

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA



Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del
manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca, 2020

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR

Marlon Fernando Celi Cango

ASESORES

José Luis Sosa León

Adderlin Arteaga Vega

Morropón, Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 026 - 2021/UCSS/FIA/DI

Siendo las 09:00 a.m. del día 25 de setiembre de 2021 - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. Julián Alberto Álvarez Paredes | presidente |
| 2. Elvira Teófila Castañeda Chirre | primer Miembro |
| 3. Eskim Santiago Valverde Obregón | segundo Miembro |
| 4. José Luis Sosa León | asesor |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada **Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca, 2020** que presenta el bachiller en Ciencias Ambientales, **Marlon Fernando Celi Cango** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **MUY BUENA** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare **EXPEDITA** para conferirle el **TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL**.

Lima, 25 de setiembre de 2021.



Julián Alberto Álvarez Paredes
PRESIDENTE



Elvira Teófila Castañeda Chirre
1° MIEMBRO



Eskim Santiago Valverde Obregón
2° MIEMBRO



José Luis Sosa León
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres: Godofredo Celi Villalta y Reyneri Isabel Cango Culquicondor, con todo mi amor y cariño por darme la vida, su confianza plena, apoyo incondicional, y formarme bajo verdaderos principios éticos. Asimismo, por apoyarme constantemente en mis logros y derrotas, por enseñarme que los logros en la vida requieren mucho esfuerzo, y sobre todo por apostar en mi educación a pesar de los obstáculos y limitaciones económicas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme fuerza y haberme acompañado durante mis estudios universitarios, por su bendición y protegerme en cada momento de mi vida.

A quienes me dieron la vida, mis padres que con sus valores y enseñanzas son el motivo de ejemplo y el eje principal de mi desarrollo profesional.

Dar gracias de manera especial y sincera a los ingenieros José Sosa y Adderlin Arteaga por el compromiso profesional de apoyarme en la realización de la tesis de pregrado bajo su dirección, su conocimiento, compromiso, entrega y soporte técnico-científico han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A la oportunidad que me brindo el Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo [PRONABEC], por haberme otorgado el impulso vital en mi formación profesional.

Finalmente, debo agradecer a la Sub-Región de Salud Luciano Castillo Colonna-Sullana, por su valiosa colaboración en los análisis de agua, facilitando los equipos y materiales requeridos en las campañas de muestreo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE APÉNDICES	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	4
1.1. ANTECEDENTES	4
1.2. BASES TEÓRICAS ESPECIALIZADAS	10
1.2.1. El agua	10
1.2.2. Hidrología subterránea	11
1.2.3. Calidad del agua	12
1.2.4. Contaminación del agua	17
1.2.5. Tipos de contaminación	18
1.2.6. Actividades antrópicas	19
1.2.7. Calidad de agua y sus impactos	20
1.2.8. Evaluación del impacto ambiental	21
1.2.9. Estándar de calidad ambiental (ECA)	21
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	23
2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.2. LUGAR Y FECHA	23
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	24
2.4. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.4.1. Fase preliminar	24
2.4.2. Fase de campo	25

2.4.3. Fase de laboratorio	33
2.4.4. Fase de gabinete	33
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES Y SU MENSURACIÓN	33
2.6. ANÁLISIS DE DATOS	34
CAPÍTULO III: RESULTADOS	35
3.1. DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE LAS VARIABLES FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA DEL MANANTIAL EL BUITRE	35
3.1.1. Resultados de potencial de hidrógeno (pH)	36
3.1.2. Resultados de sólidos totales disueltos (TDS)	37
3.1.3. Resultados de conductividad eléctrica	38
3.1.4. Resultados de temperatura	40
3.1.5. Resultados de dureza total	41
3.1.6. Resultados de turbiedad	42
3.2. DETERMINACIÓN DE LA VARIACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE LAS VARIABLES MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA DEL MANANTIAL EL BUITRE	43
3.2.1. Resultados de coliformes termotolerantes	44
3.2.2. Resultados de coliformes totales	45
3.3. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES Y VALORACIÓN DE IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE EL MANANTIAL EL BUITRE	47
3.3.1. Nivel de impacto ambiental	47
3.3.2. Descripción de los impactos por medio ambiental	57
3.3.3. Actividades antrópicas que generan mayor impacto	59
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES	61
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	67
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS	70
TERMINOLOGÍA	77
APÉNDICES	79

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1.</i> Parámetros considerados en categoría 1: Poblacional y recreacional	22
<i>Tabla 2.</i> Puntos de monitoreo situados en el manantial El Buitre	25
<i>Tabla 3.</i> Tipo de envases para las muestras evaluadas	30
<i>Tabla 4.</i> Rango de valoración de impactos	32
<i>Tabla 5.</i> Variables de análisis y su mensuración	33
<i>Tabla 6.</i> Resultados de las variables fisicoquímicas	35
<i>Tabla 7.</i> Valores de pH del manantial El Buitre	36
<i>Tabla 8.</i> Valores de TDS del manantial El Buitre	37
<i>Tabla 9.</i> Resultados de Conductividad Eléctrica de los tres puntos de muestreo	39
<i>Tabla 10.</i> Valores de Temperatura del manantial El Buitre	40
<i>Tabla 11.</i> Valores de Dureza Total del manantial El Buitre	41
<i>Tabla 12.</i> Valores de Turbiedad del manantial El Buitre	42
<i>Tabla 13.</i> Concentraciones de las variables microbiológicas	44
<i>Tabla 14.</i> Resultados de las concentraciones bacterias Coliformes Termotolerantes	44
<i>Tabla 15.</i> Resultados de las concentraciones bacterias Coliformes Totales	46
<i>Tabla 16.</i> Matriz de identificación de impactos antrópicos	49
<i>Tabla 17.</i> Matriz de valorización de impactos antrópicos	51
<i>Tabla 18.</i> Matriz de valorización cualitativa de impactos antrópicos	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Medición del parámetro dureza mediante el kit Hanna 3812.	28
<i>Figura 2.</i> Toma de muestra de agua.	29
<i>Figura 3.</i> Ejemplo de construcción de las celdas de la matriz de Leopold.	32
<i>Figura 4.</i> Concentración de potencial de hidrógeno (pH).	37
<i>Figura 5.</i> Concentración de sólidos totales disueltos (mg/l).	38
<i>Figura 6.</i> Concentración de conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$).	39
<i>Figura 7.</i> Niveles de temperatura ($^{\circ}\text{C}$).	40
<i>Figura 8.</i> Concentración de dureza total (mg/l).	41
<i>Figura 9.</i> Concentración de turbiedad (UNT).	43
<i>Figura 10.</i> Concentración de coliformes termotolerantes en los tres puntos de muestreo (NMP/100ml).	45
<i>Figura 11.</i> Concentración coliformes totales en los tres puntos de muestreo (NMP/100ml).	46
<i>Figura 12.</i> Valor cuantitativo de los elementos ambientales afectados por el desarrollo de actividades antrópicas en el manantial El Buitre.	55
<i>Figura 13.</i> Nivel de impacto generado por las actividades antrópicas en el manantial El Buitre.	56

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
<i>Apéndice 1.</i> Mapa de ubicación del caserío de Chirinos y puntos de muestreo	79
<i>Apéndice 2.</i> Matriz de identificación de actividades antrópicas	80
<i>Apéndice 3.</i> Procedimiento para determinar dureza total del agua	81
<i>Apéndice 4.</i> Fotografías de residuos sólidos encontrados en el cauce y área de influencia del manantial El Buitre	82
<i>Apéndice 5.</i> Fotografías de actividades antrópicas	89
<i>Apéndice 6.</i> ECA categoría 1- subcategoría a: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	94
<i>Apéndice 7.</i> Resultados de análisis de laboratorio del mes de julio	96
<i>Apéndice 8.</i> Resultados de análisis de laboratorio del mes de agosto	98
<i>Apéndice 9.</i> Resultados de análisis de laboratorio del mes de setiembre	101
<i>Apéndice 10.</i> Cadena de custodia de los tres muestreos	103
<i>Apéndice 11.</i> Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales	106

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar el impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca, 2020. Para ello, la metodología consistió en la toma de muestras puntuales de agua en tres puntos del cauce para posteriormente analizar las variables fisicoquímicas y microbiológicas del agua. Además, se identificaron aspectos y evaluaron impactos antrópicos a través de la matriz de Leopold. El Potencial de hidrógeno sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica, temperatura y dureza total se tomaron *in situ*; turbiedad, coliformes termotolerantes y coliformes totales se evaluaron en el Laboratorio Referencial Sub Regional Luciano Castillo Colonna-Sullana. Las muestras colectadas siguieron lo establecido por la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA que indica las pautas para realizar el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Los resultados fueron: Potencial de hidrógeno (pH) de 7,85, sólidos totales disueltos [TDS] de 324,33 mg/L, conductividad eléctrica de 648,78 $\mu\text{S}/\text{cm}$, temperatura de 20,74 °C, dureza total de 197,22 mg/L, turbiedad de 10 UNT, coliformes termotolerantes de 420,7 NMP/100 ml y coliformes totales con valor de 828,9 NMP/100 ml. De acuerdo con los resultados obtenidos para las variables fisicoquímicas y microbiológicas, los parámetros que exceden lo señalado en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 1-subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, el cual es aprobado por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, son: Turbidez, coliformes termotolerantes y coliformes totales. Los resultados referentes a la identificación y valoración de impactos antrópicos del agua del manantial El Buitre, indica que las actividades que causan mayor impacto ambiental son: La tala de árboles (-557), control químico de malezas (-285), fertilización (-128), control de plagas agrícolas (-318) y el pastoreo de ganado vacuno (-160). En conclusión, los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras de agua del manantial El Buitre no todos estuvieron dentro de los ECA-agua y tienen un impacto antrópico alto.

Palabras claves: Manantial, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, calidad de agua, muestreo, actividades antrópicas, impacto antrópico.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the impact of anthropic activities on the water quality of the El Buitre spring, Chirinos, Suyo-Ayabaca district, 2020. For this, the methodology consisted of taking specific water samples in three points of the channel to later analyze the physicochemical and microbiological variables of the water. In addition, anthropic impacts were identified and evaluated through the Leopold matrix. The hydrogen potential, total dissolved solids, electrical conductivity, temperature and total hardness were taken in situ; turbidity, thermotolerant coliforms and total coliforms were evaluated at the Luciano Castillo Colonna-Sullana Sub Regional Reference Laboratory. The collected samples followed what was established by ANA Headquarters Resolution N° 010-2016-ANA, which indicates the guidelines for monitoring the Quality of Surface Water Resources. The results were: Hydrogen potential (pH) of 7,85, total dissolved solids [TDS] of 324,33 mg/L, electrical conductivity of 648,78 μ S/cm, temperature of 20,74 ° C, total hardness of 197,22 mg /L, turbidity of 10 UNT, thermotolerant coliforms of 420,7 NMP/100 ml and total coliforms with a value of 828,9 NMP/100 ml. According to the results obtained for the physicochemical and microbiological variables, the parameters that exceed what is indicated in the Environmental Quality Standard (ECA) for water category 1 subcategory A: Surface water intended for the production of drinking water, which is approved by Supreme Decree N° 004-2017-MINAM, are: Turbidity, thermotolerant coliforms and total coliforms. The results regarding the identification and assessment of anthropic impacts of the El Buitre spring water indicate that the activities that cause the greatest environmental impact are: felling of trees (-557), chemical control of weeds (-285), fertilization (-128), control of agricultural pests (-318) and cattle grazing (-160). In conclusion, the physicochemical and microbiological parameters of the water samples from the El Buitre spring were not all within the ECA-water and have a high anthropic impact.

Keywords: Spring, physicochemical and microbiological parameters, water quality, sampling, anthropic activities, anthropic impact.

INTRODUCCIÓN

La distribución del agua y las amenazas en los entornos ecológicos y acuáticos es hoy día uno de los problemas que enfrentamos a medida que crece la población y el desarrollo de las economías, afectando cada vez más la calidad de agua (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2012). También, el agua es aquel recurso natural necesaria para la vida, vulnerable y estratégico para el logro sostenible de los sistemas y ciclos naturales que lo sustentan, salud a la población, tal como se indica en la Ley de Recursos Hídrico N° 29338 (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2009). Asimismo, en diferentes partes del mundo se han aprendido lecciones con nuevos principios y enfoques orientados a tomar medidas de los niveles críticos, como la pérdida de la agrobiodiversidad que muchas veces no se puede revertir ni recuperar (Programa de las Naciones Unidad para el Medio Ambiente [PNUMA], 2012).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2016), el agua sostiene la vida humana, vegetal y animal, es decir se encuentra en la tierra en todos sus aspectos. Además, contribuye a proporcionar salud, bienestar subsistencia y sostenibilidad en los diferentes medios biológicos. A nivel local se ha logrado identificar la progresiva pérdida de calidad de agua siendo una de las razones que limita el uso de manera eficaz este recurso hídrico y trae como consecuencia un abastecimiento correcto de agua de consumo humano, además de perjudicar el equilibrio del ecosistema afectando la vida presente en los nichos ecológicos debido a las aguas residuales de tipo doméstico y no domestico entre otras fuentes de vertimientos (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2011).

Por lo tanto, es conocido que, en la mayoría de los sectores rurales de la sierra piurana, en este caso concreto el caserío de Chirinos de la provincia de Ayabaca, las actividades antrópicas se realizan muy cerca de fuentes de abastecimiento del recurso agua, lo que puede ocasionar impactos negativos a su calidad y cantidad. En cuanto a la problemática suscitada en esta zona, hay una ausencia de estudios los cuales permitan realizar una exhaustiva

evaluación de los impactos ambientales que estas actividades puedan ocasionar en estos ecosistemas. Por tal motivo, la presente investigación surge de la necesidad de contar con investigaciones que ayuden a identificar actividades antrópicas y valorar los impactos ambientales sobre este tipo de ecosistema.

El informe final del estudio está estructurado en seis (6) capítulos. Capítulo I referido al marco teórico, donde hace referencia a contenidos nacionales e internacionales y la descripción de bases teóricas especializadas como soporte fundamental en la investigación. Capítulo II materiales y métodos donde se explica el método a utilizar en el estudio, método no experimental, transversal y descriptivo. Teniendo como muestra representativa el agua del manantial El Buitre caserío Chirinos. Para el análisis de la información obtenida se aplicó las medidas de tendencia central utilizando el programa Excel, al igual para gráficos y figuras respectivamente. Capítulo III referido a resultados de las 27 muestras obtenidas del manantial El Buitre. Capítulo IV donde se hace la discusión de los resultados obtenidos con otras investigaciones realizadas a nivel, nacional e internacional. Capítulo V las conclusiones que se han obtenido de la investigación. Capítulo VI recomendaciones que hace la investigación. Finalmente, las referencias bibliográficas, terminología y apéndices de la investigación.

Por las razones antes mencionadas, el objetivo del presente estudio propuso realizar una evaluación de las actividades antrópicas y su impacto en la calidad del agua del manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca, 2020. Para ello, fue esencial determinar la variación de las concentraciones de los principales parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del manantial en estudio. También, se identificó aspectos y valoro los impactos antrópicos que tienen mayor incidencia sobre la calidad del agua de este ecosistema.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua del manantial El Buitre, Chirinos, distrito de Suyo-Ayabaca, 2020.

Objetivos específicos

- Determinar los parámetros fisicoquímicos (Potencial de hidrógeno [pH], sólidos totales disueltos [TDS], conductividad eléctrica, temperatura, dureza total y turbiedad) del manantial El Buitre y contrastarlos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 1-subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
- Determinar los parámetros microbiológicos (coliformes termotolerantes y coliformes totales) del manantial El Buitre y contrastarlos con los ECA para agua categoría 1-subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.
- Identificar aspectos y valorar los impactos antrópicos a través de la interacción causa/efecto en magnitud e importancia aplicando la matriz de Leopold.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Internacional

Díaz y Granada (2016) realizaron una investigación nominada “Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia”. El estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de las actividades antrópicas del municipio de Villapinzón, Colombia, sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá. Para este estudio utilizó el método descriptivo, y diseño no experimental. En la parte alta del río seleccionaron nueve estaciones, y siguiendo la normatividad del Instituto Nacional de salud y del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales colectaron de forma integral muestras de agua, analizando 26 variables fisicoquímicas y microbiológicas. Los resultados fueron: alcalinidad total 9,11 mg/L, dureza de calcio 8,11 mg/L, dureza total 12,67 mg/L, cloruros 8,67 mg/L, conductividad 187,64 $\mu\text{S}/\text{cm}$, color verdadero 89,18 Unid Pt-Co, pH 3,84, plomo menor a 5 mg/L, mercurio menor a 0,000024 mg/L, *escherichia coli* 1576 UFC, coliformes totales 1576 UFC, *Enterococcus faecalis* 2343 UFC y *Pseudomona eruginosa* 1576 UFC. Para el análisis de los datos obtenidos aplicaron la prueba de análisis de los componentes principales, donde agruparon las variables con alto grado de asociación y establecieron la gradiente ambiental de las estaciones de muestreo, con la cual determinaron el impacto que tienen la actividad sobre la calidad del recurso hídrico. Los resultados que obtuvieron de la investigación detallan que las variables microbiológicas excedieron el nivel aceptable y en ocho de ellas las variables fisicoquímicas estuvieron por encima del nivel de aceptabilidad para la salud. Concluyendo que la calidad de agua del río Bogotá presentó un progresivo deterioro lo cual es producido por las actividades antrópicas que se desarrollan en la zona de estudio.

Elordi *et al.* (2016) desarrollaron una investigación titulada “Evaluación del impacto antrópico sobre la calidad del agua del arroyo Las Piedras, Quilmes Bs.As. Argentina”. El objetivo planteado fue determinar y evaluar los factores antrópicos que afectan de manera directa e indirectamente la calidad del agua del arroyo Las Piedras en el partido de Quilmes, mediante la caracterización fisicoquímica y microbiológica de sus aguas, además de la aplicación de índices de calidad (ICA) y de contaminación (ICOMO). Para esta investigación utilizaron el método descriptivo y diseño no experimental. Además, las muestras de agua fueron extraídas de aguas arriba, en el horario de 9:00 a 15:30 h y conservadas a una temperatura de 4 a 6 °C. Los puntos de muestreo identificados estuvieron bajo conocimiento del área de contaminación del arroyo y bajo la supervisión de la comisión de lucha contra las inundaciones. Los resultados fueron: pH 7,92, oxígeno disuelto 1,56 mg/L, sólidos totales disueltos 576,70 mg/L, conductividad 1,21 μ S/cm, turbiedad 3,50 NTU, nitrógeno total 9,72 mg/L, fósforo total 1,25 mg/L, hidrocarburos totales de petróleo 1,256 mg/L, coliformes totales 14075 NMP/100 ml, coliformes fecales 2745 NMP/100 ml, temperatura 20,8 °C, DBO 114,5 mg/L, DQO 315 mg/L y nitratos 3,60 mg/L. El estudio manifiesta un potencial y grave problema de degradación del arroyo, debido a que los índices fueron encontrados por encima de los parámetros establecidos, llegando a determinar que la carencia de servicios de alcantarillado, la falta de un lugar de deposición final de residuos sólidos sin ningún tratamiento predispone a la contaminación de las aguas y por ende a su calidad, según la significancia del ICA y del ICOMO. Concluyeron que el agua del arroyo Las Piedras, presenta una calidad mala.

1.1.2. Nacional

Tolentino (2020) realizó un estudio titulado “Evaluación de los efectos de las actividades antropogénicas en la calidad de agua del manantial Pirhuapuquio en el distrito de Chongos bajo, Huancayo”. El objetivo principal fue evaluar los efectos de las actividades antropogénicas en la calidad de agua del manantial Pirhuapuquio con respecto a las actividades que se desarrollan en el manantial. Usó el método de observación, descripción y analítico. Tipo de investigación descriptiva con un diseño no experimental de corte transversal. El método descriptivo lo utilizó para describir actividades antropogénicas que realizan alrededor del manantial, además de sus impactos ambientales donde relaciona la causa y efecto y la importancia de la aplicación de la matriz de Leopold. Los resultados de

los variables fisicoquímicas fueron: En el punto 1, temperatura 10,78 °C, turbidez 2,7 UNT, conductividad eléctrica 92 Ms/Cm, pH 7,41, oxígeno disuelto 7,22 Mg/L y STD 86,23 Mg/L; en el punto 2 la temperatura 12,32 °C, turbidez 139 UNT, conductividad eléctrica 178,1 Ms/Cm, pH 7,95, oxígeno disuelto 6,85 Mg/L y STD 119,34 Mg/L y finalmente en el punto 3 la temperatura 13,46 °C, turbidez 215 UNT, conductividad eléctrica 200,16 Ms/Cm, pH 8,7, oxígeno disuelto 6,33 Mg/L y STD 163,27Mg/L. De acuerdo con la evaluación de las actividades antrópicas, estas estuvieron basadas principalmente en la actividad agrícola que tuvo un mayor impacto negativo -282, seguido de la doméstica con -236 y por último la ganadería con -98. El componente agua fue el que obtuvo el mayor impacto con -293 visualizando que fue una actividad antropogénica que viene afectando la calidad de agua. También, evaluó los parámetros fisicoquímicos midiendo la temperatura, turbidez, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto y STD en tres puntos de muestreo. Resultados que los comparo con los estándares de calidad ambiental (ECA) de agua (categoría 1-3) D.S N° 004-2017-MINAM. Concluyendo que los parámetros turbidez exceden en el segundo punto de muestreo y en el tercer punto exceden el pH y turbidez respectivamente, finalmente los parámetros en el primer punto no exceden los ECA.

