayor veracidad posible.

3.6.6. *Medición y análisis de las muestras de agua*

Para el análisis se realizaron dos procedimientos, que se detallada continuación:

Análisis In situ

Para la medición de los parámetros como la Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD), Potencial de Hidrógeno (pH), Salinidad (S), Sólidos Disueltos Totales (TDS), Temperatura de Agua (T), entre otros, se necesita de un medidor de prueba de agua combinada más conocido como Multiparámetro portátil modelo AZ 86031 IP67, el cual fue verificado que este calibrado por los técnicos del grupo de investigación GISOCH y lavado el electrodo con agua destilada y secado con toallas absorbente antes de la lectura de las muestras en cada punto, esto con la finalidad de evitar errores en las mediciones.

Una vez calibrado el equipo y lavado los electrodos, se llevó a cabo la medición, en donde se necesitó de un recipiente de plástico de 2500 ml de volumen nuevo y estéril, para la recolecta de agua de los tanques e introducir los electrodos y esperar aproximadamente uno dos minutos, una vez que la lectura se estabilizo, se registró en la libreta de campo el valor medido. Esta metodología de análisis se repite en cada punto establecido.

En la siguiente tabla se resalta los instrumentos utilizados para la obtención de datos en los siguientes parámetros:

Tabla 3-2: Parámetros de análisis In situ

Ítem	Parámetros	Siglas	Unidad	Instrumento de medición
1	Olor y sabor	OS		Prueba del umbral del sabor
2	Cloro Residual	CLR	mg/L	3-way pool test kit
3	Conductividad Eléctrica	CE	μS/cm	Multiparámetro AZ 86031 IP67

4	Oxígeno Disuelto	OD	% OD	Multiparámetro AZ 86031 IP67
5	Potencial de Hidrógeno	pH	Unidades de pH	Multiparámetro AZ 86031 IP67
6	Salinidad	S	ppt	Multiparámetro AZ 86031 IP67
7	Sólidos Disueltos Totales	TDS	ppm (mg/L)	Multiparámetro AZ 86031 IP67
8	Temperatura ambiente	T	°C	Multiparámetro AZ 86031 IP67
9	Temperatura del agua	T	°C	Multiparámetro AZ 86031 IP67

Nota: Parámetros de medición en el campo

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Análisis en el laboratorio

Por otro lado, la medición en parámetros microbiológicos fue realizada en el laboratorio de calidad de agua de la facultad de ciencias de la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” campus Riobamba, en la siguiente tabla se resaltan los métodos de análisis en laboratorio en los siguientes parámetros:

Tabla 3-3: Parámetros de análisis en el laboratorio

Ítem	Parámetros	Siglas	Unidad	Instrumento de medición
10	Coliformes Fecales	CF	NMP/100 ml	Método de filtración por membrana
11	Coliformes Totales	CT	NMP/100 ml	Método de filtración por membrana
12	Dureza	CaCO ₃	mg/L	Método del EDTA o Volumétrico
13	Nitratos		mg/L	Método HACH reducción de cadmio

Nota: Parámetros para análisis en laboratorio.

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Dedición y análisis sensorial

3.6.6.1. Olor y sabor

Debido a que la presente investigación es descriptiva de nivel exploratorio, la metodología utilizada para el análisis de estos dos parámetros se empleó método de análisis sensorial, para esto se realizó una encuesta a los usuarios que consumen el agua potable, que en cuestión aceptaron realizar la encuesta.

Los métodos para el análisis sensorial requieren que la muestra sea tomada dentro de la boca, es decir, ser degustados, técnicamente el análisis sensorial requiere una evaluación de la sensación,

este método es especialmente valiosa para determinar si una muestra de agua tratada es aceptable para el consumo humano. (LAURA ROJAS, 2016)

Se tomó una muestra no probabilística de 10 individuos que se seleccionó por conveniencia, la encuesta se dividió en dos partes, la primera recurre a solicitar información del olor del agua y la segunda en solicitar información del sabor del agua.

Dedición y análisis fisicoquímicos

3.6.6.2. Cloro Residual

Para la medición del cloro residual se necesitó de un 3-way pool test kit profesional de prueba de agua de tres vías para mantener los niveles químicos adecuados de cloro, bromo y pH en piscinas y spas. La metodología de análisis para este parámetro fue sencilla, que consiste simplemente en llenar cada tubo de ensayo con muestras de agua a analizar de los puntos P4, P5 y P6, y añadir cinco gotas de la solución adecuada en cada tubo de ensayo, seguido de colocar las tapas del tubo de ensayo se agita el bloque de prueba durante un minuto, inmediatamente se da lectura a los resultados y se registra el valor de cloro residual y pH en la libreta de campo.

3.6.6.3. Temperatura ambiente

Para medir la temperatura ambiente se utiliza del mismo Multiparámetro portátil modelo AZ 86031 IP67, la metodología de análisis consiste en encender el equipo y tomar una lectura estable y registrarla esta lectura en la libreta de campo, todo esto sin introducir los electrodos en el agua.

3.6.6.4. Conductividad Eléctrica

Atraves del uso de un multiparámetro portátil modelo AZ 86031 IP67 se determina los valores de la conductividad eléctrica (CE) medios en $\mu\text{S}/\text{cm}$. La metodología consiste en sumergir los electrodos en 2500 ml de volumen de agua de cada punto durante dos minutos con la finalidad de obtener datos estables. Cabe mencionar que, para una lectura más realista de los datos, luego de usar el equipo en cada punto, se procede a lavar con agua destilada y secar con una toalla absorbente.

3.6.6.5. Oxígeno disuelto

La cantidad de oxígeno que esta disuelto en el agua fue medido con el multiparámetro portátil modelo AZ 86031 IP67, la metodología consiste en introducir los electrodos en agua a 2500 ml de volumen, una vez que se estabiliza el equipo se procede a tomar lectura a los resultados del oxígeno disuelto en % OD y se registra los datos obtenidos de cada punto en la libreta de campo.

3.6.6.6. Potencial de hidrógeno

Para la medición del pH se necesitó de un medidor de prueba de agua combinada o multiparámetro portátil modelo AZ 86031 IP67, la metodología consiste en recolectar agua en un recipiente de 2500 ml de volumen e introducir los electrodos, dejar que se estabilice durante dos minutos y registrar los valores o datos en la libreta de campo.

3.6.6.7. Salinidad

La cantidad de salinidad presente en el agua fue medida con el multiparámetro portátil modelo AZ 86031 IP67, la metodología consiste en sumergir los electrodos en 2500 ml de volumen de agua de cada punto durante dos minutos con la finalidad de obtener datos estables y registrar los valores o datos en la libreta de campo.

3.6.6.8. Sólidos disueltos totales

Para la medición de Sólidos Disueltos Totales se realiza a través de un medidor de prueba de agua combinada o multiparámetro portátil modelo AZ 86031 IP67, El método consiste en recolectar agua en un recipiente de 2500 ml y colocar los electrodos y permitir que se estabilicen durante dos minutos, luego se registran los valores o datos en un cuaderno de campo en cada punto de lectura.

3.6.6.9. Temperatura de agua

La temperatura del agua se midió mediante un multiparamétrico portátil modelo AZ 86031 IP67, introduciendo el electrodo en un volumen de 2500 ml de agua, cuando el aparato se estabiliza se registra el resultado de la temperatura en °C, los datos obtenidos en cada punto se registraron en un cuaderno de campo.

3.6.7. Análisis en el laboratorio

LA metodología, equipos y materiales utilizados para el análisis de los parámetros en el laboratorio, se detalla a continuación: Para los parámetros de Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Dureza y Nitratos (NO_3), los análisis se realizan en el laboratorio de Calidad de Agua ubicado en el edificio de Investigación 2do piso Facultad de Ciencia, bajo la responsabilidad de la Dra. Gina Álvarez técnico docente.

3.6.7.1. Coliformes fecales, coliformes totales

Para el análisis de coliformes fecales, coliformes totales, se utilizó un método de filtración por membrana, que consiste en pasar una muestra de agua a través de un filtro de membrana (tamaño de poro 0.45μ , diámetro 47 mm) y luego trasladar el filtro con las bacterias capturadas a la superficie de un medio sólido (que contiene agar) o medio de absorción que contiene el medio líquido necesario (sin agar) y finalmente, utilizando el medio apropiado, se pueden determinar rápidamente CT y CF.

La metodología para conocer los resultados se debe contar el número de colonias existentes en cada placa, seleccionar la placa que contenga entre 100 y 300 colonias para la realización de los cálculos. El resultado se expresa como microorganismos por ml de agua.

3.6.7.2. Dureza

Para la determinación de la dureza total en el agua se utiliza el método del EDTA o Volumétrico, mismo que consiste en una titulación volumétrica y es aplicable para agua potable, aguas superficiales, aguas contaminadas y aguas residuales. El pH de la muestra de agua se tampona previamente con un agente quelante orgánico y luego se tituló con solución de sal sódica de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). El EDTA forma quelatos solubles cuando se agrega a soluciones de ciertos cationes metálicos. Cuando se agrega EDTA al agua que contiene calcio y magnesio, primero se une al calcio. Según las normas vigentes, la dureza total se define como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambas expresadas en carbonato de calcio, en miligramos por litro. La nitidez del punto final de la titulación con EDTA aumenta con el pH. Sin embargo, el pH no puede elevarse indefinidamente debido al riesgo de precipitación de carbonato de calcio (CaCO_3) o hidróxido de magnesio $\text{Mg}(\text{OH})_2$, y las titulaciones a valores altos de pH cambiarán de color. Un valor de pH de 10 se indica como una solución satisfactoria. (RODRÍGUEZ, 2007)

3.6.7.3. Nitratos (NO_3)

Para el análisis de Nitratos (NO_3) se utiliza instrumento DR 2800 por el método HACH reducción de cadmio, en donde el cadmio metálico reduce a nitritos los nitratos de la muestra, mientras los iones de nitrito reaccionan con ácido sulfanílico en un medio ácido para formar una sal de diazonio intermedia. La sal se combina con ácido gen tísico para formar una solución ámbar. (HACH, 2023), los resultados de las pruebas fueron medidos en mg/l.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



4.1. Resultados

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar de calidad del agua de consumo en fuentes de captación, almacenamiento y distribución de la parroquia Juan de Velasco con la finalidad de aportar y brindar herramientas que favorezcan al planteamiento de acciones que ayuden al mejoramiento de este recurso, que día con día se ve afectado por las incesantes demandas y acciones antropogénicas del hombre moderno, para lograr tal cometido, se realizaron diversos análisis en campo y laboratorio que facilitaron la recolección de resultados, los cuales serán expuestos a continuación en función de los objetivos específicos planteados.

4.1.1. Resultados obtenidos de los puntos de monitoreo

Para el desarrollo de la presente investigación se establecieron los puntos de muestreo descritos en la siguiente tabla, con sus respectivas coordenadas geográficas y registro fotográfico, por resultado tenemos:

Tabla 4-1: Localización geográfica de los puntos de muestreo en coordenadas UTM (WGS84)

Puntos de Muestreo			
Parroquia: Juan de Velasco	Zona de referencia	Coordenadas Geográficas	
		X	Y
	P1: Tanque de captación 1	-1.828.549	-788.852.326
	P2: Tanque de captación 2	-182.817	-788.852.727

	P3: Tanque de captación 3	-18.261.917	-788.838.418
	P4: Tanque de Almacenamiento y Distribución	-18.263.179	-788.832.462
	P5: Domicilio más cercano (Casa 1)	-18.268.832	-788.830.091
	P6: Domicilio más cercano (Casa 2)	-18.287.485	-788.813.308

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

4.1.1. *Resultados de la caracterización del agua que circula y abastece a la parroquia Juan de Velasco*

Como resultado del análisis sensorial, fisicoquímicos y microbiológicos del agua de consumo circulante y suministrada a la parroquia Juan de Velasco, se presentan los resultados obtenidos para los parámetros de: Olor y Sabor, Cloro Residual, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno, Salinidad, Sólidos Disueltos Totales, Temperatura de Agua, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Dureza y Nitratos analizados en los puntos de nuestros establecidos.

Resultado sensorial

- *Olor y sabor*

Para la caracterización y medición de estos dos parámetros se aplica un test sensorial a los usuarios del agua potable. El resultado del test aplicado se detalla en las siguientes ilustraciones.