Calla (2019) desarrolló un estudio titulado “Actividades antrópicas y calidad de agua en la cuenca del río Mashcón”. El objetivo planteado fue determinar las actividades antrópicas y la calidad del agua del río Mashcón. Para este estudio se utilizó el método descriptivo y diseño no experimental. Para evaluar las acciones de la población usó como línea de estudio los protocolos de muestreo, la observación directa, la zonificación ecológica económica de Cajamarca, y algunos parámetros hidrológicos. Además, hizo uso del método de muestreo a patada que consiste en la recolección de 20 vertebrados en 20 puntos, teniendo en cuenta el índice biótico (nPeBMWP) para invertebrados, el índice de calidad de agua (PRATT) y su relación. Los resultados fueron: temperatura 13,1 °C, conductividad eléctrica 249,1 μ S/cm, pH de 7,4, turbidez 45 UNT, oxígeno disuelto 7,7 mg/L, amonio 0,2 mg/L, nitrito 0,016 mg/L, nitrato 1,03 mg/L, nitrógeno total 2,2 mg/L, fósforo total 0,1 mg/L, sulfato 72,5 mg/L, DQO 7,2 mg/L, DBO 1,2 mg/L, carbono orgánico total 4,2 mg/L. De acuerdo con los resultados, determinaron que en la cuenca del río Mashcón las actividades antropogénicas fueron la presencia de letrinas, desagües, deslizamiento de tierras, actividad agropecuaria, extracción de madera, canteras, urbanización sin orden, presencia de pastizales y vertimiento

de residuos sólidos al río. De acuerdo con los índices del PRATT los valores físicos y químicos de las muestras de agua indican que en un 82.5 % la calidad de agua en los puntos de muestreo fue excelente. Concluyó que el índice nPeBMWP parámetro biológico confirma que las aguas de la cuenca del río Mashcón tuvieron un buen estado ecológico y un 45 % de las muestras de agua se encuentran en estado regular y un 43 % de las muestras de agua están en una calidad aceptable.

Navarro (2018) realizó una investigación titulada “Impacto antrópico de la calidad de agua del río Pollo, provincia de Otuzco, la Libertad”. El objetivo central de la investigación fue determinar la calidad del agua del río Pollo y su impacto antropogénico en la provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, en el periodo de los meses julio a noviembre 2018. Aplicó la matriz de Leopold como herramienta de medición y valoración ambiental, así como el estudio de variables fisicoquímicas y microbiológicas. Además, el uso del índice biótico nPeBMWP utilizando los microinvertebrados bentónicos en el río Pollo. Los resultados fueron: temperatura 15,48 °C, pH 8,14, conductividad 832,10 μ S/cm, nitratos 7,25 mg/L, nitratos 0,5 mg/L, sulfatos 179 mg/L, fosfatos 0,75 mg/L, oxígeno disuelto 7,90 mg/L, Coliformes totales 23000 NMP/100 ml y Coliformes termotolerantes 15000 NMP/100 ml. Los resultados que obtuvieron en la investigación mostraron que las actividades que impactaron negativamente fueron la construcción de pequeños diques y trasvases (-106), presencia de nuevas construcciones de vivienda (-170), tala y quema de monte ribereño (-91), y el desarrollo de pequeña agricultura (-61) en la calidad de agua. Además, producto de la actividad agropecuaria mostraron variaciones elevadas por perturbaciones de contaminación difusa. Concluyó que las actividades antrópicas afectan la calidad del agua en el río Pollo, así como su disponibilidad en cantidad y volumen, provincia de Otuzco, departamento de la Libertad. Valores que no cumplen con los estándares establecidos en el D.S N° 004-2017-MINAM. Mientras que el índice biótico nPeBMWP encontrado en las estaciones de muestreo 1 y 2 fue buena, solo la estación de muestreo 3, fue deficiente.

Roque (2017) realizó un estudio cuyo título fue “Impactos de las actividades antrópicas en el recurso agua en la microcuenca del río Timarini-Satipo”. El de objetivo de la investigación

fue evaluar los efectos en el recurso agua en la microcuenca del río Timarini – Satipo y su impacto antropogénico. Utilizó el análisis descriptivo como método científico, teniendo en cuenta las diferentes actividades tales como: económico productivo, actividades antrópicas, análisis geomorfológico, los conflictos de uso y distribución de los asentamientos humanos, aplicando la matriz de Leopold para evaluar y valorizar los efectos e impactos ambientales. Los resultados fueron: caudal 0,513 m³/s, temperatura 21,5 °C, total de sólidos disueltos 0,03 g/L, DBO de 416 mg/L, DQO de 0 mg/L, pH 8,28, sin olor, turbidez 89,47 UNT, salinidad de 0 % y coliformes totales 64 UFC/100 ml. Los resultados mostraron que la actividad antrópica que generó mayor impacto sobre los componentes ambientales fue la agricultura con un valor negativo de -527 en la interacción magnitud/importancia, principalmente debido al uso de productos químicos para combatir las plagas en los cultivos, limpieza de terreno, instalación de nuevos cultivos y control de malezas, además de las interacciones de las acciones humanas en forma diaria con un valor negativo de -361 en la interacción magnitud/importancia, además del mal manejo de los residuos sólidos, aguas servidas sin tratamiento y al efecto de la actividad pecuaria con un valor de -318 principalmente a la interacción de usos indiscriminado de químicos para controlar mala hierbas en los pastizales. Concluyó en que las actividades antrópicas generan impactos ambientales negativos en el recurso agua de la microcuenca del río Timarini-Satipo.

Loayza y Cano (2015) realizaron un estudio titulado “Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad de agua de la subcuenca del río Shullcas, Huancayo”. El objetivo fue estudiar la calidad de agua y determinar el efecto de las acciones antropogénicas de las actividades cotidianas que se desarrollan en el bajo, medio y alto de la subcuenca del río Shullcas-Huancayo. Utilizaron los métodos de tipo aplicativo-explicativo, mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto; el diseño fue no experimental de corte transversal, de alcance descriptivo. Siguió la normativa establecida en el Protocolo Nacional de la Calidad de los Recursos Hídricos de Aguas Superficiales del ANA. Además, evaluaron variables fisicoquímicas y variables microbiológicas. Los resultados fueron: temperatura 10,78 °C, pH 7,7, oxígeno disuelto 6,73 mg/L, conductividad eléctrica 95,33 mS/cm, turbidez 2,25 mg/L, sólidos totales disueltos 117,80 mg/L, sólidos totales suspendidos 57,67 mg/L, DBO₅ 2 mg/L y DQO 8 mg/L, coliformes totales 15 000 NMP/100 ml y *escherichia coli* 12 000 NMP/100 ml. Los resultados obtenidos del sector bajo y medio

evidenciaron que la actividad doméstica fue la principal causante que influye en la calidad de agua, reportándose concentraciones de coliformes totales que varían entre 1 000 y 50 383 NMP/100 ml, lo cual sobrepasa los 5 000 NMP/100 ml establecidos en el ECA categoría 3; las concentraciones de *E. coli* varían entre 1 y 23 817 NMP/100 ml. Concluyeron que los resultados del sector alto evidenciaron que la calidad de agua es apta para ser utilizada en cualquier actividad, debido a que las concentraciones de los parámetros bajo estudio no sobrepasaron los Estándares de Calidad Ambiental para las categorías 1 y 3.

Casilla (2014) en su estudio “Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río, Suchez”. El objetivo central fue analizar la calidad de agua para contribuir a la identificación y caracterización de zonas contaminadas del ecosistema a fin de mejorar la calidad del agua para consumo de animales, uso de riego y consumo de los pobladores de la cuenca del río Suchez. La metodología que empleó fue caracterizar los puntos de descarga teniendo en cuenta: desplazamiento del curso del río en la cuenca a lo largo de 35 km. El procedimiento aplicado fue caracterizar los cuerpos de agua en función a su contenido de sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, iones mayores (sulfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio) y pH. Los resultados que obtuvo de sólidos suspendidos fueron bajos (menores a 5 mg/L) con tendencia a incrementar a medida que hay pendiente en la desembocadura. Asimismo, estos valores señalados alcanzaron valores elevados en relación con otros sectores 240 mg/ml. Con relación a los sulfatos los valores obtenidos fueron (32 y 24 mg/L) y el calcio que fue el catión predominante (24 -16 mg/L), otros iones cuantificados fueron sodio (6,4-6,9 mg/L) y magnesio (5,1-3,4 mg/L). Concluyó que el estado de contaminación de la cuenca del río Suchez es un riesgo para la salud de los pobladores locales debido a las elevadas concentraciones de mercurio en la cuenca.

Custodio y Pantoja (2012) realizaron una investigación titulada “Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas”. El objetivo central fue identificar los impactos que generan las actividades antropogénicas en la calidad del agua del río Cunas, en las provincias de Chupaca y concepción del departamento de Junín. Aplicaron un diseño no experimental de tipo longitudinal. Desarrollaron una investigación básica, basada en la observación,

explicación y descripción. A lo largo del río Cunas identificaron tres puntos de monitoreo (Angasmayo, estación uno, Antacusi la estación dos; y finalmente La perla -Chupaca la estación tres) a lo largo del río Cunas, tomando dos muestras por cada estación. Los resultados de las variables fisicoquímicas y microbiológicas fueron: sólidos totales disueltos 310,33 mg/L, conductividad 443,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$, oxígeno disuelto 6,69 mg/L, pH 8,18, turbidez 0 FTU, temperatura 12,97 °C, fosfatos 0,12 mg/L, nitratos 0 mg/L y Coliformes termotolerantes 560 NMP/100 ml. Los resultados que obtuvieron de los tres puntos de muestreo sobre la calidad de agua del río Cunas mostraron una calificación de 51 a 90 según la escala de interpretación del índice de calidad de agua de la Fundación Nacional de Saneamiento. Los resultados permitieron concluir que las actividades antrópicas generaron impactos ligeramente moderados sobre las estaciones 1 (Angasmayo), calidad media (65,83); estación 2 (Antacusi) calidad media (61,08); y en la estación 3 (La Perla) calidad media (57,18). Concluyeron que la estación 1 el impacto ambiental fue ligeramente moderado, en la estación 2 moderado y la estación 3 severo.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. El agua

Molécula de vital importancia para la vida, formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, sustancia de vital importancia para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas con características propias que sin su presencia no existiera la vida. Fusionados por uniones polares y hacen que sea una molécula muy estable. Generalmente se encuentra en estado líquido, aunque la misma puede encontrarse en dos estados más gaseoso y sólido (Carbajal y Gonzáles, 2012).

Además, se considera un elemento muy sensible, vulnerable y estratégico a la vez, que cumple funciones y ciclos hidrológicos naturales para un desarrollo sostenible en los entornos naturales. Elemento considerado indispensable para nación, según lo manifiesta la Ley de Recursos Hídricos N°29338 (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2009).

1.2.2. Hidrología subterránea

El agua subterránea es la porción de la hidrósfera que ocurre y transita por debajo de la superficie del suelo de una determinada área. Este tipo de agua puede permanecer retenida en el subsuelo por varios periodos o pueden emerger a la superficie terrestre por medio de manantiales, ríos u océanos o mares (Delgado *et al.*, 2005).

I. Tipos de agua subterránea

El agua en el subsuelo puede ser, de acuerdo con Fetter (2001), de tres tipos:

- Aguas de origen meteórico

Es el agua de superficie que se infiltra en el subsuelo, por acción de la gravedad y de la presión del agua, e interacciona en los poros o fisuras del ambiente de circulación. Los múltiples acuíferos del mundo, son de naturaleza meteórico o producto de la penetración de agua de precipitación en el suelo.

- Aguas de origen juvenil

Se trata de aquella agua de manantiales situados en zonas con sucesos magmáticos como plutonismo o vulcanismo y que adoptan la clasificación de aguas parcialmente endógenas. Además, este tipo de agua ostentan distintas características fisicoquímicas. Entre las características más comunes en las aguas de origen juvenil, destaca la alta temperatura, mayor cantidad de CO₂ y la presencia de algunos elementos particulares.

- Aguas de origen fósil

Es un tipo de agua subterránea que ha permanecido en un acuífero retenida o estancada por muchos años, desde el período de formación de los depósitos a profundidades superiores a los 1000 m. También, presentan concentraciones elevadas de sales y no conservan su composición química original, dado que el tiempo de contacto con la roca es elevado o la roca puede tener origen marino.

1.2.3. Calidad del agua

Condición basada en los diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Asimismo, su condición permite una relación sana con los diferentes seres biológicos en un ecosistema en equilibrio. Están relacionados a la seguridad del contacto humano, la salud de los distintos nichos ecológico, y el agua potable (Rock y Rivera, 2014).

Es necesario resaltar que las fuentes de agua disponibles en la naturaleza muchas veces son aptas para la vida de una especie y no aptas para otras, es decir aptas para la vida de los peces y no para para la práctica de natación. Por lo tanto, el agua puede ser útil para la industria y no para consumo humano. En conclusión, podemos decir que este elemento tan valioso que ofrece la naturaleza puede calificar según el propósito de uso que le demos (Weiner, 2002).

De igual manera, Lozano (2013) manifiesta que el agua para ser considerada apta para consumo humano, de uso agroindustrial, estético, acuícola, pesca, pecuario, agrícola y en equilibrio de conservación con la naturaleza (flora y fauna) debe de reunir ciertos estándares y parámetros establecidos: características, físicas, química, microbiológicas y organolépticas.

A. Parámetros del agua

Parámetros fisicoquímicos

a. Potencial de hidrógeno (pH)

El potencial de hidrógeno posee una escala logarítmica de base 10, es decir que cada número sucesivo de pH es 10 veces mayor que el anterior. Asimismo, es una medida en una solución que va de una escala ácida (rango de 0 a 6), neutra (si el valor es 7) y alcalina (rango de 8 a 14). Además, permite conocer el equilibrio y balance de los iones de hidrógeno positivo [H⁺] e iones de hidrógenos negativos [OH⁻] en el agua. Un rango de pH de 6.0 a 9.0 en el agua ofrece protección a los peces de agua dulce y diferentes especies que pueden habitar en ella tanto en el fondo como en la superficie (Abarca, 2007).

También aquellas soluciones menos mineralizadas se encuentran con un pH ácido. El pH es un indicador muy utilizado en diferentes actividades químicas y biológicas. Cada organismo para lograr su desarrollo de manera exitosa necesita de un pH óptimo porque pequeños cambios de pH pueden impedir y afectar su desarrollo, siendo el pH un parámetro que se debe considerar porque nos indica la acidez y alcalinidad del agua (VonHessberg *et al.*, 2009).

b. Sólidos totales disueltos (TDS)

Los sólidos totales disueltos (TDS) comprenden las sales inorgánicas y pequeñas cantidades de materia orgánica que se disuelven en el agua. Los constituyentes principales son habitualmente los iones de calcio, magnesio, sodio, potasio, carbonato, bicarbonato, cloruro, sulfato, y nitrato. Los iones orgánicos incluyen contaminantes, herbicidas e hidrocarburos. Además, los compuestos de materia orgánica del suelo, como los ácidos húmicos también se incluyen e los TDS. También, la fuente más común de sólidos disueltos en el agua proviene de la erosión de las rocas sedimentarias y la erosión de la superficie terrestre. Dado que muchos minerales son solubles en agua, se pueden acumular altas concentraciones con

el tiempo a través del proceso constante de precipitación y evaporación. El agua subterránea generalmente tiene niveles más altos de TDS que el agua superficial, ya que tiene un tiempo de contacto más prolongado con las rocas y sedimentos subyacentes (American Water Works Association, 2003).

c. Conductividad Eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica está definida como la capacidad de una solución acuosa para transportar la corriente eléctrica. Esta facultad obedece a la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición. Los compuestos orgánicos no afectan a la C.E., pero la presencia de nitratos, cloruros, fosfatos, sulfatos, cationes de sodio, hierro, aluminio y magnesio como material inorgánico afectan directamente a la C.E. Asimismo, mientras el agua es más caliente debido a la temperatura la C.E. se eleva (Agency, 2020).

Además, la C.E. se expresa como siemens por metro (S/m), de acuerdo con el sistema internacional de unidades, pero por simplicidad se expresa $\mu S/cm$ a una temperatura de 25 °C. La conductividad del agua está relacionada con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones capaces de transportar la corriente eléctrica (Servicio Geológico do Brasil [CPRM], 2007).

d. Temperatura

Indicador estrechamente relacionado con la solubilidad de gases, actividades químicas y biológicas en los cuerpos de agua. Existe un intervalo de temperatura óptima para el desarrollo de diferentes microorganismos, rangos fuera de estos intervalos de temperatura pueden ser muy letales (Alonso y Camargo, 2005).

También, la temperatura del agua es un parámetro que indica sobre la energía térmica de las partículas o átomos en un medio acuoso. El incremento de la temperatura puede deberse a que las moléculas se unen más, reteniendo por lo tanto mayor cantidad de oxígeno. Los valores de temperatura influyen de manera directa e indirecta la calidad de los cuerpos de agua, afectando los parámetros físicos, químicos, pH, C.E. y ausencia de oxígeno (Torres *et al.*, 2009).

e. Dureza total

Londoño *et al.* (2010), mencionan que la dureza es la suma de concentraciones de iones de magnesio y calcio, ambos expresados como carbonato cálcico, en miligramos por litro. Asimismo, la dureza es una propiedad del agua que imposibilita el efecto adecuado del jabón en aguas de uso doméstico.

La presencia de magnesio y calcio en cantidades elevadas son el principal indicador de la dureza del agua, debido a que la concentración de sales actúa de manera proporcional. La alteración de algunas sustancias en contacto con las aguas duras puede producir cambios en el color de ropa, no producción de espumas usando jabón, sabor del agua, formación de costras en los grifos y ollas es debido a la presencia de iones en cantidades elevadas en el agua (Rodríguez, 2009).

Además, existen fuentes naturales y factores antrópicos que pueden modificar la dureza del agua natural, entre las que destacan el clima, la temperatura, el tipo de terreno a través del cual se circula el agua subterránea, el tiempo de residencia del agua en el acuífero y el aporte de gases reactivos. Respecto a factores antrópicos, la actividad humana puede afectar a veces en cierta intensidad a la composición química del agua que se infiltra y a la recarga, modificando la temperatura, introduciendo solutos (sales, nitratos, etc.) y sustancias diversas (hidrocarburos, plaguicidas, disolventes halogenados, etc.) tanto en el terreno como en el agua (Fetter, 2001).

f. Turbiedad

La turbidez puede ser definida como una medida del grado de interferencia entre la luz y su paso a través de un líquido, debido a la alteración que ocasiona el material en suspensión al paso de la luz, siendo expresada por medio de unidades de turbidez (también denominadas unidades de Jackson o nefelométricas). Además, la turbidez de los cuerpos de agua es producida por materias en suspensión, como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos (Ministério da Saúde, 2006).

Tellez (2016) indica que la turbidez en un proceso por el cual la luz no puede penetrar por los cuerpos de agua, por la presencia de sustancias insolubles que se encuentran en suspensión generando dificultad en el agua para reflejar la luz.

Parámetros microbiológicos

a. Coliformes termotolerantes

Son bacterias Gram negativas, no esporuladas que pertenecen al grupo de bacterias coliformes que realizan fermentación de la lactosa con producción de ácido y gas a una temperatura de $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un tiempo de 24 horas, la mayor especie en el grupo de coliformes termotolerantes es la *Escherichia* que a su vez es el índice de contaminación fecal más adecuado (Ministério da Saúde, 2006). El vertimiento de aguas residuales provenientes de vías fluviales o plantas de tratamientos de agua residual a sistemas acuáticos ocasiona la colonización de dichos microorganismos en cuerpos de agua, provocando la contaminación de este (Robbins, 2007).

b. Coliformes totales

Son bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gran negativa no esporulada y de forma alargada, que desarrollan una colonia roja con brillo metálico. Este grupo de organismos pertenecen a la familia de Enterobacteriaceae y poseen la capacidad de fermentar la lactosa y producir ácido y gas a temperatura de entre los 35 y 37 °C. Así tenemos; Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter, y Escherichia, etc. Algunos de estos microorganismos pueden encontrarse en el ambiente de manera natural en la vegetación y el suelo, por lo que su presencia en el agua no significa precisamente contaminación fecal; por lo que es considerado solamente un indicador de contaminación microbiológica. Sin embargo, si puede ser utilizado como indicador para determinar la eficiencia de tratamientos de agua (Lozano y Lozano, 2015).

1.2.4. Contaminación del agua

Proceso que puede ser natural o antropogénico, ocasionado por cuerpos extraños en las fuentes de agua, que dependiendo de las características y volúmenes de contaminación impiden su uso con un objetivo establecido (Arellano y Guzmán, 2011).

La intervención del hombre a través de las actividades humanas de manera directa e indirecta ocasiona en los medios acuáticos alteraciones que afectan a los ecosistemas, actividades acuáticas, actividades productivas, agrícolas, pecuarias, agroindustriales y salud de los humanos (Sierra, 2011).

El vertimiento de los residuos no tratados afecta el equilibrio ecológico natural. Los problemas que causan los contaminantes (materia orgánica, sólidos, nutrientes, sustancias tóxicas, color, espuma, calor, y materiales radiactivos) ocasionan enfermedades a las poblaciones que se encuentran asentadas en ese entorno (Glynn y Heinke, 1999).

1.2.5. Tipos de contaminación

I. Por su origen

a. Contaminación natural

Producida por la naturaleza, debido a su propio ciclo natural. Aquí encontramos la erosión del suelo, incendios forestales, descomposición de la materia orgánica, erupciones volcánicas y tormentas de polvo (Ministerio de Medio Ambiente de Chile, 2016).

b. Contaminación antropogénica

Ocasionada por la acción del hombre, por las diferentes actividades que desarrolla en su vida cotidiana: actividades domésticas, industriales, agropecuarias, artesanales y mineras, es más letal que la ocasionada por la naturaleza (Lichtfouse *et al.*, 2004).