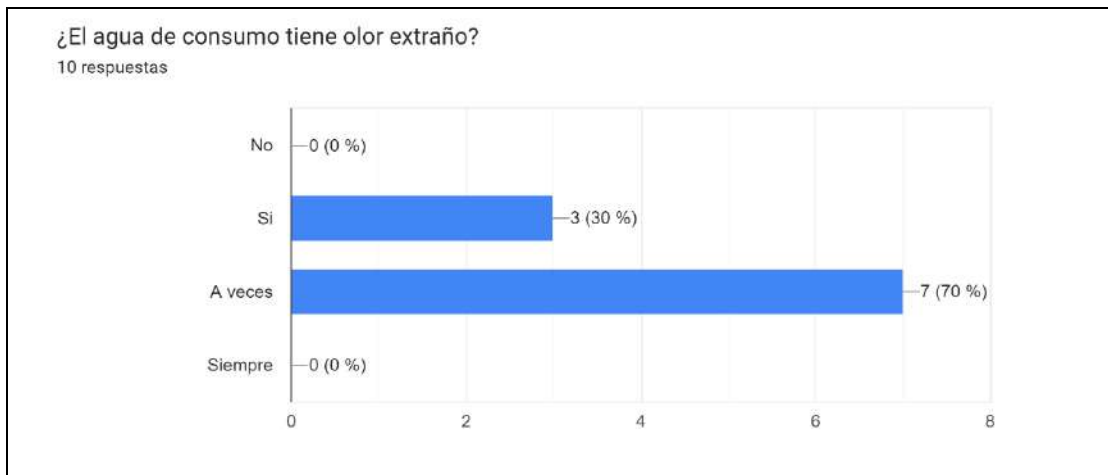


Ilustración 4-1: Pregunta 1. ¿El agua de consumo tiene olor extraño?

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Si observamos la ilustración 5, entendemos que el 70% de encuestados afirmaron que a veces el agua de consumo tiene un olor extraño, mientras que el 30% de encuestados afirman que efectivamente si existe olores extraños.

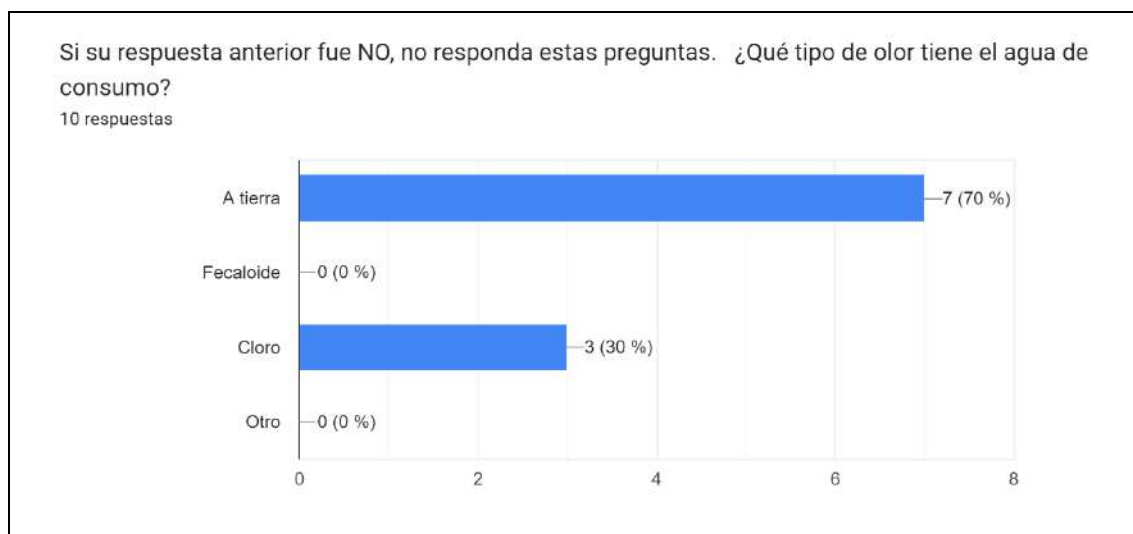


Ilustración 4-2: pregunta 2. ¿Qué tipo de olor tiene el agua de consumo?

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En la siguiente ilustración 6 se observa que el 70% de encuestados afirman que el olor del agua es a tierra y el 30% afirman que el olor del agua es a cloro, como se observa existe una leve diferencia en cuanto al tipo de olor del agua.

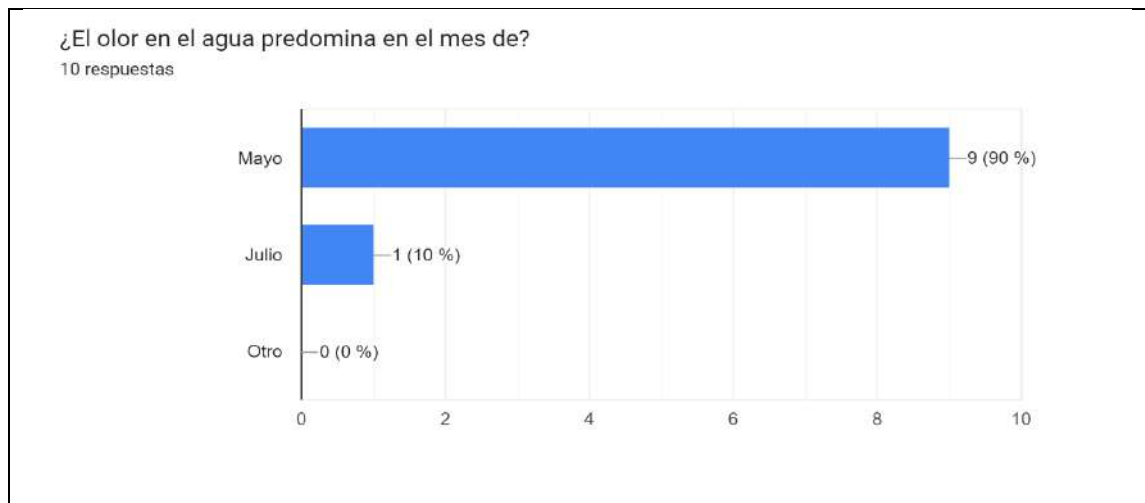


Ilustración 4-3: pregunta 3. ¿El olor en el agua predomina en el mes de?

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En la siguiente ilustración 7 se observa que el 90% de encuestados afirman que el olor en el agua es predominante en el mes de mayo (invierno), en donde existe mayor presencia de precipitación de lluvias por otro lado, el 1% menciona que el olor es predominante mes el mes de julio (verano).

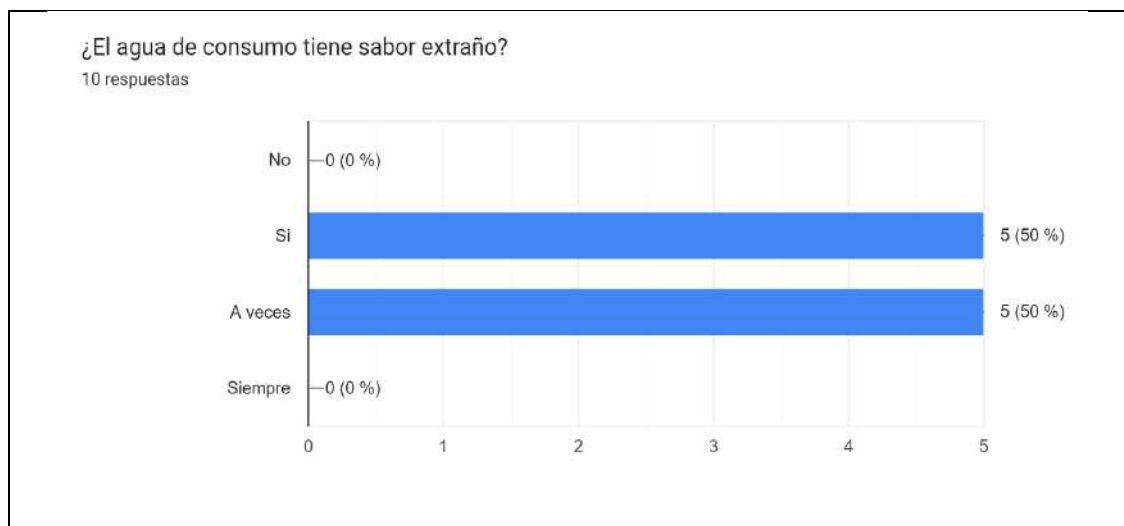


Ilustración 4-4: pregunta 4. ¿El agua de consumo tiene sabor extraño?

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En la siguiente ilustración 8 se visualiza los resultados obtenidos, en donde el 50% de encuestados afirman que el sabor del agua si es extraño, y el 50% afirma que a veces el sabor del agua es extraño, entendiéndose que el agua efectivamente contiene algún tipo de contaminante.

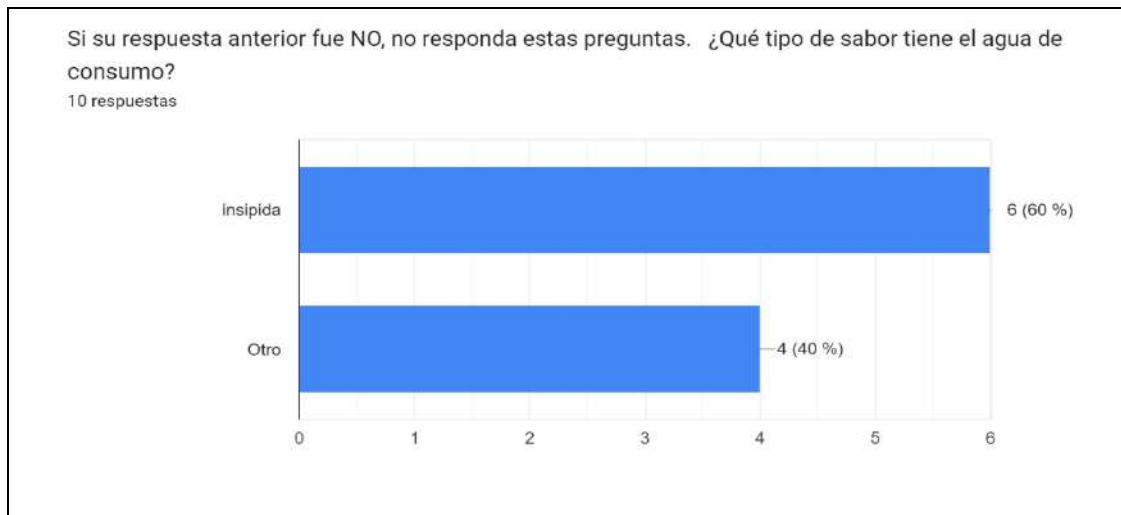


Ilustración 4-5: Pregunta 5. ¿Qué tipo de sabor tiene el agua de consumo?

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En la ilustración 9 se observa que el 60% de encuestados afirman que el sabor del agua es insípido, mientras que el 40% mencionan que el sabor del agua es de otro tipo.

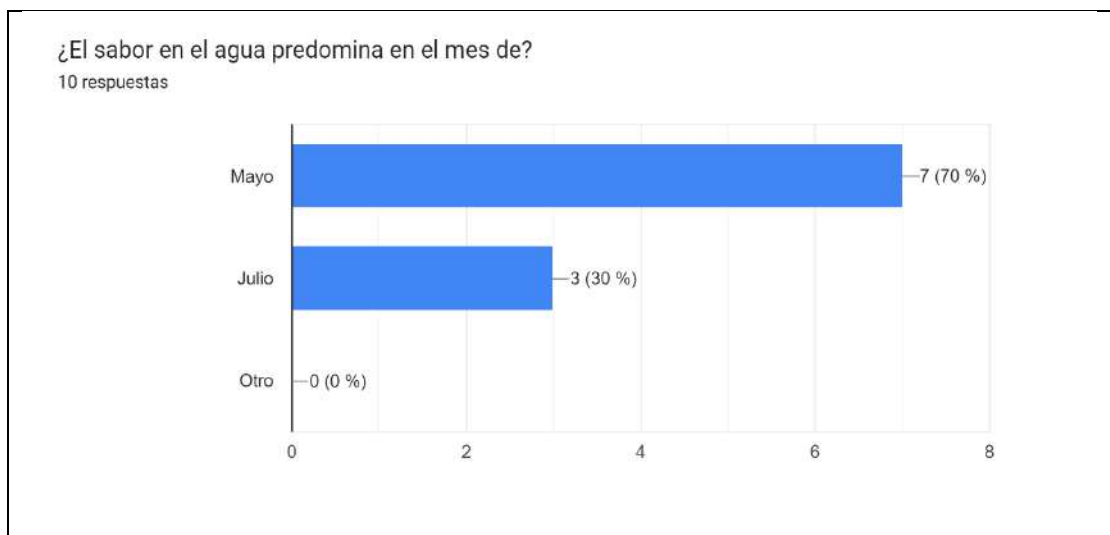


Ilustración 4-6: pregunta 6. ¿El sabor del agua predomina en el mes de?