II. Por el tipo de contaminante

a. Contaminación biológica

Ocasionado principalmente por falta de sistemas de alcantarillado, sistemas de drenaje, malos hábitos higiénicos y falta de tratamiento de aguas residuales, propiciando el desarrollo de virus, bacterias y hongos causando daño y desequilibrio en los sistemas biológicos (Manahan, 2000).

b. Contaminación física

Difícil establecer la relación causa-efecto, debido a que es producido por las altas temperaturas, ruidos, ondas electromagnéticas y radiación; elementos físicos y químicos que afectan a los seres vivos en el mediano y largo plazo (Tellez, 2016).

La presencia de cáncer, mutaciones y muerte de la flora y fauna, se les atribuye a los agentes físicos (energía nuclear, radiación, ionizantes, altas temperaturas, vibraciones y presiones extremas) que ocasionan el rompimiento del equilibrio en los diferentes medios de vida (Harrison, 2001).

c. Contaminación química

Harrison (2001) manifiesta que las sustancias de uso agroindustrial, industrial y doméstico sin ningún control provocan y alteran el ciclo biológico natural del suelo, agua y aire, afectando los organismos vivos fácilmente. Además, los cambios en los ciclos biogeoquímicos causan alteración y daños irreparables al entorno (Vigil, 2003).

1.2.6. Actividades antrópicas

Agricultura

Es una actividad productiva que llega a utilizar alrededor del 70 % de los cuerpos de agua, además es una de las principales actividades que ocasionan contaminación de las aguas dulces, por el uso indiscriminado y sin control de herbicidas, pesticidas y fertilizantes químicos, los cuales mayormente se concentran a nivel de costa o desembocaduras de los ríos hacia el mar (Escobar, 2002).

Los cultivos agrícolas, la ganadería y la acuicultura generan una presión por el uso de los cuerpos de agua, por satisfacer las nuevas tendencias de crecimiento que tienen el mercado local, regional, nacional e internacional, debido al crecimiento poblacional y exigencia de los consumidores (Sagasta *et al.*, 2017).

Ganadería

Actividad productiva que genera presión del recurso hídrico y uso de la tierra. La ineficiencia en el manejo de los recursos destinados a la ganadería altera la calidad de agua, debido al uso de áreas de pastos que se ubican en las laderas de los cuerpos de agua, ocasionando que estas aguas superficiales se contaminen por la presencia de organismos patógenos y sólidos suspendidos (Brooks *et al.*, 2013).

Los desechos de animales, el uso de herbicidas, fertilizantes y pesticidas ocasionan eutrofización, siendo la actividad ganadera uno de los principales contaminantes de los cuerpos de agua afectando su calidad (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2006).

1.2.7. Calidad de agua y sus impactos

La calidad de agua se ve afectada por las diferentes prácticas de uso de la tierra, que en la mayoría de los casos impactan negativamente que positivamente. Además, estos cambios en el régimen térmico, concentración de sales, concentración de sedimentos y metales se ven afectados por estos impactos. Los impactos más relevantes derivan del uso agrícola de la tierra, las explotaciones forestales, la pesca, actividad minera y las canteras, desarrollo urbanístico e industrial (Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2002).

Las actividades agrícolas impactan directa o indirectamente la calidad de agua. Los impactos directos incluyen suelo, nutrientes y pesticidas que se transfieren de los campos a los cursos de agua durante las lluvias. Un impacto indirecto podría estar relacionado con el drenaje de tierras altas diseñado para mejorar los pastizales. Si el drenaje aumenta la tasa de pérdida de agua de la ladera de la colina cuando llueve, puede conducir a flujos fluviales más llamativos (Holden *et al.*, 2006) y, por lo tanto, a una mayor erosión de las orillas del río, creando más problemas de sedimentos río abajo. La gestión de tierras agrícolas a lo largo de los márgenes y ribera de los ríos, reduciendo la cubierta vegetal, pueden aumentar la exposición de la luz en el agua del río, aumentando potencialmente las temperaturas y la capacidad para retener oxígeno disuelto con impactos directos e indirectos en los ecosistemas acuáticos, incluido un mayor riesgo de enriquecimiento de nutrientes (Hutchins *et al.*, 2010).

1.2.8. Evaluación del impacto ambiental

Según Garmendia *et al.*, (2005), es la pérdida del equilibrio de los ecosistemas debido a las alteraciones que se producen en el medio ambiente por acciones del hombre. Los cambios en las condiciones ambientales provocan impactos en las funciones sociales y económicas del medio ambiente, como la provisión de condiciones adecuadas para la salud, la disponibilidad de recursos, y la biodiversidad (Miedzinski *et al.*, 2013).

Sánchez (2006) indica que las diferentes acciones humanas provocan cambios en la calidad ambiental, logrando como resultado la alteración del medio ambiente. Por lo tanto, se debe evaluar las diferentes variables ambientales de manera lógica para determinar su causa y efecto y asimismo determinar su impacto ambiental a través de programas, planes y proyectos con la finalidad de tomar la mejor decisión.

1.2.9. Estándar de calidad ambiental (ECA)

Parámetro que permite medir la concentración de las características físicas, químicas y microbiológicas que se encuentran en el cuerpo receptor del agua, aire y suelo. Asimismo,

el artículo 31 de la Ley general del Ambiente N° 28611 indica que los valores establecidos no representan riesgo para la salud humana y ambiente (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2005).

Según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (2017) en la Tabla 1 se detallan los parámetros de calidad de agua: fisicoquímicos y microbiológicos correspondientes a la categoría 1-subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y cuya aplicación es a nivel nacional.

Tabla 1

Parámetros considerados en categoría 1: Poblacional y recreacional

<i>Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</i>				
<i>Parámetros</i>	<i>Unidad</i>	<i>A1</i> Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	<i>A2</i> Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	<i>A3</i> Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<i>Fisicoquímicos</i>				
<i>Conductividad</i>	(μ S/cm)	1500	1600	**
<i>Dureza</i>	mg/L	500	**	**
<i>Potencial de Hidrógeno (pH)</i>	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0
<i>Sólidos Disueltos Totales</i>	mg/L	1000	1000	1500
<i>Temperatura</i>	°C	Δ 3	Δ 3	**
<i>Turbiedad</i>	UNT	5	100	**
<i>Microbiológicos</i>				
<i>Coliformes Totales</i>	NMP/100 ml	50	**	**
<i>Coliformes Termotolerantes</i>	NMP/100 ml	20	2000	20000

** : Parámetro no aplica para esta subcategoría.

Fuente: Elaboración propia con base en el D.S N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

Según Hernández *et al.*, (2014) señalan que las investigaciones no experimentales transversales son aquellas que no se manipulan las variables, solo se observa y se describen, puesto que cada variable o concepto se trata individualmente. Asimismo, mencionan que el diseño de investigación transversal recolecta datos en un solo momento. Tamayo (2003), menciona que las investigaciones descriptivas se basan en la recolección de datos, con el propósito de describir las variables, analizarlas e interpretarlas en un momento dado. Por lo tanto, el diseño de la presente investigación fue de tipo descriptivo y no experimental, la información se registró en campo, mediante la recolección de muestras de agua para conocer sus concentraciones y en la identificación de aspectos para valorar el impacto ambiental de las actividades antrópicas.

2.2. Lugar y fecha

El estudio se realizó en el caserío de Chirinos, ubicado en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, departamento de Piura. Geográficamente está ubicado con coordenadas UTM WGS84 zona 17S 616677.7 E y 9526074.9 N, a 479 m.s.n.m. de altitud. El estudio se ejecutó en el 2020 entre los meses de julio a setiembre.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Los cuerpos de agua del manantial El Buitre del caserío de Chirinos, representaron la población del estudio.

2.3.2. Muestra

Se realizaron tres campañas de monitoreo en las que se tomaron nueve muestras de agua por cada punto de muestreo haciendo un total de 27 muestras, cada muestra tuvo un volumen aproximado de 250 ml. Para la toma de muestra se siguió lo estipulado en la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA que aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales.

2.4. Descripción de la investigación

2.4.1. Fase preliminar

Se realizó un reconocimiento del área de trabajo, donde se seleccionó de manera provisional tres puntos de muestreo, en función de las acciones antrópicas desarrolladas en el área de estudio. Además, se elaboró matrices (ver Apéndice 2) para identificar aspectos ambientales y determinar el impacto ambiental producto de las actividades antrópicas sobre el manantial el Buitre.

También, se definió el Laboratorio Referencial Sub Regional Luciano Castillo Colonna-Sullana para que las muestras de agua sean analizadas. Finalmente, los equipos y materiales fueron adquiridos para el cumplimiento de los objetivos planteados.

2.4.2. Fase de campo

a. Reconocimiento del área de estudio

El reconocimiento del área de estudio se realizó mediante un recorrido por los alrededores del manantial, para georreferenciar los puntos de muestreo (ver Tabla 2) utilizando un equipo GPS (sistema de posicionamiento satelital), y también para verificar *in situ* las diferentes actividades que se realizan en la zona de trabajo.

Tabla 2

Puntos de monitoreo situados en el manantial El Buitre

<i>Punto de muestreo</i>	<i>Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo (Coordenadas UTM WGS-84 Zona 17s)</i>		
	Norte	Este	Altura (m.s.n.m)
AG-01	9501243	0623490	790
AG-02	9501382	0623279	757
AG-03	9506182	0619056	569

Fuente: Elaboración propia.

El punto AG-01 se ubicó cerca a la naciente del manantial; el punto AG-02 se ubicó 50 metros aguas arriba de la captación denominada El Buitre, la cual abastece de agua a la población de Chirinos; mientras que el punto AG-03 se ubicó en la zona con mayor actividad agrícola y ganadera.

b. Medición de parámetros de campo

Los parámetros pH, temperatura, conductividad eléctrica, y TDS, se midieron *in situ* mediante el método potenciométrico, para ello se utilizó un multiparámetro de marca MILWAUKEE modelo MW804. Es necesario aclarar que el multiparámetro utilizado no se encontraba calibrado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) debido que en el periodo de ejecución de la investigación nos encontrábamos en un periodo crítico de la pandemia y era imposible trasladar el equipo hasta las instalaciones de INACAL. Lo que se

realizó en campo antes de las mediciones, fue la limpieza del electrodo con agua destilada y la calibración del equipo con las soluciones patrón de PH, EC, Temperatura MW804 según indicaciones del fabricante del instrumento; comprobando su correcta funcionalidad. Para realizar las mediciones en los tres puntos de muestreo, se procedió a realizar lo siguiente:

- Para elegir el modo de medición pH, o bien EC (mS), o bien TDS (ppt), se pulsó la tecla SET HOLD, para pasar de un parámetro a otro.
- Una vez elegido el parámetro de medición, se introdujo el electrodo directamente en el cuerpo de agua del manantial para determinar el valor de la variable seleccionada. Para medir otro parámetro, se siguió utilizando la tecla SET HOLD.

c. Medición del parámetro dureza total

Para determinar las concentraciones de este parámetro en los tres puntos y campañas de muestreo, se utilizó una prueba kit de la marca HANNA INSTRUMENT (ver Figura 1), modelo Hi-3812. A continuación, se describe lo realizado en campo (ver Apéndice 3).

Reacción química

Para determinar la dureza del agua mg/L la cual es expresada en carbonato de calcio, se realiza a través del método titulométrico de ácido Etilendiamino-tetraacético y sus sales de sodio (EDTA). Inicialmente, la solución acuosa que contenga iones de calcio y magnesio, se lleva a un pH10 con el empleo de una solución amortiguadora o buffer de 2-aminoetanol. La calmagita, la cual es un indicador metalcrómico, crea un complejo con iones metálicos como magnesio o calcio para formar una mezcla de color rojo vino. Al añadir EDTA, como reactivo de titulación, los iones de calcio y magnesio formaran un complejo, y, cuando todos estos iones estén incluidos en dicho complejo, la solución cambiara del rojo vino al azul, señalando el punto final de la titulación (Rice et al., 2017).

Pasos para seguir en campo

- Inicialmente se recolecto en un vaso de precipitado de 20 ml una muestra de agua de 5 ml y se procedió a agregar cinco gotas del buffer, el cual permite mantener la estabilidad de los complejos formados.
- Luego, se agregó una gota del indicador de calmagita [ácido 1-(1-hidroxi-4-metil-2-fenilazo)-2-naftol-4-sulfónico] y se precedió a homogenizar la muestra de agua.
- Con una jeringa se procedió a extraer 1 ml del reactivo EDTA HI3912-0, este producto es un agente secuestrante de iones, su función es atrapar el calcio y magnesio. Se procedió a colocar la punta de la jeringa en el puerto de la tapa del vaso de precipitado y se agregó lentamente la solución de titulación gota a gota, girando para mezclar después de cada gota. Se continuó agregando la solución de titulación hasta que la solución se vuelva púrpura, se mezcló durante 15 segundos después de cada gota adicional hasta que la solución se volvió azul.
- Para medir la concentración de dureza se procedió a leer los mililitros gastados de solución de titulación y se multiplico por 300 para obtener los mg/L (ppm) de carbonato de calcio (CaCO_3).



Figura 1. Medición del parámetro dureza mediante el kit HANNA 3812. *Fuente:* Elaboración propia.

d. Toma de muestras

Según lo establecido en la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales, se procedió a evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos (ver Figura 2) de las muestras de agua (ANA, 2016).

Para la toma de las muestras de agua, se siguió los procedimientos para la toma de muestra en ríos o quebradas con bajo caudal:

- Se seleccionó un punto central de la corriente del manantial, donde esta era proporcional, obviando aguas estáticas y pocas profundas.
- Se tomó un frasco de vidrio de 250 ml y se retiró la tapa sin rozar la superficie interna del recipiente.

- Previo a la toma de muestras, los frascos se enjuagaron dos veces con la misma muestra, a excepción de los recipientes para el análisis de los parámetros microbiológicos.
- La muestra se colecta a nivel superficial sumergiendo el recipiente a contracorriente.
- En todo momento se evitó coleccionar algún tipo de sólidos que pudiera alterar los resultados.



Figura 2. Toma de muestra de agua. *Fuente:* Elaboración propia.

Las campañas de muestreo se realizaron el 15 de julio (primer muestreo), 17 de agosto (segundo muestreo), y 14 de setiembre de 2020 el tercer muestreo. La toma de las diferentes muestras del cuerpo de agua se realizó teniendo la precaución de no alterar las condiciones del medio, la distancia y la profundidad (5 cm).

Parámetros fisicoquímicos

Para la toma de las muestras de agua para el análisis del parámetro turbiedad, se utilizaron frascos de vidrio de 250 ml. Inicialmente para eliminar las impurezas y cuerpos extraños dentro del frasco, se enjuagaron dos veces y de esta manera evitar alguna alteración de los resultados.

Parámetros microbiológicos

Se utilizaron frascos de vidrio esterilizados previamente y papel Kraft que actúa como capucha de protección, como se aprecia en la Tabla 3. La manipulación para la muestra se tuvo en cuenta no tocar la parte interna del frasco ni la parte inferior del tapón, y así evitar alguna alteración de la muestra colectada. Para una mejor conservación de la muestra en el frasco y suministro de oxígeno a las bacterias presentes en la muestra de agua se dejó un espacio del 1/3 del volumen del frasco.

Tabla 3

Tipo de envases para las muestras evaluadas

<i>Parámetro</i>	<i>Tipo de envase</i>	<i>Condiciones de preservación y almacenamiento</i>	<i>Tiempo máximo de almacenamiento</i>
<i>Turbiedad</i>	Vidrio transparente	Sin preservación	24 horas
<i>Coliformes Totales</i>	Vidrio estéril	Sin preservación y almacenado a 4 °C	24 horas
<i>Coliformes Termotolerantes</i>	Vidrio estéril	Sin preservación y almacenado a 4 °C	24 horas

Fuente: Elaboración propia.

e. Etiquetado de frascos

Cada uno de los frascos fue debidamente identificado antes de la toma de muestra con una etiqueta, la cual se protegió con cinta adhesiva. Los datos que se consignaron en cada una de las etiquetas fueron: El solicitante (a), nombre del laboratorio (b), código del punto de monitoreo (c), tipo de cuerpo de agua (d), muestreo: fecha (f), hora: mañana o tarde (g), responsable de la toma de muestra (h), muestra fisicoquímica o microbiológica (i), se preserva sí o no y (j) tipo de reactivo.

f. Transporte y conservación de muestras

Previamente antes del envío de las muestras colectadas, fueron embaladas con cuidado y así asegurar de manera correcta su traslado. Se emplearon *cooler* que son cajas térmicas a una temperatura de ≤ 6 °C, además estas se abastecieron con *ice pack* para mantener la temperatura adecuada de conservación y de traslado de dos horas (en camioneta) al Laboratorio Referencial Sub Regional Luciano Castillo Colonna-Sullana.

g. Determinación del impacto antrópico

Se realizaron varias visitas a la zona de estudio y se recolectó información mediante la observación directa y luego plasmarla en una matriz de causa-efecto (Leopold). La lectura de la matriz de Leopold en los diferentes elementos ambientales busca la interacción entre filas y columnas (Figura 4) productos de estas interacciones de causa y efecto dan como posible resultado un impacto ambiental. Además, la magnitud (M) ambiental producto de las interacciones positivas (+) o negativas (-) separadas a través de una línea diagonal, indican el grado de magnitud (M) valorado de 1 a 10, siendo 1 la magnitud mínima y 10 la magnitud máxima (Garmendia *et al.*, 2005).

	Acciones que afectan
Elementos ambientales	

Figura 3. Ejemplo de construcción de las celdas de la matriz de Leopold Fuente: Garmendia et al., (2005).

Fue necesario determinar, en primer lugar, actividades y factores impactantes a los efectos ambientales (ver Apéndice 4). Variables identificadas: paisaje (perceptual), suelo y agua (física), flora y fauna (biótica), social (demográfico), usos del suelo (territorial), y medio económico. En cuanto a la escala de valoración de la magnitud e importancia de los impactos los valores se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Rango de valoración de impactos

<i>Rango</i>	<i>Calificación</i>	
<i>Magnitud</i>	Puntual	1-2
	Parcial	3-4
	Medio	5-6
	Extenso	7-8
	Total	9-10
<i>Importancia</i>	Muy baja	1-2
	Baja	3-4
	Moderada	5-6
	Alta	7-8
	Muy alta	9-10

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber identificado todas las actividades que se desarrollan en el manantial (Tabla 16), se procedió a otorgarle un valor para cada celda en función de las acciones que

ocasionan alguna perturbación al ambiente. Una vez calificadas todas las celdas, se procedió a multiplicar la magnitud por la importancia. Finalmente, se realizó la suma algebraica de cada fila y columna, y de esta manera se determinó el factor ambiental del impacto producido (fila) y la acción que genera el impacto (columna).

2.4.3. Fase de laboratorio

Los parámetros Coliformes termotolerantes, Coliformes totales y turbiedad, fueron realizadas en el Laboratorio Referencial Sub Regional Luciano Castillo Colonna-Sullana. Para obtener los resultados, el laboratorio utilizó los métodos de análisis de la norma internacional Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 23RD Ed. (APHA, AWWA, WEF), que consiste en estandarizar las metodologías y lograr un proceso con alto nivel de confiabilidad (ver Apéndice 6, 7 y 8)

2.4.4. Fase de gabinete

Los datos obtenidos de los análisis anteriores fueron ordenados, tabulados y procesados. Se realizó la valoración de los impactos identificados en la fase de campo por medio de la matriz de Leopold y finalmente, se redactó el informe final de investigación.

2.5. Identificación de variables y su mensuración

Las variables que se plantearon para este estudio se exponen en la Tabla 5.

Tabla 5

Variables de análisis y su mensuración

<i>Variables</i>	<i>Método de análisis</i>	<i>Unidad de medida</i>
<i>pH</i>	Electrométrico	Unidad de pH
<i>Sólidos totales disueltos</i>	Electrométrico	mg/L

<i>Conductividad eléctrica</i>	Electrométrico	µS/cm
<i>Temperatura</i>	Electrométrico	°C
<i>Dureza total</i>	Titulación	mg/L
<i>Turbiedad</i>	Nefelométrico	UNT
<i>Coliformes termotolerantes</i>	Tubos múltiples	NMP/100 ml
<i>Coliformes totales</i>	Tubos múltiples	NMP/100 ml
<i>Determinación del impacto ambiental</i>	Matriz de Leopold	<100= Leve 100-300=Moderada 300-450=Alta >450=Muy alta

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Análisis de datos

Las medidas de tendencia central (media), se aplicó para el procesamiento de datos obtenidos. También, se procesó y evaluó la información utilizando el programa Microsoft Excel 2016, el cual fue útil para el análisis de los resultados, elaborar tablas, figuras, y evaluar el impacto ocasionado por las actividades antrópicas.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Determinación de la variación de las concentraciones de las variables fisicoquímicas del agua del manantial El Buitre

Los resultados obtenidos de las variables fisicoquímicas (pH, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica, temperatura, dureza total y turbidez) de los tres puntos de muestreo (AG-01, AG-02 y AG-03). Y los valores de concentración de cada parámetro establecido en el ECA categoría 1- subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Tabla 6).