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Si observamos la siguiente ilustración 10 denotaremos que el 70% de encuestados afirman que el sabor predomina en el mes de mayo y tan solo el 30% afirma que el sabor del agua predomina en el mes de julio.

Si recordamos la metodología empleada para el análisis de estos dos parámetros es muy sencillo, por lo que cual miembro de la de junta directiva del agua potable u otra persona ajena lo podría hacer cualquier día, normalmente estos parámetros podrían ser analizados por los técnicos de

mantenimiento y limpieza de los tanques, como una forma de revisión después de cada mantenimiento ejecutado.

Resultados fisicoquímicos

- **Cloro Residual**

Los resultados obtenidos de los análisis para el parámetro de cloro residual en los puntos P4, P5 y P6, se detalla en la siguiente tabla 6.

Tabla 4-2: Cloro residual expresada en mg/L en los puntos 4, 5 y 6.

Puntos de muestreo	Cloro Residual	
	Valor (mg/L)	
	Mayo	Julio
P4	1	1
P5	0,5	0,8
P6	0,5	0,6
Promedio	0,66666667	0,8

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

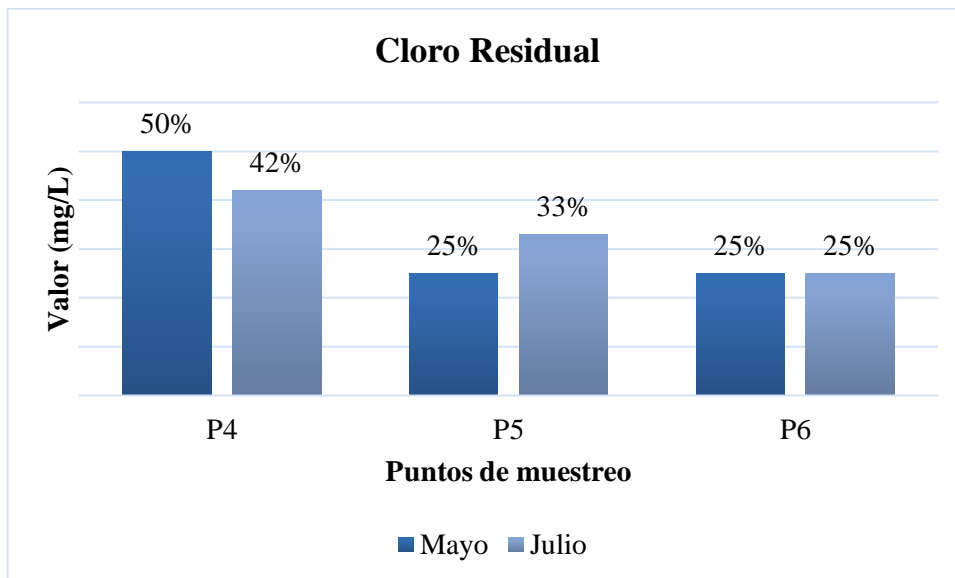


Ilustración 4-7: Cloro residual expresada en mg/L en los puntos 4,5 y 6.

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Los valores del Cloro Residual presente en el agua para consumo humano analizado, denota una menor presencia de cloro en el punto 4 (Tanque de almacenamiento y distribución), con un porcentaje de 50% equivalente a 1 mg/L, mientras que en el punto 5 (Domicilio más cercano) y punto 6 (Domicilio más lejano), con un porcentajes de 25% equivalente a 0,5 mg/L en ambos puntos de análisis en el mes de mayo, mientras que en el mes de julio se observa mayor presencia de cloro residual en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), con un porcentaje 42%

equivalente a 1 mg/L y P5 (Domicilio más cercano), con un porcentaje de 33% equivalente a 0,8 mg/L y en P6 (Domicilio más lejano), con un porcentaje de 25% equivalente a 0,73 mg/L. Los valores obtenidos como resultados de los dos meses análisis está considerado como adecuado, debido a que generalmente se sugiere que las aguas para consumo humano estecen dentro de los límites (entre 0,3 y 1,5 mg/L), según la norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2020 sexta revisión (Agua para consumo humano) (INEN, 2020)

Si observamos la gráfica, podemos denotar que el rango de valores obtenidos en ambos meses de análisis existe una pequeña diferencia en el parámetro de cloro residual, y esto se debe justamente a la precipitación en los meses, debido a que en mayo hay mayor precipitación o cantidad de agua, por lo que a la hora de realizar el proceso de cloración se necesita en mayor cantidad de cloro de acuerdo con el volumen del agua. Por otro lado, en julio el volumen de agua disminuye por lo que los valores de cloro residual presentes en los tanques analizados son menores.

- **Conductividad Eléctrica**

A continuación, en la tabla 7 se muestran los resultados del análisis de conductividad eléctrica.

Tabla 4-3: Conductividad electica expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Puntos de muestreo	Conductividad Eléctrica	
	Valor ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
	Mayo	Julio
P1	282	196
P2	310	323
P3	413	389
P4	340	320
P5	339	318
P6	338	312
Promedio	337	309,666667

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

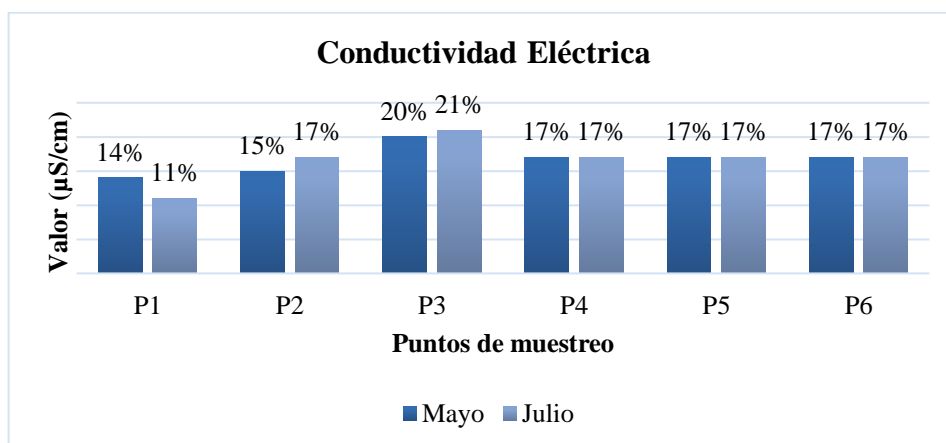


Ilustración 4-8: Conductividad Eléctrica en ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Como se observa en la ilustración 12, la conductividad eléctrica en los puntos analizados mantuvo un valor elevado en el mes de mayo en los puntos P1(tanque de capitación 1), con un porcentaje de 14% equivalente 282 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en P2 (Tanque de capitación 2), con un porcentaje de 15% equivalente 310 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en P3 (Tanque de capitación 3), con un porcentaje de 20% equivalente 413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), con un porcentaje de 17% equivalente 340 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en P5 (Domicilio más cercano), con un porcentaje de 17% equivalente 339 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en P6 (Domicilio más lejano), con un porcentaje de 17% equivalente 338 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Mientras que en el mes de julio se registran valores en P1(tanque de capitación 1), con un porcentaje de 11% equivalente 196 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en P2 (Tanque de capitación 2), con un porcentaje de 17% equivalente 323 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en P3 (Tanque de capitación 3), con un porcentaje de 21% equivalente 389 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), con un porcentaje de 17% equivalente 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en P5 (Domicilio más cercano), con un porcentaje de 17% equivalente 318 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en P6 (Domicilio más lejano), con un porcentaje de 17% equivalente 312 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por otro lado, los valores promedios obtenidos son de 337 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el mes de mayo, y un valor de 309,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el mes de julio, lo que indica presencia de iones en el agua que se consume en la parroquia Juan de Velasco.

Si observamos la tabla 7 en donde se encuentra los valores de cada punto analizado, se puede denotar que el rango de conductividad eléctrica en los dos meses está entre doscientos a trecientos, por lo que se podría decir que estos valores de resultados cumplen con las normativas técnicas.

- ***Oxígeno Disuelto***

En la siguiente tabla 8 se detalla el valor promedio en (% OD) en el agua para consumo de humano en los seis puntos establecidos durante el mes de mayo y julio.

Tabla 4-4: Oxígeno Disuelto expresado en % OD.

Puntos de muestreo	Oxígeno Disuelto	
	Valor (% OD)	
	Mayo	Julio
P1	87,7	58,2
P2	98,5	112
P3	98,5	115,2
P4	97,6	115,3
P5	95,5	125,5
P6	98,5	119,4
Promedio	96,05%	107,6%

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

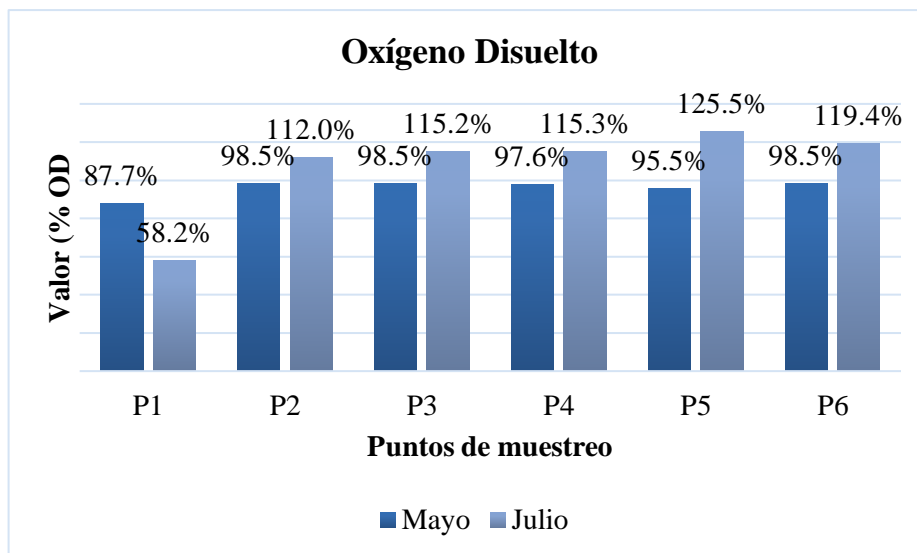


Ilustración 4-9: Oxígeno Disuelto en (%OD).

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Como se observa en la tabla 8, el oxígeno disuelto en el periodo Mayo es menor, con un valor promedio de 96,05% OD, mientras que el mes de Julio el valor promedio se eleva siendo de 107,6% OD. En mayo los valores en P1(tanque de capitación 1), es de 87,7 % OD, en P2 (Tanque de capitación 2), es de 98,5 % OD, en P3 (Tanque de capitación 3), es de 98,5 % OD, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), es de 97,6 % OD, en P5 (Domicilio más cercano), es de 95,5 % OD y en P6 (Domicilio más lejano), es de 87,7 % OD.

Por otro lado, en el mes de julio el valor en P1(tanque de capitación 1), es de 58,2 % OD, en P2 (Tanque de capitación 2), es de 112 % OD, en P3 (Tanque de capitación 3), es de 115,2 % OD, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), es de 115,3 % OD, en P5 (Domicilio más cercano), es de 125,5 % OD y en P6 (Domicilio más lejano), es de 119,4 %OD.

Los resultados de este parámetro indican la concentración de oxígeno disuelto en el agua, en ambos mese de análisis los valores obtenidos sobrepasan el valor de la norma técnica TULSMA, tabla 1 límites permisibles para agua de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, según (TULSMA, 2017), indica que este parámetro debe ser no menor al 80% del oxígeno de saturación, con los resultados obtenidos entendemos que este parámetro si se cumple con la norma.

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

A continuación, en la tabla 9 se muestran los valores obtenidos del análisis del pH.

Tabla 4-5: Valores de pH.

Potencial de Hidrógeno (pH)		
Puntos de muestreo	Valor (Unidades de pH)	
	Mayo	Julio
P1	7,21	7,5
P2	7,37	7,47
P3	7,18	7,38
P4	7,45	8,2
P5	7,22	7,84
P6	7,07	7,26
Promedio	7,25	7,60833333

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

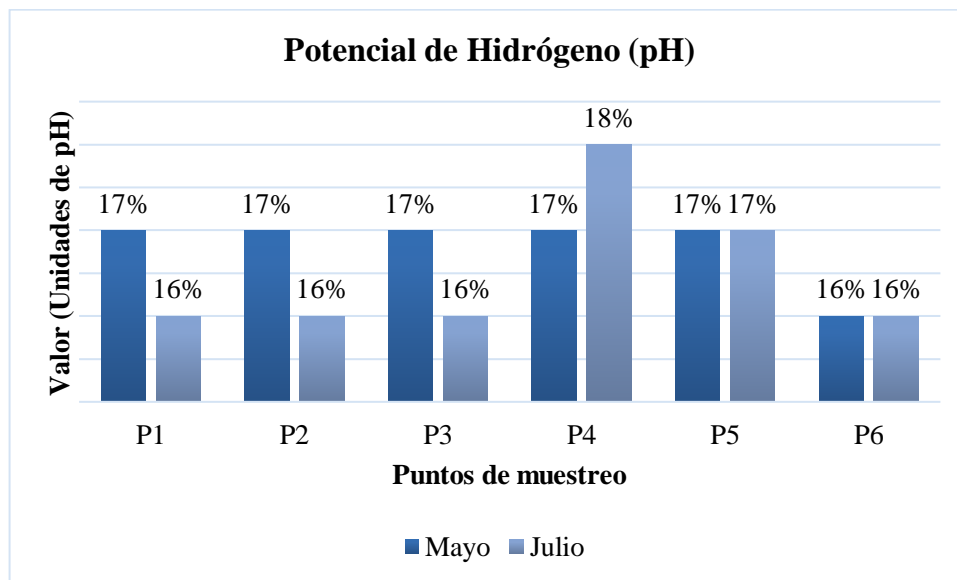


Ilustración 4-10: Potencial de Hidrógeno en (Unidades de pH).

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

El parámetro de pH se puede constatar en la ilustración 14, en donde se observa que en el mes de mayo en P1(tanque de capitación 1), el pH es de 17 % equivalente al 7.21, en P2 (Tanque de capitación 2), el pH es de 17 % equivalente al 7.37, en P3 (Tanque de capitación 3), el pH es de 17 % equivalente al 7.18, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), el pH es de 17 % equivalente al 7.45, en P5 (Domicilio más cercano), el pH es de 17 % equivalente al 7.22 y en P6 (Domicilio más lejano), el pH es de 16 % equivalente al 7.07.

En julio los valores del resultado son: en P1 (tanque de capitación 1), el pH es de 16 % equivalente al 7.5, en P2 (Tanque de capitación 2), el pH es de 16% equivalente al 7.47, en P3 (Tanque de capitación 3), el pH es de 16 % equivalente al 7.38, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), el pH es de 18% equivalente al 8.2, en P5 (Domicilio más cercano), el pH es de 17 % equivalente al 8.84 y en P6 (Domicilio más lejano), el pH es de 16 % equivalente al 7.26.

Con relación a los meses de análisis lo valores del resultado indica que no existe una variación significativa, por lo que el valor de pH promedio en mayo es de 7.25 y el valor de pH promedio en julio es de 7.60, mismos que se encuentra dentro de los límites aceptables de la norma técnica ecuatoriana NTE IEN 1108:2020, sexta edición. (INEN, 2020)

Este parámetro analizado no tiene efecto directo sobre la salud, pero influye mucho en el proceso de tratamiento como lo es la desinfección, en otras palabras, en el proceso de cloración en donde se intenta eliminar todo tipo de bacterias que representen un riesgo en la salud de quienes la consumen. Si observamos la tabla 9 e ilustración 14 podremos decir que los valores encontrados en este parámetro están dentro del rango de 6,5 a 8 de pH, lo que indica que si cumple con la normativa.

- **Salinidad**

A continuación, en la tabla 10 se muestran los resultados del análisis de la salinidad en valores de PPT.

Tabla 4-6: Valores de salinidad.

Puntos de muestreo	Salinidad	
	Valor (PPT)	
	Mayo	Julio
P1	0,14	0,14
P2	0,16	0,15
P3	0,21	0,2
P4	0,17	0,16
P5	0,17	0,16
P6	0,17	0,14
Promedio	0,14166667	0,15833333

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

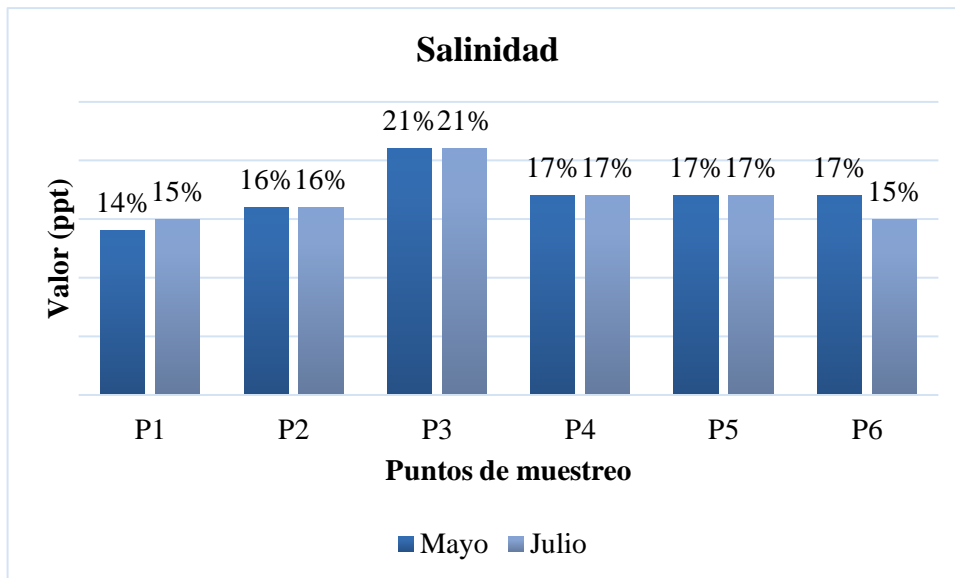


Ilustración 4-11: Salinidad en (PPT).

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Como se muestra en la ilustración 15, los niveles de salinidad presentes en el agua indican que en el mes de mayo en P1(tanque de capacitación 1), presenta un 14% de salinidad equivalente 0,14 PPT, en P2 (Tanque de capacitación 2), presenta un 16% de salinidad equivalente 0,16 PPT, en P3 (Tanque de capacitación 3), presenta un 21% de salinidad equivalente 0,21 PPT, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), presenta un 17% de salinidad equivalente 0,17 PPT, en P5 (Domicilio más cercano), presenta un 17% de salinidad equivalente 0,17 PPT y en P6 (Domicilio más lejano), presenta un 17% de salinidad equivalente 0,17 PPT. Mientras que en el mes de julio se registran valores en P1(tanque de capacitación 1), un 15% de salinidad equivalente 0,14 PPT, en P2 (Tanque de capacitación 2), un 16% de salinidad equivalente 0,15 PPT, en P3 (Tanque de capacitación 3), un 21% de salinidad equivalente 0,2 PPT, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), un 17% de salinidad equivalente 0,16 PPT, en P5 (Domicilio más cercano), un 17% de salinidad equivalente 0,16 PPT y en P6 (Domicilio más lejano), un 15% de salinidad equivalente 0,14 PPT.

Estos valores registrados indican presencia de iones en el agua que se consume en la parroquia Juan de Velasco, en cuanto a el valor promedio encontrado en mayo es de 0,14 PPT mientras que para el mes de julio el valor promedio es de 0,15 PPT y en comparación con ambos mese existe una leve diferencia en la época lluviosa.

Si se habla de calidad de agua para consumo humano, la salinidad es uno de los parámetros más importantes de analizar debido a que no es posible consumir agua salada, por ende, los organismos

vivos soportan ciertos rangos de valor, en nuestro caso las muestras analizadas no representan un riesgo en la salud debido a que los valores obtenidos son muy bajos para ambos meses.

- **Sólidos Disueltos Totales**

En la siguiente tabla 11, se muestran los resultados del análisis de los sólidos disueltos totales en ppm.

Tabla 4-7: Sólidos disueltos totales

Sólidos Disueltos Totales		
Puntos de muestreo	Valor (PPM)	
	Mayo	Julio
P1	141	135
P2	161	157
P3	206	193
P4	169	159
P5	169	159
P6	170	163
Promedio	169,333333	161

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

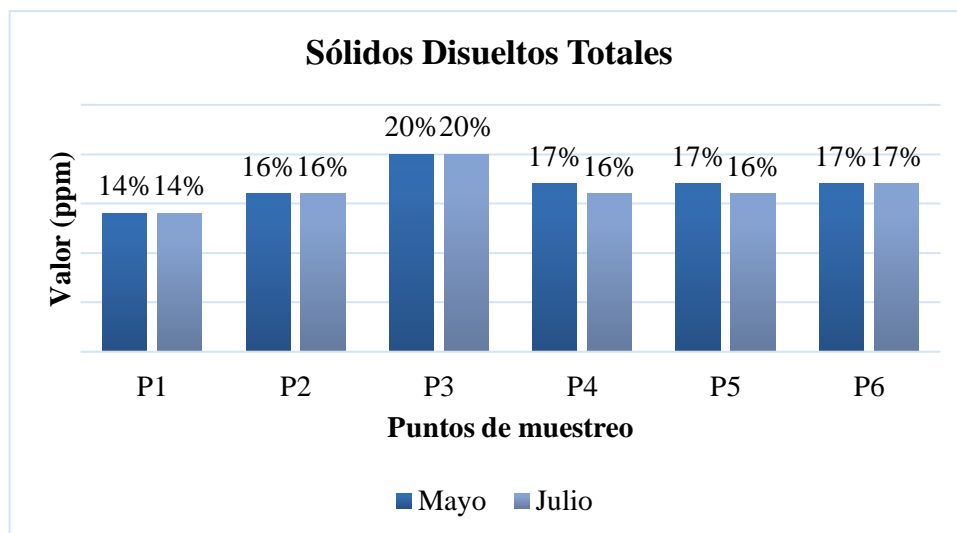


Ilustración 4-12: Sólidos Disueltos Totales (PPM).

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En la ilustración 16, se observa los valores obtenidos como resultados del análisis en el mes de mayo, en P1 (tanque de capitación 1), el valor es de 14% de sólidos disueltos, en P2 (Tanque de capitación 2), el valor es de 16% de sólidos disueltos, en P3 (Tanque de capitación 3), el valor es de 20% de sólidos disueltos, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), el valor es de

17% de sólidos disueltos, en P5 (Domicilio más cercano el valor es de 17% de sólidos disueltos y en P6 (Domicilio más lejano), el valor es de 17% de sólidos disueltos. En julio se observa que los valores de sólidos disueltos totales en agua disminuye es decir que, los valores encontrados en el mes de mayo fueron mayores que julio, en P1(tanque de captación 1), el valor es de 14% de sólidos disueltos, en P2 (Tanque de captación 2), el valor es de 16% de sólidos disueltos, en P3 (Tanque de captación 3), el valor es de 20% de sólidos disueltos, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), el valor es de 16% de sólidos disueltos, en P5 (Domicilio más cercano el valor es de 16% de sólidos disueltos y en P6 (Domicilio más lejano), el valor es de 17% de sólidos disueltos.