Tabla 6

Resultados de las variables fisicoquímicas

Puntos de muestreo	Mes de muestreo	Parámetros Fisicoquímicos					
		pH	Sólidos totales disueltos	Conductividad eléctrica	Temperatura	Dureza total	Turbiedad
		Unidad de pH 6,5 – 8,5	mg/L 1000	µS/cm 1500	°C Δ 3	mg/L 500	UNT 5
AG-01	JULIO	8,04	240	481	19	190	2,76
	AGOSTO	8,09	240	481	20	195	1,78
	SETIEMBRE	8,17	257	514	21	190	2,75
	MEDIA	8,10	245,67	492	20	191,67	2,43
AG-02	JULIO	8	252	502	20	200	2,19
	AGOSTO	7,85	252	506	20,8	205	2,27
	SETIEMBRE	7,47	578	1156	21,5	200	14,27
	MEDIA	7,77	360,67	721,33	20,77	201,67	6,24
AG-03	JULIO	7,7	261	524	21,1	195	24,11
	AGOSTO	7,93	257	512	21,5	200	11,94
	SETIEMBRE	7,41	582	1163	21,8	200	27,92
	MEDIA	7,68	366,67	733	21,47	198,33	21,32

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1. Resultados de potencial de hidrógeno (pH)

Los parámetros obtenidos en la presente investigación en los diferentes puntos de muestreo indican que los valores de pH del agua del manantial El Buitre tiene una tendencia a la alcalinidad, con variaciones mínimas, que van desde un rango de (7,7 y 8,17), determinando que el valor más alto se presentó en el punto AG-01 en el mes de setiembre, tal como se muestra a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7

Valores de pH de los tres puntos de muestreo del manantial El Buitre

Unidad de medida: unidad de pH					
Punto de muestreo	Julio	Agosto	Setiembre	Media	ECA- cat.1
AG-01	8,04	8,09	8,17	8,10	
AG-02	8	7,85	7,47	7,77	6,5 – 8,5
AG-03	7,7	7,93	7,41	7,68	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar los niveles de concentración del potencial de hidrógeno del área de estudio, no superan los valores establecidos en la categoría 1- subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable establecidos en la normativa del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM ECA para agua, donde se establece el valor para pH es de 6,5 a 8,5 (Figura 4).

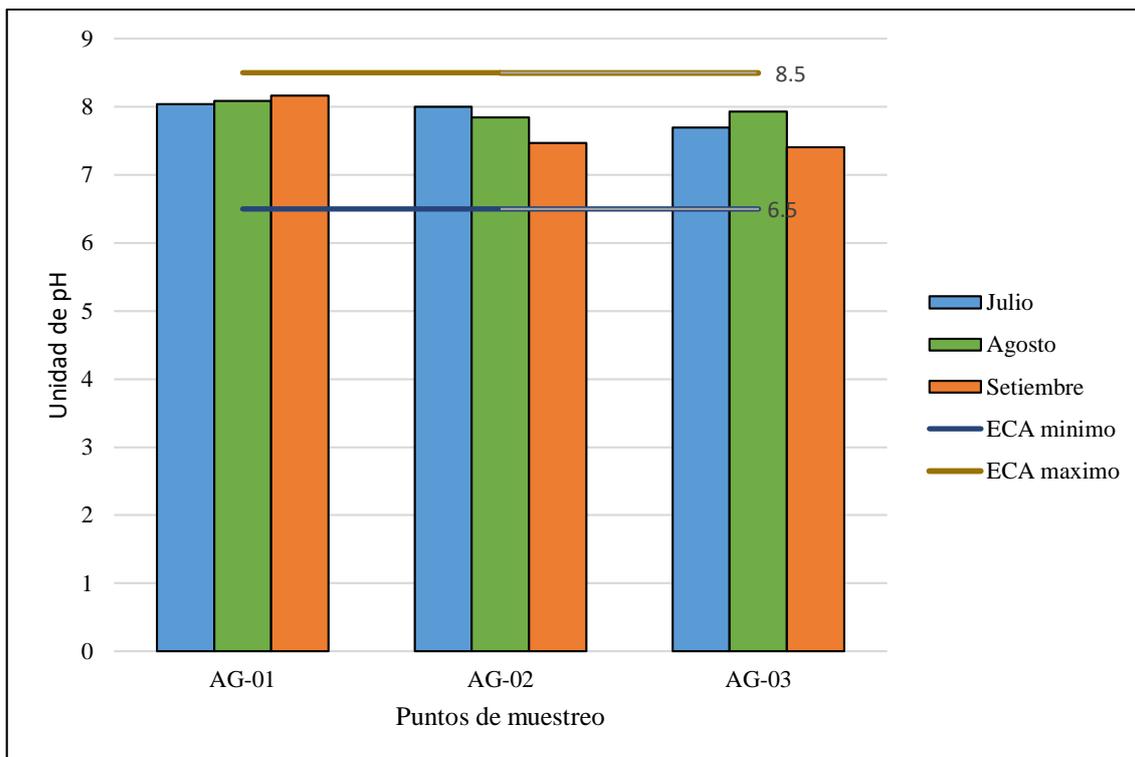


Figura 4. Concentración de potencial de hidrógeno (pH). Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Resultados de sólidos totales disueltos (TDS)

Los resultados del parámetro sólidos totales disueltos presentes en el agua del manantial El Buitre, no presentaron diferencias en todos los puntos de muestreo. Las concentraciones de TDS en el punto AG-01 fueron de 245,67 mg/L, en el punto AG-02 de 360 mg/L y en el punto AG-03 de 366,67 mg/L como valor promedio (Tabla 8).

Tabla 8

Valores de TDS de los tres puntos de muestreo del manantial El Buitre

Punto de muestreo	Unidad de medida: mg/L			Media	ECA- cat.1
	Julio	Agosto	Setiembre		
AG-01	240	240	257	245,67	
AG-02	252	252	578	360,67	1000
AG-03	261	257	582	366,67	

Fuente: Elaboración propia.

Además, según el ECA para agua, categoría 1-subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, en todos los puntos de muestreo y en las tres campañas de monitoreo los valores de los sólidos totales disueltos no superaron el valor de 1000 mg/L (Figura 5).

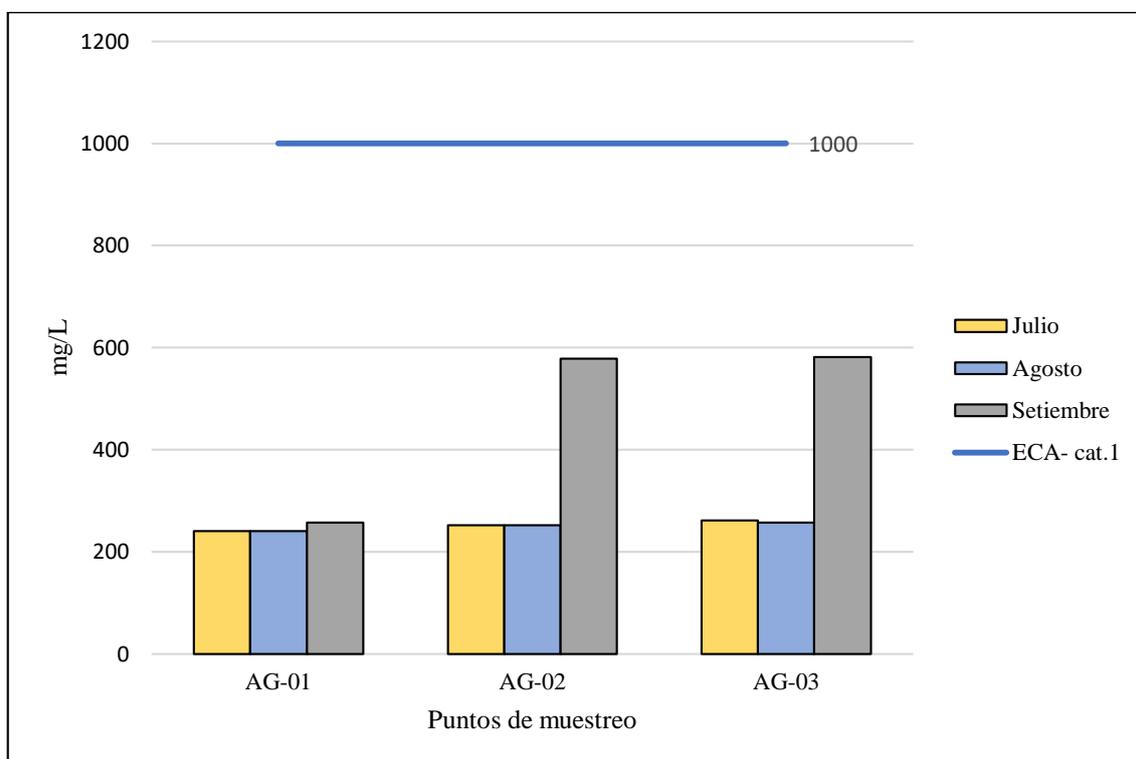


Figura 5. Concentración de Sólidos Totales Disueltos (mg/L). Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Resultados de conductividad eléctrica

Los resultados de conductividad eléctrica en tres puntos donde se realizó el muestreo indican que el punto AG-01 presenta una media de 492 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo setiembre el mes que tuvo el máximo valor de 514 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el mes de julio como mínimo valor de 481 $\mu\text{S}/\text{cm}$; el punto AG-02 se obtuvo una media de 721 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo setiembre el mes que tuvo el máximo valor de 1156 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el mes de julio el mínimo valor de 502 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Por otro lado, el punto AG-03 presento una media de 733 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo setiembre el mes que tuvo el máximo valor de 1163 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el mes de agosto el mínimo valor de 512 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente (Tabla 9).

Tabla 9

Resultados de Conductividad Eléctrica de los tres puntos de muestreo

Unidad de medida: $\mu\text{S}/\text{cm}$					
Punto de muestreo	Julio	Agosto	Setiembre	Media	ECA- cat.1
AG-01	481	481	514	492	
AG-02	502	506	1156	721	1500
AG-03	524	512	1163	733	

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6 se comparan los resultados de conductividad eléctrica y los establecidos en el estándar de calidad ambiental (ECA-agua). Según el ECA para agua, categoría 1-subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, ninguno de los valores los supera cuyo valor es de $1500 \mu\text{S}/\text{cm}$.

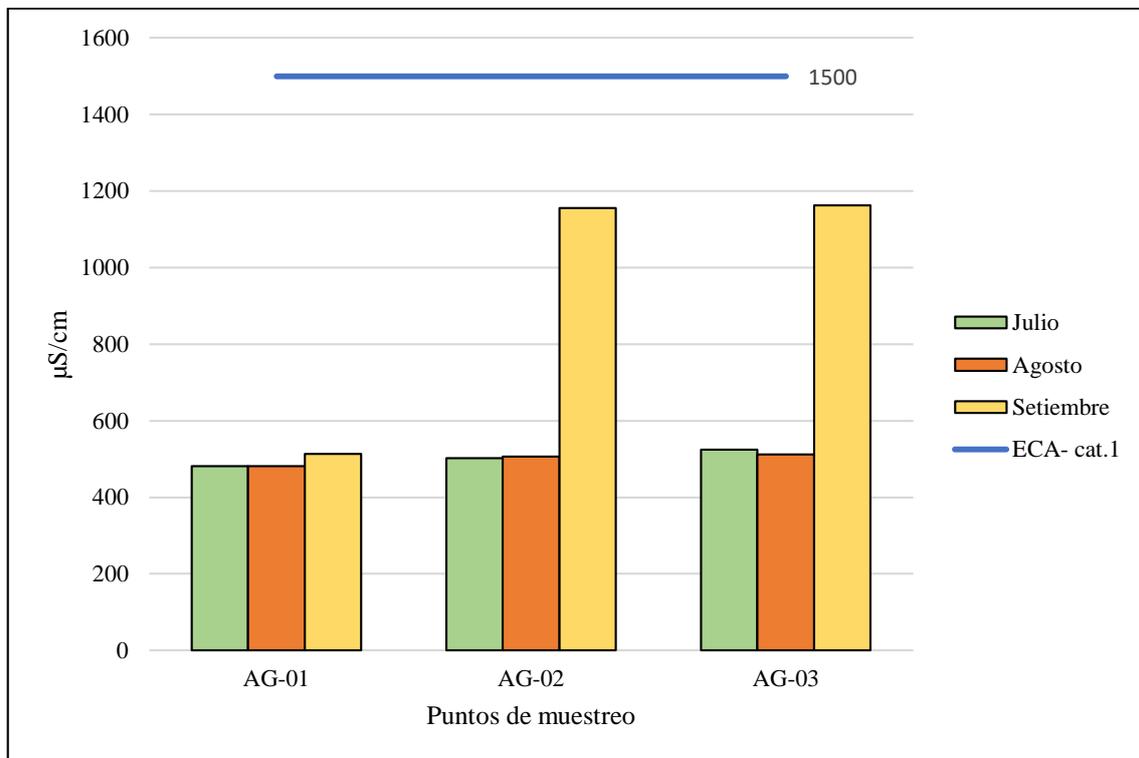


Figura 6. Concentración de Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$). *Fuente:* Elaboración propia.

3.1.4. Resultados de temperatura

Los valores de temperatura presentes en el agua son muy similares en los meses de estudio, en donde se manifiesta que varía entre 19 y 21,8 °C, determinando que el valor más alto se presentó en el punto AG-03 en el mes de setiembre, como se aprecia en la Tabla 10.

Tabla 10

Valores de Temperatura de los tres puntos de muestreo del manantial El Buitre

Unidad de medida: grados Celsius (°C)					
Punto de muestreo	Julio	Agosto	Setiembre	Media	ECA- cat.1
AG-01	19	20	21	20,00	
AG-02	20	20,8	21,5	20,77	Δ 3
AG-03	21,1	21,5	21,8	21,47	

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7 se aprecia, que los valores de los puntos de muestreo cumplen con lo establecido en el ECA-agua.

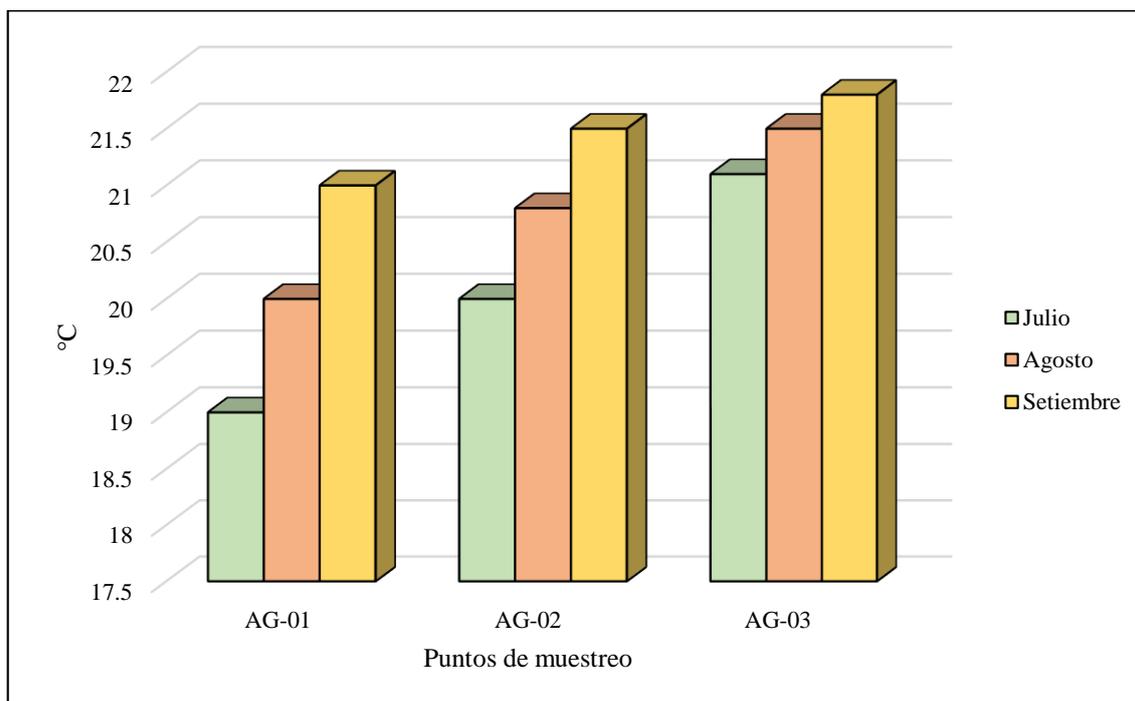


Figura 7. Niveles de Temperatura (°C). *Fuente:* Elaboración propia.

3.1.5. Resultados de dureza total

Los valores obtenidos en el área de estudio indican que los valores de Dureza del agua presentes en el agua son muy similares en los meses de estudio, en donde se manifiesta que las concentraciones varían entre 190 y 205 mg/L como se observa en la Tabla 11.

Tabla 11

Valores de Dureza Total de los tres puntos de muestreo del manantial El Buitre

Unidad de medida: miligramos por litro (mg/L)					
Punto de muestreo	Julio	Agosto	Setiembre	Media	ECA- cat.1
AG-01	190	195	190	192	
AG-02	200	205	200	202	500
AG-03	195	200	200	198	

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, según ECA-agua, establecidos en la normativa del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM no superan los valores establecidos, donde se establece que el valor es de 500 mg/L (Figura 8).

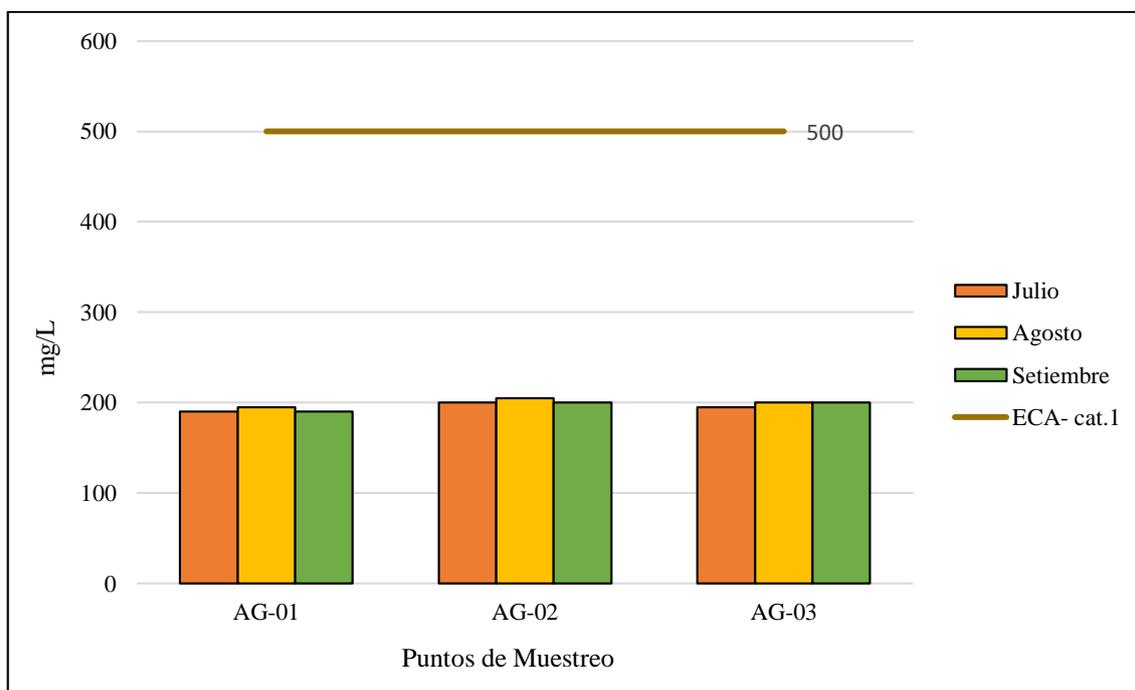


Figura 8. Concentración de Dureza Total (mg/L). *Fuente:* Elaboración propia.

3.1.6. Resultados de turbiedad

Los resultados del análisis de turbiedad en el agua del manantial El Buitre, determina la presencia de concentraciones normales en el punto de muestreo AG-01 y AG-02 a excepción del mes de setiembre donde se registraron valores elevados para este parámetro. Además, en el punto de muestreo AG-03 se determinó concentraciones elevadas de turbiedad, que comparadas con el ECA-agua para agua estas se encuentran fuera del límite establecido (Tabla 12).

Tabla 12

Valores de Turbiedad de los tres puntos de muestreo del manantial El Buitre

Unidad de medida: UNT					
Punto de muestreo	Julio	Agosto	Setiembre	Media	ECA- cat.1
AG-01	2,76	1,78	2,75	2,43	
AG-02	2,19	2,27	14,27	6,24	5
AG-03	24,11	11,94	27,92	21,32	

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que los valores en los puntos de muestreo AG-01 y AG-02 están por debajo de la norma de calidad de agua, en comparación con los ECA-agua, se observa en la Figura 9. Sin embargo, los valores del punto de muestreo AG-03 se encuentran fuera de lo que establece el ECA-agua cuyo valor es de 5 UNT.