Por otra parte, los valores promedios son de 169 PPM y 161 PPM respectivos para cada mes. El aumento de sólidos disueltos totales en el mes de mayo es debido a las fuertes precipitaciones que arrastran consigo materia orgánica que desciende del páramo y deslaves que ocurren cerca de los tanques de captación. Según los resultados del análisis, los valores están por encima de la norma técnica lo que indica que existe presencia de sólidos disueltos totales, esto se lo puede traducir como un indicador de enfermedades debido a que es una de las principales causas de turbidez y sedimentación en el agua potable, es recomendable utilizar filtros especiales que ayuden a retener los sólidos disueltos en el agua. La presencia de valores altos en este parámetro es debido a la ubicación de los tanques de captación, mismas que se encuentran ubicadas en zonas de riesgos de deslaves cada vez que existen lluvias fuertes y más cuando es invierno, debido a esto la administración actual de la junta se plantea tomar acciones de reubicación de dichos tanques.

- **Temperatura**

En la siguiente tabla 12, se detalla los valores de la temperatura ambiente agua en (°C) de los meses de mayo- julio.

Tabla 4-8: Temperatura Ambiente y Agua.

Puntos de muestreo	Temperatura Ambiente y Agua			
	Valor (°C)			
	Mayo		Julio	
	AMB	H ₂ O	AMB	H ₂ O
P1	14,8	13,1	14,5	13
P2	14,4	13,3	14,4	13,6
P3	15,1	13,8	16,1	15,6
P4	15,6	13,6	18,2	16,3
P5	14,1	13	17,6	16,3
P6	13,8	13,7	15,4	15,2
Promedio	14,6333333	13,4166667	16,0333333	12,2833333

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

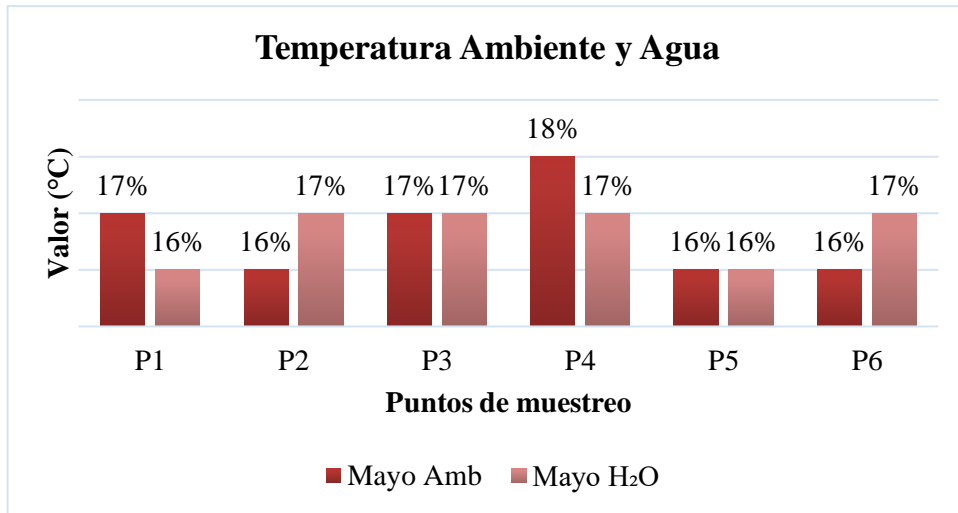


Ilustración 4-13: Temperatura ambiente y agua en (°C) mes de mayo.

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En la ilustración 17, se observa los promedios de temperatura ambiente y agua en el mes de mayo, siendo de 14.3°C temperatura ambiente y 13.4°C temperatura de agua. Mientras que en P1 (tanque de capitación 1), la temperatura es de 14,8 °C, en P2 (Tanque de capitación 2), la temperatura es de 14,4 °C, en P3 (Tanque de capitación 3), la temperatura es de 15,1°C, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), la temperatura es de 15,6 °C, en P5 (Domicilio más cercano) el valor la temperatura es de 14,1 °C y en P6 (Domicilio más lejano), la temperatura es de 13,8 °C.

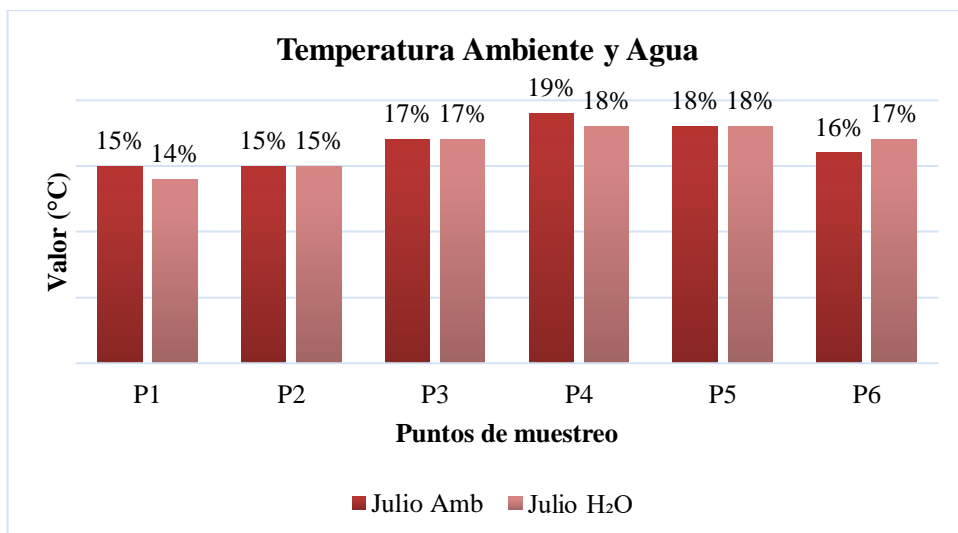


Ilustración 4-14: Temperatura ambiente y agua en (°C) mes de julio.

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Como se puede observar en la ilustración 18, los promedios de temperatura ambiente y agua de julio es de 16.03°C y 12.2°C, en P1(tanque de capitación 1), la temperatura es de 13 °C, en P2 (Tanque de capitación 2), la temperatura es de 13,6 °C, en P3 (Tanque de capitación 3), la

temperatura es de 15,6 °C, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), la temperatura es de 16,3 °C, en P5 (Domicilio más cercano) el valor la temperatura es de 16,3 °C y en P6 (Domicilio más lejano), la temperatura es de 15,2 °C, en comparación con ambos meses de análisis el valor la temperatura ambiente y agua en mayo es menor a julio, indicativo de frío mientras que julio es considerado como más caliente debido a que existe menos presencia de según el PDOT parroquial. (GAD, 2019-2023)

La temperatura del ambiente y agua en invierno son más fríos debido las precipitaciones fuentes que se suscitan en estos meses, contrario a lo que sucede en verano, pero esto no quiere decir que varíen mucho ya que la cantidad de variación es mínima debido a que la parroquia Juna de Velasco se encuentra ubicada en una zona de altura.

Resultados microbiológicos

- *Coliformes fecales*

El siguiente parámetro microbiológico analizado tuvo como resultados los niveles de coliformes fecales presentes en el agua en los 6 puntos de análisis.

Tabla 4-9: Valores del comportamiento de los coliformes fecales lo largo de los meses de análisis

Puntos de muestreo	Coliformes Fecales	
	Valor (UFC/100 ml)	
	Mayo	Julio
P1	0	0
P2	0	18
P3	535	278
P4	52	32
P5	26	17
P6	27	18
Promedio	106,666667	60,5

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

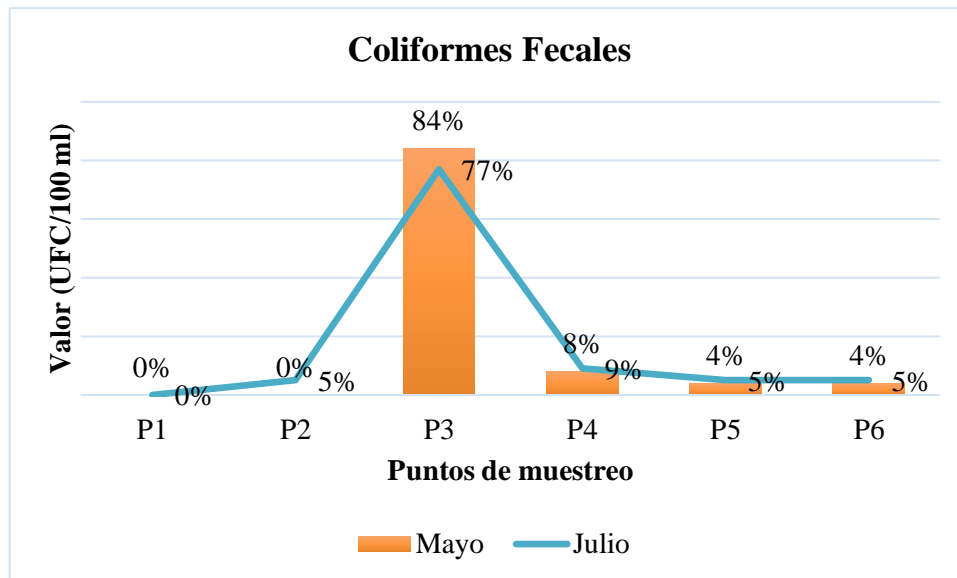


Ilustración 4-15: Coliformes Fecales (UFC/100 ml).

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En la siguiente ilustración 19 se puede observar como el nivel de coliformes fecales se encuentran en los puntos de análisis en el mes de mayo, en P1(tanque de capitación 1), no existe presencia de coliformes al igual que en P2 (Tanque de capitación 2), en P3 (Tanque de capitación 3), la situación cambia y es alarmante debido a que los niveles en coliformes fecales son altos con 536 UFC/100 ml que corresponde al 84%, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), el valor de coliformes se reduce a 8% equivalente a 52 UFC/100 ml, en P5 (Domicilio más cercano) el valor se sigue reduciendo a 4% equivalente a 26 UFC/100 ml y en P6 (Domicilio más lejano), el valor se mantiene en 4% equivalente a 27 UFC/100 ml.

En el mes de julio, en P1(tanque de capitación 1), no existe presencia de coliformes, en P2 (Tanque de capitación 2), existe presencia mínima de 5% en coliformes equivalente a 18 UFC/100 ml, en P3 (Tanque de capitación 3), la situación se repite al igual que en el mes de con niveles en coliformes fecales elevados de 278 UFC/100 ml que corresponde al 77%, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), el valor de coliformes se reduce a 9% equivalente a 32 UFC/100 ml, en P5 (Domicilio más cercano) el valor se sigue reduciendo a 5% equivalente a 17 UFC/100 ml y en P6 (Domicilio más lejano), el valor se mantiene en 5% equivalente a 18 UFC/100 ml.

El nivel levado de coliformes fecales en P3 (Tanque de capitación 3), en ambos meses de análisis es a causa de las heces del ganado vacuno, equino y ovejas presentes en las zonas de los tanques de captación, almacenamiento y distribución. Debido a que dichos tanques no están debidamente cercados, excepto el P4 (tanque almacenamiento y distribución), los animales pueden ingresar

fácilmente a los tanques en busca de agua para beber y pasto para comer, esto hace que dichos animales depositen sus excrementos alrededor del tanque contaminando el agua, a su vez otro de los motivos que se suma a la contaminación con coliformes fecales es a la presencia de las fuertes lluvias en el que arrastra consigo el excremento depositado en zonas aledañas.

Cabe señalar que la presencia de estos microorganismos en el agua en sí es un indicador cualitativo de contaminación que presenta un riesgo para la salud, por lo que, aunque el número de coliformes en el agua sea bajo se considera contaminada y más si existe abundante presencia de microorganismos patógenos. Debido a que los valores obtenidos como resultados del tanque de captación 3 sobrepasa la norma técnica, es indispensable tomar medidas y acciones que ayuden a tener un mejor control y mantenimiento en dicho tanque de lo contrario este contaminará al tanque de almacenamiento y distribución exponiendo toda la población a enfermedades. Si bien es cierto el valor de coliformes fecales en el tanque tres es de 535 UFC/100 ml, no cumple con la norma técnica NTE INEN 1108 sexta revisión (INEN, 2020), esta menciona que debe haber ausencia de coliformes fecales en aguas de consumo humano.

- **Coliformes totales**

En la siguiente tabla 14, se observa los valores del parámetro microbiológico, en el que se indica los resultados de los niveles de coliformes totales en los 6 puntos analizados.

Tabla 4-10: Valores del comportamiento de los coliformes totales lo largo de los meses de análisis

Puntos de muestreo	Coliformes Totales	
	Valor (UFC/100 ml)	
	Mayo	Julio
P1	338	325
P2	284	23
P3	40	0
P4	220	116
P5	236	218
P6	217	218
Promedio	222,5	150

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

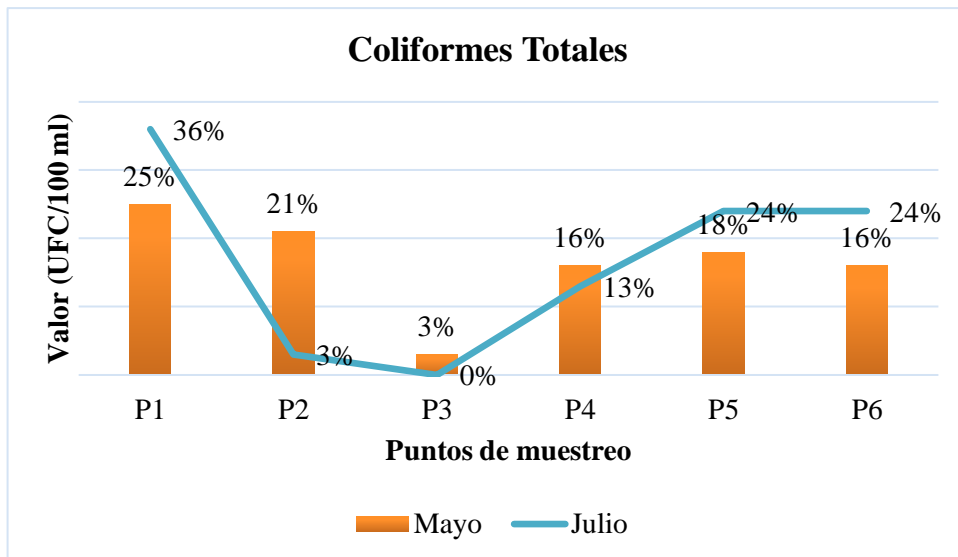


Ilustración 4-16: Coliformes Totales (UFC/100 ml).

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En la ilustración 20 podemos denotar y distinguir los valores de coliformes totales presentes en el agua, en mayo los valores varían y es así que en P1(tanque de capitación 1), existe 25% de presencia de coliformes totales equivalente a 338 UFC/100 ml, en P2 (Tanque de capitación 2), existe 21% de presencia de coliformes totales equivalente a 284 UFC/100 ml, en P3 (Tanque de capitación 3), los niveles en coliformes totales se reduce a 3% equivalente a 40 UFC/100 ml, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), el valor de coliformes totales se eleva a 16% equivalente a 220 UFC/100 ml, en P5 (Domicilio más cercano) el valor se sigue elevando a 18% equivalente a 236 UFC/100 ml y finalmente en P6 (Domicilio más lejano), el valor se mantiene en 16% equivalente a 217 UFC/100 ml.

En el mes de julio, en P1(tanque de capitación 1), existe 36% de presencia de coliformes totales equivalente a 325 UFC/100 ml, en P2 (Tanque de capitación 2), existe presencia mínima de 3% en coliformes equivalente a 23 UFC/100 ml, en P3 (Tanque de capitación 3), la presencia de coliformes totales se reduce a cero, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), el valor de coliformes se eleva a 13% equivalente a 116 UFC/100 ml, en P5 (Domicilio más cercano) el valor se sigue aumentando a 24% equivalente a 218 UFC/100 ml y en P6 (Domicilio más lejano), el valor se mantiene en 24% equivalente a 218 UFC/100 ml.

Si bien es cierto los resultados obtenidos indica un valor promedio de 222,5 UFC/100 ml en el mes de mayo y un valor promedio de 150 UFC/100 ml en el mes de julio, los siguientes datos se los interpreta de la siguiente manera, existe mayor presencia de coliformes totales en el agua es en el mes de mayo (invierno) en donde las precipitaciones de lluvias son fuertes.

Las bacterias o conjunto de bacterias presentes en el agua de consumo es un indicativo de riesgo para la salud, aunque su presencia no indica necesariamente contaminación fecal ya que estas se pueden encontrar en el ambiente. Como se observa en la ilustración 20. La presencia de coliformes totales en mayo pueden deberse en gran medida a las descargas de escorrentías que se acumulan en la vía de acceso, aguas de lluvias que se descarga en las quebradas en donde se encuentra ubicados los tanques. Sin embargo, en época seca mes de julio existe una razón aparente de contaminación y precisamente son los vientos fuertes que se presentan cada inicio de verano que traen consigo restos de hojas plásticos basuras que se encuentra a los alrededores de la zona de captación.

- **Dureza total**

A continuación, la tabla 15, se puede observar datos encontrados en lo que corresponde a la dureza total presentes en el agua durante los meses de análisis.

Tabla 4-11: Valores de la dureza total obtenidas por puntos y valores promedios en los meses de análisis.

Puntos de muestreo	Dureza	
	Valor (mg/L)	
	Mayo	Julio
P1	240	200
P2	312	245,6
P3	336	247,2
P4	296	231
Promedio	296	230,95

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

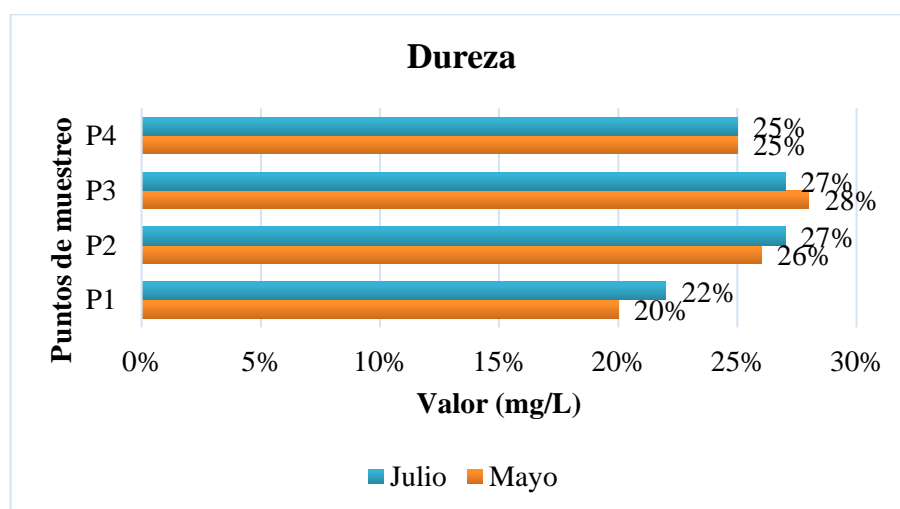


Ilustración 4-17: Dureza (mg/L).

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

En la siguiente ilustración 21, se puede evidenciar que en P1(tanque de captación 1), se obtiene como resultado un 20% en dureza equivalente a 240 mg/L, en P2 (Tanque de captación 2), 26% equivalente a 312 mg/L, en P3 (Tanque de captación 3), 28% equivalente a 336 mg/L, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), 25% equivalente a 296 mg/L.

En julio evidenciar que en P1(tanque de captación 1), se obtiene como resultado un 22% en dureza equivalente a 200 mg/L, en P2 (Tanque de captación 2), 27% equivalente a 245,6 mg/L, en P3 (Tanque de captación 3), 27% equivalente a 247,2 mg/L, en P4 (Tanque de almacenamiento y distribución), 25% equivalente a 231mg/L.

Debido a que el agua de consumo es subterránea y esta se mueve a través del suelo y las rocas, esta disuelve pequeñas cantidades de minerales y los transporta hacia los tanques de captación llevando consigo minerales como lo son el calcio y magnesio entregando así agua dura a los hogares a quienes se distribuye. Entonces analizando los promedios de la ilustración 21 con 296 mg/L para el mes de mayo y 231 mg/L para el mes de julio podemos decir que si cumple con la normativa.

- **Nitratos (NO_3)**

En la siguiente tabla 16, se detalla los datos del análisis de nitratos en las muestras obtenidas en los siguientes puntos P1, P2 y P3.

Tabla 4-12: Valores de nitratos obtenidos por puntos y valores promedios durante los meses de análisis

Puntos de muestreo	Nitratos	
	Valor (mg/L)	
	Mayo	Julio
P1	0,7	2,4
P2	0,6	2,2
P3	0,6	2,1
Promedio	0,63333333	2,23333333

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

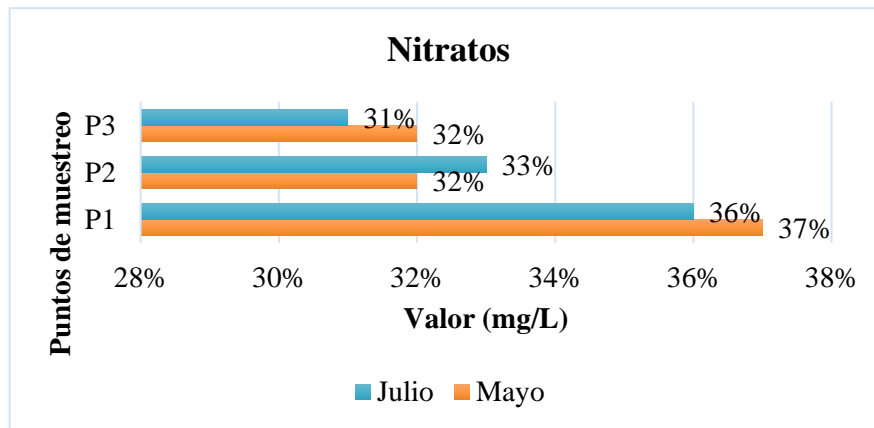


Ilustración 4-18: Nitratos (mg/L).

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Entre los valores de nitratos encontrados en tabla 16 e ilustración 22, indica que el parámetro analizado está presente en el agua en menor cantidad durante el mes de mayo con valores de, en P1(tanque de capitación 1), 37% en nitratos equivalente a 0,7 mg/L, en P2 (Tanque de capitación 2), 32% equivalente 0,6 mg/L, en P3 (Tanque de capitación 3), 32% equivalente 0,6 mg/L. En julio los valores son de, en P1(tanque de capitación 1), 36% en nitratos equivalente a 2,4 mg/L, en P2 (Tanque de capitación 2), 33% equivalente 02,2 mg/L, en P3 (Tanque de capitación 3), 31% equivalente 2,1 mg/L Si analizamos el promedio de nitratos en mayo es de 0,63 mg/L, mientras que en el mes de junio el valor promedio aumento a 2,23 mg/L, estos valores encontrados no sobrepasan los límites permisibles de acuerdo con la norma técnica actual. Al ser un mineral que se encuentran en la naturaleza estas tienden a desplazarse con el agua hasta llegar a los tanques de captación en pequeñas cantidades, cabe recalcar que la totalidad de los valores promedios encontrados se encuentran por debajo de los límites permisibles que demandan las normas técnicas.

4.1.2. *Resultados del análisis e interpretación de datos mediante la comparativa con normas técnicas vigentes*

Tabla 4-13: Relación de valores promedios con las Normas Técnicas vigente actual

Parámetros	Valores de análisis en laboratorio en relación con las Normas Técnicas		NTE INEN 1108	Observación n	TULSMA	Observación n
	Época lluviosa (mayo)	Época seca (julio)				
Olor y sabor			no objetable	Si cumple	-	-
Cloro Residual (mg/L)	0,67	0,8	0,3 a 1,5	Si Cumple	-	-
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	337	309,67	1 dS/m	Si Cumple	-	-

Oxígeno Disuelto (% OD)	96,05%	107,60%	-	-	>80% del OD Sat.	Si Cumple
Potencial de Hidrógeno	7,25	7,6	6,5 a 8	Si Cumple	6 a 9	Si Cumple
Salinidad (ppt)	0,141	0,158	-	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales (ppm)	169,3	161	100 mg/L	No Cumple	-	-
Temperatura ambiente (°C)	14,63	16,03	-	-	-	-
Temperatura del agua (°C)	13,41	12,28	-	-	-	-
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	106,6	60,5	Ausencia	No Cumple	2000	Si cumple
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	222,5	150	-	No Cumple	20000	Si cumple
Dureza (mg/L)	296	230,95	300 mg/L	Si Cumple	300	Si Cumple
Nitratos (mg/L)	0,63	2,23	50 mg/L	Si Cumple	50	Si Cumple

Realizado por: Charicando Luis, 2023.