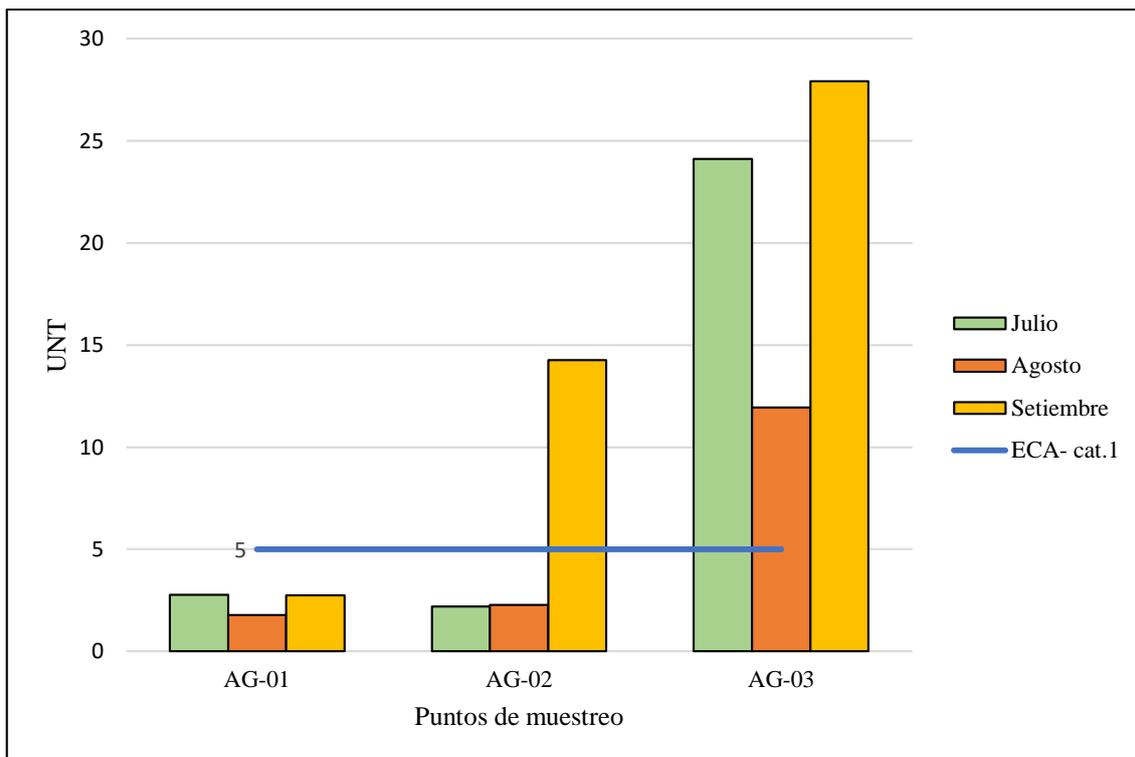


Figura 9. Concentración de Turbiedad (UNT). Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 12 y Figura 9 se muestran los resultados de la variable turbiedad, la cual tiende a incrementar sus concentraciones a partir del punto AG-02 hacia el punto AG-03. Este acrecentamiento es generado por la actividad agrícola que utiliza el riego por aspersión y genera el lavado de suelos, llegando al agua del manantial partículas de naturaleza inorgánica como limos y arcillas. Además, en ciertos tramos del manantial existen bebederos artesanales construidos por los campesinos para que el ganado efectúen sus abrevados directamente del cauce, lo que provoca la presencia de partículas en suspensión.

3.2. Determinación de la variación de las concentraciones de las variables microbiológicas del agua del manantial El Buitre

Los resultados microbiológicos para los tres puntos de muestreo de los parámetros coliformes totales y coliformes termotolerantes, son comparadas con lo que establece el ECA para agua categoría 1- subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Tabla 13).

Tabla 13*Concentraciones de las variables microbiológicas*

Parámetros microbiológicos			
Puntos de muestreo	Mes de muestreo	Coliformes termotolerantes	Coliformes totales
	Unidad	NMP/100 ml	NMP/100 ml
	ECA- cat.1	20	50
AG-01	JULIO	0	11
	AGOSTO	3	11
	SETIEMBRE	1	4
	MEDIA	1,33	8,67
AG-02	JULIO	4	21
	AGOSTO	28	93
	SETIEMBRE	350	920
	MEDIA	127,33	344,67
AG-03	JULIO	460	2400
	AGOSTO	2400	2400
	SETIEMBRE	540	1600
	MEDIA	1133,33	2133,33

Fuente: Elaboración propia.**3.2.1. Resultados de coliformes termotolerantes**

Los valores obtenidos de las muestras de agua de coliformes termotolerantes presentes en el manantial El Buitre en las tres campañas de muestreo (julio, agosto y setiembre). Se puede observar que el punto AG-01 presenta valores promedio de 1,33 NMP/100 ml, el punto AG-02 de 127,33 NMP/100 ml, mientras que el punto AG-03 presenta un valor promedio de 1133,33 (Tabla 14).

Tabla 14*Resultados de las concentraciones bacterias Coliformes Termotolerantes*

Punto de muestreo	Unidad de medida: NMP/100 ml				ECA- cat.1
	Julio	Agosto	Setiembre	Media	
AG-01	0	3	1	1,33	
AG-02	4	28	350	127,33	20
AG-03	460	2400	540	1133,33	

Fuente: Elaboración propia.

Además, la comparación de las concentraciones de coliformes termotolerantes con los que establece el estándar de calidad ambiental (ECA-agua) (Figura 10) donde se observa que los valores de los puntos de muestreo AG-02 y AG-03 se encuentran fuera de lo que establece el ECA para agua categoría 1- subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, cuyo valor es de 20 NMP/100 ml.

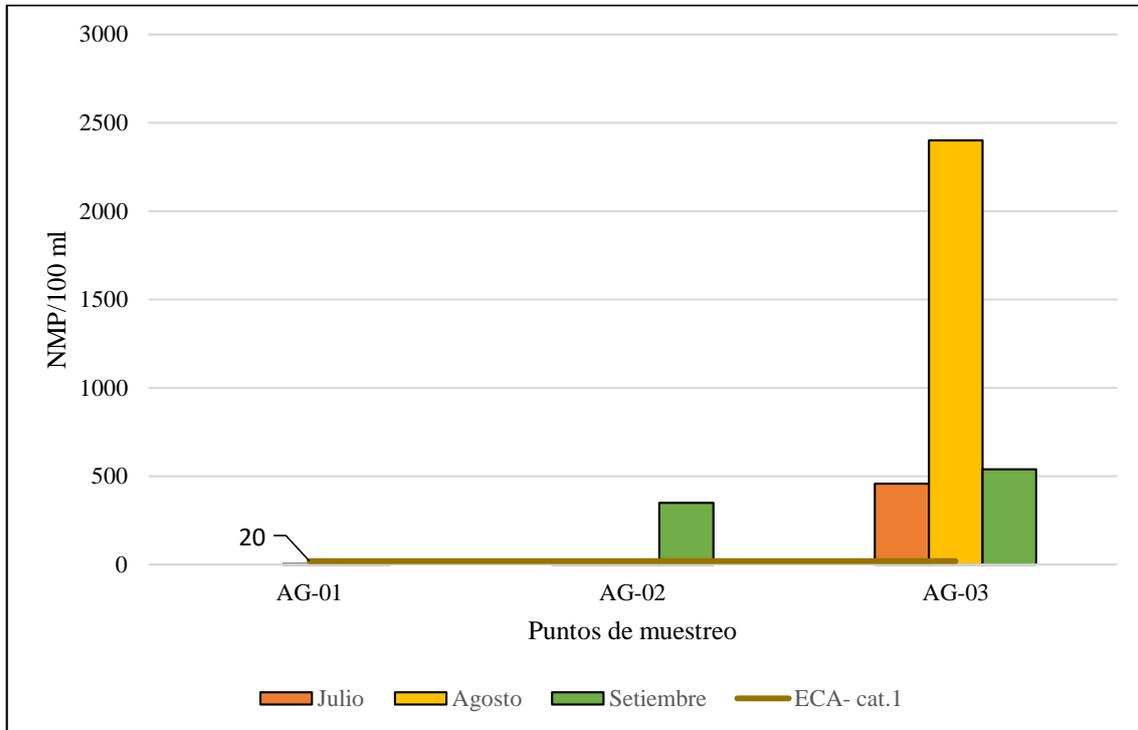


Figura 10. Concentración de Coliformes Termotolerantes en los tres puntos de muestreo (NMP/100ml). Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Resultados de coliformes totales

Los valores del parámetro coliformes totales presentes en el agua del manantial El Buitre en las tres campañas de muestreo (julio, agosto y setiembre), el punto AG-01 presenta valores promedio de 8,67 NMP/100 ml, el punto AG-02 de 344,67 NMP/100 ml, mientras que el punto AG-03 presenta un valor promedio de 2133,33 NMP/100 ml como se puede observar en la Tabla 15.

Tabla 15

Resultados de las concentraciones bacterias Coliformes Totales

Punto de muestreo	Unidad de medida: NMP/100 ml				ECA- cat.1
	Julio	Agosto	Setiembre	Media	
AG-01	11	11	4	8,67	
AG-02	21	93	920	344,67	50
AG-03	2400	2400	1600	2133,33	

Fuente: Elaboración propia.

Al comparar los valores de los ECA-agua y coliformes totales (Figura 11) se observa que los valores del punto de muestreo AG-01 está por debajo de lo que establece la norma peruana de calidad de agua. Sin embargo, los valores de los puntos de muestreo AG-02 y AG-03 se encuentran fuera de lo que establece el ECA para agua categoría 1- subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, cuyo valor es de 50 NMP/100 ml.

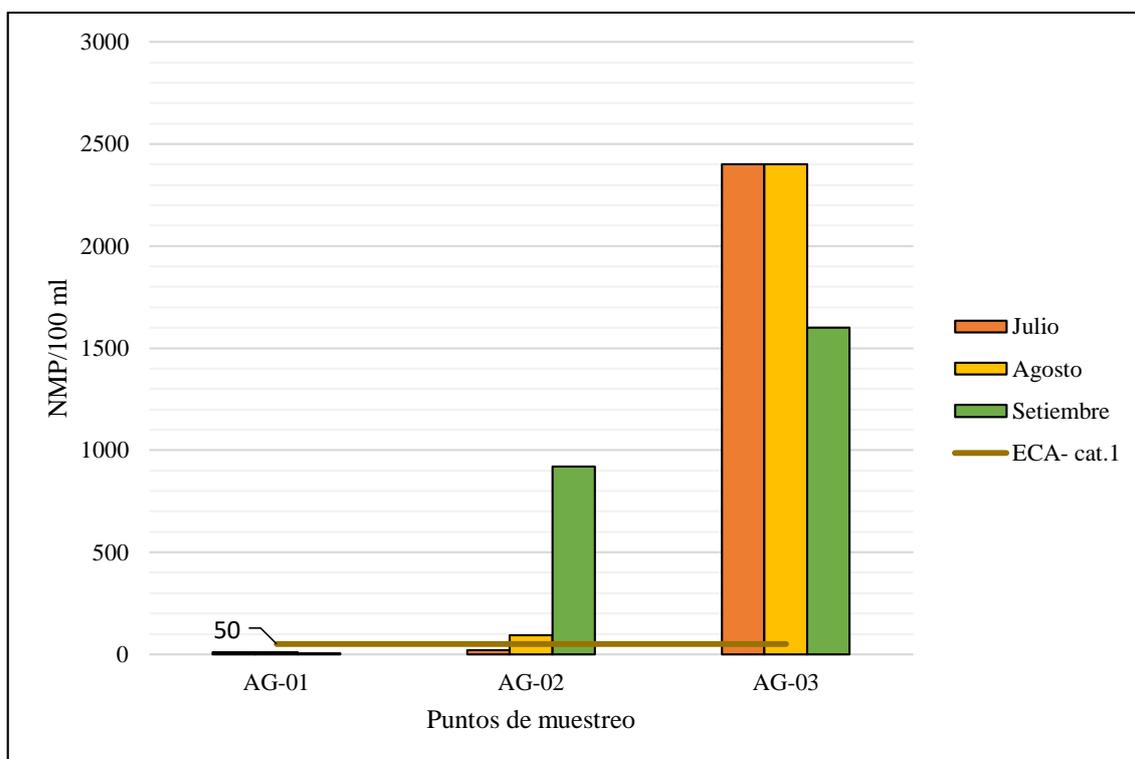


Figura 11. Concentración Coliformes Totales en los tres puntos de muestreo (NMP/100ml).

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10 y 11 se muestran los resultados de las variables coliformes termotolerantes y totales, la cual tiende a incrementar sus concentraciones a partir del punto AG-02 hacia el punto AG-03. Este acrecentamiento se debe que, en esta parte del manantial, los animales de sangre caliente beben agua directamente del cauce y simultáneo a ello realizan sus necesidades fisiológicas en la misma, alterando la calidad microbiológica del agua.

3.3. Identificación de actividades y valoración de impactos antrópicos sobre el manantial el buitre

Se realizó la delimitación del área de influencia, para luego identificar las actividades con potencial de causar impacto sobre el manantial. El área de influencia del manantial se delimito en 100 metros a cada lado del cauce.

3.3.1. Nivel de impacto ambiental

Se logró identificar nueve actividades antrópicas que ocasionan 25 interacciones ambientales: Tala de árboles, control químico de malezas, siembra de cultivos (maíz, plátano, yuca y cacao), fertilización, control de plagas agrícolas, cosecha, pastoreo de ganado vacuno, control químico de enfermedades y siembra de pastos. Actividades que afectan la producción y productividad agropecuaria en el área de estudio. Asimismo, en la Tablas 16 y 17 se pueden apreciar la matriz de impactos antrópicos y su respectiva valoración en magnitud e importancia. Es una matriz de causa y efecto que contiene información referida a la interacción entre la actividad con el factor ambiental que se estima afectado.

Haciendo uso de la matriz de Leopold, se determinó un nivel de impacto ambiental negativo alto de -1579. Evaluación que demuestra que actividades como la agricultura y la ganadería, donde las acciones a realizar son la tala de árboles (-557), el control químico de malezas (-285), control de plagas agrícolas (-318), fertilización (-128) y al pastoreo de ganado (-160), los elementos ambientales que siempre resultarán más impactados son el suelo (-592), flora (-313), agua (-329) y fauna (-261). En la Tabla 18 se observa el análisis de los factores

ambientales impactados por las distintas actividades antrópicas que se realizan en el manantial El Buitre.

Tabla 16

Matriz de identificación de impactos antrópicos

Identificación de impactos antrópicos / Actividades antrópicas				Tala de arboles	Control químico de malezas	Siembra	Fertilización	Control de plagas agrícolas	Cosecha	Pastoreo de ganado vacuno	Control químico de enfermedades	Siembra de pastos	Afectaciones negativas	Afectaciones positivas	Puntaje acumulado	
Sistema	Medio	Elemento	Factores													
Biofísico	Físico	Suelo	Perdida de suelo fértil	1	X	X	X	X				X	5	0	5	
			Erosión	2	X		X				X		X	4	0	4
			Contaminación	3		X		X	X			X		4	0	4
			Compactación	4							X		X	2	0	2
			Basura o RTP	5		X			X			X		3	0	3
		Agua	Contaminación	6	X	X		X	X		X	X		6	0	6
			Presión sobre el recurso	7			X				X		X	3	0	3
	Biótico	Flora	Pérdida Cubierta Vegetal	8	X	X								2	0	2
			Biodiversidad	9	X									1	0	1
			Alteración del ecosistema	10	X	X			X					3	0	3
		Fauna	Destrucción hábitat	11	X									1	0	1
			Pérdida de Biodiversidad	12	X	X		X	X					4	0	4

Socioeconómico-cultural	Perceptual	Paisaje	Desplazamiento de fauna	13	X									1	0	1	
			Cambio en la morfología	14	X										1	0	1
			Cambio en el volumen	15	X										1	0	1
			Perdida paisajística	16	X		X						X		3	0	3
			Intrusión visual	17			X				X		X		3	0	3
	Demográfico	Social	Salud y seguridad	18	X	X		X	X					4	0	4	
			Educación	19			+			+					0	2	2
			Calidad de vida	20	X	X	+		X	+					3	2	5
	Territorial	Usos del suelo	Uso agrícola	21	+	X	+		X	+	X			3	3	6	
			Uso pecuario	22	+	X	+		X	+	+		+		2	5	7
	Económico	Economía	Generación de empleo	23	+	+	+	+	+	+			+		0	7	7
Ingresos			24	+	+	+	+	+	+			+		0	7	7	
Cambio de valor de terrenos			25	+	X	+	+	X						2	3	5	
Afectaciones negativas				14	12	5	5	10	0	6	3	6					
Afectaciones positivas				5	2	7	3	2	6	1	0	3					
Puntaje acumulado				19	14	12	8	12	6	7	3	9					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Matriz de valorización de impactos antrópicos

Valorización de impactos antrópicos / Actividades antrópicas					Tala de arboles	Control químico de malezas	Siembra	Fertilización	Control de plagas agrícolas	Cosecha	Pastoreo de ganado vacuno	Control químico de enfermedades	Siembra de pastos
Sistema	Medio	Elemento	Factores										
Biofísico	Físico	Suelo	Pérdida de suelo fértil	1	-8 / 9	-5 / 7	-6 / 7	-4 / 6					-4 / 5
			Erosión	2	-6 / 9		-5 / 6				-6 / 7		-4 / 6
			Contaminación	3		-4 / 8		-5 / 7	-5 / 8			-3 / 6	
			Compactación	4							-5 / 7		-3 / 5
			Basura o RTP	5		-4 / 7			-4 / 7			-3 / 6	
		Agua	Contaminación	6	-5 / 7	-6 / 8		-5 / 9	-6 / 9		-5 / 8	-3 / 5	
			Presión sobre el recurso	7			-5 / 8				-4 / 7		-4 / 6
	Biótico	Flora	Pérdida Cubierta Vegetal	8	-8 / 9	-4 / 6							
			Biodiversidad	9	-7 / 8								
			Alteración del ecosistema	10	-7 / 9	-5 / 7			-7 / 9				
		Fauna	Destrucción hábitat	11	-6 / 8								
			Pérdida de Biodiversidad	12	-6 / 8	-5 / 8		-5 / 8	-5 / 9				

	Perceptual	Paisaje	Desplazamiento de fauna	13	-5/8									
			Cambio en la morfología	14	-4/6									
			Cambio en el volumen	15	-4/6									
			Perdida paisajística	16	-6/7		-4/6							-4/5
			Intrusión visual	17			-4/6					-3/5		-4/6
socioeconómico-cultural	Demográfico	Social	Salud y seguridad	18	-4/6	-3/6		-2/4	-3/6					
			Educación	19			3/5			3/5				
			Calidad de vida	20	-3/5	-3/7	3/6		-4/7	4/6				
	Territorial	Usos del suelo	Uso agrícola	21	3/4	-3/7	3/5		-3/7	2/4	-3/5			
			Uso pecuario	22	3/4	-3/6	3/5		-3/6	3/6	3/5		2/4	
	Económico	Economía	Generación de empleo	23	3/4	2/4	2/4	2/3	2/3	3/4			2/4	
			Ingresos	24	2/3	2/4	2/4	2/3	2/3	2/4			3/4	
			Cambio de valor de terrenos	25	3/6	-3/5	3/5	3/4	-3/5					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

Matriz de valorización cualitativa de impactos antrópicos

Valoración de impactos antrópicos / Actividades antrópicas				Tala de arboles	Control químico de malezas	Siembra	Fertilización	Control de plagas agrícolas	Cosecha	Pastoreo de ganado vacuno	Control químico de enfermedades	Siembra de pastos	Total	
Sistema	Medio	Elemento	Factores											
Biofísico	Físico	Suelo	Pérdida de suelo fértil	1	-72	-35	-42	-24					-20	-193
			Erosión	2	-54		-30				-42		-24	-150
			Contaminación	3		-32		-35	-40		0	-18		-125
			Compactación	4							-35		-15	-50
			Basura o RTP	5		-28			-28			-18		-74
	Agua	Contaminación	6	-35	-48		-45	-54		-40	-15		-237	
		Presión sobre el recurso	7			-40				-28		-24	-92	
	Biótico	Flora	Pérdida Cubierta Vegetal	8	-72	-24								-96
			Biodiversidad	9	-56									-56
			Alteración del ecosistema	10	-63	-35			-63					-161
		Fauna	Destrucción hábitat	11	-48									-48

socioeconómico-cultural	Perceptual	Paisaje	Pérdida de Biodiversidad	12	-48	-40		-40	-45					-173	-197	
			Desplazamiento de fauna	13	-40											-40
			Cambio en la morfología	14	-24											-24
			Cambio en el volumen	15	-24											-24
			Perdida paisajística	16	-42		-24						-20			-86
			Intrusión visual	17			-24				-15		-24			-63
	Demográfico	Social	Salud y seguridad	18	-24	-18		-8	-18					-68	-60	
			Educación	19			15			15				30		
			Calidad de vida	20	-15	-21	18		-28	24				-22		
	Territorial	Usos del suelo	Uso agrícola	21	12	-21	15		-21	8	-15			-22	40	
Uso pecuario			22	12	12	15		-18	18	15		8	62			
Económico	Economía	Generación de empleo	23	12	12	8	6	6	12			8	64	133		
		Ingresos	24	6	8	8	6	6	8			12	54			
		Cambio de valor de terrenos	25	18	-15	15	12	-15					15			
Impacto antrópico final				-557	-285	-66	-128	-318	85	-160	-51	-99	-1579			

Fuente: Elaboración propia.

A nivel cuantitativo se identifican elementos ambientales del manantial El Buitre (Figura 12) que son afectados por el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas. Así mismo, se puede mencionar que los elementos que más sufren alteraciones son el suelo, agua, flora y fauna.

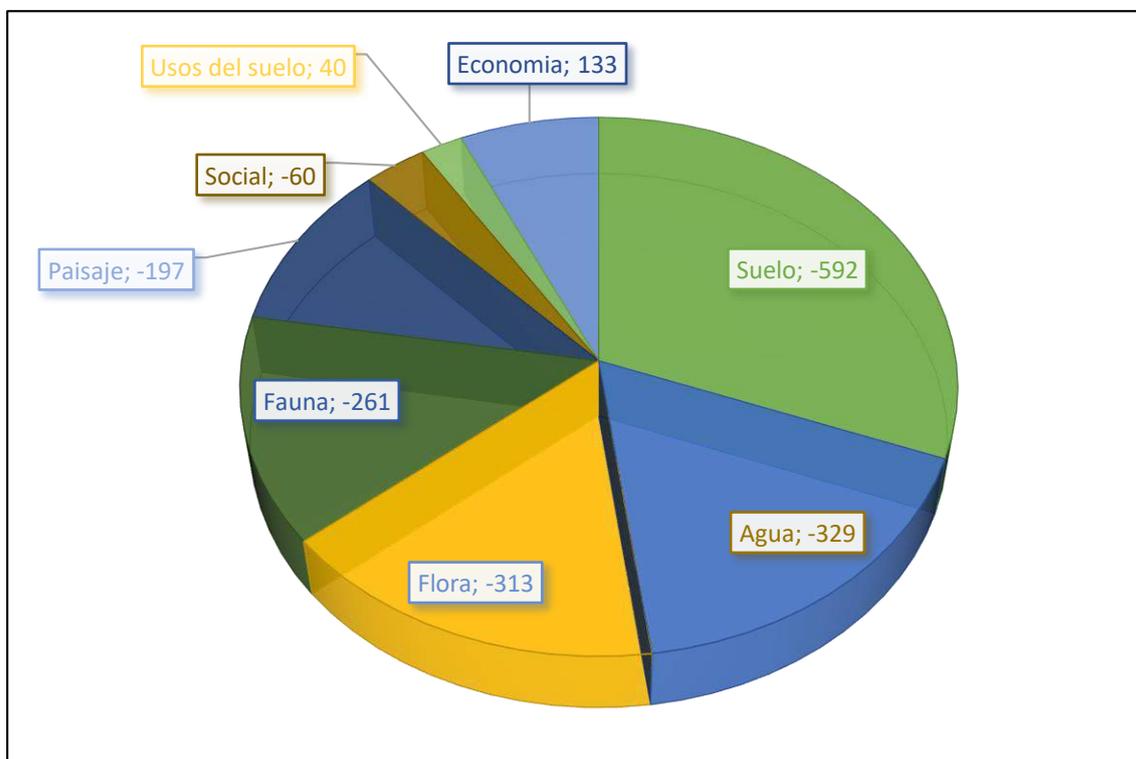


Figura 12. Valor cuantitativo de los elementos ambientales afectados por el desarrollo de actividades antrópicas en el manantial El Buitre. *Fuente:* Elaboración propia.

Ejecución de actividades como tala de árboles, control de plagas agrícolas, el control químico de malezas, fertilización, pastoreo de ganado, son las que generan alteraciones negativas al manantial El Buitre, como se aprecia en la Figura 13.

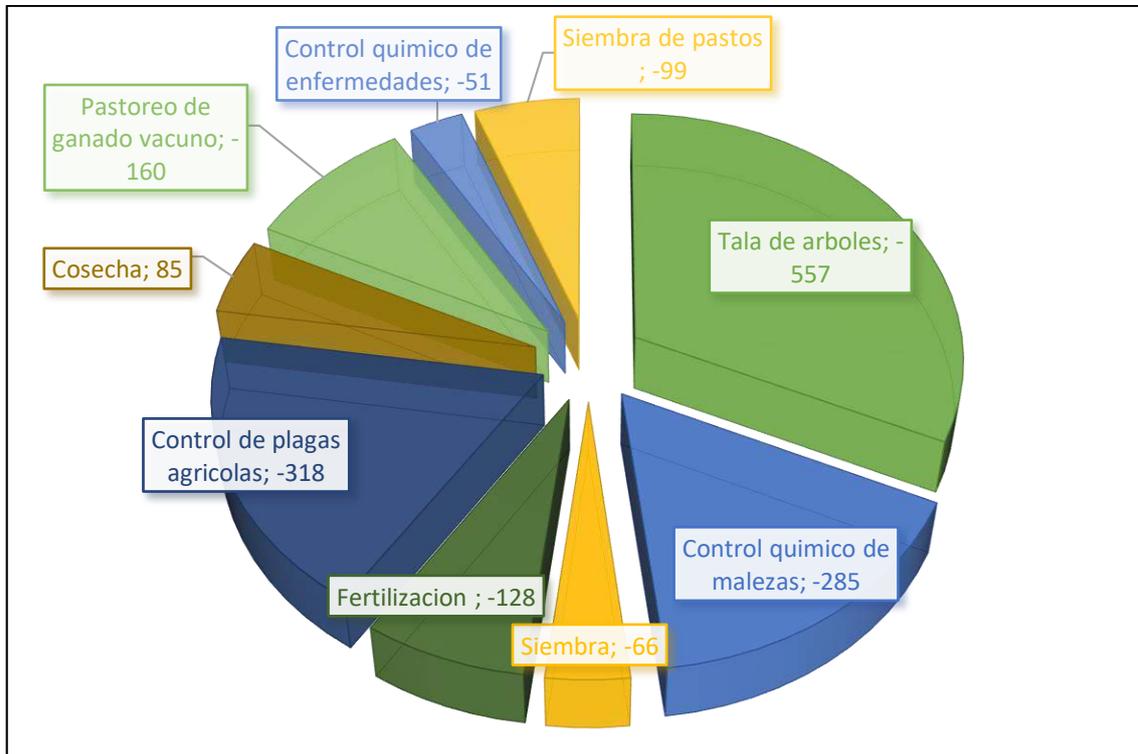


Figura 13. Nivel de impacto generado por las actividades antrópicas en el manantial El Buitre. Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Descripción de los impactos por medio ambiental

a. Medio físico

- **Suelo:** de acuerdo con la matriz de evaluación de impactos, el suelo es el elemento ambiental que sufre la mayoría de las afectaciones (-592). Esto se debe a que en la zona de intervención la actividad agrícola hace uso de fertilizantes inorgánicos (urea, sulfato de amonio y fosfato de amonio), productos que contienen fósforo para el manejo de malezas y plagas. Además, la pérdida de la masa vegetal, producto del corte indiscriminado de los árboles deja a un suelo descubierto a las inclemencias de la naturaleza. También, la crianza de ganado vacuno genera compactación del suelo, reduciendo la capacidad productiva del suelo y el aumento de la escorrentía y erosión superficial.
- **Agua:** considerando que en el área de estudio las actividades agropecuarias se desarrollan de manera cotidiana, se presume que los diferentes residuos de productos químicos utilizados en la fertilización, control de plagas y malezas, pueden penetrar en el suelo y por escorrentía podrían llegar hasta el manantial, provocando serios problemas a las especies acuáticas sensibles de contaminación. Además, en áreas específicas del manantial, el ganado vacuno bebe agua directamente del cauce y simultáneo a eso realizan sus necesidades fisiológicas en la misma, alterando la calidad microbiológica del agua.

b. Medio biótico

- **Flora:** el desarrollo de las actividades identificadas ha provocado que la vegetación original del área de influencia haya sido transformada, y en la mayor parte del territorio se logra percibir parcelas de cultivos y pastizales. El ecosistema se ve afectado, generando un desequilibrio en su hábitat provocando que muchos animales emigren a otros lugares.

- **Fauna:** de acuerdo con la matriz de evaluación de impactos, la fauna es el elemento ambiental que cuenta con un valor numérico de -261, esto indica que las acciones antrópicas presentes en el manantial han generado perturbación tanto a la fauna acuática como terrestre. Los ruidos generados durante la ejecución de las actividades descritas generan perturbación y desplazamiento de la fauna nativa de la zona de estudio. Mientras que la fauna acuática puede ser impactada por el vertimiento directo de sobrantes de agroquímicos utilizados en las actividades agrícolas.

c. Medio perceptual

El área de influencia del manantial muestra una cobertura arbórea limitada con presencia de parches de arbustos, árboles y matorrales, producto del asentamiento de acciones productivas agropecuarias. Se puede afirmar que la percepción visual referente al paisaje es baja.

d. Medio demográfico

La utilización de compuestos químicos en el desarrollo de las diferentes actividades agrícolas, inciden en la seguridad y salud de los agricultores, así como también en las personas que consumen dichos productos.

e. Medio territorial

El suelo del área de influencia del manantial ha sido cubierto, en su mayoría, por sistemas agrícolas y pecuarios. El principal impacto que se puede identificar es el cambio del uso actual de las tierras.

f. Medio económico

Algunas de las actividades antrópicas identificadas requieren de fuerza laboral especializada en actividades tales como limpieza del campo, fumigación y siembra, etc. Por lo que la población local será beneficiada por el crecimiento de los niveles de empleo en la zona.

Además, la generación de empleo local trae consigo la presencia de comerciantes de diferentes poblados y un mejor ingreso económico de algunas familias.

3.3.3. Actividades antrópicas que generan mayor impacto

a. Tala de árboles:

De acuerdo con la evaluación de impactos en función de su magnitud e importancia, esta actividad presenta un impacto negativo con un valor numérico de -557, principalmente porque extensas hectáreas de cobertura arbórea son eliminadas para establecer áreas de cultivo y zonas de pastos para el ganado. El principal impacto identificado es la pérdida de especies florísticas y faunísticas. Muchas de las especies no logran soportar la destrucción de su medio y desaparecen, otras con mayor fortuna migran a la parte más alta del cerro.

b. Control químico de malezas

Esta actividad presenta un impacto negativo de -285. Los impactos se generan básicamente porque los agricultores de la zona utilizan herbicidas para el control de malezas en sus parcelas, y una vez terminada la fumigación realizan un vertimiento de los sobrantes de la mochila fumigadora al cuerpo de agua. También, en el cauce del manantial, se encontró algunos frascos de estos productos químicos.

c. Fertilización

Esta actividad presenta un impacto negativo de valor numérico de -128. Los agricultores con el fin de obtener cosechas abundantes utilizan abonos inorgánicos en gran cantidad y de manera continua, lo cual acidifica el suelo y favorece la erosión.

d. Control de plagas agrícolas

El valor numérico del impacto que ocasiona esta actividad es de -318. El control de plagas agrícolas en la zona de estudio se realiza mediante insecticidas o pesticidas de origen químico. Esta es una alternativa muy viable y a precio muy bajo para los agricultores, que se ven en la urgencia de controlar y combatir enfermedades presentes en sus cultivos. Las consecuencias ambientales que se generan debido a la utilización de estos productos están dadas fundamentalmente por la aplicación directa sobre los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de mochilas fumigadoras, residuos dispuestos inadecuadamente sobre el suelo y desconocimiento del manejo correcto de los envases, que en lugar de desecharlos los vuelven a reutilizar sin las medidas adecuadas como recipientes de alimentos y agua generando problemas en la salud.

e. Pastoreo de ganado

El valor numérico del impacto que genera esta actividad es de -160. En las visitas realizadas a la zona de estudio se evidencio que el ganado pasta alrededor de la fuente de agua en estudio, en terrenos de pastos naturales, y en rastrojos de maíz. La falta de manejo y control del ganado en áreas donde consume pasto ocasiona erosión, degradación además de la compactación del suelo por pisoteo y contaminación del agua por las heces del ganado.

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

Los valores obtenidos de pH en la presente investigación tienden a ser alcalinos, fluctúan entre 7,41 a 8,17 unidades de pH, parámetro adecuado para cualquier actividad biológica en el manantial El Buitre. VonHessberg *et al.* (2009) manifiesta que las variaciones de pH inferiores a 6 pueden afectar la vida biológica y en muchos casos pueden ser letales. Además, en el presente estudio los valores se encuentran en el rango establecido de 6,5 a 8,5 por el Estándar de Calidad Ambiental para agua. En las tres campañas de muestreo en el punto de muestreo AG-03 se observa una disminución de los valores de pH, recordando que este punto se encuentra ubicado en la zona con mayor influencia antrópica, existiendo vertimientos agrícolas y materia orgánica procedentes del ganado vacuno. Asimismo, Elordi, Colman y Porta (2016), reportaron valores similares con concentraciones de pH que oscilaron entre 7,5 y 8,4.

De igual forma Custodio y Pantoja (2012) indican que las condiciones de alcalinidad son debidas a los fertilizantes que se incorpore al medio acuático y tipo de suelo donde se ha tomado la muestra. Además, Loayza y Cano (2015) llegaron a la conclusión que en su estudio realizado que la variación de pH puede deberse a la infiltración natural y al acceso que tienen los animales a las fuentes de agua.

En el presente estudio, las concentraciones del parámetro sólidos totales disueltos varían entre 240 y 582 mg/L; datos que no sobrepasan el límite de 1000 mg/L según el ECA-agua MINAM-2017. Además, las concentraciones de TDS presentan un aumento ligero en los tres puntos de muestreo, siendo la estación AG-03 la que presenta la mayor concentración, debido que en esta zona se sitúa el mayor número de áreas de cultivo y existe un considerable escurrimiento de aguas de riego agrícola que pueden contener iones orgánicos de fertilizantes y productos organofosforados provenientes de las parcelas

situadas cerca al manantial en estudio. También, la fuente más común de sólidos disueltos en el agua proviene de la erosión de las rocas sedimentarias y la erosión de la superficie terrestre. El agua subterránea generalmente tiene niveles más altos de TDS que el agua superficial, ya que tiene un tiempo de contacto más prolongado con las rocas y sedimentos subyacentes (American Water Works Association, 2003). Los resultados reportados en esta investigación fueron diferentes al obtenido por Díaz y Granada (2016), quienes evaluaron en Colombia al río Bogotá; donde obtuvieron concentraciones para TDS entre 11,5 y 65,9 mg/L, valores menores al límite establecido por la normativa colombiana para agua superficial. Mientras que la tendencia de incremento de esta investigación fue similar a la reportada por Loayza y Cano (2015) quienes manifiestan que la actividad agropecuaria, especialmente la pecuaria, influyen de manera directa en las características del suelo, produciendo debilitamiento de la capa arable y arrastre por la corriente de sólidos.

Las concentraciones del parámetro conductividad eléctrica, varían entre 481 y 1163 $\mu\text{S}/\text{cm}$, no superando el límite de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ establecido por el ECA para agua. Se puede observar un incremento considerable en las concentraciones de C.E. a partir del punto AG-02 a AG-03, lo que estaría influenciado por la presencia de la actividad agrícola en la zona de estudio, que genera impacto por los residuos de agroquímicos, los cuales acrecientan el contenido de sales en el cuerpo de agua donde drenan. Además, la temperatura y altura influyen en el incremento de sales disueltas en el agua (Servicio Geológico do Brasil, 2007). Según Custodio y Pantoja (2012) el registro de la conductividad del agua muestra valores que se encuentran dentro de los valores del ECA para agua, lo cual refleja que el contenido de sales estaría dentro de los valores normales para esta categoría. Además, Calla (2019) menciona que la conductividad eléctrica se ve influenciado por la presencia de la actividad agrícola y ganadera que generan impacto por el uso de fertilizantes y pesticidas, los cuales provocan contenidos elevados de sales en el agua.

Además, existe una relación directa entre la C.E., pH y sólidos totales disueltos; esto se puede observar en los tres puntos de muestreo donde el pH disminuye desde AG-01 a AG-

03, mientras la C.E. y los TDS tienden a aumentar. Los resultados descritos anteriormente fueron disímiles a los reportados por Calla (2019), quien reporto concentraciones de C.E. entre 45,5 y 445 $\mu\text{S}/\text{cm}$; y manifiesta que el incremento de las concentraciones de la conductividad eléctrica se ve afectado por la actividad agropecuaria, generados por la utilización de herbicidas, plaguicidas y otros químicos fosforados, incrementando de esta manera la presencia de sales en las fuentes de agua.

La variación de la temperatura del agua en el presente estudio se encuentra entre 19 y 21,8 °C. Este parámetro en promedio presento un ligero incremento en su trayectoria desde AG-01 a AG-03, además se indica que las temperaturas más bajas registradas en las muestras fueron aquellas que se tomaron a mayor altura, posiblemente a que los muestras se realizaron en el transcurso de la mañana de 7:30 a 9:30 a.m. Esto debido a que las moléculas se unen más, reteniendo por lo tanto mayor cantidad de oxígeno (Torres *et al.*, 2009). Los valores encontrados en el estudio realizado son diferentes a los hallados por Loayza y Cano (2015), que reportaron valores de temperatura del agua en la subcuenca del río Shullcas-Huancayo valores que oscilan de 10,78 a 10,98, los cuales corresponden a valores típicos del lugar. Custodio y Pantoja (2012), manifiestan que los valores hallados en su investigación revelan que la temperatura del agua se mantuvo sin mucha alteración. Asimismo, señala que la tala indiscriminada y la falta de cobertura vegetal determinan las fluctuaciones de las temperaturas ambientales repercutiendo en la temperatura de las fuentes de agua.

La concentración de dureza total del agua en el presente estudio, sus valores varían entre 190 y 205 mg/L en las tres campañas de muestreo. Comparando los resultados obtenidos en esta investigación con el ECA-agua (500 mg/L), podemos apreciar que las concentraciones determinadas se encuentran en el rango permisible. Se evidencio que el agua del manantial en estudio fluye en un terreno de rocas sedimentaria y existe actividad agrícola muy cerca a su cauce lo que lo que podría influenciar en las concentraciones de dureza del agua. La actividad humana puede afectar a veces en cierta intensidad a la composición química del agua que se infiltra y a la recarga, modificando la temperatura, introduciendo solutos (sales, nitratos, etc.) y sustancias diversas (hidrocarburos, plaguicidas, disolventes halogenados,

etc.) tanto en el terreno como en el agua (Fetter, 2001). La dureza es la suma de concentraciones de iones de magnesio y calcio, ambos expresados como carbonato cálcico, en miligramos por litro (Londoño *et al.*, 2010). Los valores reportados en la investigación fueron diferentes a los obtenidos por Díaz y Granada (2016), ambos evaluaron en Colombia al río Bogotá; donde obtuvieron concentraciones entre 6 y 17 mg/L de dureza total, valores menores a los reportados en esta investigación y al límite establecido por la normativa colombiana para agua superficial.

Respecto a los valores de turbiedad en la presente investigación, se establece que presenta concentraciones que varía entre 1,78 y 27,92 UNT; datos que indican que en los puntos de muestreo los valores se mantienen constantes, excepto el punto de muestreo AG-03, cuyos parámetros son superiores a los ECA-agua. Cabe resaltar que la zona en la que se ubicó el último punto de muestreo existe mayor actividad agrícola y ganadera que en las demás, y utilizan el riego por aspersión como técnica para la irrigación de sus cultivos y el ganado vacuno bebe agua directamente del cuerpo de agua acrecentando las concentraciones de material particulado en el agua. Además, se logró evidenciar que la falta de cobertura arbórea favorece que la escorrentía agrícola traslade mayor cantidad de partículas orgánicas e inorgánicas y afecte al cuerpo de agua. También, la turbidez de los cuerpos de agua es particularmente altas en regiones con suelos erodables, donde la precipitación pluviométrica puede transportar partículas de arena, sílice, arcilla, fragmentos de roca y óxidos metálicos del suelo (Ministerio da Saúde, 2006). En comparación a los resultados obtenidos por Calla (2019), quien concluye que la presencia de actividades antrópicas en los puntos de muestreo, influyen en el material particulado presente en el agua. Loayza y Cano (2015) afirman que la actividad ganadera es la principal causa de las elevadas concentraciones de turbiedad en un cuerpo de agua.

En cuanto a la concentración del parámetro coliformes termotolerantes en el periodo de estudio, tenemos que AG-01 presento una media aritmética de 1,33 NMP/100 ml, el punto AG-02 una media de 127,33 NMP/100 ml, mientras que el punto AG-03 registro una media de 1133,33 NMP/100 ml. Asimismo, en los tres puntos de muestreo, podemos apreciar que los valores se incrementan paulatinamente debido a que el ganado vacuno bebe agua

directamente del cauce del manantial y simultáneo a ello realizan sus necesidades fisiológicas en la misma lo que acrecienta las concentraciones de bacterias en el agua, registrándose en los dos últimos puntos concentraciones elevadas de coliformes termotolerantes, superando los 20 NMP/100 ml establecido por el D.S N° 004-2017-MINAM. De acuerdo con Custodio y Pantoja (2012), manifiesta que la actividad ganadera es la causa del elevado nivel de coliformes termotolerantes en las estaciones de muestreo, superando el ECA para agua en la categoría poblacional y recreacional.

Las medias aritméticas del parámetro coliformes totales en los tres puntos de muestreo fueron: 8,67; 344,67 y 2133,33 NMP/100 ml, respectivamente. Se puede observar un incremento considerable en las concentraciones de coliformes totales a partir del punto AG-02 a AG-03, lo que estaría asociado a la presencia de materia orgánica procedente de ganado asentado en la zona. Comparando los resultados obtenidos en esta investigación con el Estándar de Calidad Ambiental para agua (50 NMP/100 ml), las concentraciones del punto AG.02 Y AG-03 no se encuentran en el rango permisible; coincidiendo con Navarro (2018) quien manifiesta que la pequeña ganadería es la principal actividad que eleva la carga microbiológica, afectando la calidad del agua del río Pollo, esto se evidencia en los resultados encontrados de coliformes totales en 540 y 140 NMP/100 ml.

Las acciones e interrelaciones ambientales encontradas en la zona de influencia del manantial en estudio, determinó que la tala de árboles para establecer áreas de cultivo y zonas de pastos para el ganado, originaron cambios en los usos del suelo, causando impactos significativos en el territorio, lo que afecta en forma negativa en la pérdida de especies florísticas, faunísticas y en la calidad del agua del manantial El Buitre. Al respecto Roque (2017) indica que, para la introducción de nuevos cultivos, es necesario la eliminación de la vegetación, lo que produce un cambio de cobertura arbórea. La modificación del ecosistema por la tala de árboles del monte ribereño altera las características fisicoquímicas del agua produciendo aumento de la escorrentía, los sedimentos y los sólidos totales disueltos, aparte de quitar nichos ecológicos (Navarro, 2018).

Otras de las actividades antrópicas que producen impactos significativos según la matriz de Leopold, son el control químico de malezas, la fertilización y el control de plagas agrícolas. Los agricultores de la zona vierten al suelo y agua residuos sólidos peligrosos, sobrantes de la mochila fumigadora; además, utilizan abonos inorgánicos como urea, nitrato y sulfato de amonio en gran cantidad y de manera continua, lo que podría acidificar y favorecer a una posible erosión del suelo. Los plaguicidas y fertilizantes inorgánicos utilizados en las diferentes prácticas agrícolas están vinculados con la degradación del suelo y contaminación del agua (Rodríguez *et al.*, 2019). Navarro (2018) y Roque (2017), manifiestan que los cultivos agrícolas necesitan la aplicación de insumos para la fertilización, control de plagas y malezas agrícolas, afectando negativamente el crecimiento y desarrollo de organismos propios del ecosistema, encargados de reponer y reintegrar sustancias benéficas al suelo, agua y aire.