Los resultados de las mediciones sensoriales, in situ y análisis de laboratorio se compararon con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULMA), Libro VI, Anexo I, Tabla 2 (Límites máximo permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren de desinfección) y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Sexta revisión, Agua para consumo humano.

Los valores de los análisis físicos, químicos y microbianos se encuentran en su mayoría dentro de los valores límite máximo reglamentarios de las normas técnicas, a excepción de los Sólidos Disueltos Totales, Coliformes Fecales, Coliformes Totales pertenecientes al tanque de captación tres, cuyos valores obtenidos sobrepasan a los límites permisibles.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Mediante el análisis de los parámetros se consiguió determinar la calidad de agua de consumo en la parroquia Juan de Velasco, Acorde a los puntos establecidos para el análisis de los parámetros físicos químicos y microbiológicos, se concluye que en gran medida ciertos tanques se ven afectados por las distintas actividades antrópicas y causas naturales que inciden sobre los cuerpos de agua subterránea, tal es el caso de coliformes fecales encontrados en uno de los tanques de captación se debe a la actividad ganadera y agricultura que se realiza en la zona de estudio.
- Los promedios de los parámetros Olor y sabor, Cloro Residual, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno, Salinidad, Temperatura ambiente y agua, Dureza, Nitratos se encuentran en aceptabilidad de calidad de agua, establecidas en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULMA), libro VI, anexo I y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Sexta revisión, Agua para consumo humano. Los valores promedios de Sólidos Disueltos Totales, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, en uno de los tanques de captación sobrepasan los límites permisibles, especialmente en el mes de invierno, por ende, se concluye que se requiere de atención inmediata.
- A sesión del tanque de captación tres y considerando que los resultados encontrados cumplen con la normativa que establece los rangos del nivel de calidad de agua, se concluye que el agua de consumo en dicha parroquia es apta para seguir utilizándolo como fuente de consumo, pero que es necesario implementar un plan de medidas de control para evitar que los animales ingresen a las zonas de tanques de captación de agua y evitar cualquier tipo de contaminación.

La investigación realizada proporciona información válida y actualiza, sobre los datos existentes de la calidad de agua, debido a que en registros y antecedentes existentes a la fecha solo se encuentra una investigación realizada hace 15 años atrás.

5.2. Recomendaciones

- Con relación a los resultados de Sólidos Disueltos Totales, Coliformes Fecales, Coliformes Totales encontrados en la presente investigación se recomienda a la junta administrativa de agua potable de Juan de Velasco, se propongan nuevas políticas y controles siendo una de ellas la implementación de una balla de seguridad que evite el ingreso del ganado, caballo, borrego y cualquier otro tipo de animales hacia los tanques de captación.
- Se recomienda implementar medidas correctivas y preventivas frente a la contaminación por materia orgánica y descargas de escorrentías en las quebradas en donde se encuentran ubicados los tanques de captación, y si es posible la reubicación de los tanques de captación a otro sitio de menos peligro de deslave ya que en invierno son frecuentes las lluvias que amenazan con la permanencia de dichos tanques.
- Se recomienda realizar controles de limpieza y mantenimientos más seguidos en los tanques de almacenamiento, distribución y tanques de captación especialmente este último ya que en uno de ellos es en donde más contaminación se presenta, esto con la finalidad de obtener un sistema de abastecimiento más eficiente y sostenible a largo plazo
- Se recomienda utilizar la presente investigación como base de información para implementar nuevos proyectos relacionados con el recurso hídrico y obras que contribuyan con el desarrollo de la parroquia.

BIBLIOGRAFÍA

ACCIONA. *Business as Unusual (Potabilización del agua)*. Obtenido de https://www.accionacom.es/tratamiento-de-agua/potabilizacion/?_adin=02021864894

ACONSA. *Equipo de comunicación Aconsa (Cloro en el agua: cómo se usa, beneficios y qué países recurren a él)*. Obtenido de <https://aconsa-lab.com/cloro-agua-como-se-usa/>

AMBIENTAL, S. *Área Metropolitana del Valle de Aburrá*. Obtenido de Manual para el monitoreo de aguas: <https://www.metropol.gov.co/area/Documents/transparencia/M-GAA-RR-01%20Manual%20para%20el%20monitoreo%20de%20aguas%20superficiales.pdf>

AQUAE. *Aquae Fundación (¿Qué es el agua? Tipos, composición y funciones)*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/que-es-el-agua/>

ARIAS, E. R. *Economipedia*. Obtenido de Investigación de campo: <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-de-campo.html>

CARBOTECNIA. *Bacterias coliformes en el agua potable*. Obtenido de <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/desinfeccion/bacterias-coliformes-en-el-agua-potable/>

CARLOS, F. S. *Evaluación de la calidad de agua de uso doméstico en la parroquia baba provincia delos ríos*. Universidad agraria del Ecuador, Guayaquil. Obtenido de https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=EVALUACI%C3%93N+DE+LA+CALIDAD+DE+AGUA+DE+USO++DOM%C3%89STICO+EN+LA+PARROQUIA+BABA+PROVINCIA+DE++LOS+R%C3%82OS&btnG=

CHACÓN CHAQUEA, M. Y. *Análisis físico y químico de la calidad del agua*. Bogotá, D. C., Colombia: USTA.

COOPRINFORMA. *Interpretación del Análisis de Agua Potable*. Obtenido de <https://cooprinforma.cl/interpretacion-del-analisis-de-agua-potable/>

CUMBAL IMBAQUINGO, F. M. Determinación de la calidad de agua mediante parámetros físicos, *Univesidad Nacional de Chimborazo*. Obtenido de: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10579>

DMCA. *Folleto Informativo Conductividad Eléctrica/Salinidad.* Obtenido de Foletto Informativo 3.1.3.0:
https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf

FUNDACIÓN AQUAE. *AQUAE.* Obtenido de Principales causas y consecuencias de la contaminación en el agua: <https://www.fundacionaquae.org/agua-y-contaminacion/>

FUNDACIÓN AQUAE. Obtenido de ¿Qué es un manantial?:
<https://www.fundacionaquae.org/wiki/los-manantiales-los-pozos/>

GAD. (2019-2023). *Gad Juan de Velasco.* Obtenido de nuestra parroquia "Juan De Velasco":
https://www.gadjuandvelasco.gob.ec/?page_id=673

GALVAN, T. M. *Sólidos totales secados A 103 – 105°C.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Colombia. Obtenido de
<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Totales+secados+a+103+-+105%C2%BAC..pdf/d4faab4a-34e4-4159-bf4c-50353b101935>

García, O. *Iagua(La importancia del agua en el planeta y como cuidarla).* Obtenido de
<https://www.iagua.es/noticias/imta/importancia-agua-planeta-y-como-cuidarla#:~:text=El%20agua%20es%20un%20elemento,biol%C3%B3gicos%20que%20la%20hacen%20posible.>

GARCÍA-ASTILLERO, A. *Ecología Verde (Qué es el agua potable y sus características).* Obtenido de https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-agua-potable-y-sus-caracteristicas-1643.html#anchor_0

GLOBAL, O. D. Obtenido de <https://www.nqa.com/es-pe/certification/systems/environmental-managementsystems#:~:text=Un%20Sistema%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental,eficiencia%2C%20sin%20sacrificar%20los%20beneficios.>

HACH. *Manual de análisis de agua Segunda edición en español.* Obtenido de Procedimientos fotométricos, Procedimientos de titulación, Procedimientos microbiológicos:
<https://www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=7639984469>

INEC. *Instituto Nacional de Estadística y Censos.* Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/search/POBLACION+POR+SEXO,+SEGUN+PROVINCIA,+PARROQUIA+Y+CANTON+DE+EMPADRONAMIENTO/>

L REYES, F. C. *Universidad Simón Bolívar.* (E. U. Bolívar, Ed.) Obtenido de La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=IoSxpaAAAAAJ&citation_for_view=IoSxpaAAAAAJ:a0OBvERweLwC

LAURA ROJAS, L. D. *Universidad Tecnológica de Pereira.* Obtenido de Estandarizacion del metodo para la determinacion del olor y sabor en el agua de consumo mediante el metodo 2150b, 2160b y 2170b del standard methods.: <https://core.ac.uk/download/pdf/71399325.pdf>

LEANDRO DUHARTE, M. A. *Scielo.* Obtenido de <https://search.scielo.org/?lang=es&count=15&from=0&output=site&sort=&format=summary&fb=&page=1&q=Evaluacion+de+la+calidad+del+agua+del+manantial+%E2%80%9C+El+Para%C3%ADso%E2%80%9D+en+Santiago+de+Cuba>

LEÓNE, L. Evaluación de la calidad del agua del manantial “El Paraíso” en Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Química, vol. 34*(núm. 2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4435/443571996006/html/>

LONÉ, P. P. *Iagua.* Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/pedro-pablo-lone/indicadores-calidad-agua>

LUIS CORONA, M. F. *Medisur.* Obtenido de ¿Mi estudio es transversal o longitudinal?: <https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/5633>

MARTEL, A. B. *Agua.org.mx(Aspectos fisicoquímicos de la Calidad del Agua).* Obtenido de <https://agua.org.mx/biblioteca/aspectos-fisicoquimicos-de-la-calidad-del-agua-pdf/>

MURIEL, R. D. *Gestión Ambiental.* Espacio de reflexión y comunicación en Desarrollo Sostenible. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/1110/13_GestAmbientalRafaelMuriel_cast.pdf?sequence=1&isAllowed=y

NATALIA EUGENIA SAMBONI RUIZ, Y. C. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Revista ingeniería e investigación*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019

OMS. *Sitio web mundial*. Obtenido de Agua para consumo humano: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=El%20agua%20contaminada%20y%20el,fiebre%20tifoidea%20y%20la%20polio mielitis>.

ORDÓÑEZ, A. I. *Las certificaciones ambientales ecuatorianas*. Universidad Metropolitana, Ecuador, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3374/3/document%20%2820%29.pdf>

OSORIO, U. R. *EcologíaVerde*. Obtenido de Definición de las aguas superficiales y sus características: <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-superficiales-definicion-y-ejemplos-3944.html>

PAULOS, E. M. *Calidad del agua para consumo humano*. Universidad de Beira(Máster y Tesis Doctoral). Obtenido de <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/2783>

PEREZ, A. *Bajo el acuario (Unidades de la conductividad eléctrica del agua)*. Obtenido de <https://bajoelacuario.es/acuarios/unidades-de-la-conductividad-electrica-del-agua/#conductividad-del-agua-potable>

PLANELLES, M. *Clima y Medio Ambiente. EL PAÍS*. Obtenido de calidad de aire: <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2021-09-22/la-oms-fija-como-peligrosos-niveles-de-contaminacion-del-aire-considerados-seguros-hasta-ahora.html>

PONCE, D. V. *La matriz de leopold*. Obtenido de https://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html

RADIATION AND HEALTH, W. S. *Organización Mundial de la Salud (Guías para la calidad del Agua)*. Obtenido de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>

REQUISITOSMANIA. *Emisión de certificado ambiental para un proyecto, obra o actividad considerado de mínimo impacto y riesgo ambiental, sin ser de carácter obligatorio*. Obtenido de <https://workonejob.com/ecuador/certificado->

WOHLER SAENZ, M. A. Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25, 9. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S231329572023000100023&script=sci_arttext

ZARZA, L. F. *Iagua* . Obtenido de: ¿Qué es la contaminación del agua?: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>



ANEXOS

ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS
La cantidad de líquido vital disponible dentro del territorio de Juan de Velasco es utilizada en varias actividades por ende las calidades de agua de consumo de dicha parroquia se ven afectada en sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas frente a la contaminación con los restos fecales de los animales, además ocasiona daños temporales en las capas superficiales donde se almacena el agua, y	GENERAL	La parroquia posee varias cuencas hidrográficas, las cuales pueden ser afectadas por factores naturales o provocados por la acción del hombre.	NULA	DEPENDIENTE	<ul style="list-style-type: none"> Olor y sabor Temperatura agua/ambiente. Cloro Residual Conductividad Eléctrica Oxígeno Disuelto Potencial de Hidrógeno (pH) Salinidad Sólidos Disueltos Totales Dureza total Nitratos (NO₃) Coliformes totales Coliformes fecales 	1. Ubicación del Proyecto Provincia: Chimborazo Cantón: Colta Parroquia: Juan de Velasco Institución: ESPOCH 2. Labores de campo <ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento de la zona de estudio. Toma de fotografías, identificación de puntos vulnerables del sistema de distribución de agua potable. Selección de puntos de muestreo. Recolección de muestras (agua) 3. Manejo del ensayo <ul style="list-style-type: none"> Comparación de datos con normas 	<ul style="list-style-type: none"> Se espera encontrar Oxígeno disuelto en la vertiente y en la válvula de descarga de agua. En cuanto a lo microbiológico se espera encontrar poca presencia de coliformes fecales y totales. Se espera encontrar concentración de cloro residual en
	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar de la calidad del agua de consumo de abastecimiento en la parroquia Juan de Velasco, cantón Colta. 	Juan de Velasco posee una fuente de captación de agua primaria y un tanque de almacenamiento y la estructura necesaria para abastecer a la población perteneciente a la parroquia.	Las calidades de agua de consumo de dicha parroquia disminuyen sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas frente a la contaminación con los restos fecales de los animales y la utilización de fertilizantes y pesticidas químicos en los cultivos.	Parámetros físicos, químicos, microbiológicos del agua de consumo. Indicadores de calidad de agua.			