Por otro lado, Custodio y Pantoja (2012) mencionan que la actividad agrícola ubicada cerca de un cuerpo de agua es perjudicial por la utilización de productos químicos y fosforados causando eutrofización, cambios químicos y turbidez, impactos que degradan la calidad del agua.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. Los valores promedio que se encontraron en el agua del manantial El Buitre de los parámetros fisicoquímicos fueron: Potencial de hidrógeno (7,85), sólidos totales disueltos (324,33 mg/L), conductividad eléctrica (648,78 $\mu\text{S}/\text{cm}$), temperatura (20,7 °C), dureza total (197,22 mg/L) y turbiedad (10 UNT); además las concentraciones de los valores promedio se mantienen constantes, excepto el punto de muestreo AG-03, cuyos valores del parámetro turbiedad, exceden lo establecido en el ECA para agua categoría 1-subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. Este incremento de las concentraciones de turbiedad se debe a que en la zona en la que se ubicó el punto de muestreo N° 3, existe mayor actividad agrícola que en las demás, y utilizan el riego por aspersión como técnica para la irrigación de sus cultivos. Además, se logró evidenciar que la falta de cobertura arbórea favorece que la escorrentía agrícola traslade mayor cantidad de sólidos y afecte al cuerpo de agua.
2. Los valores promedio que se encontraron en el agua del manantial El Buitre de los parámetros Coliformes termotolerantes (420,7 NMP/100 ml) y coliformes totales (828,9 NMP/100 ml), presentan un incremento considerable en sus concentraciones a partir del punto AG-02 a AG-03, contrastando los resultados de estos parámetros con el Estándar de Calidad Ambiental para agua, se establece que las concentraciones del punto AG-02 Y AG-03 no se encuentran en el rango permisible del ECA para agua categoría 1-subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. El incremento paulatino de estas variables se produce porque en las zonas que se ubicaron los puntos de muestreo 2 y 3, se sitúan potreros de ganado bovino y beben agua directamente del cauce del manantial y simultáneo a ello realizan sus necesidades fisiológicas en la misma, alterando la calidad microbiológica del agua.
3. La valoración de las acciones antrópicas, que causan mayor impacto sobre los elementos ambientales del manantial El Buitre, según la matriz de Leopold son la tala de árboles (-

557), el control químico de malezas (-285), control de plagas agrícolas (-318), fertilización (-128) y pastoreo de ganado (-160); debido principalmente a la eliminación de cobertura arbórea para establecer áreas de cultivo y zonas de pastos para el ganado, a la emisión de agua conteniendo residuos peligrosos (químicos) empleados en la actividad agropecuaria sin ningún control o asesoramiento y al vertimiento directo de heces y orina del ganado. Todas estas acciones tienen incidencia en la calidad de agua del manantial El Buitre.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos de la calidad del agua del manantial El Buitre y del impacto de las actividades antrópicas, se sugiere hacer de conocimiento público la presente investigación, para que los diferentes actores competentes como la Municipalidad Distrital de Suyo, Sub-Región de Salud Luciano Catilla Colonna-Sullana, MINAM y la Autoridad Local del Agua-ALA San Lorenzo, tengan una participación activa y tomen acciones correctivas para revertir esta problemática.
2. Que la Sub-Región de Salud Luciano Catilla Colonna-Sullana y la Municipalidad Distrital de Suyo a través del Área Técnica Municipal, formulen un cronograma anual de monitoreo de las aguas del manantial, priorizando el análisis de parámetros microbiológicos, ya que la población de Chirinos utiliza esta agua sin tratamiento de potabilización.
3. Se recomienda que la Junta administradora de agua y saneamiento del caserío de Chirinos, realice la dosificación de cloro en el agua hasta llegar a niveles por encima de 0,5 mg/L del parámetro cloro residual y niveles inferiores de 5 mg/L del parámetro cloro, según lo establece el anexo III del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 031-2010-S.A.
4. Que la Municipalidad Distrital de Suyo, diseñe e implemente un proyecto de reforestación con especies forestales nativas en la ribera y áreas aledañas al manantial en estudio que han sido deforestadas para fines agrícolas y ganaderos.

REFERENCIAS

- Abarca, F. (2007). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Perpectivas-sobre-conservación-de-ecosistemas-acuáticos-en-México.pdf>
- Agency, U. S. (20 de Octubre de 2020). *Conductivity*. Obtenido de Water: Monitoring & Assessment: <https://archive.epa.gov/water/archive/web/html/vms59.html>
- Alonso, A. y Camargo, J. (2005). Evaluating the Effectiveness of Five Mineral Artificial Substrates for the Sampling of Benthic Macroinvertebrates. *Journal the Freshwater Ecology*. 20 (2), 311-320. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02705060.2005.9664971>
- American Water Works Association (2003). *Water Quality*. <https://books.google.com.pe/books?id=hUH0lb72K4EC&pg=PP5&dq=Water+Quality,+principles+and+practices+of+water+supply&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjvpeG3bXnAhXfHbkGHWkwDzg4ChDrAQheMAU#v=onepage&q=Water%20Quality%20and%20principles%20and%20practices%20of%20water%20supply&f=false>
- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Establecen Disposiciones Complementarias. Decreto supremo N° 004-2017-MINAM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 7 de junio del 2017, Pp. 4 y 5. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12870/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Arellano, J. y Guzmán, J. (2011). *Ingeniería Ambiental*. México, México D.F: Alfaomega Grupo Editor s.a.
- Brooks, K., Ffolliott, P. y Magner, J. (2013). *Hydrology and the management of watersheds*. http://www.science.earthjay.com/instruction/HSU/2017_spring/GEOL_308/lectures/lecture_07/HYDROLOGY_AND_THE_MANAGEMENT_OF_WATERSHE.pdf
- Calla, J. (2019). Actividades antrópicas y calidad del agua en la cuenca del río Mashcón. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca. <https://190.116.36.86/handle/UNC/3319>
- Casilla, Q. (2014). Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez (Tesis para optar el título de Ing. Agrícola) Universidad nacional del Altiplano, Puno, Perú.

repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4546/Casilla_Quispe_Sergio.pdf?
sequence=1

- Carbajal, A. y Gonzales, F. (2012). Propiedades y funciones biológicas del agua. *Universidad Complutense de Madrid*. 3(1), 33-45. Recuperado de: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf>
- Custodio, M. y Pantoja, R. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. *Apuntes de ciencia & sociedad*. 2 (2), 130-137. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5043042>
- Delgado, C., Esteller, M. y López, F. (Eds.). (2005). Recursos Hídricos. Conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamérica. Piriguazú Ediciones.
- Díaz, J. y Granada, C. (2016). Efecto de las actividades antrópicas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas del río Bogotá a lo largo del municipio de Villapinzón, Colombia. *Revista de la facultad de medicina*. 66(1), 45-52. <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n1.59728>
- Elordi, M., Colman, J. y Porta, A. (2016). Evaluación del impacto antrópico sobre la calidad del agua del arroyo Las Piedras, Quilmes, Buenos Aires, Argentina. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 50(4), 669-677. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53550527016>
- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/LCL1799S.PDF>
- Fetter, C.W (2001). *Applied Hydrogeology*. Ed. Prentice-Hall, Inc. N.Y., USA.
- Garmendia, G.; Salvador, A.; Crespo, C. y Garmendia, L. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental* (pp. 216). Madrid: Pearson Educación, s.a.
- Glynn, H. y Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. (2ª. ed.) México: Pearson Educación.
- Gómez, D. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid: Editorial Agrícola Española S.A.

Harrison, R. M. (2001). *Pollution: Causes, Effects and Control*. Birmingham: The Royal Society of Chemistry .

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. (6th ed.) México D.F: Mc Graw Hill Education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Holden, J., Burt, T., Evans, M. y Horton, M. (2006). Impact of Land Drainage on Peatland Hydrology. *Journal of Environmental Quality*. 35 (5), 1764-1778. doi.org/10.2134/jeq2005.0477

Hutchins, M. G., Johnson, A. C., Deflandre-Vlandas, A., Comber, S., Posen, P., y Boorman, D. (2010). Which offers more scope to suppress river phytoplankton blooms: reducing nutrient pollution or riparian shading. *The Science of the total environment*, 408(21), 5065–5077. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.07.033>

La Torre, C. (2015). Contaminación del agua y pobreza rural en la cuenca alta del río Vilcanota (Tesis de maestría) Universidad Nacional Agraria La molina, Lima-Perú. repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2196/T01-T6-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ley de Recursos Hídricos N° 29338. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 31 de marzo de 2009. pp. 3. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>

Ley N° 28611-General del Ambiente. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 13 de octubre del 2005. Pp. 12. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>

Lichtfouse, E., Schwarzbauer, J., & Robert, D. (2004). *Environmental Chemistry, Green Chemistry and Pollutants in Ecosystems*. New York: Springer Berlin Heidelberg.

Loayza, J. y Cano, P. (2015). *Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del Río Shullcas-Huancayo-Junín*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCPC/3507>

Londoño, A.; Giraldo, G. y Gutiérrez, A. (2010). *Métodos Analíticos para la evaluación de la Calidad fisicoquímica del agua*. <http://bdigital.unal.edu.co/49658/7/9789588280394.pdf>

Lozano, W. (2013). *Calidad fisicoquímica del agua.: Métodos simplificados para su muestreo y análisis*. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=-Ok0DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=calidad+fisicoquimica+del+agua&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj18i7j4bjAhVHtlkKHSBvCJMQ6AEIJzAA#v=onepage&q=calidad%20fisicoquimica%20del%20agua&f=false>

Lozano, W. y Lozano, G. (2015). *Potabilización del agua: Principios de diseño. Control de procesos y laboratorio*. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=3uk0DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=calidad+fisicoquimica+del+agua&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjXxZ3AoIbjAhXLzl kKHUkTAtI4HhDoAQhHMAc#v=onepage&q=calidad%20fisicoquimica%20del%20agua&f=false>

Manahan, S. (2000). *Environmental Chemistry*. New York: Boca Raton. Obtenido de <https://bhupalaka.files.wordpress.com/2010/03/s-e-manahan-environmental-chemistry-7th-edition.pdf>

Miedzinski, M. Allinson, y R. Doranova, A. (2013). *Assessing Environmental Impacts of Research and Innovation Policy*. Study for the European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Brussels. Recuperado de: https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/archive/other_reports_studies_and_documents/envti0413167enn_002.pdf

Ministério da Saúde (2006). *Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano*. Recuperado de: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf

Ministerio del Ambiente (2011). *Plan Nacional de Acción Ambiental*. Recuperado de http://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf

Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2016). *Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental*. Recuperado de <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>

Navarro, T. (2018). *Impacto antrópico sobre la calidad del agua del Río Pollo, Otuzco, La Libertad, Perú, 2018*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12940>

- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2015). *Instrumentos Básicos para la Fiscalización Ambiental*. Recuperado de: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978
- [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación], (2006). La ganadería amenaza al medio ambiente. Recuperado de <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>
- [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura], (2002). *Relaciones Tierra-Agua en Cuencas Hidrográficas Rurales*. Recuperado de http://www.fao.org/tempref/agl/AGLW/ESPIM/CD-ROM/documents/5F_s.pdf
- Organización Internacional de Normalización [ISO] (2015). *Sistemas de Gestión Ambiental, Requisitos con orientación para su uso*. Recuperado de <https://www.iso.org/home.html>.
- Torres, P. Cruz, C., & Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79-94. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
- [Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente], (2012). *Aguas saludables para el desarrollo sostenible*. Recuperado de http://www.pnuma.org/publicaciones/PNUMA_gestionAgua2012.pdf
- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Autoridad Nacional del Agua, Lima, Perú, 11 de enero de 2016. pp. 53-55. Recuperado de: <http://www.osterlingfirm.com/Documentos/webma/normas/RJ-10-2016-ANA.pdf>
- Rice, E., Baird, R., y Eaton, A. (Eds.). (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 23rd edition. Washington, D.C.: American Public Health Association.
- Robbins, P (2007). *Fecal Coliform Bacteria*. Thousand Oaks: SAGE Publications. Recuperado de <file:///C:/Users/USER/Downloads/FecalColiformBacteria.pdf>
- Rock, C. y Rivera, R. (2014). *Calidad del Agua, E. coli y su salud*. Recuperado de: <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf>

- Rodríguez, E., Gamboa, M. Hernández, F., y García, J. (2005). *Bacteriología general: Principios y prácticas de laboratorio*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=vwB0fgirgN0C&printsec=frontcover&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Rodriguez, N., Mclaughlin, M. y Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: Una realidad oscura*. Roma, FAO.
- Rodriguez, J. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela. *Revista Pensamiento Actual, Universidad de Costa Rica*, 9(12), 125-134. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/2842/2764>
- Roque, S. (2017). *Impactos de actividades antrópicas en el recurso agua en la microcuenca del río Timarini- Satipo*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3996>
- Sagasta, J., Marjani, S. y Turrall, H. (2017). *Water Pollution from agriculture: a global review*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i7754e.pdf>
- Sánchez, L. (2006). *Evaluación de Impacto Ambiental: conceptos y Métodos*. Brasil, Sao Paulo: Conselho Editorial.
- Serviço Geológico do Brasil (2007). *Medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Eléctrica e Oxigênio Dissolvido*. Recuperado de: http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf
- Sierra, C. (2011). *Calidad del Agua, Evaluación y Diagnostico*. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1c3rlSsH998qfkLtbA8riY2kOSyW2mMUo/view?fbclid=IwAR33CspoumllnJoG9ielkqP3iUQEdSBXaWk8wLHQjxGbTU9M9vbErYn3plI>
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. (4th ed.) México: Editorial Limusa s.a. Recuperado de <https://clea.edu.mx/biblioteca/Tamayo%20Mario%20-%20EI%20Proceso%20De%20La%20Investigacion%20Cientifica.pdf>

- Tellez, A. T. (2016). *Química Ambiental*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Obtenido de <http://pridca.csuca.org/images/Noticias/A3/Libro---Quimica-Ambiental.pdf>
- Tolentino, T. (2020). Evaluación de los efectos de las actividades antropogénicas en la calidad de agua de manantial Pirhuapuquio en el distrito de Chongos bajo (Tesis para optar el título de Ing. Ambiental) Universidad Continental, Huancayo, Perú. Recuperado de: repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8405/1/IV_FIN_107_TI_Tolentino_Tueros_2020.pdf
- UNESCO (2016). *Agua y empleo*. París: UNESCO. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2016-water-and-jobs/>
- Vigil, K. M. (2003). *Clean Water: An Introduction to Water Quality and Water Pollution Control*. Corvallis: Oregon State University Press.
- VonHessberg, C., Toro, D., Quinteros, A., Duque, G. y Serna, L. (2009). Determinación de la Calidad del Agua Mediante Indicadores Biológicos y Físicoquímicos, en la Estación Piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. *Boletín de científico, museo de historia natural*. 13 (2), 89-105. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v13n2/v13n2a06.pdf>
- Weiner, E. (2002). Applications of Environmental Chemistry. A Practical Guide for Environmental Professionals. *Lewis Publishers, Boca Raton*, 40(2), 226. doi:10.1023/A:1021338917404

TERMINOLOGÍA

- 1. Actividad antrópica:** se trata de cualquier intervención o acción adversa o beneficiosa que es realizada por el hombre sobre la faz del planeta. por ejemplo, la agricultura, la deforestación, la pesca, etc. (Manahan, 2000).
- 2. Aspecto ambiental:** elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015)
- 3. Coliformes:** se denomina a los bacilos Gram negativos, fermentadores de lactosa con producción de ácido y gas. En este grupo se incluyen los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*, procedentes del tracto intestinal y/o el ambiente (Rodríguez *et al.*, 2005).
- 4. Contaminación:** es la introducción de sustancias u otros elementos físicos, químicos y biológicos en un medio, lo que produce que este se vuelva inseguro o no apto para su uso (Gómez, 1999).
- 5. Impacto ambiental:** cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización (ISO, 2015).
- 6. Matriz de Leopold:** se trata de la primera y más conocida de las matrices de causa-efecto, que fue desarrollada en 1971 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos de América del Norte para la evaluación de impactos ambientales de una mina de fosfatos y que desde entonces se ha utilizado y se utiliza en los estudios de impacto ambiental (Garmendia *et al.*, 2005).

- 7. Muestra de agua:** Parte representativa del material a estudiar (en este caso, el agua natural superficial), en el cual se analizaron los parámetros de interés (Resolución N° R.J. 010-2016-ANA, 2016).

- 8. Muestra simple o puntual:** son aquellas muestras únicas colectas que permiten determinar la concentración de diferentes parámetros de una fuente de agua en la circunstancia particular, tiempo y lugar en la que se realiza la toma de la muestra (Resolución N° R.J. 010-2016-ANA, 2016).

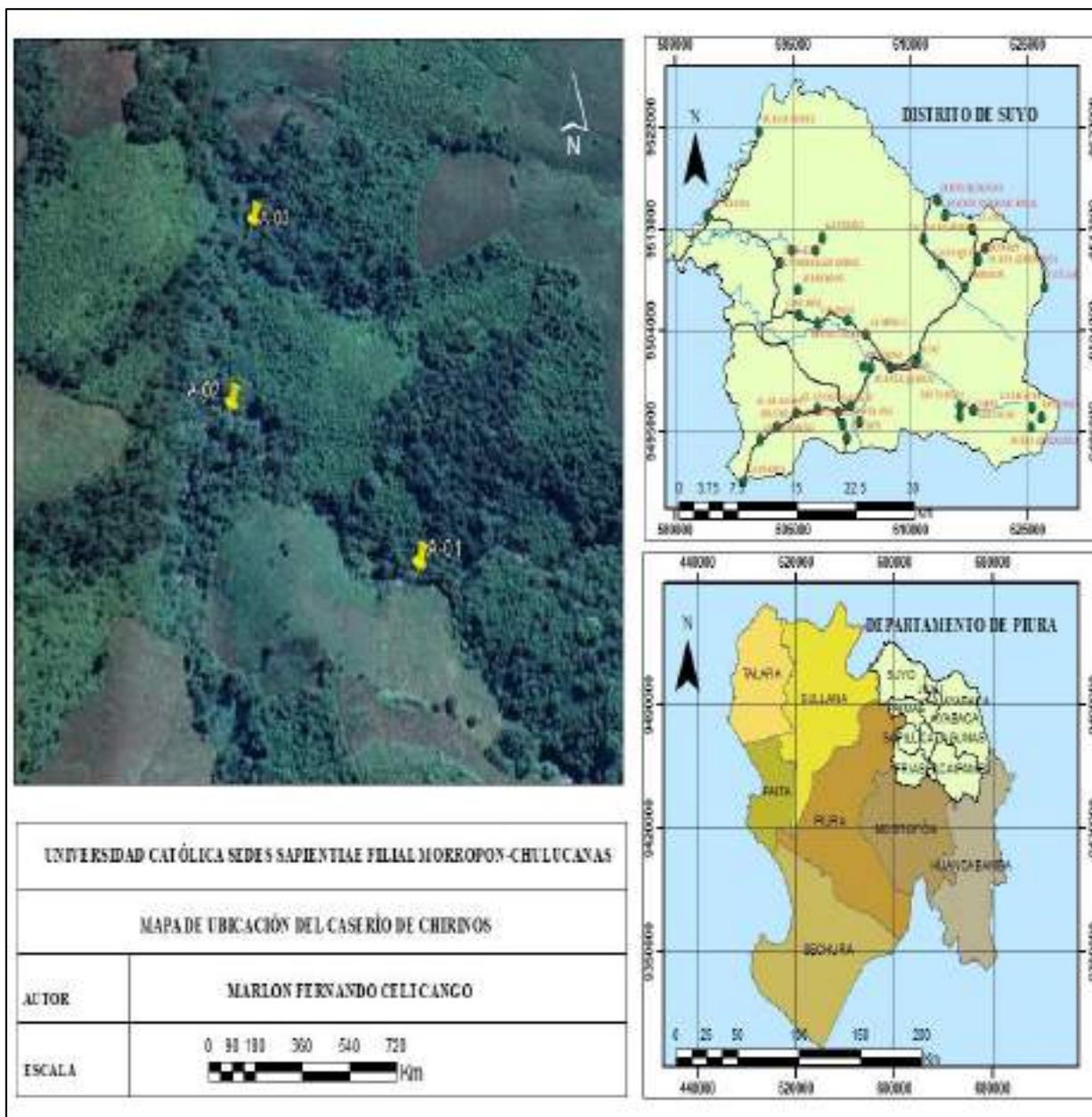
- 9. Muestreo Ambiental:** Es el proceso de tomar una porción representativa del componente ambiental de interés de estudio (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).

- 10. Parámetro de calidad:** Compuestos, elementos, sustancias, indicadores y propiedades físicas, químicas y biológicas de interés para la determinación de la calidad del agua (Resolución N° R.J. 010-2016-ANA, 2016).

- 11. Recurso natural:** todas las características de la naturaleza (energía, materia, espacio físico e información) que utiliza el ser humano en sus actividades. Puede encontrarse en cantidades limitantes y llegar a tener un valor económico (Garmendia *et al.*, 2005).

APÉNDICES

Apéndice 1. Mapa de ubicación del caserío de Chirinos y puntos de muestreo



Apéndice 2. Matriz de identificación de actividades antrópicas

Identificación de impactos antrópicos / Actividades antrópicas																				
Sistema	Medio	Elemento	Factores																	
Biofísico	Físico	Suelo		1																
				2																
				3																
				4																
				5																
	Agua		6																	
			7																	
			8																	
	Biótico	Flora		9																
				10																
				11																
		Fauna		12																
			13																	
	Perceptual	Paisaje		14																
				15																
				16																
				17																
socioeconómico-cultural	Demográfico	Social		18																
				19																
				20																
	Territorial	Usos del suelo		21																
				22																
	Económico	Economía		23																
				24																
				25																

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 3. Procedimiento para determinar dureza total del agua

HANNA
Instruments

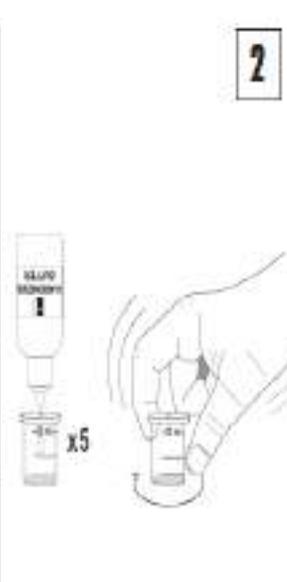
HI 3812 HARDNESS TEST KIT

1



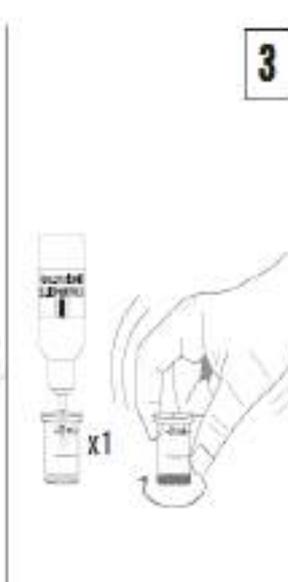
5 mL 50 mL
0-300 mg/L 0.0-30.0 mg/L

2



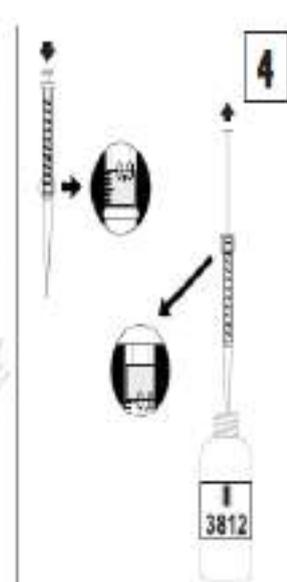
x5

3



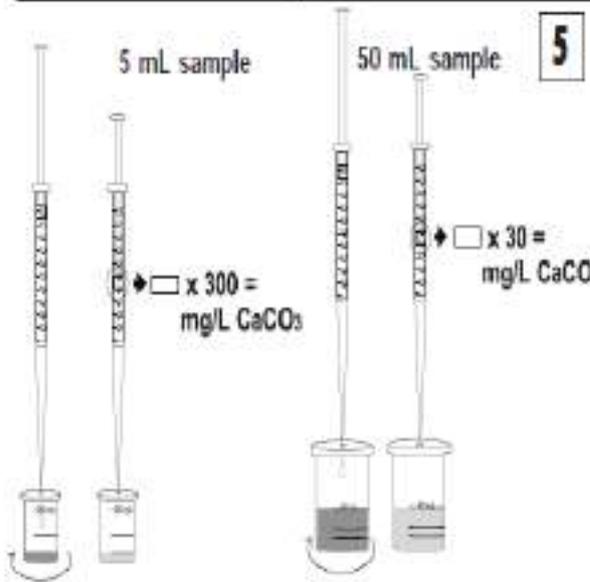
x1

4



3812

5



5 mL sample 50 mL sample

x 300 = mg/L CaCO₃

x 30 = mg/L CaCO₃

Apéndice 4. Fotografías de residuos sólidos encontrados en el cauce y área de influencia del manantial El Buitre

Residuo peligroso de fertilizante foliar



Residuo peligroso de fungicida foliar agrícola



Residuo peligroso de insecticida organofosforado



Residuo peligroso de herbicida agrícola



Residuo peligroso de herbicida agrícola



Residuo peligroso de compuesto fosfórico



Residuo de vitamina utilizado en el ganado vacuno



Apéndice 5. Fotografías de actividades antrópicas

Sembríos de maíz a pocos metros del cauce del manantial en estudio



Área impactada por la tala de aboles



Área destinada a la práctica agrícola



Ganado vacuno cerca al cauce del manantial en estudio



Tuberías para canalizar el agua del manantial a las parcelas



Apéndice 6. ECA categoría 1- subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitritos (NO ₂) (c)	mg/L	50	50	50
Nitratos (NO ₃) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	*C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,03	--	--
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₇ - C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Tetracloruro	(μ)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	--	--
Cloroformo	mg/L	0,3	--	--
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	--	--
Bromodiclorometano	mg/L	0,06	--	--
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	--
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	--	--
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	--
1,2-Dicloroetano	mg/L	1	--	--
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,006	0,006	--
Tetracloroetano	mg/L	0,04	--	--
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	--
Ticloroetano	mg/L	0,07	0,07	--
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	--
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	--
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	--
Xileno	mg/L	0,5	0,5	--
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzofluorano	mg/L	0,007	0,007	--
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,003	0,003	--
Organoclorados				
Melillo	mg/L	0,15	0,001	--
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,0003	0,0003	--
Clordano	mg/L	0,003	0,003	--
Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDE)	mg/L	0,001	0,001	--
Endrin	mg/L	0,006	0,006	--
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0005	0,0005	--
Lindano	mg/L	0,002	0,002	--
Organofosforados				
Melphar	mg/L	0,01	0,01	--
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	--
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,005	0,005	--
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	--	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	30	2 000	20 000
Formas Parasitarias	Nº Organismos/L	0	--	--
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	--	--
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estados evolutivos) (f)	Nº Organismos/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

Apéndice 7. Resultados de análisis de laboratorio del mes de julio



**GOBIERNO REGIONAL
PIURA**

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

683

INFORME N° - 2020-GOB.REG.PIURA.DRSP/RS/SLCC - 4300201473.

MUESTRAS : Aguas de fuente natural
PROCEDENCIA : Chulinos - Suyo
SOLICITANTE : Marlon Fernando Coli Cango
FECHA/HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 15/07/2020 12:30 pm.
FECHA/HORA DE INICIO DEL ANÁLISIS : 15/07/2020 13:00 pm a 14:30 pm

RESULTADOS

N°	FECHA Y HORA DEL MUESTREO	LUGAR Y PUNTO DEL MUESTREO	Turbiedad (UNT)	pH	CONDUCTIVIDAD (µS/cm)	STD (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ML)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (44.5 °C) (NMP/100ML)
001	15/07/2020 08:10 am	AG-01	2,76	8,64	481	240	11	00
002	15/07/2020 08:45 am	AG-02	2,19	8,0	507	252	21	04

REFERENCIA DEL METODO: Standard Methods for Examination of water and wastewater. Tubo múltiple (NMP)

CONCLUSIONES:

Los resultados de las muestras 001 y 002 han sido interpretados de acuerdo al D. S. Nº 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 1.- Poblacional Recreacional, sub categoría A - Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable: A1.- Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

MUESTREADORES: Marlon Fernando Coli Cango

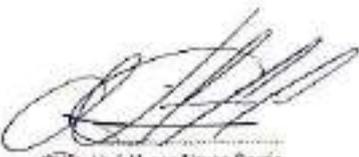
Nota:
 * = Parámetro medido in situ
 UNT = (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
 STD = (Sólidos Totales Disueltos)
 N.M.P. = (Número Más Probable)

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

PARAMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes Termotolerantes (44.5 °C) (NMP/100ml)	20
Coliformes totales (NMP/100ml)	30
pH	6.5 a 8.5
Turbiedad (UNT)	5
Conductividad (µS/cm)	1500
Sólidos Totales Disueltos (p.p.m.)	1000



Sofara, 17 de julio del 2020.



Neil Monso Novita García
Biólogo
 C.B.P. 12801



KARECZCHANG.



" AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD "
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

INFORME N° ⁰⁰² 2020-GOBI. REG. PIURA. DRSP/SRS/LCC - 4300201473
 MUESTRAS : Aguas de fuente natural
 PROCEDENCIA : Chirinos - Suyo
 SOLICITANTE : Marlon Fernando Cel Congo
 FECHA/HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 15/07/2020 12:30 pm
 FECHA/HORA DE INICIO DEL ANÁLISIS : 15/07/2020 13:00 pm a 14:30 pm

RESULTADOS

IP	FECHA Y HORA DEL MUESTREO	LUGAR Y PUNTO DEL MUESTREO	Turbiedad UNT	pH	CONDUCTIVIDAD μ S/cm	STD mg/L ¹	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (44.5 °C) NMP/100ML
003	15/07/2020 09:15 am	AG-03	24.11	7.70	524	261	>2400	460

REFERENCIA DEL METODO: Standard Methods for Examination of water and wastewater. Tubo múltiple (NMP)

CONCLUSIONES:

El resultado de la muestra 003 ha sido interpretados de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 1.- Poblacional Recreacional, sub categoría A - Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable: A2.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

MUESTREADORES: Marlon Fernando Cel Congo

Nota:

- * = Parámetro medido in situ
- UNT = (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
- STD = (Sólidos Totales Disueltos)
- N.M.P. = (Número Más Probable)

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

PARÁMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes totales (NMP/100ml)	--
Coliformes Termotolerantes (44.5 °C) (NMP/100ml)	2000
pH	6.5 a 9.0
Turbiedad (UNT)	100
Conductividad (μ S/cm)	1600
Sólidos Totales Disueltos (p.p.m.)	1000

Nota:

- * = El parámetro no aplica para esta sub categoría



KARCPZCHANG

Marlon Fernando Cel Congo
 Biólogo
 CRP. 12501

Sulana, 17 de julio del 2020.

Apéndice 8. Resultados de análisis de laboratorio del mes de agosto



**GOBIERNO REGIONAL
PIURA**

* AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD *

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

INFORME N° - 2020-GOB.REG.PIURA.DRSP.SRSLCC - 4300201413

MUESTRAS : Aguas de fuente natural
PROCEDENCIA : Chirinos - Suyo
SOLICITANTE : Marlon Fernando Celí Cango
FECHA/ HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 17/08/2020 11:31 am
FECHA/HORA DE INICIO DEL ANÁLISIS : 17/08/2020 12:00 pm a 13:00 pm

RESULTADOS

N°	FECHA Y HORA DEL MUESTREO	LUGAR Y PUNTO DEL MUESTREO	Turbiedad UNT	pH	CONDUCTIVIDAD μ S/cm	STD mg/L ¹	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ML)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (44.5 °C) (NMP/100ML)
001	17/08/2020 08:00 am	AG-01	1.78	8.00	481	240	11	<3

REFERENCIA DEL METODO: Standard Methods for Examination of water and wastewater. Tubo múltiple (NMP)

CONCLUSIONES:

Los resultados de la muestra 001 ha sido interpretado de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 1.- Poblacional Recreacional, sub categoría A - Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable: A1.- Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

MUESTREADORES: Marlon Fernando Celí Cango

Nota:
 * = Parámetro medido in situ
 UNT = (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
 STD = (Sólidos Totales Disueltos)
 N.M.P. = (Número Más Probable)

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

PARAMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes Termotolerantes (44.5 °C) (NMP/100ml)	20
Coliformes totales (NMP/100ml)	50
pH	6.5 a 8.5
Turbiedad (UNT)	5
Conductividad (μ S/cm)	1500
Sólidos Totales Disueltos (p.p.m.)	1000

Sulana, 18 de agosto del 2020.

KAECFZCHANG



Helio Alonso Novas Garcia
Biólogo
 C.B.P. 12801



" AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD "
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

INFORME N° - 2020-GOB.REG.PIURA.DRSP.SRSI.CC - 4300201413

MUESTRAS : Aguas de fuente natural
PROCEDENCIA : Chirinos - Suyo
SOLICITANTE : Marlon Fernando Celi Cango
FECHA/ HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 17/08/2020 11:31 am.
FECHA/HORA DE INICIO DEL ANÁLISIS : 17/08/2020 12:00 pm a 13:00 pm

RESULTADOS

N°	FECHA Y HORA DEL MUESTREO	LUGAR Y PUNTO DEL MUESTREO	Turbiedad UNT	pH	CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$	STD mg/L^f	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (44.5 °C) NMP/100ML
002	17/08/2020 06:35 am	AG-02	2.27	7.85	508	252	93 (**)	28

REFERENCIA DEL METODO: Standard Methods for Examination of water and wastewater. Tubo múltiple (NMP)

CONCLUSIONES:

El resultado de la muestra 002 ha sido interpretado de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 1.- Poblacional Recreacional, sub categoría A - Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable: A2.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

MUESTREADORES: Marlon Fernando Celi Cango

Nota:

- * = Parámetro medido in situ
- UNT = (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
- STD = (Sólidos Totales Disueltos)
- N.M.P. = (Número Más Probable)

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

PARÁMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes totales (NMP/100ml)	**
Coliformes Termotolerantes (44.5 °C) (NMP/100ml)	21 a 2000
pH	5.5 a 9.0
Turbiedad (UNT)	100
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	1600
Sólidos Totales Disueltos (p.p.m.)	1000

Nota:

- ** = El parámetro no aplica para esta sub categoría

Sulena, 16 de agosto del 2020.

KAEC/FZCHANG.

Rosa Novica Garcia
 Bióloga
 C.B.P. 12801



" AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD "
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

INFORME N° - 2020-GOB.REG.PIURA. DRSP.SRSLCC - 4309201413

MUESTRAS : Aguas de fuente natural
PROCEDENCIA : Chirinos - Suyo
SOLICITANTE : Marlon Fernando Celi Cango
FECHA/ HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 17/08/2020 11:31 am
FECHA/HORA DE INICIO DEL ANÁLISIS : 17/08/2020 12:00 pm a 13:00 pm

RESULTADOS

N°	FECHA Y HORA DEL MUESTREO	LUGAR Y PUNTO DEL MUESTREO	Turbiedad UNT	pH	CONDUCTIVIDAD $\mu S/cm$	STD mgL^{-1}	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (44.5 °C) NMP/100ML
003	17/08/2020 09:18 am	AG-03	11.94	7.93	512	257	>2400 (**)	>2400

REFERENCIA DEL METODO: Standard Methods for Examination of water and wastewater. Tubo múltiple (NMP)

CONCLUSIONES:

El resultado de la muestra 003 ha sido interpretado de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 1.- Poblacional Recreacional, sub categoría A - Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable: A3.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

MUESTREADORES: Marlon Fernando Celi Cango

Nota:

- * = Parámetro medido in situ
- UNT = (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
- STD = (Sólidos Totales Disueltos)
- N.M.P. = (Número Más Probable)

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

PARÁMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes totales (NMP/100ml)	**
Coliformes Termotolerantes (44.5 °C) (NMP/100ml)	2000 a 20000
pH	5.5 a 9.0
Turbiedad (UNT)	100
Conductividad ($\mu S/cm$)	1600
Sólidos Totales Disueltos (p.p.m.)	1000

Nota:

- ** = El parámetro no aplica para esta sub categoría

Sulana, 18 de agosto del 2020.

KAECFZCHANG

Heli Norso Novoa Garcia
 Biólogo
 C.B.P. 12801

Apéndice 9. Resultados de análisis de laboratorio del mes de setiembre



**GOBIERNO REGIONAL
PIURA**

" AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD "

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

INFORME N° - 2020-GOB.REG.PIURA. DRSP.SRSLCC - 4309201413

MUESTRAS : Aguas de fuente natural
PROCEDENCIA : Chirinos - Suya
SOLICITANTE : Marlon Fernando Col Cango
FECHA/ HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 14/09/2020 10:42 am.
FECHA/HORA DE INICIO DEL ANÁLISIS : 14/09/2020 10:55 am a 11:30 am

RESULTADOS

N°	FECHA Y HORA DEL MUESTREO	LUGAR Y PUNTO DEL MUESTREO	Turbiedad UNT	pH	CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S/cm}$	STD mg/L^1	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ML)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (44.5 °C) (NMP/100ML)
001	14/09/2020 08:10 am	AG-PI	2.75	8.17	514	257	4	<1.8

REFERENCIA DEL MÉTODO: Standard Methods for Examination of water and wastewater. Tubo múltiple (NMP)

CONCLUSIONES:

Los resultados de la muestra 001 ha sido interpretado de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 1.- Poblacional Recreacional, sub categoría A - Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable: A1.- Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

MUESTREADORES: Marlon Fernando Col Cango

Nota:
 * = Parámetro medido in situ
 UNT = (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
 STD = (Sólidos Totales Disueltos)
 N.M.P. = (Número Más Probable)

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

PARAMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes Termotolerantes (44.5 °C) (NMP/100ml)	20
Coliformes totales (NMP/100ml)	50
pH	6.5 a 8.5
Turbiedad (UNT)	5
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	1500
Sólidos Totales Disueltos (p.p.m.)	1000

Sulima, 16 de setiembre del 2020

KAQCFZGHANG.



Marlon Fernando Col Cango
Biólogo
 C.I.P. 12891



" AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD "

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

INFORME N° - 2020-GOB.REG.PIURA-DRSP/SRS/DC-4300291413

MUESTRAS : Aguas de fuente natural
 PROCEDENCIA : Chirinos - Suyo
 SOLICITANTE : Marión Fernando Celú Congo
 FECHA/ HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 14/09/2020 10:42 am.
 FECHA/HORA DE INICIO DEL ANÁLISIS : 14/09/2020 10:55 am a 11:30 am

RESULTADOS

N°	FECHA Y HORA DEL MUESTREO	LUGAR Y PUNTO DEL MUESTREO	Turbiedad UNT	pH	CONDUCTIVIDAD $\mu S/cm$	STD ng/L	COLIFORMES TOTALES NMP/100ML	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (44.5 °C) NMP/100ML
002	14/09/2020 05:35 am	AG-02	14.27	7.47	1166	578	920	350
003	14/09/2020 09:00 am	AG-03	17.92	7.41	1163	582	1600	540

REFERENCIA DEL METODO: Standard Methods for Examination of water and wastewater. Tubo múltiple (NMP)

CONCLUSIONES:

Los resultados de las muestras 002 y 003 han sido interpretado de acuerdo al D.S. N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 1.- Poblacional Recreacional, sub categoría A - Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable: A1.- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

MUESTREADORES: Marión Fernando Celú Congo

Nota:

- * = Parámetro medido in situ
- UNT = (Unidad Nefelométrica de Turbiedad)
- STD = (Sólidos Totales Disueltos)
- N.M.P. = (Número Más Probable)

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES

PARAMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes Termotolerantes (44.5 °C) (NMP/100ml)	20
Coliformes totales (NMP/100ml)	50
pH	6.5 a 8.5
Turbiedad (UNT)	5
Conductividad ($\mu S/cm$)	1000
Sólidos Totales Disueltos (p.p.m.)	1000

Sulata, 16 de setiembre del 2020.

HAECFZCHANG.


 Marión Fernando Celú Congo
 Biólogo
 C.B.P. 12801

Apéndice 11. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales.

6.5. Establecimiento de la red de puntos de monitoreo

El establecimiento de la red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Para ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realizan a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth Pro, entre otras.

6.5.1. Cuenca e intercuenca

Para el caso de una cuenca hidrográfica e intercuenca, el mapa debe contar con la delimitación de las unidades hidrográficas, ríos, lagos y lagunas, ubicación de infraestructura hidráulica (bocatomas, túneles, embalses), centros poblados y zonas urbanas, red vial, áreas naturales protegidas, pasivos mineros y/o hidrocarburíferos, vertimientos autorizados, captaciones de agua para uso poblacional, fuentes contaminantes puntuales y difusas provenientes de las actividades mineras, industriales, acuícola, agrícola, ganadera, etc. y toda información concerniente al área de evaluación. La ubicación de los puntos de monitoreo deberán incluir los siguientes aspectos:

- En la naciente del recurso hídrico, la cual se ubica generalmente en la cabecera de cuenca donde nacen los ríos, que servirá como punto de referencia o "blanco".
- En el estuario o zona de la desembocadura del río al mar.
- Aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua laterales y trasvases), un punto en el río principal.
- Un punto de monitoreo por debajo de fuentes contaminante puntuales y difusas. En cuencas hidrográficas densamente pobladas es necesario la priorización de los puntos de monitoreo, estableciendo puntos representativos por tipo de fuente contaminante.
- Aguas abajo de la salida de embalses y lagunas.
- En zonas de protección tales como reservas, parques naturales, etc.
- En caso se cuente con una red de estaciones hidrométricas en la cuenca materia de evaluación, se recomienda que el punto de monitoreo de calidad de agua se ubique cerca a dicha estación hidrométrica para que se pueda contar con la medición simultánea del caudal.

El lugar establecido para la toma de la muestra de agua debe ser de acceso seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos.

Se debe precisar que el muestreo debe iniciarse desde los puntos ubicados en la parte alta de la cuenca o intercuenca.



6.15. Procedimiento para la toma de muestras

Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos o los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras.

a. Toma de muestras en ríos o quebradas con bajo caudal

Es aplicable para ríos de bajo caudal o de poca profundidad, donde exista fácil acceso de ingreso al río. Se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.

Procedimiento:

- (a.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jete y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (a.2). Ubicarse en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- (a.3). Medir los parámetros de campo directamente en el río o tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio y evitar hacer remoción del sedimento. Seguir los procedimientos indicados en el ítem 6.14 y registrar las mediciones en la *Ficha de registro de datos de campo (anexo I)*.
- (a.4). Coger un recipiente, retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- (a.5). Antes de coleccionar las muestras, los frascos se deben enjuagar como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- (a.6). Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.
- (a.7). Para los parámetros orgánicos (aceites y grasas, hidrocarburos de petróleo, etc.) la toma de muestras se realiza en la superficie del río.
- (a.8). Considerar un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieran preservación.
- (a.9). Para muestras microbiológicas dejar un espacio del 10 % del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- (a.10). Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), el frasco debe llenarse lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.
- (a.11). Evitar coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.