<p>también la utilización de fertilizantes y pesticidas químicos en los cultivos.</p>	<p>captación de agua primaria o fuentes de abastecimiento a la parroquia Juan de Velasco.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar de la calidad de agua que circula o abastece a la parroquia, en puntos establecidos a través de un plan de muestreo. • Analizar e interpretar los resultados obtenidos mediante la comparación con normas técnicas. 	<p>El mencionado sistema fue construido hace aproximadamente 15 años por los habitantes, viendo la necesidad de contar con agua potable, por ello es necesario verificar si el agua que se abastece para consumo humano cumple con los parámetros establecidos en la Norma Ambiental y descarga de efluentes; Recurso agua, del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULMA), libro VI, anexo I''</p>	<p>Existe contaminación, física y química y microbiológica del agua por ende reducción en sus propiedades.</p>	<p>Calidad del agua de consumo de la parroquia Juan de Velasco.</p>	<p>Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) Libro VI, Anexo 1, Tabla 2. (Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que requieren desinfección); y la Norma INEN 1108:2011.</p>	<p>técnicas, tomadas en zonas intervenidas o puntos de muestreo.</p> <p>4. Manejo de muestras.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se elige una técnica de muestreo puntual, la misma que consta de un proceso de tomar una porción, lo más representativa, de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas. • Al momento de almacenar los envases con las muestras, se verificó que los mismos estén debidamente sellados etiquetando para evitar un posible derrame o contaminación. Para luego llevarlas al laboratorio con la información recopilada en campo. 	<p>pequeñas cantidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se espera encontrar agua de excelente calidad y totalmente apta para el consumo de su población que cumplan con los parámetros y límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA,
---	---	--	--	---	--	---	---

Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO B: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Calidad del agua destinada al consumo humano de la parroquia Juan de Velasco.</p>	<p>El agua es considerada apta para el consumo humano al cumplir con los requisitos físicos, químicos y microbiológicos mínimos estipulados en las normas correspondientes. De no ser este el caso, deberá ser sometida a tratamientos que eliminen o disminuyan la concentración de elementos nocivos para el ser humano en dicha parroquia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • • Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) Libro VI, Anexo 1, Tabla 2. (Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren desinfección); • y la Norma INEN 1108:2011. 	<ul style="list-style-type: none"> • • Trabajo in situ para toma de muestras. • Análisis de laboratorio.
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Parámetros físicos, químicos, microbiológicos del agua de consumo.</p>	<p>La calidad del agua se determina caracterizando parámetros físicos, químicos y microbiológicos, con los que se conoce las características de un cuerpo de agua, también considerada como una herramienta útil para la evaluación de la calidad del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Olor y sabor • Temperatura agua/ambiente. • Cloro Residual • Conductividad Eléctrica • Oxígeno Disuelto • Potencial de Hidrógeno (pH) • Salinidad • Dureza total • Nitratos (NO₃) • Coliformes totales • Coliformes fecales 	<ul style="list-style-type: none"> • Envases • Trabajo in situ, recolección de muestras. • Análisis de laboratorio. • Instrumentos de laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO C: FICHA DE OBTENCIÓN DE DATOS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.

Fecha:		Hora:	
Punto de muestreo N.º:		Parámetros fisicoquímicos in situ	
Observaciones en parámetros	Parámetros de análisis	Coordenadas de ubicación	
		Periodo Mayo (invierno)	Periodo Julio (verano)
	Olor y sabor		
	Temperatura agua/ambiente.		
	Cloro Residual		
	Conductividad Eléctrica		
	Oxígeno Disuelto		
	Potencial de Hidrógeno (pH)		
	Salinidad		
	Dureza total		
	Nitratos (NO ₃)		
Otras observaciones:			

Realizado por: Charicando L., 2023

**ANEXO D: FORMATO DE ENCUESTA APLICADA A LOS USUARIOS DE LA
PARROQUIA JUAN DE VELASCO.**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**



La siguiente encuesta es un instrumento que permite valorar las características del agua que se consumen en dos periodos de tiempo invierno (mayo) y verano (julio) del presente año. Los datos que usted nos proporcione como usuario del agua potable, me permitirán tomar decisiones acertadas, responsables y pertinente a la hora de evaluar los parámetros de olor y sabor.

Consiento voluntariamente participar en esta investigación, la cual tiene un propósito académico científico de conocer la condiciones y características actuales del agua que se consume en la parroquia Juan de Velasco

EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA

Análisis Sensorial: Olor y Sabor.

PREGUNTAS.

¿El agua de consumo tiene olor extraño?

- No
- Si
- A veces
- Siempre

Si su respuesta anterior fue NO, no responda estas preguntas.

¿Qué tipo de olor tiene el agua de consumo?

- A tierra
- Fecaloide
- Cloro
- Otro

¿El olor en el agua predomina en el mes de?

- Mayo
- Julio
- Otro

¿El agua de consumo tiene sabor extraño?

- No
- Si
- A veces

Siempre

Si su respuesta anterior fue NO, no responda estas preguntas.

¿Qué tipo de sabor tiene el agua de consumo?

Insípida

Otro

¿El sabor en el agua predomina en el mes de?

Mayo

Julio

Otro

Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO E: RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL TANQUE DE CAPTACIÓN 1.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO F: RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL TANQUE DE CAPTACIÓN 2.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO G: RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL TANQUE DE CAPTACIÓN 3.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO H: RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN.



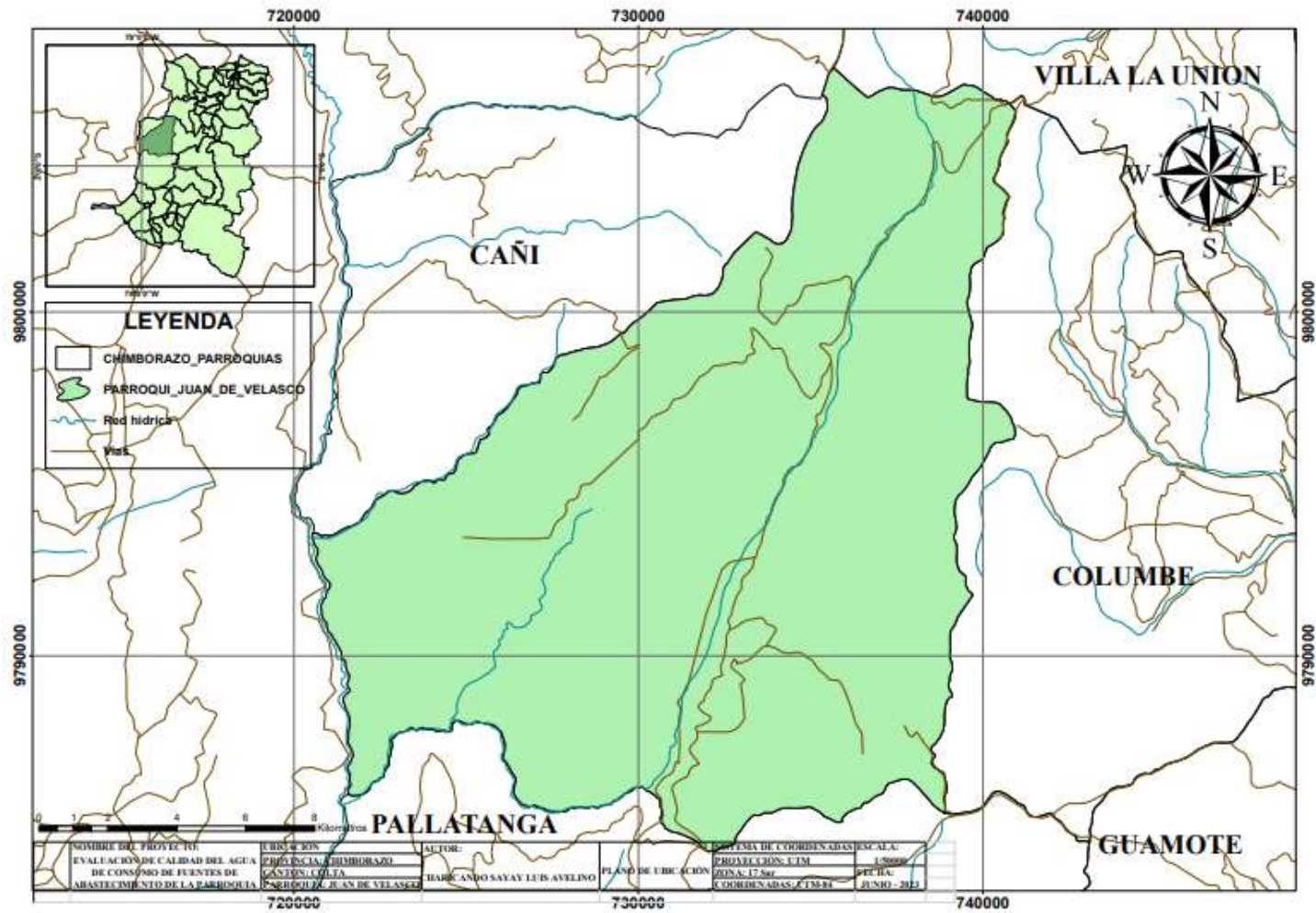
Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO I: RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO MEDIANTE GOOGLE EARTH.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO J: MAPA DE IDENTIFICACIÓN DE LA PARROQUIA JUAN DE VELASCO.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO K: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO LOS PUNTOS DE MUESTREO LA PARROQUIA JUAN DE VELASCO MEDIANTE GOOGLE EARTH.



Realizado por: Charicando L., 2023

TANQUES DE CAPTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUAS

ANEXO L: TANQUE DE CAPTACIÓN 1.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO M: TANQUE DE CAPTACIÓN 2.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO N: TANQUE DE CAPTACIÓN 3.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO O: TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN



Realizado por: Charicando L., 2023

MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL MES DE MAYO (INVIERNO)

ANEXO P: MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL TANQUE DE CAPTACIÓN 1



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO Q: MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL TANQUE DE CAPTACIÓN 2.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO R: MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL TANQUE DE CAPTACIÓN 3.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO S: MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO T: MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL DOMICILIO MÁS CERCANO.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO U: MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL DOMICILIO MÁS LEJANO.



Realizado por: Charicando L., 2023

MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS EN EL MES DE JULIO (VERANO)

ANEXO V: MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS COMPLEMENTARIAS EN EL TANQUE DE CAPTACIÓN 1.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO W: MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS COMPLEMENTARIAS EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO X: INTERACCIÓN Y TOMA DE DATOS ACERCA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO Y: MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS COMPLEMENTARIAS EN EL DOMICILIO MÁS LEJANO.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO Z: MUESTRAS RECOLECTADAS DE AMBOS MESES DE ANÁLISIS.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO AA: ANÁLISIS EN LABORATORIO DE LAS MUESTRAS RECOLECTADAS EN CAMPO.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO BB: PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.



Realizado por: Charicando L., 2023

ANEXO CC: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE MUESTRAS EN LABORATORIO DE AMBOS MESES.



Realizado por: Charicando L., 2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA NORMALIZACIÓN
DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 31/05/2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Luis Avelino Charicando Sayay
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniero Ambiental
 Ing. Paulina Fernanda Bolaños Logroño, Mgs. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
 Ing. María Soledad Nuñez Moreno ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR