



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS RÍOS “SOCABONES Y SARPACHE” UBICADOS EN EL PARQUE NACIONAL ANTISANA, PROVINCIA DE NAPO

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de Ingenieras Ambientales

AUTORAS: NICOLE SALOMÉ CHAMORRO MULLO

MARIANA ELIZABETH GONZÁLEZ BENAVIDEZ

TUTOR: XIMENA DEL ROCÍO BORJA VELA

Quito - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Nicole Salome Chamorro Mullo con documento de identificación N° 1751195643 y Mariana Elizabeth González Benavidez con documento de identificación N° 1724783723 manifestamos que:

Somos las autoras responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 14 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Nicole Salome Chamorro Mullo
1751195643



Mariana Elizabeth González Benavidez
1724783723

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotras, Nicole Salome Chamorro Mullo con documento de identificación N° 1751195643 y Mariana Elizabeth González Benavidez con documento de identificación N° 1724783723 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del Trabajo Experimental: “Evaluación de la calidad de agua de los ríos Socabones y Sarpache ubicados en el Parque Nacional Antisana, provincia de Napo”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieras Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

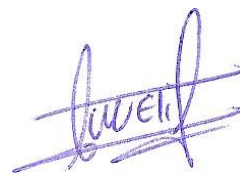
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega final del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Nicole Salome Chamorro Mullo
1751195643



Mariana Elizabeth González Benavidez
1724783723

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ximena del Rocío Borja Vela con documento de identificación N°1711223584, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LOS RÍOS SOCABONES Y SARPACHE UBICADOS EN EL PARQUE NACIONAL ANTISANA, PROVINCIA DE NAPO, realizado por Nicole Salome Chamorro Mullo con documento de identificación N° 1751195643 y por Mariana Elizabeth González Benavidez con documento de identificación N° 1724783723, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 14 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Ing. Ximena del Rocío Borja Vela M.Sc.
1711223584

DEDICATORIA

Nicole

A mis padres que gracias a su apoyo hoy estoy cumpliendo mis sueños, a mi padre que ha sido mi ejemplo de constancia y trabajo, que con todo su esfuerzo logro darme siempre apoyo para que cumpla todas mis metas. A mi madre que con sus palabras siempre me impulso a salir adelante, que siempre ha estado presente apoyándome y me ha educado con amor y paciencia, no me va a alcanzar la vida para agradecerles todo lo que han hecho para que sea una persona de bien y todo el esfuerzo que han puesto para sacarnos adelante, ustedes son el pilar fundamental de mi vida.

A mi hermana, que es el pilar de mi vida, que siempre me ha apoyado y siempre ha creído en mí, que, siempre me hace feliz con su cariño y ocurrencias, tus sueños son mis sueños y mis logros son tuyos también, lo hemos logrado juntas hermanita, Te Amo.

A mis abuelitas Olga y Raquel por su constante apoyo, a mi Angelito Luciano por estar presente durante toda mi vida y que ahora me cuida desde el cielo.

A todos mis tíos, tías, primos, primas y familia en general, que ha estado siempre constante e incondicional para mí.

A mi mejor amigo Wilson que ha siempre ha estado escuchándome y apoyándome, el que me ha acompañado durante toda la carrera y me ha demostrado el significado de la amistad verdadera.

A mi perro Doky que durante toda mi carrera estuvo a mi lado acompañándome en las largas noches mientras hacía mis deberes o estudiaba para un examen.

Mariana

Dedico la presente tesis a Dios por darme la vida y salud permitiéndome llegar a este punto tan importante de mi vida.

A mis padres Martha Benavidez y Marco González por brindarme el apoyo económico necesario, pero sobre todo por darme su apoyo incondicional en cada uno de los escalones para concluir con mis estudios, sin duda han sido el pilar fundamental en mi vida compartiéndome su amor, aliento, consejos y perseverancia.

A mis hermanos Jessica Ramírez y Jorge González quienes me acompañaron en este proceso para realizar mis metas.

A mis sobrinas Scarlett y Doménica Manobanda quienes han sido un impulso en los momentos malos para seguir adelante.

A Juan Fernando Villamarin quién ha sido un apoyo indispensable en este último escalón para cumplir una de mis metas junto con Adriana Karolina Haro y Nathaly Mishell Guaigua, quienes me apoyaron en los momentos más difíciles brindándome palabras de aliento para no rendirme y continuar con firmeza.

AGRADECIMIENTO

Nicole

Agradezco a Dios por darme vida y salud a mí y a toda mi familia, por darme la fuerza y sabiduría para seguir adelante.

A mis padres por todo lo que me han brindado, su amor y paciencia, por haberme forjado como la persona que soy hoy en día y haberme educado con valores, ustedes son el motivo por el que me esfuerzo día a día y a quien siempre agradeceré y dedicaré mis logros, porque nada de esto hubiera sido posible sin su constante apoyo, los amo.

A mi hermana que siempre ha confiado en mí, por todo el cariño que me da día con día, por ser mi confidente y apoyarme para que nunca me rinda, siendo ella una luz en mi vida.

A la Universidad y a todos mis docentes, los cuales me han formado académicamente, y a mi tutora la Ing. Ximena Borja la cual ha dedicado su tiempo y conocimientos para la culminación del presente trabajo.

Al Parque Nacional Antisana por abrirnos las puertas para poder realizar nuestra tesis.

A mi mejor amigo Will con el que he compartido momentos, risas y llantos, quien que con sus palabras y apoyo ha estado ahí dándome fuerzas para continuar y no rendirme, amigo eres la amistad más bonita que me ha dado la vida.

A Joss y Jampi los cuales me han brindado su amistad sincera e incondicional y han estado ahí apoyándome académica y personalmente. A Dome, Sol, y a todos mis amigos, a cada uno les agradezco, porque el tiempo compartido en la universidad ha sido el mejor, guardo todos estos momentos en mi corazón.

Mariana

Agradezco en primer lugar a Dios por haber guiado mis pasos durante toda mi vida, por haberme puesto obstáculos para hacerme más fuerte, para aprender de mis decisiones y por darme la gran familia que tengo.

Agradezco a mis padres infinitamente por la educación que me brindaron, por los valores que me han inculcado, por haberme apoyado y cuidado de manera incondicional, sobre todo por querer lo mejor para mí enseñándome el amor verdadero.

Agradezco a mis hermanos Jorge y Jessica quienes con sus palabras me apoyaron a lo largo de este proceso.

Agradezco a Juan Fernando Villamarin por el compartir en esta última etapa de mi carrera, por ser una persona muy especial e importante, también por apoyarme, motivarme y aconsejarme con palabras de aliento y fuerza en todo momento para no rendirme, gracias por enseñarme a mejorar como persona y ser la mejor versión de mí.

Les agradezco también con mucho cariño a mis queridas amigas Adriana Haro y Nathaly Guaigua con quienes compartí momentos únicos y me apoyaron en momentos difíciles de mi vida.

Agradezco a mis maestros quienes me formaron durante este proceso de aprendizaje en especial a nuestra tutora de tesis Ing. Ximena Borja, quien nos guio durante la elaboración del presente estudio.

Finalmente agradezco a toda mi familia quienes de una u otra forma fueron parte de este proceso, me apoyaron y aconsejaron para dar lo mejor de mí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Identificación del problema.....	3
1.2 Justificación	4
1.3 Ubicación de área de estudio y recolección de información sobre los ríos	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1 Marco legal del agua en el Ecuador.....	7
2.2 Constitución Política de la República del Ecuador	7
2.2.1 <i>Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua</i>	7
2.2.2 <i>Normas técnicas ecuatorianas NTE INEN</i>	8
2.3 Contaminación del agua	8
2.4 Fuentes de contaminación hídrica	8
2.4.1 <i>Fuentes antropogénicas</i>	9
2.4.2 <i>Fuentes naturales</i>	9
2.5 Propagación de vectores y enfermedades como impactos de la contaminación.	9
2.6 Cuencas hidrográficas.....	10
2.7 Calidad del agua	10
2.8 Parámetros analizados	10
2.8.1 <i>Turbidez</i>	10
2.8.2 <i>Potencial Hidrógeno</i>	11
2.8.3 <i>DBO</i>	11
2.8.4 <i>DQO</i>	11
2.8.5 <i>Oxígeno disuelto</i>	11
2.8.6 <i>Coliformes totales y fecales</i>	11
2.9 Intervalo de confianza	12
2.10 Puntos de muestreo.....	12

2.11 Muestreo de agua.....	12
2.12 Representatividad de la muestra.....	12
2.13 Muestreo manual.....	12
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Materiales.....	14
3.2 Metodología.....	15
3.2.1 Delimitación del área de estudio.....	15
3.2.2 Asignación de códigos para los ríos de estudio.....	16
3.3 Análisis estadístico.....	17
3.3.1 Toma de muestras.....	17
3.3.2 Conservación de las muestras.....	18
3.3.3 Parámetros estudiados.....	19
3.3.4 Análisis de laboratorio.....	20
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1 Resultados.....	24
4.1.1 Potencial de hidrógeno (pH).....	24
4.1.2 Turbidez.....	29
4.1.3 Oxígeno disuelto (OD).....	34
4.1.4 DBO ₅	39
4.1.5 DQO.....	43
4.1.6 Coliformes fecales.....	48
4.2 Elaboración de una memoria técnica de los resultados obtenidos.....	53
4.2.1 Memoria técnica.....	53
4.2.2 Socialización de la Memoria Técnica.....	54
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1.1 Conclusiones.....	55
5.1.2 Recomendaciones.....	56
6 BIBLIOGRAFÍA.....	57
7 ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción del procedimiento a seguir para la conservación de las muestras para los diferentes parámetros.....	19
Figura 2. Etiquetado placas petrifilm.....	23
Figura 3. Comparación del pH del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.	26
Figura 4. Comparación del pH del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.	26
Figura 5. Comparación del pH del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.	27
Figura 6. Comparación del pH del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.	27
Figura 7. Comparación del pH del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.	28
Figura 8. Comparación del pH del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.	28
Figura 9. Comparación de la turbidez del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.	30
Figura 10. Comparación de la turbidez del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles	31
Figura 11. Comparación de la turbidez del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.	31
Figura 12. Comparación de la turbidez del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.	32
Figura 13. Comparación de la turbidez del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.	33
Figura 14. Comparación de la turbidez del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.	33
Figura 15. Comparación del oxígeno disuelto del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.	36
Figura 16. Comparación del oxígeno disuelto del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.	36
Figura 17. Comparación del oxígeno disuelto del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles	37
Figura 18. Comparación del oxígeno disuelto del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.	37

Figura 19. <i>Comparación del oxígeno disuelto del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	38
Figura 20. <i>Comparación del oxígeno disuelto del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	38
Figura 21. <i>Comparación del DBO₅ del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.</i> ...	40
Figura 22. <i>Comparación del DBO₅ del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.</i> ...	41
Figura 23. <i>Comparación del DBO₅ del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.</i> ...	41
Figura 24. <i>Comparación del DBO₅ del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	42
Figura 25. <i>Comparación del DBO₅ del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	42
Figura 26. <i>Comparación del DBO₅ del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	43
Figura 27. <i>Comparación del DQO del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.</i> ...	45
Figura 28. <i>Comparación del DQO del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.</i> ...	46
Figura 29. <i>Comparación del DQO del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.</i> ...	46
Figura 30. <i>Comparación del DQO del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	47
Figura 31. <i>Comparación del DQO del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	47
Figura 32. <i>Comparación del DQO del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	48
Figura 33. <i>Comparación de coliformes fecales del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.</i>	50
Figura 34. <i>Comparación de coliformes fecales del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.</i>	51
Figura 35. <i>Comparación de coliformes fecales del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles</i>	51
Figura 36. <i>Comparación de coliformes fecales del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	52
Figura 37. <i>Comparación de coliformes fecales del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	52
Figura 38. <i>Comparación de coliformes fecales del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.</i>	53
Figura 39. <i>Socialización de la memoria técnica con los guardaparques.</i>	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Recursos</i>	14
Tabla 2. <i>Coordenadas río Socabones</i>	16
Tabla 3. <i>Coordenadas del río Sarpache</i>	16
Tabla 4. <i>Descripción de los códigos de los ríos a estudiar</i>	16
Tabla 5. <i>Parámetros muestreados</i>	19
Tabla 6. <i>Resultados de pH del río Socabones</i>	24
Tabla 7. <i>Resultados de pH del río Sarpache</i>	25
Tabla 8. <i>Resultados de turbidez del río Socabones</i>	29
Tabla 9. <i>Resultados de turbidez del río Sarpache</i>	30
Tabla 10. <i>Resultados de oxígeno disuelto del río Socabones</i>	34
Tabla 11. <i>Resultados de oxígeno disuelto del río Sarpache</i>	35
Tabla 12. <i>Resultados de DBO₅ del río Socabones</i>	39
Tabla 13. <i>Resultados de DBO₅ del río Sarpache</i>	39
Tabla 14. <i>Resultados de DQO del río Socabones</i>	44
Tabla 15. <i>Resultados de DQO del río Sarpache</i>	44
Tabla 16. <i>Resultados de coliformes fecales del río Socabones</i>	49
Tabla 17. <i>Resultados de coliformes fecales del río Sarpache</i>	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Recolección de toma de muestras.</i>	63
Anexo 2. <i>Etiquetado de las botellas.</i>	63
Anexo 3. <i>Etiquetado de las muestras.</i>	64
Anexo 4. <i>Medición de pH.</i>	64
Anexo 5. <i>Lectura de pH.</i>	65
Anexo 6. <i>Medición de turbidez</i>	65
Anexo 7. <i>Turbidímetro usado para los análisis de los ríos.</i>	66
Anexo 8. <i>Medición de oxígeno disuelto río</i>	66
Anexo 9. <i>Resultado de la medición de oxígeno disuelto.</i>	67
Anexo 10. <i>Insumos para la preparación de la mezcla.</i>	67
Anexo 11. <i>Llenado de botellas winkler</i>	68
Anexo 12. <i>Medición del DBO.</i>	68
Anexo 13. <i>Viales etiquetados.</i>	69
Anexo 14. <i>Preparación de viales para DQO</i>	69
Anexo 15. <i>Viales para DQO en el digestor</i>	70
Anexo 16. <i>Procedimiento de lectura de viales de DQO</i>	70
Anexo 17. <i>Análisis de coliformes fecales.</i>	71
Anexo 18. <i>Socialización memoria técnica.</i>	71
Anexo 19. <i>Ingreso Parque Nacional Antisana.</i>	72
Anexo 20. <i>Memoria técnica.</i>	73

RESUMEN

Dentro del Parque Nacional Antisana se encuentran los ríos Socabones y Sarpache, los mismos son los afluentes a los que se les realizarán los análisis, estos se localizan en el cantón de Archidona, y desembocan en la laguna "La Mica" de origen glaciar, esta laguna en la actualidad se encuentra represada, con el fin de abastecer de agua potable al sur de Quito. Por tal motivo se realizó el presente trabajo de titulación para evaluar la calidad del agua de los ríos, con el fin de determinar si los parámetros analizados cumplen con los límites permisibles establecidos por el libro VI Anexo I. del Texto Unificado de Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente (TULSMA) Tabla 3.

Se realizaron visitas de campo para definir los puntos de muestreo de cada río, siguiendo con lo que indica la NTE INEN 2176:2013 que establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad. Se obtuvo un total de 3 muestreos para cada río, tomando muestras de 3 puntos por cada río; para la conservación, transporte y manipulación de las muestras se siguió las especificaciones de NTE INEN 2169:2013.

Para determinar la calidad del agua se realizó análisis de laboratorio de 6 parámetros entre físicos, químicos y microbiológicos, con los valores obtenidos se realizó una comparación con la normativa ecuatoriana, finalmente de los resultados obtenidos se concluyó que todos los parámetros analizados cumplen con lo establecido por la norma, indicando que los afluentes cumplen con una buena calidad.

Palabras clave: Calidad, límites permisibles, Parque Nacional Antisana, afluentes, parámetros.

ABSTRACT

Within the Antisana National Park are the Socabones and Sarpache rivers, they are the tributaries to which the analyzes will be carried out, these are located in the canton of Archidona, and flow into the "La Mica" lagoon of glacial origin. The lagoon is currently dammed, in order to supply drinking water to the south of Quito. For this reason, this titling work was carried out to evaluate the quality of the water in the rivers, in order to determine if the parameters analyzed they comply with the permissible limits established by Book VI Annex I. of the Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment (TULSMA) Table 3.

Field visits were made to define the sampling points for each river, following what is indicated by NTE INEN 2176:2013, which establishes guidelines on the sampling techniques used to obtain the necessary data in quality control analyses. A total of 3 samples were obtained for each river, taking samples from 3 points for each river; For the conservation, transport and handling of the samples, the specifications of NTE INEN 2169:2013 were followed.

To determine the quality of the water, laboratory analysis of 6 parameters between physical, chemical and microbiological was carried out, with the values obtained a comparison was made with the Ecuadorian regulations, finally from the results obtained it was concluded that all the parameters analyzed comply with the established by the norm, indicating that the tributaries comply with a good quality.

Keywords: Quality, permissible limits, Antisana National Park, tributary, paramete

1. INTRODUCCIÓN

El agua, es considerado un recurso natural elemental, sin el cual la vida misma no sería posible. En la superficie terrestre es el componente más abundante, sin embargo, se encuentra distribuido desigualmente. El 97% del recurso es denominado “aguas saladas”, debido a que lo conforman los mares y océanos, mientras que el 3% faltante constituye las “aguas superficiales” o llamadas también “aguas dulces”, ya que tiene una baja salinidad (Martos, 2015).

El agua dulce en estado líquido corresponde alrededor del 1% y se encuentran en: ríos, torrentes, lagos, lagunas y aguas subterráneas; en estado sólido conforma los glaciares, constituyendo el 2,2%; finalmente tan solo el 0.001% del agua total corresponde al estado gaseoso, en forma de vapor; a pesar de que la proporción es considerablemente pequeña, es la que determina el clima, el ciclo hidrológico, entre otras características imprescindibles para el desarrollo de la vida (Martos, 2015).

La organización mundial de la salud destaca que: “Todos dependen del agua para gozar de salud, para producir alimentos, para el transporte, para la industria; además se la necesita para los animales y las plantas”. Se destaca la importancia que tiene el agua y lo imprescindible que es el cuidado que se debe tener sobre ella, ya que forma parte de las actividades del día a día (Mendizábal y Sedano, 2010).

Según (Bohoslavsky y Bautista, 2011), el agua visto como un derecho fundamental, debe cumplir con algunos factores:

- Disponibilidad: el abastecimiento debe ser suficiente para poder cubrir con las necesidades básicas de las personas.
- Accesibilidad: que sea de fácil acceso para todas las personas, sin discriminación alguna.

- Calidad: debe ser segura y estar libre de microorganismos y sustancias químicas que afecten las propiedades naturales del agua.

En el agua de uso potable, es imprescindible cumplir con normas y estándares que aseguren un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano, protegiendo así la salud de las personas. La calidad del agua es de vital importancia, el detrimento de esta afecta de forma directa la salud humana, provocando numerosas enfermedades. Por este motivo la calidad del recurso destaca como preocupación a nivel mundial, el cual se ve amenazado con el crecimiento poblacional, expansión de actividades económicas y el cambio climático; los cuales son varios de los factores que provocan alteraciones en el ciclo hidrológico (ONU – DAES, 2014).

Para los autores (Molina, Pozo y otros, 2018) en el Ecuador se define como agua segura a aquella que esté libre de contaminación fecal (e. coli), el informe señala que la principal problemática con el recurso hídrico en el Ecuador es la mala calidad del mismo, en especial si se habla de la que corresponde a la región amazónica.

Según el informe realizado por (MAE Y MSP, 2016), dentro de las principales causas de deterioro de la calidad del recurso hídrico en el Ecuador son: pérdida de la biodiversidad; falta de información suficiente y confiable, integral, estandarizado, sobre la calidad del agua desde la fuente hasta el sistema; falta de control efectivo, preventivo, sistemático de la calidad y de la contaminación del agua desde la fuente hasta el consumidor; no se encuentra establecida las áreas y zonas de protección de las fuentes hídricas.

Por otro lado, según estudios recientes realizados por (FONAG, 2021), se determinó que las “Áreas de conservación hídrica”, comprenden una mejora en la calidad del agua, lo que puede ser resultado de la reducción de ganado y la recuperación de la cobertura vegetal en las áreas, esto

se puede evidenciar en diferentes parámetros analizados. Sin embargo, estos esfuerzos no son suficientes y aún se puede reflejar la falta de protección que se le da al recurso.

El Parque Nacional Antisana, se encuentra dentro de las áreas de conservación hídrica, debido a que sus afluentes forman parte del sistema de captación de agua para uso potable, el cual distribuye a la ciudad de Quito, en el área se han identificado dos ríos de interés para la presente investigación denominados: “Socabones” y “Sarpache”, en los cuales se realizará los respectivos análisis, para poder determinar la calidad en la que se encuentran, considerando que deben cumplir con índices y estándares de calidad óptimos para consumo humano, destacando así lo que establece la (Constitución de la República del Ecuador, 2008), *“Art. 12.-El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”*

1.1 Identificación del problema

La demanda de agua en el planeta incrementa con el crecimiento de la población, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el caso de la ciudad de Quito, en el 2018 se contaba con más de 2.690.150 millones de habitantes, de acuerdo a las proyecciones para el 2020 la cantidad aumenta a los 2.781.641 millones de habitantes y para el año 2040 se proyectan 3.439.166 millones de habitantes a alcanzarse (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2020). Por esto llevó a los pobladores a buscar nuevas fuentes de este recurso. Para el año 2011 de los 2.365.973 pobladores en el Distrito Metropolitano de Quito alrededor de 50.000 habitantes usaban un sistema de abastecimiento diferente a la red, se abastecían de medios como: vertientes, acequia o canales, un 65% de la población, el 26% de pozos, el 5% de carros repartidores y el restante 4% de otras formas. Estas formas de autoabastecimiento generan vulnerabilidad en la salud de las personas, siendo un inconveniente la calidad del agua. (Rodríguez, 2011)

El 92% del abastecimiento de agua a la ciudad se realiza por subsistemas primordiales como Puengasí, Bellavista, El Placer y El Troje, por lo que el agua que se distribuye debe ser apta para el consumo humano, ya que gran cantidad de las afecciones que se pueden presentar en la salud de la población podría ser atribuido a la mala calidad del agua (Carpio y Uguña, 2022). Se podría evidenciar en la población con enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea, poliomielitis, entre otros lo que provoca incluso la muerte de miles de personas por año; evidentemente se nota una gran diferencia cuando existe una población sana más numerosa sin presentar síntomas de problemas gastrointestinales.

1.2 Justificación

La presente investigación nace con la finalidad de conocer la calidad de agua de los ríos “Socabones” y “Sarpache” determinando si estos se encuentran dentro de los índices permisibles, debido a que es indispensable para el consumo humano. Solamente un 0,025% del recurso es apto para su uso en agua potable, cuya demanda aumentará hasta un 55% entre los años 2000 y 2050 según las previsiones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (Ordoñez, 2018)

Esta propuesta permitirá determinar la calidad del agua, y verificar el estado en el que se encuentran los ríos a estudiar ubicados dentro del parque nacional Antisana. Los afluentes desembocan en la laguna “La Mica”, que es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable para el sur del DMQ la que suministra a la ciudad con un caudal de 1560 L/s y beneficia a alrededor de 650.000 habitantes. (Andrade, Escobar y Paredes, 2018)

Los principales beneficiarios del presente estudio serán directamente las autoridades del Parque Nacional Antisana ya que mediante la memoria técnica que se propone entregar, podrán

tomar medidas necesarias y para el futuro un mayor control con el fin de conservar y preservar las fuentes hídricas.

Para la realización del trabajo se cuenta con el apoyo brindado por las autoridades del Parque Nacional Antisana, puesto que en el parque mencionado se obtendrán las muestras, para el posterior análisis realizados en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana.

1.3 Ubicación de área de estudio y recolección de información sobre los ríos.

Los ríos estudiados “Socabones” y “Sarpache” se encuentran ubicados en la provincia de Napo dentro del Parque Nacional Antisana, el cual está a 50km del sureste de Quito, en el mismo se encuentra el nevado Antisana; para la recolección de información necesaria y la identificación de la zona muestreada, se estableció un sistema de muestreo en que se detallará en el apartado de delimitación del área de estudio, para lo cual como primer paso se realizó salidas de campo mediante visitas técnicas al Parque Nacional Antisana, se identificaron que sus afluentes son correspondientes a ríos provenientes del nevado, este es un volcán cubierto de glaciares en donde sus afluentes son utilizados para el agua de uso potable en la ciudad de Quito.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar el índice de calidad de agua de los ríos Socabones y Sarpache, mediante los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos necesarios para catalogarla como apta para el consumo humano.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los puntos y sistemas de muestreo de agua en los ríos Socabones y Sarpache mediante la norma INEN 2226, para la evaluación y posterior análisis de las muestras necesarias.
- Evaluar la calidad de agua, con base en la normativa nacional a través del análisis de los parámetros físicos (turbidez, pH), químicos (DBO, DQO, oxígeno disuelto) y microbiológicos (coliformes fecales), y determinar si se encuentran dentro de los límites permisibles para su uso.
- Elaborar una memoria técnica de los resultados de los análisis obtenidos, con el fin de que el documento sirva como apoyo para una mejor gestión en la zona por parte del personal del Parque Nacional Antisana.

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Marco legal del agua en el Ecuador

En el Ecuador los recursos hídricos según (Constitución de la República del Ecuador, 2008) son parte del patrimonio natural del Estado, es estratégico, de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria.

2.2 Constitución Política de la República del Ecuador

“El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

2.2.1 Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Según (República del Ecuador Asamblea Nacional, 2014) menciona en el “Art 4.- Principios de la Ley. - Esta ley de fundamenta en los siguientes principios:

- a) La integración de todas las aguas, sean estas, superficiales, subterráneas o atmosféricas, en el ciclo hidrológico con los ecosistemas;
- b) El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad;
- c) El agua, como bien de dominio público, es inalienable, imprescriptible e inembargable;
- d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua;

- e) El acceso al agua es un derecho humano;
- f) El Estado garantiza el acceso equitativo al agua;
- g) El Estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua; y,
- h) La gestión del agua es pública o comunitaria

2.2.2 Normas técnicas ecuatorianas NTE INEN

Las normas tienen como principal objetivo establecer lineamientos con los que debe cumplir el agua potable para que sea apta para el consumo humano es por ello que en a continuación se señalan las normas con la que se trabajó en el presente estudio.

2.2.2.1 Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2169:2013

“Esta norma establece las técnicas y precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar todo tipo de muestras de agua incluyendo aquellas para análisis biológicos, pero no análisis microbiológicos” (Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2169, 2013).

2.2.2.2 Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2176:2013

“Esta norma establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, poluidas y aguas residuales para su caracterización” (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176, 2013).

2.3 Contaminación del agua

La contaminación del agua se define como cualquier variación de las características físicas, químicas o biológicas, en concentraciones inadecuadas que provoquen que no sea apta para el uso deseado, generando un efecto adverso al ecosistema acuático, seres humanos o ambiente en general (TULSMA, 2003).

2.4 Fuentes de contaminación hídrica

Las fuentes de contaminación hídrica pueden clasificarse en antropogénicas y naturales.

Estas a su vez pueden ser físicas, químicas y biológicas. El nivel de contaminación de las mismas depende de la cantidad, concentración, tipo y procedencia de los agentes extraños vertidos en el agua, ya que los mismos pueden generarse de diferentes puntos (Campaña y Gualoto, 2015).

2.4.1 Fuentes antropogénicas

Según (Campaña y Gualoto, 2015) las fuentes antropogénicas están asociadas con las actividades humanas, y se pueden organizar de la siguiente manera:

- Descargas orgánicas: son las que provienen de actividades domésticas, hidrocarburos, industria alimenticia, servicios, agricultura entre otras actividades. Constituyen la contaminación por compuestos orgánicos que provocan la disminución de oxígeno como consecuencia de su utilización en el proceso de degradación biológica,
- Descargas inorgánicas: son aquellos que demandan oxígeno para su oxidación generando efectos tóxicos, como es el caso de los sulfitos y nitritos. Por otro lado, también pueden ser metales pesados como: mercurio, arsénico, cobre, zinc, níquel, cromo, plomo y cadmio. La presencia de estos compuestos inorgánicos, incluso en pequeñas cantidades puede ser perjudicial para la salud y la pérdida de biodiversidad.

2.4.2 Fuentes naturales

Los eventos naturales pueden ser factores que influyen en la calidad del agua, logran ocasionar posibles riesgos microbiológicos para la salud, ejemplo de estos eventos pueden ser las inundaciones, deslizamientos, huracanes, entre otras emergencias que pueden generar contaminación hídrica (González y Chiroles, 2012).

2.5 Propagación de vectores y enfermedades como impactos de la contaminación.

Según (Arroyo, 2018) el agua contaminada es capaz de transmitir enfermedades como la diarrea, el cólera, disentería, tifoidea. De tal manera, de la calidad del agua que se consume

dependerá la salud de las personas, siendo la principal vía para el contagio de enfermedades no transmisibles. Una de las enfermedades más conocida que guarda relación con el consumo de alimentos o agua contaminados es la diarrea.

2.6 Cuencas hidrográficas

Según (Vásconez, y otros, 2019) un curso de agua se define topográficamente, como un área que dispone de una salida simple para que se descargue todo el caudal del efluente. Generalmente se conforman por cuencas de menor tamaño, en el aspecto ambiental constituyen sumideros de CO₂ y conserva la biodiversidad; en el ámbito de lo ecológico, cumple con proveer un hábitat para la fauna y flora e influye sobre la calidad física y química del agua; por otro lado en el aspecto hidrológico, cumple con el drenaje del agua de la precipitación, recarga las fuentes de agua subterránea y superficial, finalmente en la parte socioeconómica se suministra recursos renovables y no renovables.

2.7 Calidad del agua

El término calidad del agua es relativo, ya que se le puede categorizar como “buena o mala” dependiendo el uso que se le asigne (Baeza, 2016). El uso del agua generalmente se relaciona con el consumo humano y se define en base a las condiciones en las que se encuentra, respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural.

2.8 Parámetros analizados

Para determinar la calidad del agua que presentan los dos ríos de estudio y conocer si existe un factor de contaminación en los mismos, es necesario realizar análisis de los siguientes parámetros de la calidad del agua.

2.8.1 Turbidez

Según (Acebo y Hernández, 2013) se define a la turbidez como la presencia de partículas que

no se logran disolver en un líquido, presentándose como la reducción de la transparencia de un líquido.

2.8.2 Potencial Hidrógeno

Es la medida de concentración de iones de hidrógeno e iones hidroxilo, el cual determina el carácter ácido o básico del agua ya que es un anfótero y puede actuar como ácido o base (Monte, 2016).

2.8.3 DBO

La demanda Bioquímica de Oxígeno expresa la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica (Navarro, 2007).

2.8.4 DQO

La demanda química de oxígeno del agua se define como un parámetro químico, se representa como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica para ser oxidada, mediante un oxidante fuerte, la cantidad que ha sido consumida se representa en términos de su equivalencia en oxígeno expresados en mg/l O_2 (García, Montuy, y Oaxaca, 2008).

2.8.5 Oxígeno disuelto

Es considerado vital para definir la salud de un medio porque es aprovechado por organismos que habitan en el agua (Vinuesa, 2012). Es un parámetro de suma importancia ya que logra informar acerca del estado de la calidad del agua, puede ser en el estado natural es decir en las fuentes, en este caso los ríos de estudio o también por alteraciones generadas por factores de actividad humana.

2.8.6 Coliformes totales y fecales

Son microorganismos indicadores de contaminación fecal, calidad sanitaria del agua y la eficiencia de los procesos de desinfección. Son microorganismos de forma cilíndrica, capaces de

fermentar la glucosa y la lactosa (Moposita, 2015).

2.9 Intervalo de confianza

Consiste en determinar un rango de valores donde se puede encontrar el valor que se requiere evaluar. Según lo que mencionan (Rocamora, García, y Beneito) con las muestras se obtiene un intervalo distinto, este intervalo posteriormente representará el verdadero valor del parámetro.

2.10 Puntos de muestreo

Un punto de muestreo se denomina a la posición exacta en donde se recolectarán varias muestras de agua para posteriormente ser analizadas en los laboratorios (Carvajal y Olives, 2019).

2.11 Muestreo de agua

Consiste en la toma de una porción representativa de una masa de agua específicamente de un punto de muestreo con el fin de analizar y estudiar el estado en el que se encuentra una fuente de agua. La toma de muestras y la cantidad que se recolecte son primordiales en todo estudio que requiera determinar la calidad del agua, tienen la finalidad de elaborar programas de control y evaluar medidas de mitigación y protección de los recursos hídricos (Carvajal y Olives, 2019).

2.12 Representatividad de la muestra

Según (Carvajal y Olives, 2019) la representatividad de la muestra se refiere a la localización de un área en donde el agua presente una mezcla completa, en el lugar se realizará la recolección de la muestra y la misma representará una muestra para el análisis, esto se realiza mediante la convicción del investigador.

2.13 Muestreo manual

Para la presente investigación se tomaron muestras manuales en el Parque Nacional Antisana en los dos ríos los mismos que representan escenarios de donde fueron recolectadas las muestras. Se realizó de esta manera ya que el acceso a estos cuerpos de agua es difícil, este tipo de muestreo

según (Carvajal y Olives, 2019) menciona que “permite identificar cualquier peculiaridad de las muestras y modificar inmediatamente cualquier deficiencia que se puede presentar, es decir, se logra detectar en el momento sustancias flotantes, cambios de colores u olores”

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se utilizó la normativa ambiental en la cual se encuentran los límites máximos permisibles de acuerdo con el uso asignado del agua, esta norma es Libro VI Anexo I del TULSMA.

Por otro lado, se siguieron las especificaciones que se dictan en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013 la cual detalla las técnicas y precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar todo tipo de muestras y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:2013 que establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad.

3.1 Materiales

Los materiales que fueron utilizados para la ejecución de este estudio se detallan a continuación:

Tabla 1.

Recursos usados.

MATERIALES	EQUIPOS
Cajas de poliuretano	GPS
Vasos de precipitación	pH- metro
Instrumental de Laboratorio de Aguas (Vasos de precipitación, jeringas, pipetas, agitador magnético, mechero de bunsen, micropipetas, etc)	Turbidímetros Incubadora Digestor
Viales	
Botellas ámbar (500 mL)	
Placas de petrifilm (E.Coli)	

Nota. Se presenta los recursos utilizados para el estudio. Elaborado por: Las Autoras.

El GPS por sus siglas en inglés (Global Positioning System) es un sistema desarrollado que proporciona servicios fiables de posicionamiento en todo el mundo (GPS.GOV, s.f.)

El pH, se define como potencial de hidrógeno, es decir que el pH-metro es un instrumento que permitirá obtener el pH en cada una de las muestras. (HANNA Instruments, s.f.)

3.2 Metodología

3.2.1 Delimitación del área de estudio

El área de estudio en el que se realizó el trabajo experimental es el Parque Nacional Antisana en la provincia de Napo, esta es una de las provincias de la región centro norte del Ecuador, situada en la Amazonía ecuatoriana, incluye parte de las laderas de los Andes y llanuras amazónicas. Su nombre se debe al río Napo y está limitada al norte con Sucumbíos, al sur con Pastaza; al oeste con Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua; y al este con la provincia de Orellana (GAD Provincial de Napo, 2014). Los ríos Socabones y Sarpache son los afluentes a los que se les realizará el análisis, estos se localizan en el cantón de Archidona con un área de 3.029 km^2 , y desembocan en la laguna "La Mica" de origen glaciar, ubicada al sureste de la quebrada Mícahuaycu y al este del río Jatunhuaycu a 3.900 metros de altitud con 2 kilómetros de longitud y 1 kilómetro de ancho; se alimenta también de los ríos Alambrado, Moyas, entre otros riachuelos que forman parte del paisaje, esta laguna en la actualidad se encuentra represada, con el fin de abastecer de agua potable al sur de Quito (Edwin y Sangucho, 2014).

Para la determinación de los puntos de muestreo se utilizó el GPS portátil marca GARMIN MAP 78s, el que permitió establecer puntos de fácil acceso para la toma de muestras necesarias para los análisis, obteniendo así las siguientes coordenadas geográficas.

Tabla 2.

Coordenadas río Socabones.

COORDENADAS RÍO SOCABONES			
PUNTOS	X	Y	ALTITUD (m.s.n.m)
P1	0811014	9938956	3917
P2	0811017	9938922	3929
P3	0811009	9938864	3934

Elaborado por: Las Autoras.

Tabla 3.

Coordenadas del río Sarpache.

COORDENADAS RÍO SARPACHE			
PUNTOS	X	Y	ALTITUD (m.s.n.m)
P1	0812646	9938971	3931
P2	0812566	9938449	3939
P3	0812648	9937880	3950

Elaborado por: Las Autoras.

3.2.2 Asignación de códigos para los ríos de estudio

Para la presente investigación se eligió dos ríos donde se realizaron los análisis de calidad del agua ambos ubicados en el Parque Nacional Antisana: 1) Río Socabones, 2) Río Sarpache.

Se asignó un código para cada río para facilitar la comprensión y evitar confusiones al momento de manipular las muestras en el laboratorio.

Tabla 4.

Descripción de los códigos de los ríos a estudiar.

RÍO	CÓDIGO
Socabones	SO
Sarpache	SA

Elaborado por: Las Autoras.

3.3 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se siguió según lo que indica la norma INEN ecuatoriana 2226:2013 para el establecimiento de los programas de muestreo donde se debe considerar el cálculo del intervalo de confianza y el nivel de confianza necesario y significativo para el muestreo.

Además, permite determinar la duración de la causa para muestrear y muestras completas donde se puede determinar la calidad del agua durante un periodo determinado de tiempo y las condiciones en las que se encuentran los parámetros, lo que se utilizó para establecer la frecuencia y la duración del muestreo. El número de muestras que se determinaron a realizar se describen a continuación.

3.3.1 Toma de muestras

Se determinó en cada río 3 puntos representativos para la toma de muestras, con 3 repeticiones para parámetros químicos y microbiológicos y 4 repeticiones para parámetros físicos, se repitió el proceso para cada muestreo. Finalmente se realizó un total de 3 muestreos por cada río.

Para la toma de muestras para los análisis físicos, químicos y microbiológicos se utilizaron botellas ámbar plásticas de 500 mL para cada punto de muestreo, se siguió lo que indica la norma NTE INEN 2169:2013.

Para la recolección de las muestras se utilizaron botellas nuevas y estériles, en las cuales se realizó el triple enjuagado con la misma agua del río, se repitió este proceso en cada punto. Se procedió a la toma de muestras y se cumplió con los lineamientos para no contaminar las mismas, se usó guantes y mascarilla de forma adecuada en la ejecución del muestreo. Para el muestro se

tomó muestras compuestas conformadas por submuestras determinadas como muestras simples, las cuales se recolectaron con un intervalo de 30 minutos.

Posteriormente se procedió al etiquetado de las muestras con la siguiente nomenclatura:

- Nombre del río
- Número de punto
- Número de muestreo
- Coordenada en x
- Coordenada en y
- Número de muestra
- Fecha
- Hora

3.3.2 Conservación de las muestras.

Para la conservación y transporte de las muestras se utilizó una caja de poliuretano con la finalidad de mantener una temperatura inferior a los 5°C dependiendo del parámetro, evitando la exposición a la luz solar según indica la norma NTE INEN 2169:2013. Se trató de que las muestras lleguen en el menor tiempo posible al laboratorio donde se realizó el correspondiente análisis para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Según las especificaciones de la norma NTE INEN 2169:2013 se debe considerar la siguiente información para una adecuada conservación de las muestras para los diferentes parámetros a estudiar:

Figura 1.

Descripción del procedimiento a seguir para la conservación de las muestras para los diferentes parámetros.

Parámetro	Tipo de recipiente V, vidrio; P, plástico; VB, vidrio borosilicatado	Volumen típico (ml) y técnica de envasado	Técnica de preservación	Tiempo máximo recomendado de preservación antes del análisis después de la conservación	Comentarios	Método de ensayo NTE INEN
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	P o V	1 000 Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	Se enfría a 1 °C y 5 °C	24 h	Mantener muestras almacenadas en la oscuridad.	1202
	P	1 000	Congelar a -20 °C	1 mes	En caso de congelación para -20 °C: 6 meses (1 mes si <50 mg/L)	
Demanda química de oxígeno (DQO)	P o V	100	Acidificar a pH 1 a 2 con H ₂ SO ₄	1 mes	6 meses	1203
	P	100	Congelar a -20 °C	1 mes	6 meses	
pH	P o V Llenar contenedor completamente para excluir el aire.	100	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C.	6 h	La prueba debe llevarse a cabo tan pronto como sea posible y, preferentemente, inmediatamente en el lugar después del muestreo.	973
Turbiedad	P o V	100	Se enfría a entre 1 °C y 5 °C. Mantener las muestras almacenadas en la oscuridad.	24 h	Preferiblemente llevar a cabo en el campo.	

Nota. Se presenta las características para la conservación de muestras. Fuente: NTE INEN 2169:2013.

3.3.3 Parámetros estudiados

Para el análisis de la calidad del agua se consideró los siguientes parámetros:

Tabla 5.

Parámetros muestreados.

Parámetros	Carácter
Turbidez	Físico
pH	Físico
DBO	Químico
DQO	Químico
Oxígeno disuelto	Químico
Coliformes fecales	Microbiológico

Nota. Se presenta el carácter de cada parámetro de las muestras. Elaborado por: Las Autoras.

3.3.4 Análisis de laboratorio

La metodología y los insumos utilizados para este estudio se detallan a continuación, cabe mencionar que la misma metodología se aplicó para el análisis de los dos ríos. Los mismos que se ejecutaron en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana campus sur en la ciudad de Quito.

3.3.4.1 Análisis de parámetros físicos

a. pH

Para la medición de pH se utilizó un pH-metro portátil, marca Hanna modelo HI98107, el mismo fue calibrado y desinfectado con agua destilada, para evitar la alteración de las mediciones. Se realizó el siguiente procedimiento:

Con las muestras recolectadas, se tomó 50 mL en un vaso de precipitación y se formó la muestra compuesta, se dejó estabilizar y se procedió a introducir el pH-metro para tomar la lectura.

a. Turbidez

Para el parámetro de la turbidez primero se procedió a verificar que el turbidímetro marca Lovibond modelo TB 211 IR se encuentre calibrado, mediante la solución estándar de turbidez compuesta de formacina de 10 NTU, la cual viene integrada en el vial del equipo.

Posteriormente se colocó 10 mL de la muestra compuesta en el vial correspondiente se tapó, se limpió con el pañuelo del equipo para evitar que el vial se raye y los resultados se alteren, se colocó en la celda del turbidímetro adecuadamente y finalmente se prosiguió a la lectura de los datos arrojados en UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez), este proceso se realizó para las cuatro repeticiones de cada punto muestreado.

3.3.4.2 Análisis de parámetros químicos

a. Oxígeno disuelto

Para este parámetro se tomó 50 mL de la muestra compuesta de cada punto para llevarla a un vaso de precipitación donde se esperó que el agua se estabilice para luego introducir el oxímetro de marca HORIBA modelo LAQUAact OM - 71, para obtener el resultado de la medición.

b. DBO

Para la demanda bioquímica de oxígeno se utilizó el método de Winkler, para ello como primer paso se preparó la mezcla de las soluciones de cada uno de los reactivos y posteriormente se colocó en una pecera 1 mL por cada litro de agua destilada de cloruro férrico, cloruro de calcio, sulfato de magnesio y estabilizador de pH, por otro lado, se preparó las botellas winkler con la cantidad adecuada de las muestras para esto se utilizó la proporción 1:100; 1:500; 1:1000, una vez realizada la mezcla de los reactivos se procedió a introducir la mitad del volumen de cada una de las botellas, se colocó la botella sobre la plancha de agitación para proceder a introducir el agitador magnético de manera que permita la aireación de la muestra y se procede a meter el equipo lo más recto posible para la lectura correspondiente del primer valor, luego se retira el agitador magnético mediante el pescador, como siguiente paso se debe llenar la otra mitad del volumen, se procede a tapar la muestra tratando de evitar que se formen burbujas en el interior, una vez tapada la botella winkler sin burbujas se inserta en la incubadora se tomó el tiempo en el que ingresa; posterior a ello se deja las muestras por 5 días en la incubadora a 25°C y una vez concluido este tiempo se sacan las muestras, se destapa y se coloca cada una de las botellas en la plancha de agitación, para seguir con el proceso que es introducir el agitador magnético y finalmente se realizó la lectura de cada una de las muestras.

c. DQO

Para la demanda química de oxígeno se adquirió viales de bajo rango marca HANNA, primero se preparó el digestor para viales marca HANNA con anticipación con la finalidad de que se caliente hasta los 150°C; segundo se prepara los viales con el etiquetado correspondiente con la finalidad de no confundir los mismos y facilitar la manipulación para las 3 repeticiones de cada punto; tercero se procedió a abrir los viales con las medidas de seguridad adecuadas; cuarto se introduce 1 mL de cada muestra en los viales correspondientes de manera inclinada, adicionalmente se prepara un vial denominado blanco con el objetivo de encerrar el equipo para realizar las lecturas posteriores del análisis; como quinto paso se tapa el vial y se agita de manera delicada; como sexto paso cuando haya terminado este proceso se debe colocar los viales en el digestor de manera que queden los más cerca posible del centro para aprovechar la temperatura; finalmente se deja en digestión por 120 minutos. Para posteriormente llevar los viales una vez fríos al fotómetro marca HANNA modelo HI 83399, con la ayuda de este equipo se realiza las lecturas de todas las repeticiones y se anota en la libreta de apoyo.

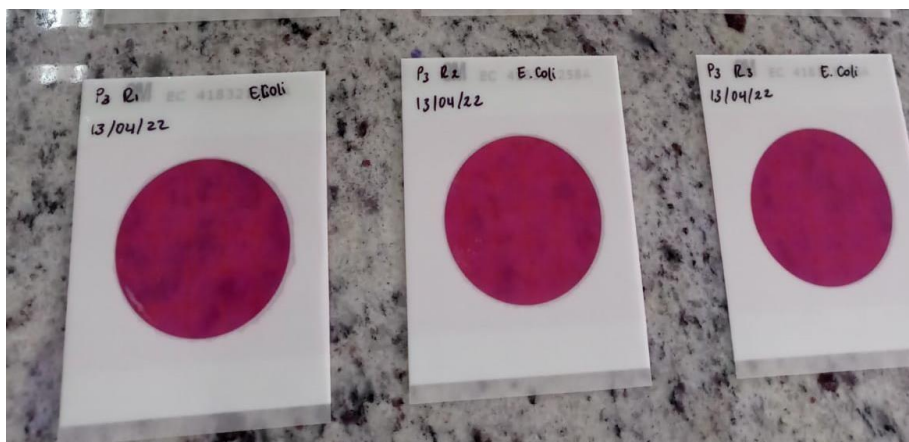
3.3.4.3 Análisis de parámetros

a. Coliformes fecales E. Coli

Para el análisis de coliformes fecales E. Coli como primer paso se esterilizó el lugar donde se ejecutó el procedimiento, posteriormente se colocó el etiquetado en las placas petrifilm adquiridas previamente como se muestra en la ilustración 2.

Figura 2.

Etiquetado placas petrifilm.



Nota. Se presenta el etiquetado correspondiente para las repeticiones de análisis de coliformes fecales. Elaborado por: Las Autoras.

Se tomó 100 mL de la muestra compuesta de cada punto, con ayuda de la micro pipeta se tomó la muestra cerca de la llama del mechero bunsen, de manera que no tenga burbujas en su interior, luego se vierte la muestra en las placas petrifilm, y se tapa lentamente con el fin de que no se formen burbujas en las placas, una vez realizado el proceso para todas las repeticiones de cada punto, se procede a llevar a la incubadora del laboratorio de microbiología por 24 horas, concluido el tiempo se retiran las placas y se realiza el conteo de las unidades formadoras de colonias presentes en cada placa. Una vez terminado el proceso se realiza el auto clavado del material usado para poder desecharlo adecuadamente.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Finalmente, a continuación, se presentan los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio realizados para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Se realizó el promedio de los valores obtenidos de cada parámetro con la finalidad de comparados con los valores máximos permisibles según lo establece el Texto Unificado de Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente (TULSMA) Libro VI Anexo I.

4.1.1 Potencial de hidrógeno (pH)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de laboratorio para el pH de los ríos estudiados.

Tabla 6.

Resultados de pH del río Socabones.

PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado pH	Muestra	Resultado pH	Muestra	Resultado pH	pH
SOM1P1R1	7,31	SOM1P2R1	7,21	SOM1P3R1	7,31	6 - 9
SOM1P1R2	7,11	SOM1P2R2	7,32	SOM1P3R2	7,28	6 - 9
SOM1P1R3	7,01	SOM1P2R3	7,31	SOM1P3R3	7,29	6 - 9
SOM1P1R4	7,15	SOM1P2R4	7,28	SOM1P3R4	7,26	6 - 9
SOM2P1R1	7,68	SOM2P2R1	7,67	SOM2P3R1	7,49	6 - 9
SOM2P1R2	8,01	SOM2P2R2	7,46	SOM2P3R2	7,41	6 - 9
SOM2P1R3	7,53	SOM2P2R3	7,50	SOM2P3R3	7,38	6 - 9
SOM2P1R4	7,21	SOM2P2R4	7,39	SOM2P3R4	7,35	6 - 9
SOM3P1R1	7,33	SOM3P2R1	7,25	SOM3P3R1	7,50	6 - 9
SOM3P1R2	7,30	SOM3P2R2	7,26	SOM3P3R2	7,67	6 - 9
SOM3P1R3	7,59	SOM3P2R3	7,33	SOM3P3R3	7,60	6 - 9
SOM3P1R4	7,51	SOM3P2R4	7,36	SOM3P3R4	7,72	6 - 9
Promedio	7,395	Promedio	7.362	Promedio	7,438	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del pH del río Socabones.
Elaborado por: las Autoras.

Tabla 7.

Resultados de pH del río Sarpache.

PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado pH	Muestra	Resultado pH	Muestra	Resultado pH	pH
SAM1P1R1	7,51	SAM1P2R1	6,81	SAM1P3R1	6,68	6 - 9
SAM1P1R2	6,75	SAM1P2R2	6,63	SAM1P3R2	6,65	6 - 9
SAM1P1R3	6,8	SAM1P2R3	6,7	SAM1P3R3	6,51	6 - 9
SAM1P1R4	6,51	SAM1P2R4	6,68	SAM1P3R4	6,58	6 - 9
SAM2P1R1	7,34	SAM2P2R1	6,89	SAM2P3R1	6,98	6 - 9
SAM2P1R2	6,89	SAM2P2R2	6,75	SAM2P3R2	6,83	6 - 9
SAM2P1R3	6,91	SAM2P2R3	7,11	SAM2P3R3	7,23	6 - 9
SAM2P1R4	7,01	SAM2P2R4	6,72	SAM2P3R4	7,34	6 - 9
SAM3P1R1	7,41	SAM3P2R1	7,01	SAM3P3R1	6,97	6 - 9
SAM3P1R2	6,93	SAM3P2R2	7,13	SAM3P3R2	7,08	6 - 9
SAM3P1R3	7,12	SAM3P2R3	6,89	SAM3P3R3	6,89	6 - 9
SAM3P1R4	7,04	SAM3P2R4	6,75	SAM3P3R4	6,91	6 - 9
Promedio	7,018	Promedio	6,839	Promedio	6,888	

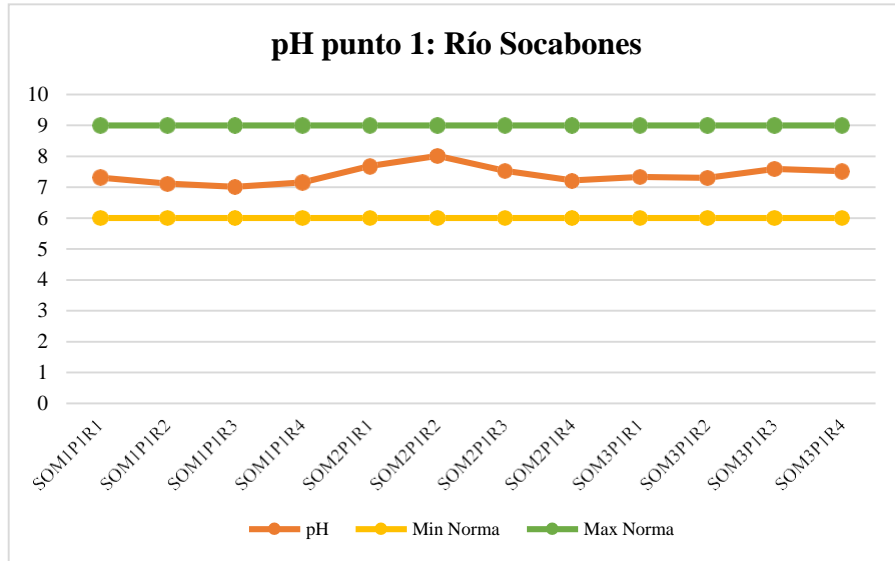
Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del pH del río Sarpache.
Elaborado por: las Autoras.

Como se logra visualizar en la tabla 6 y 7 de los resultados obtenidos se realizó la comparación con la tabla 7 del Libro VI Anexo I del TULSMA la cual especifica los criterios máximos permisibles para aguas de consumo humano y doméstico que solo requieran de desinfección. En las tablas se puede identificar los promedios obtenidos del pH de cada río, con valores de 7,362 a 7,438 para el río Socabones y de 6,839 a 7,018 para el río Sarpache. Lo que demuestra que ambos ríos se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma el cual es de 6 – 9. Es importante resaltar la temperatura a la que fueron tomadas las muestras la cual fue de 7°C a 10°, debido a que, la temperatura tiene influencia en el pH, aunque todos los valores se

encontraron dentro de la norma, se puede evidenciar una variación de los resultados esto por la influencia del clima del lugar.

Figura 3.

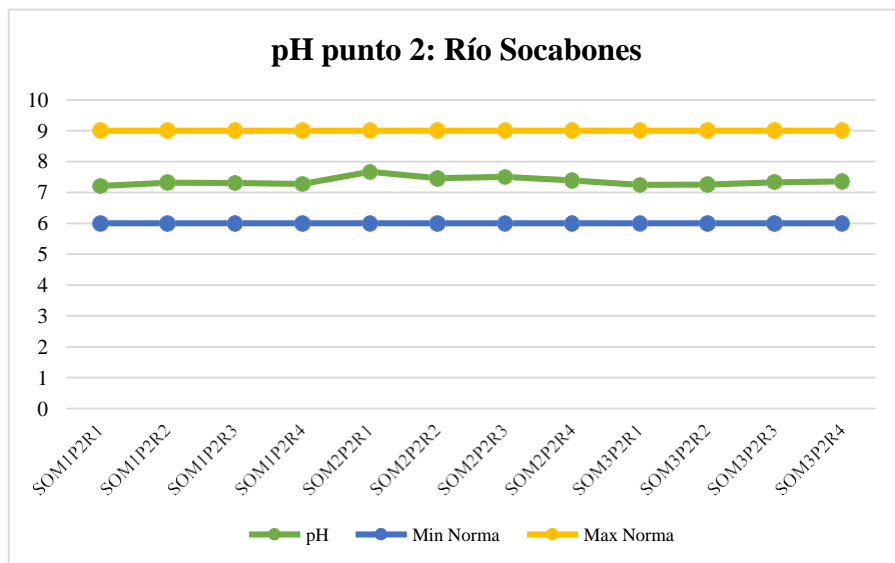
Comparación del pH del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del pH con los límites permisibles para el punto 1 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 4.

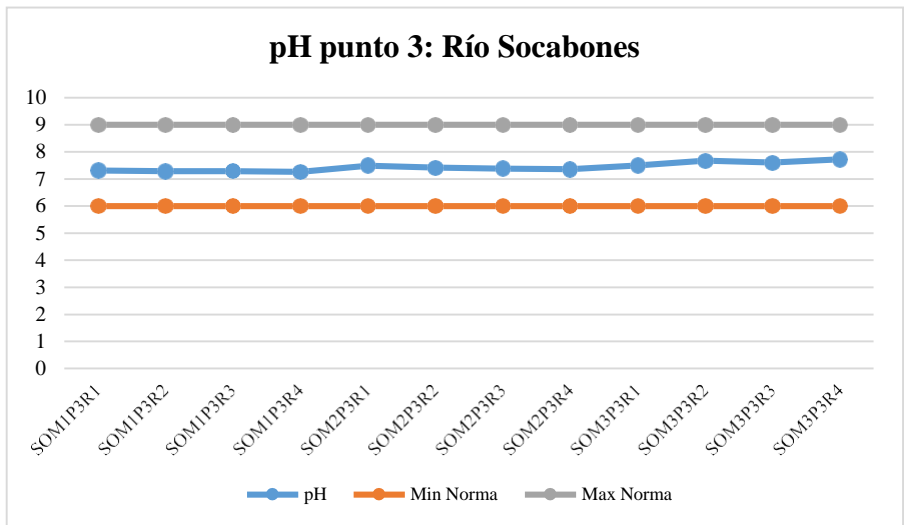
Comparación del pH del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del pH con los límites permisibles para el punto 2 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 5.

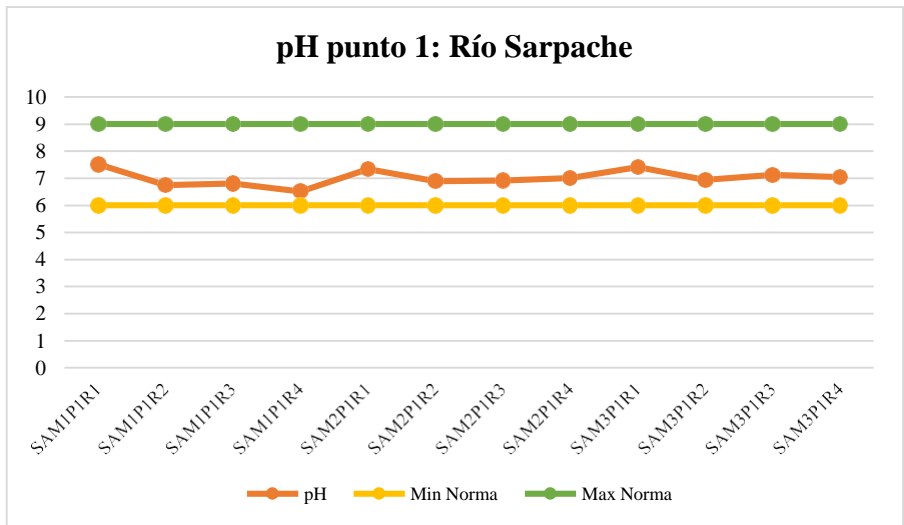
Comparación del pH del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del pH con los límites permisibles para el punto 3 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 6.

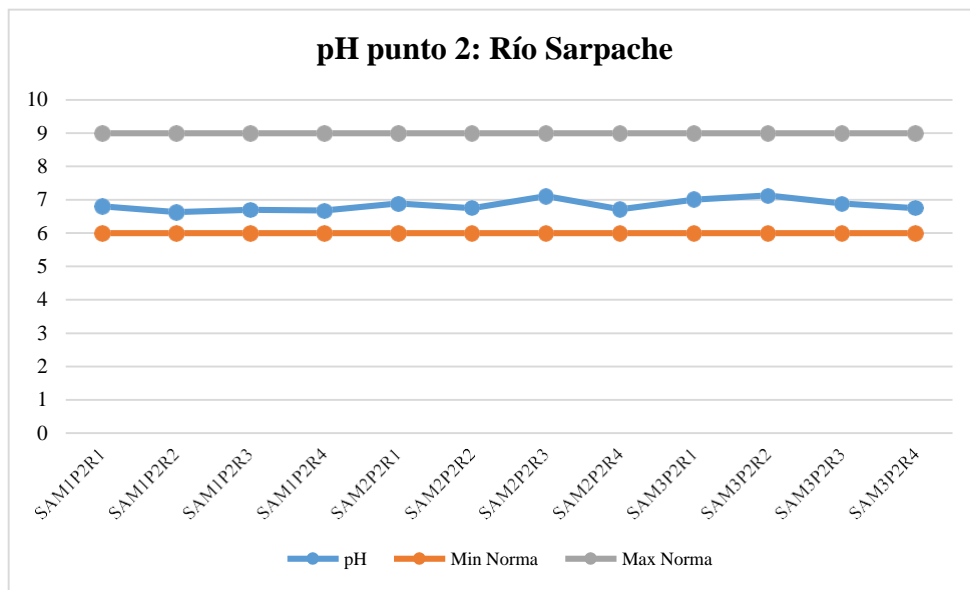
Comparación del pH del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del pH con los límites permisibles para el punto 1 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 7.

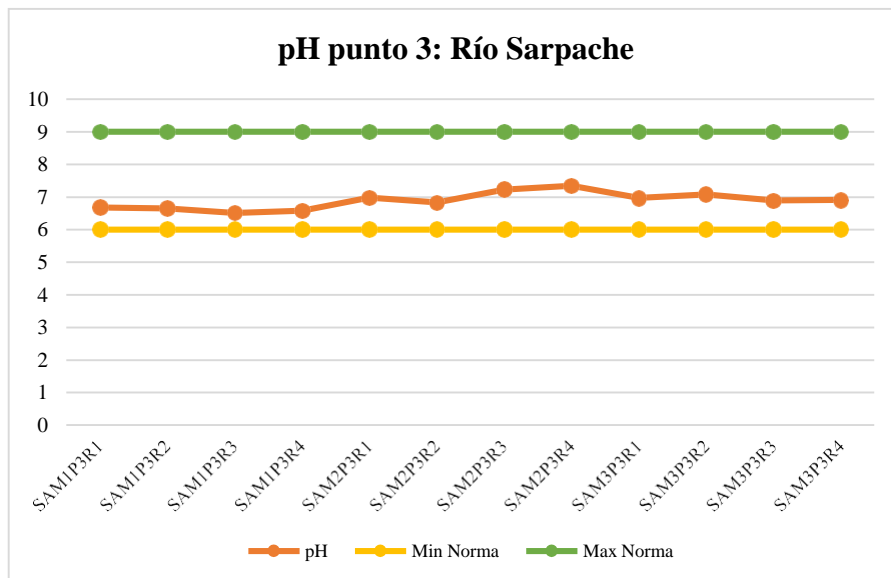
Comparación del pH del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del pH con los límites permisibles para el punto 2 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 8.

Comparación del pH del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del pH con los límites permisibles para el punto 3 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

De la ilustración 3 a la 8 se logró identificar que no existe una variación significativa durante el tiempo de estudio, se considera en base a estos valores que los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango de los límites permisibles para el pH el cual es de 6 -9 , determinando que el parámetro cumple con una buena calidad para los dos ríos.

4.1.2 Turbidez

En la tabla 8 y 9 se presentan los resultados obtenidos del análisis de la turbidez para los dos ríos estudiados, realizados en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana.

Tabla 8.

Resultados de turbidez del río Socabones.

PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado turbidez (NTU)	Muestra	Resultado turbidez (NTU)	Muestra	Resultado turbidez (NTU)	Turbidez (NTU)
SOM1P1R1	4,31	SOM1P2R1	3,10	SOM1P3R1	3,16	10
SOM1P1R2	4,36	SOM1P2R2	3,13	SOM1P3R2	3,41	10
SOM1P1R3	4,02	SOM1P2R3	3,11	SOM1P3R3	3,15	10
SOM1P1R4	4,02	SOM1P2R4	3,09	SOM1P3R4	3,31	10
SOM2P1R1	4,65	SOM2P2R1	5,32	SOM2P3R1	4,22	10
SOM2P1R2	4,82	SOM2P2R2	4,90	SOM2P3R2	4,15	10
SOM2P1R3	4,53	SOM2P2R3	4,46	SOM2P3R3	4,43	10
SOM2P1R4	4,61	SOM2P2R4	4,37	SOM2P3R4	4,91	10
SOM3P1R1	4,15	SOM3P2R1	4,90	SOM3P3R1	4,82	10
SOM3P1R2	4,48	SOM3P2R2	4,70	SOM3P3R2	5,21	10
SOM3P1R3	5,42	SOM3P2R3	3,42	SOM3P3R3	4,50	10
SOM3P1R4	4,91	SOM3P2R4	3,74	SOM3P3R4	5,07	10
Promedio	4,523	Promedio	4,020	Promedio	4,195	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de turbidez del río Socabones. Elaborado por: las Autoras.

Tabla 9.

Resultados de turbidez del río Sarpache.

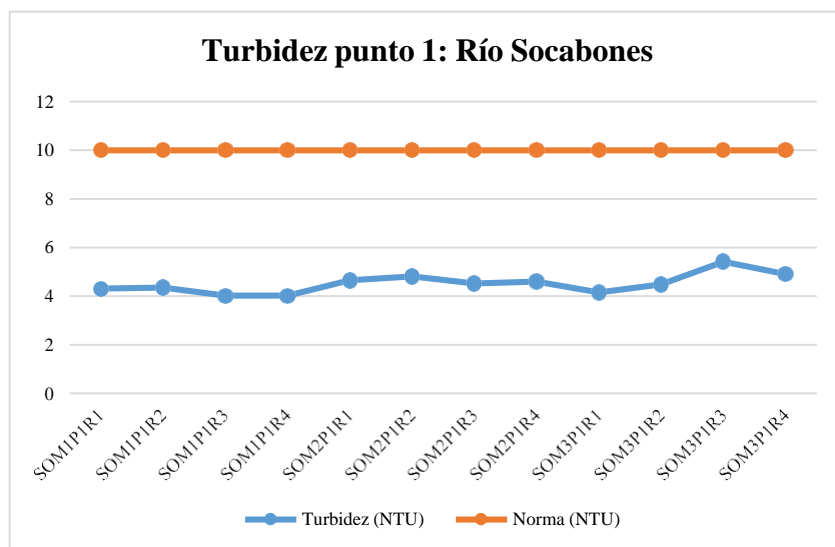
PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado turbidez (NTU)	Muestra	Resultado turbidez (NTU)	Muestra	Resultado turbidez (NTU)	Turbidez (NTU)
SAM1P1R1	4,98	SAM1P2R1	4,34	SAM1P3R1	4,93	10
SAM1P1R2	4,96	SAM1P2R2	4,52	SAM1P3R2	4,97	10
SAM1P1R3	5,10	SAM1P2R3	4,02	SAM1P3R3	4,89	10
SAM1P1R4	5,91	SAM1P2R4	3,91	SAM1P3R4	5,04	10
SAM2P1R1	4,91	SAM2P2R1	4,82	SAM2P3R1	5,26	10
SAM2P1R2	5,41	SAM2P2R2	4,51	SAM2P3R2	4,52	10
SAM2P1R3	5,18	SAM2P2R3	5,13	SAM2P3R3	4,88	10
SAM2P1R4	4,73	SAM2P2R4	4,77	SAM2P3R4	5,04	10
SAM3P1R1	4,75	SAM3P2R1	4,07	SAM3P3R1	4,74	10
SAM3P1R2	4,82	SAM3P2R2	4,36	SAM3P3R2	4,90	10
SAM3P1R3	5,03	SAM3P2R3	4,18	SAM3P3R3	5,05	10
SAM3P1R4	4,63	SAM3P2R4	4,34	SAM3P3R4	4,98	10
Promedio	5,034	Promedio	4,414	Promedio	4,933	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de turbidez del río Sarpache. Elaborado por: las Autoras.

En las tablas 8 y 9 se puede identificar la comparación de los valores obtenidos con los límites máximos permitidos por el Libro VI Anexo I del TULSMA para la turbidez, con un valor máximo para agua potable que solo requiera de desinfección de 10 NTU. Los promedios de los valores obtenidos van de 4,020 NTU a 4,523 NTU para el río Socabones y de 4,414 NTU a 5,034 NTU. Lo que demuestra que el parámetro se encuentra dentro de los límites establecidos por la Norma.

Figura 9.

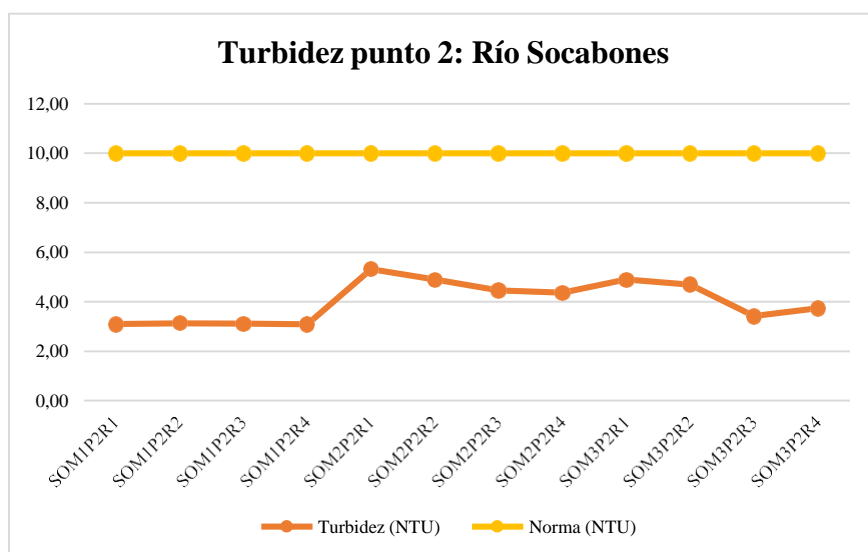
Comparación de la turbidez del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de la turbidez con los límites permisibles para el punto 1 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 10.

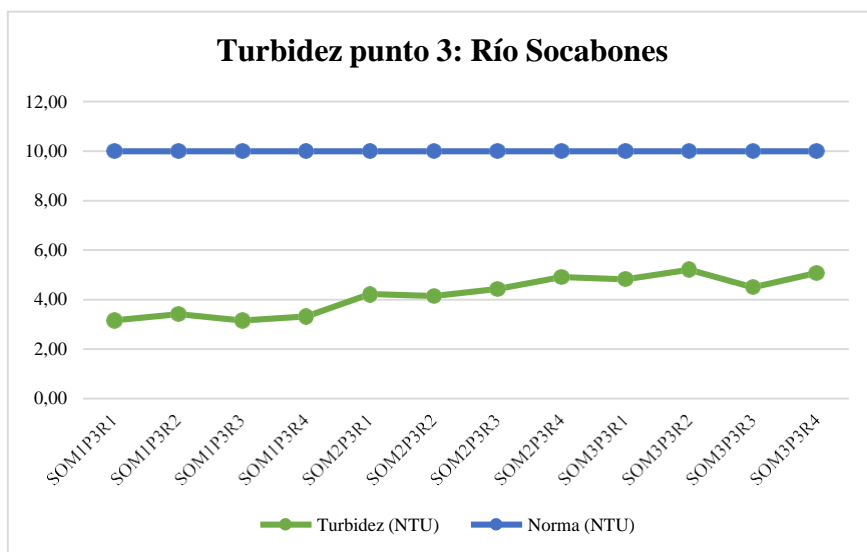
Comparación de la turbidez del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de la turbidez con los límites permisibles para el punto 2 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 11.

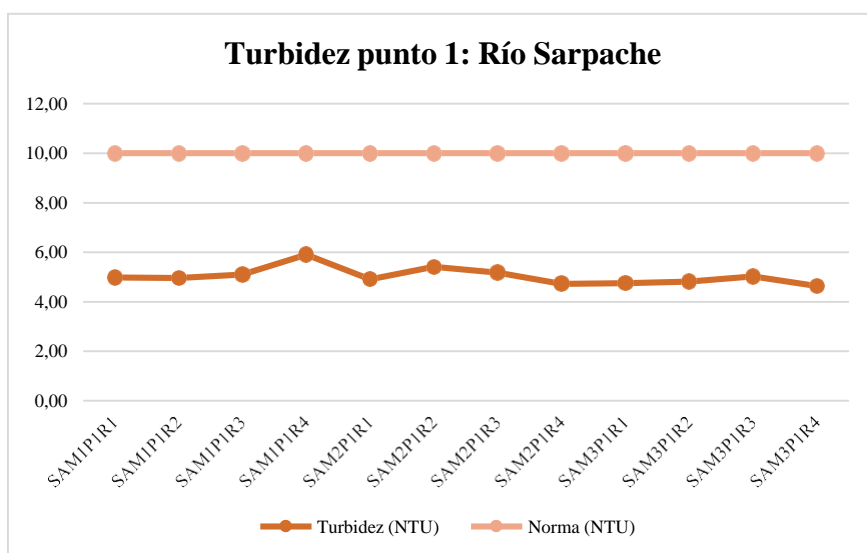
Comparación de la turbidez del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de la turbidez con los límites permisibles para el punto 3 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 12.

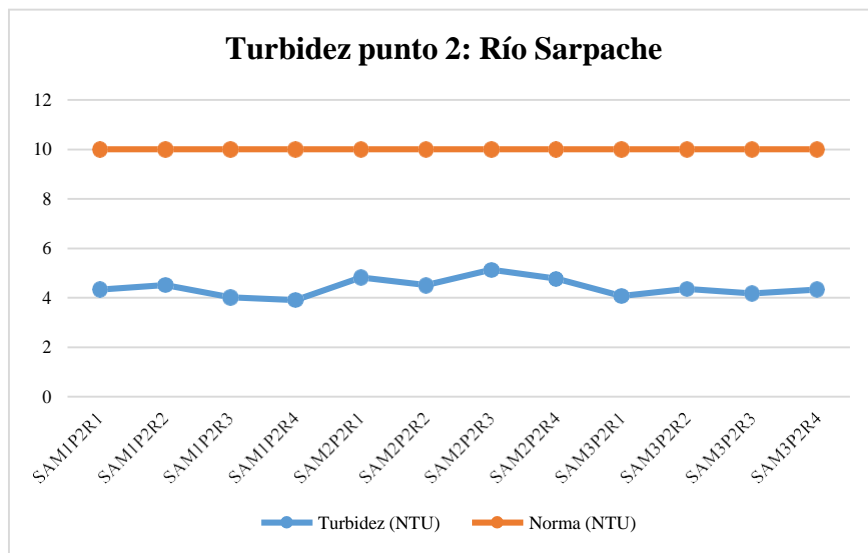
Comparación de la turbidez del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de la turbidez con los límites permisibles para el punto 1 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 13.

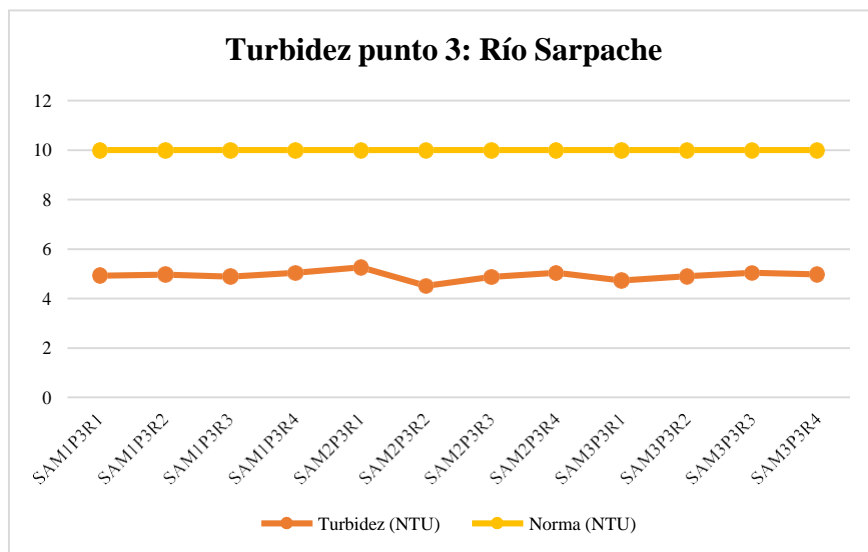
Comparación de la turbidez del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de la turbidez con los límites permisibles para el punto 2 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 14.

Comparación de la turbidez del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de la turbidez con los límites permisibles para el punto 3 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

En las ilustraciones para turbidez presentadas, se puede determinar que todas las muestras obtenidas de los dos ríos se encuentran dentro de los límites establecidos, con un valor menor a 10 NTU que es el valor máximo permitido por la norma, lo que indica que existe un buen paso de la luz natural a los afluentes (HANNA Instruments, s.f.)

4.1.3 Oxígeno disuelto (OD)

En las tablas 10 y 11 se muestran los resultados obtenidos de los análisis de oxígeno disuelto realizados a cada río.

Tabla 10.

Resultados de oxígeno disuelto del río Socabones.

PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Oxígeno disuelto (mg/L)	Muestra	Oxígeno disuelto (mg/L)	Muestra	Oxígeno disuelto (mg/L)	> 6 (mg/L)
SOM1P1R1	7,83	SOM1P2R1	6,71	SOM1P3R1	7,19	>6
SOM1P1R2	7,55	SOM1P2R2	6,87	SOM1P3R2	6,95	>6
SOM1P1R3	6,32	SOM1P2R3	7,05	SOM1P3R3	6,96	>6
SOM1P1R4	6,57	SOM1P2R4	7,17	SOM1P3R4	6,67	>6
SOM2P1R1	7,31	SOM2P2R1	6,4	SOM2P3R1	7,45	>6
SOM2P1R2	6,89	SOM2P2R2	6,73	SOM2P3R2	6,69	>6
SOM2P1R3	7,65	SOM2P2R3	7,11	SOM2P3R3	6,71	>6
SOM2P1R4	6,55	SOM2P2R4	7,05	SOM2P3R4	6,75	>6
SOM3P1R1	6,27	SOM3P2R1	6,41	SOM3P3R1	6,78	>6
SOM3P1R2	6,34	SOM3P2R2	7,13	SOM3P3R2	6,37	>6
SOM3P1R3	7,09	SOM3P2R3	7,33	SOM3P3R3	6,71	>6
SOM3P1R4	6,77	SOM3P2R4	6,87	SOM3P3R4	6,29	>6
Promedio	6,928	Promedio	6,903	Promedio	6,793	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de oxígeno disuelto del río Socabones. Elaborado por: las Autoras.

Tabla 11.

Resultados de oxígeno disuelto del río Sarpache.

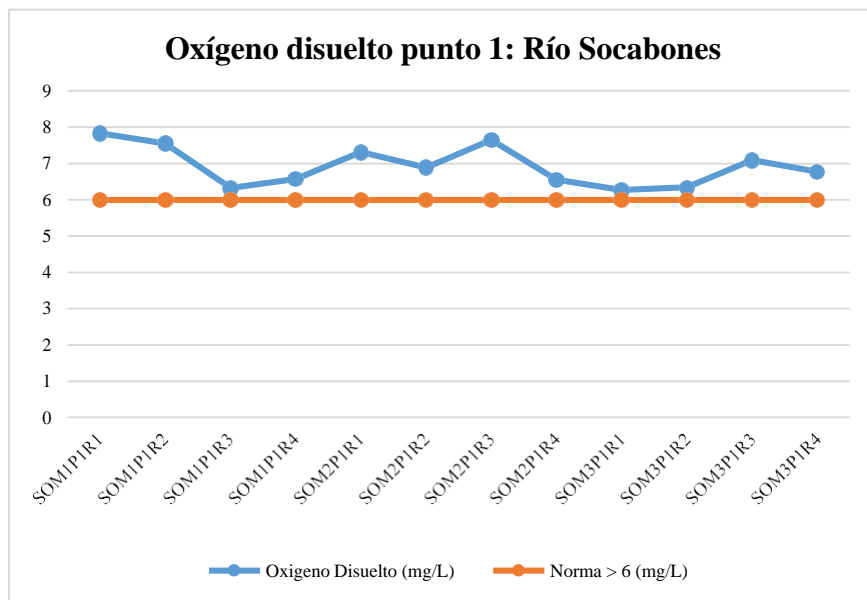
PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Muestra	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Muestra	Oxígeno Disuelto (mg/L)	> 6 (mg/L)
SAM1P1R1	7,25	SAM1P2R1	6,83	SAM1P3R1	7,12	>6
SAM1P1R2	6,51	SAM1P2R2	7,15	SAM1P3R2	7,32	>6
SAM1P1R3	6,45	SAM1P2R3	6,34	SAM1P3R3	7,21	>6
SAM1P1R4	6,57	SAM1P2R4	6,43	SAM1P3R4	7,35	>6
SAM2P1R1	6,54	SAM2P2R1	6,47	SAM2P3R1	7,16	>6
SAM2P1R2	6,96	SAM2P2R2	7,22	SAM2P3R2	6,48	>6
SAM2P1R3	6,69	SAM2P2R3	6,44	SAM2P3R3	7,23	>6
SAM2P1R4	6,61	SAM2P2R4	6,71	SAM2P3R4	7,02	>6
SAM3P1R1	6,53	SAM3P2R1	6,49	SAM3P3R1	6,33	>6
SAM3P1R2	6,78	SAM3P2R2	6,38	SAM3P3R2	6,83	>6
SAM3P1R3	6,49	SAM3P2R3	6,53	SAM3P3R3	7,02	>6
SAM3P1R4	6,3	SAM3P2R4	6,32	SAM3P3R4	7,17	>6
Promedio	6,640	Promedio	6,609	Promedio	7,020	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de oxígeno disuelto del río Sarpache. Elaborado por: las Autoras.

En las tablas 10 y 11 se presentan los valores obtenidos del análisis de oxígeno disuelto comparados con los límites establecidos por el Libro VI Anexo I del TULSMA el cual establece que para que el parámetro cumpla con una buena calidad debe ser > 6 mg/L. Los resultados de los promedios de oxígeno disuelto fueron de 6,793 mg/L a 6,928 mg/L para el río Socabones y de 6,640 mg/L a 7,020 mg/L para el río Sarpache, en los dos ríos se obtuvieron valores superiores a 6 mg/L, lo que demuestra que el parámetro cumple con la norma.

Figura 15.

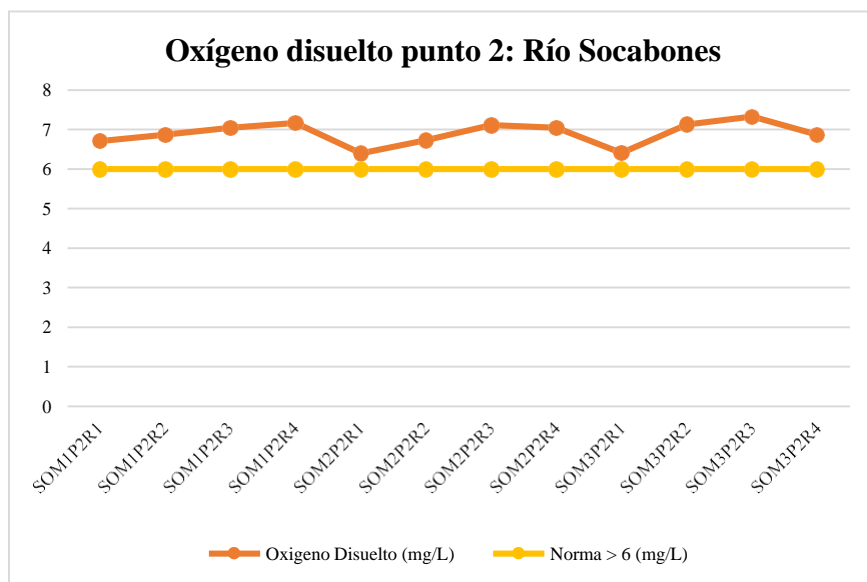
Comparación del oxígeno disuelto del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de oxígeno disuelto con los límites permisibles para el punto 1 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 16.

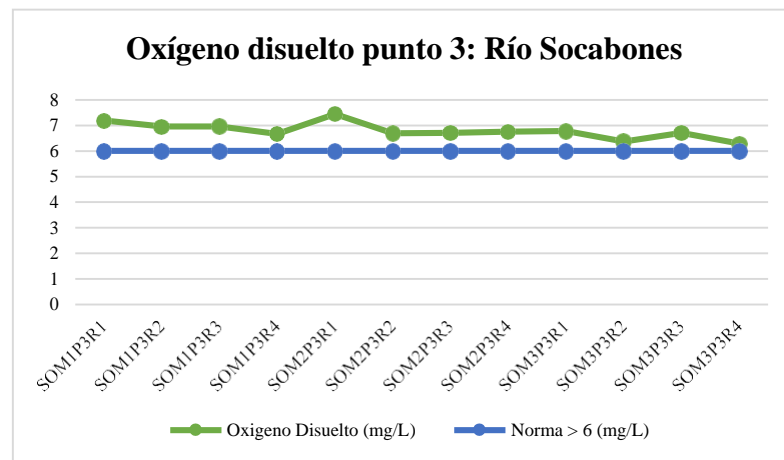
Comparación del oxígeno disuelto del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de oxígeno disuelto con los límites permisibles para el punto 2 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 17.

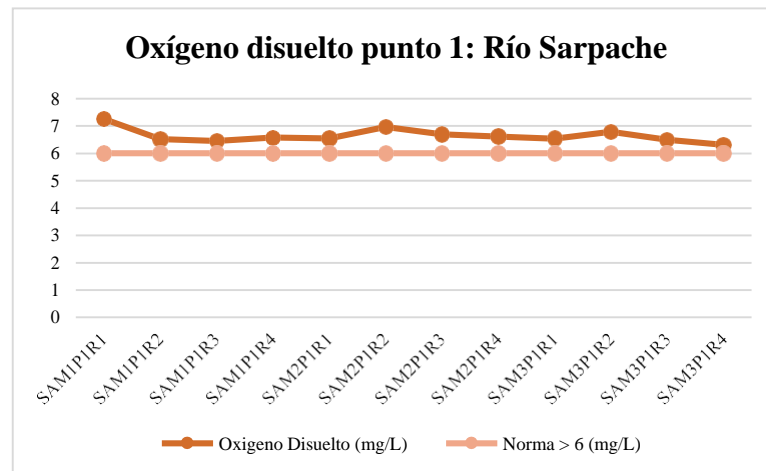
Comparación del oxígeno disuelto del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de oxígeno disuelto con los límites permisibles para el punto 3 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 18.

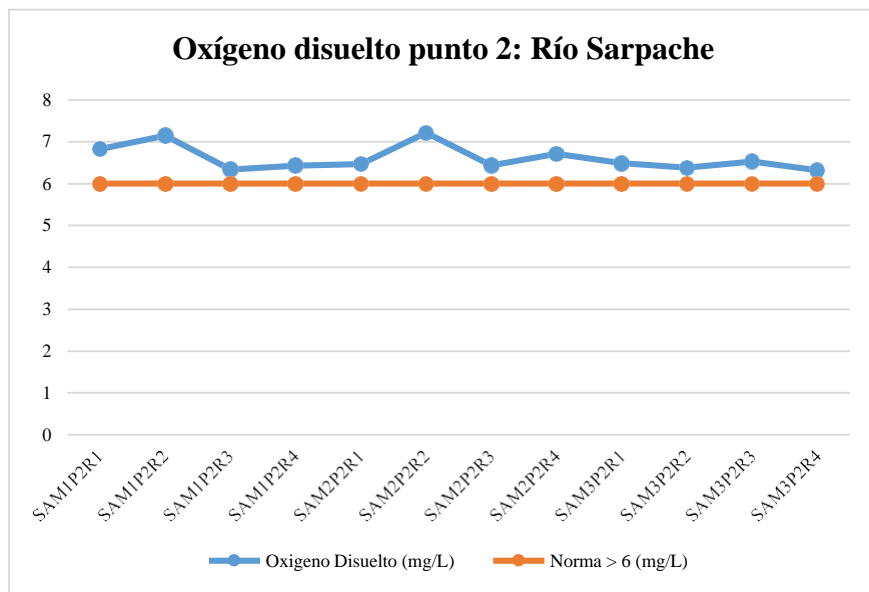
Comparación del oxígeno disuelto del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de oxígeno disuelto con los límites permisibles para el punto 1 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 19.

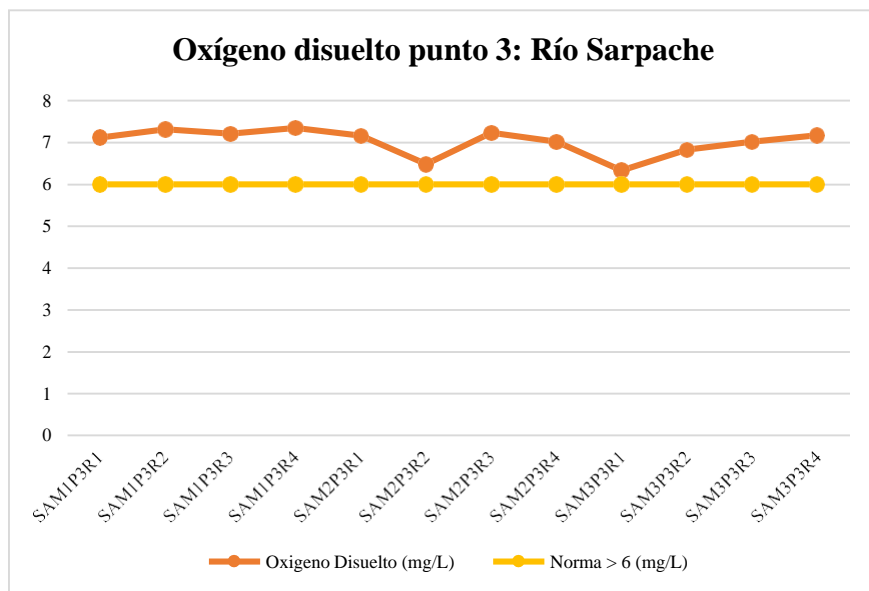
Comparación del oxígeno disuelto del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de oxígeno disuelto con los límites permisibles para el punto 2 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 20.

Comparación del oxígeno disuelto del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de oxígeno disuelto con los límites permisibles para el punto 3 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

De las ilustraciones 15 a 20 se puede determinar que las muestras analizadas cumplen con lo establecido con la norma, con valores mayores a 6 mg/L en ambos ríos.

4.1.4 DBO₅

En la tabla 12 y tabla 13 se muestran los resultados obtenidos de los análisis de DBO₅ realizados en cada río.

Tabla 12.

Resultados de DBO₅ del río Socabones.

PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado DBO ₅ (mg/L)	Muestra	Resultado DBO ₅ (mg/L)	Muestra	Resultado DBO ₅ (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)
SOM1P1R1	0,55	SOM1P2R1	0,44	SOM1P3R1	0,39	2
SOM1P1R2	0,68	SOM1P2R2	0,68	SOM1P3R2	0,49	2
SOM1P1R3	0,71	SOM1P2R3	0,51	SOM1P3R3	0,31	2
SOM2P1R1	0,78	SOM2P2R1	0,32	SOM2P3R1	0,65	2
SOM2P1R2	0,83	SOM2P2R2	0,38	SOM2P3R2	0,57	2
SOM2P1R3	0,62	SOM2P2R3	0,45	SOM2P3R3	0,51	2
SOM3P1R1	0,47	SOM3P2R1	0,61	SOM3P3R1	0,62	2
SOM3P1R2	0,51	SOM3P2R2	0,45	SOM3P3R2	0,39	2
SOM3P1R3	0,42	SOM3P2R3	0,49	SOM3P3R3	0,42	2
Promedio	0,619	Promedio	0,481	Promedio	0,483	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del DBO₅ para el río Socabones. Elaborado por: las Autoras.

Tabla 13.

Resultados de DBO₅ del río Sarpache.

PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado DBO ₅ (mg/L)	Muestra	Resultado DBO ₅ (mg/L)	Muestra	Resultado DBO ₅ (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)
SAM1P1R1	0,43	SAM1P2R1	0,69	SAM1P3R1	0,59	2
SAM1P1R2	0,57	SAM1P2R2	0,73	SAM1P3R2	0,62	2
SAM1P1R3	0,39	SAM1P2R3	0,76	SAM1P3R3	0,68	2
SAM2P1R1	0,43	SAM2P2R1	0,23	SAM2P3R1	0,35	2
SAM2P1R2	0,25	SAM2P2R2	0,29	SAM2P3R2	0,47	2

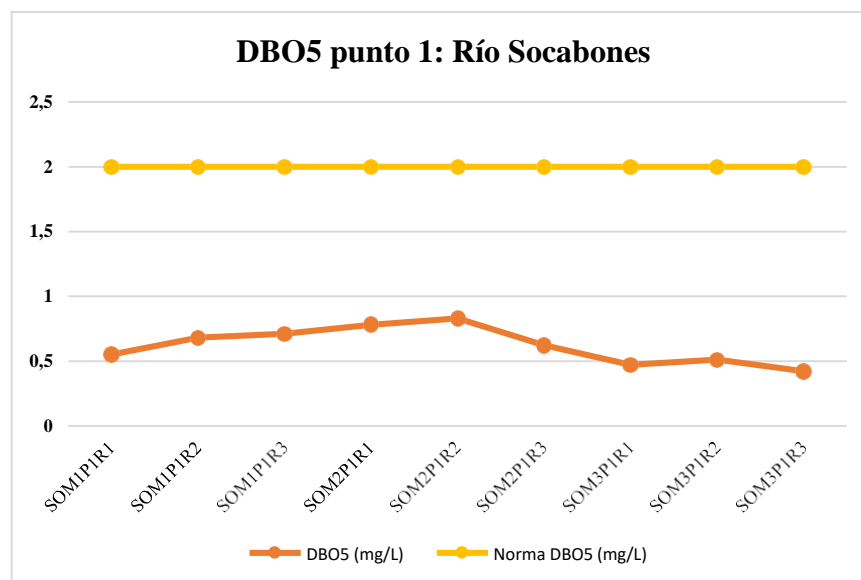
SAM2P1R3	0,29	SAM2P2R3	0,33	SAM2P3R3	0,42	2
SAM3P1R1	0,36	SAM3P2R1	0,39	SAM3P3R1	0,21	2
SAM3P1R2	0,39	SAM3P2R2	0,27	SAM3P3R2	0,39	2
SAM3P1R3	0,35	SAM3P2R3	0,41	SAM3P3R3	0,28	2
Promedio	0,384	Promedio	0,456	Promedio	0,446	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del DBO_5 para el río Sarpache. Elaborado por: las Autoras.

La NTE INEN 1202:2013 establece que la DBO_5 o demanda biológica de oxígeno permite determinar la cantidad de materia orgánica que se encuentra presente en el agua. En las tablas 12 y 13 se puede identificar la comparación de los resultados de DBO_5 con el Libro VI Anexo I del TULSMA, el cual establece que para que se cumpla con la norma los valores obtenidos deben ser menores a 2mg/L. Los resultados de los promedios de DBO_5 fueron de 0,481 mg/L a 0,619 mg/L para el río Socabones y de 0,384 mg/L a 0,446mg/L para el río Sarpache; valores que se encuentra por debajo de lo establecido, lo que demuestra que el parámetro cumple con la Norma.

Figura 21.

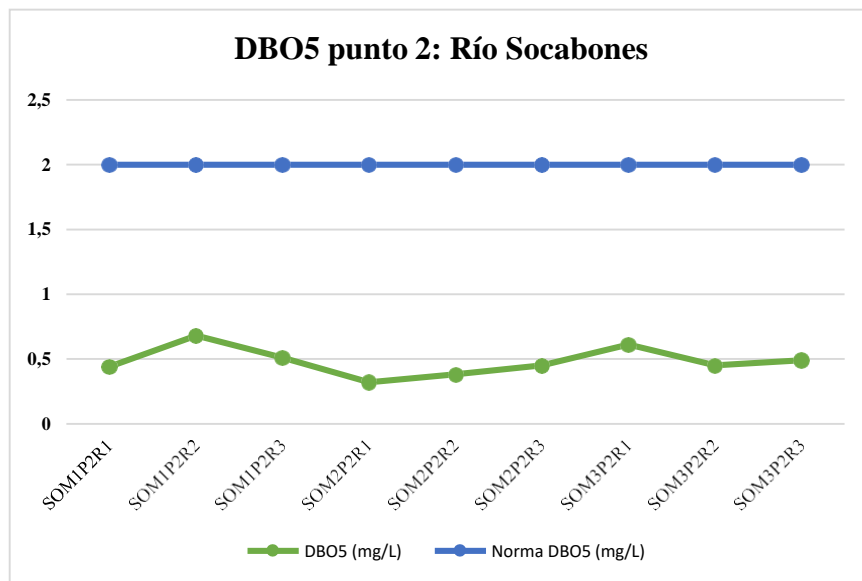
Comparación del DBO_5 del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del DBO_5 con los límites permisibles para el punto 1 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 22.

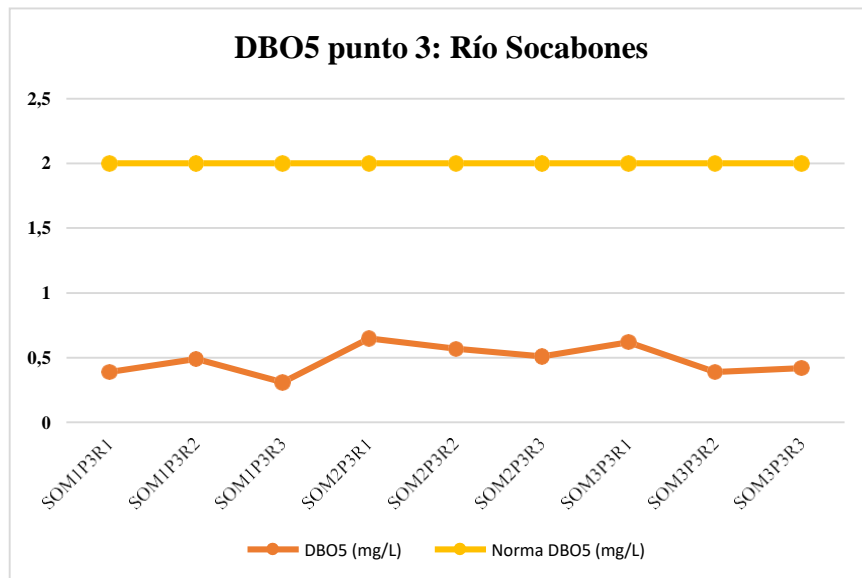
Comparación del DBO_5 del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del DBO_5 con los límites permisibles para el punto 2 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 23.

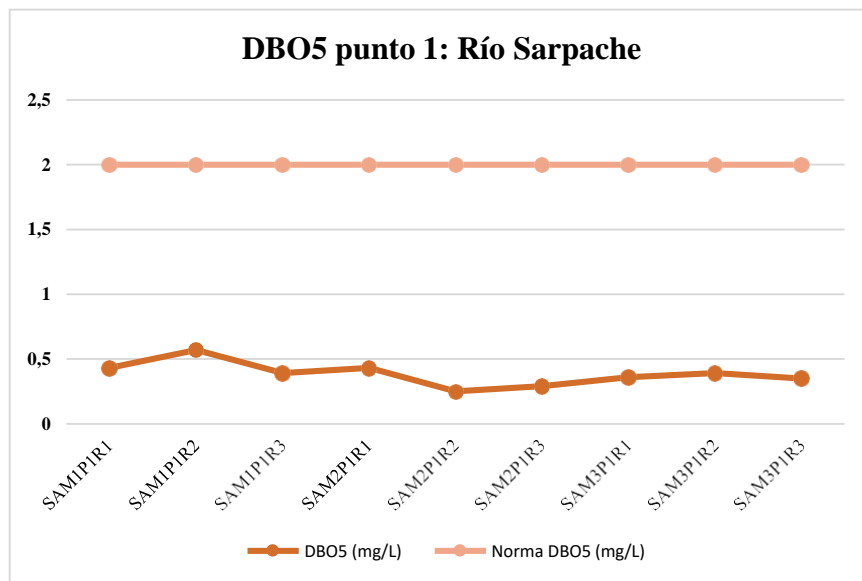
Comparación del DBO_5 del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del DBO_5 con los límites permisibles para el punto 3 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 24.

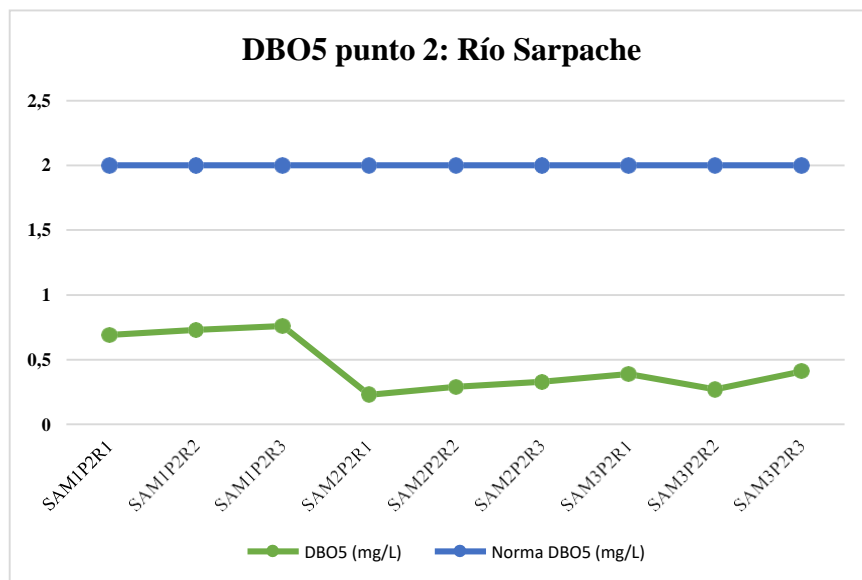
Comparación del DBO₅ del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del DBO₅ con los límites permisibles para el punto 1 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 25.

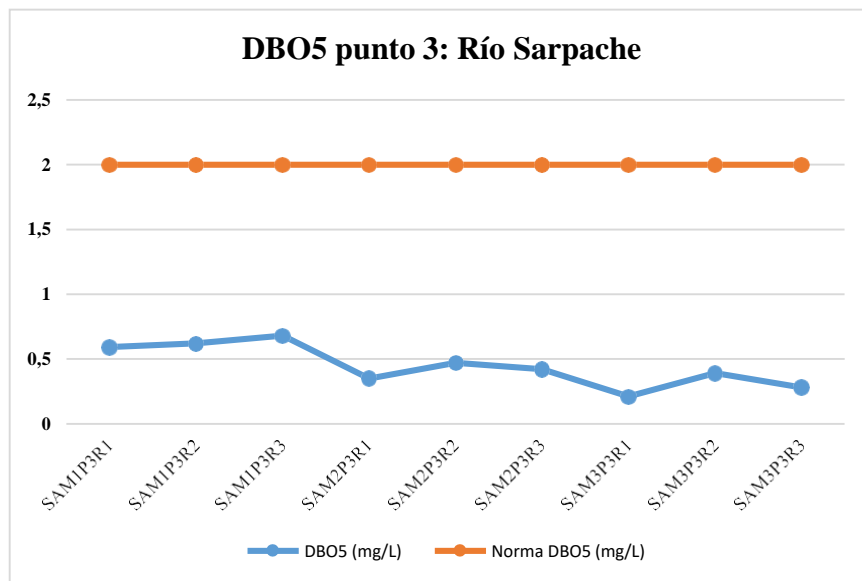
Comparación del DBO₅ del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del DBO₅ con los límites permisibles para el punto 2 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 26.

Comparación del DBO₅ del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del DBO₅ con los límites permisibles para el punto 2 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

De la ilustración 21 a la 26 se puede determinar que no existe una mayor variación de los resultados obtenidos para los dos ríos estudiados, manteniéndose dentro de la norma para ambos afluentes. Obteniendo que los valores obtenidos son menores al 75% de la normativa el cual es el límite establecido por la norma.

4.1.5 DQO

Los valores obtenidos en la medición de la DQO de los ríos Socabones y Sarpache se presenta a continuación, en la tabla 14 y 15 respectivamente.

Tabla 14.

Resultados de DQO del río Socabones.

PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado DQO (mg/L)	Muestra	Resultado DQO (mg/L)	Muestra	Resultado DQO (mg/L)	DQO (mg/L)
SOM1P1R1	11	SOM1P2R1	7	SOM1P3R1	12	4
SOM1P1R2	5	SOM1P2R2	3	SOM1P3R2	5	4
SOM1P1R3	7	SOM1P2R3	5	SOM1P3R3	9	4
SOM2P1R1	17	SOM2P2R1	2	SOM2P3R1	3	4
SOM2P1R2	7	SOM2P2R2	16	SOM2P3R2	9	4
SOM2P1R3	4	SOM2P2R3	11	SOM2P3R3	13	4
SOM3P1R1	5	SOM3P2R1	5	SOM3P3R1	16	4
SOM3P1R2	18	SOM3P2R2	12	SOM3P3R2	9	4
SOM3P1R3	3	SOM3P2R3	9	SOM3P3R3	4	4
Promedio	8,556	Promedio	7,778	Promedio	8,889	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del *DQO* para el río Socabones. Elaborado por: las Autoras.

Tabla 15.

Resultados de DQO del río Sarpache.

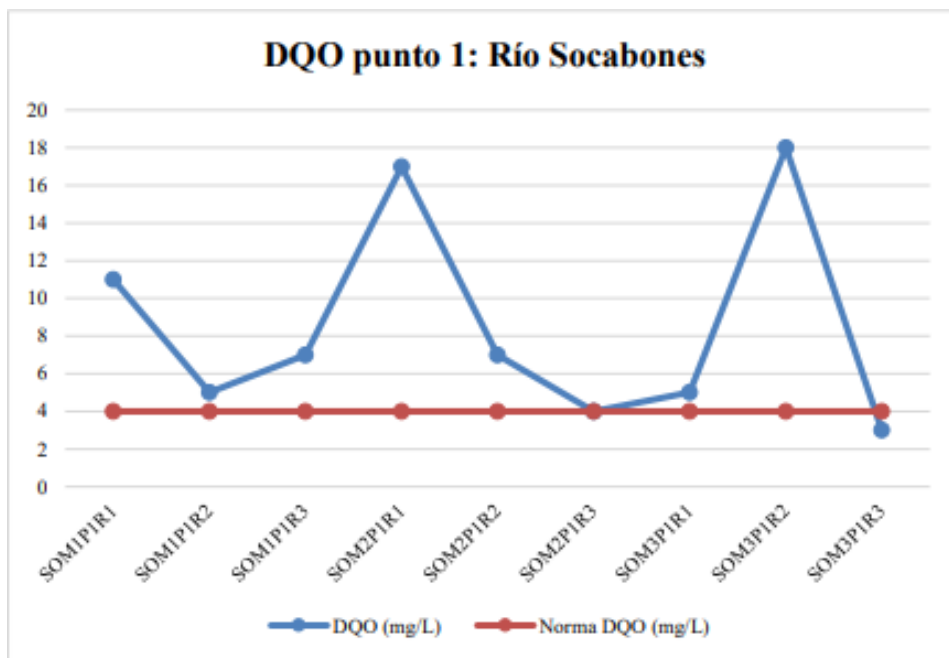
PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado DQO (mg/L)	Muestra	Resultado DQO (mg/L)	Muestra	Resultado DQO (mg/L)	DQO (mg/L)
SAM1P1R1	3	SAM1P2R1	6	SAM1P3R1	5	4
SAM1P1R2	11	SAM1P2R2	11	SAM1P3R2	12	4
SAM1P1R3	9	SAM1P2R3	5	SAM1P3R3	6	4
SAM2P1R1	3	SAM2P2R1	13	SAM2P3R1	4	4
SAM2P1R2	13	SAM2P2R2	7	SAM2P3R2	6	4
SAM2P1R3	7	SAM2P2R3	3	SAM2P3R3	11	4
SAM3P1R1	15	SAM3P2R1	15	SAM3P3R1	7	4
SAM3P1R2	5	SAM3P2R2	3	SAM3P3R2	14	4
SAM3P1R3	4	SAM3P2R3	4	SAM3P3R3	3	4
Promedio	7,778	Promedio	7,444	Promedio	7,556	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del *DQO* para el río Sarpache. Elaborado por: las Autoras.

En las tablas 14 y 15 se presentan los valores obtenidos para la demanda química de oxígeno obtenidos, los cuales fueron en promedio de 7,778 mg/L a 8,889 mg/L para el río Socabones y 7,444 mg/L a 7,778 mg/L para el río Sarpache, se determinó que no existió mayor variación entre ambos ríos durante el tiempo de estudio. Se comparó estos valores con lo que especifica el Libro VI Anexo I del TULSMA el cual establece el valor máximo permisible de 4 mg/L, en ambos ríos se obtuvieron valores inferiores a los establecido, lo que demuestra que ambos afluentes se encuentran dentro de los límites establecidos.

Figura 27.

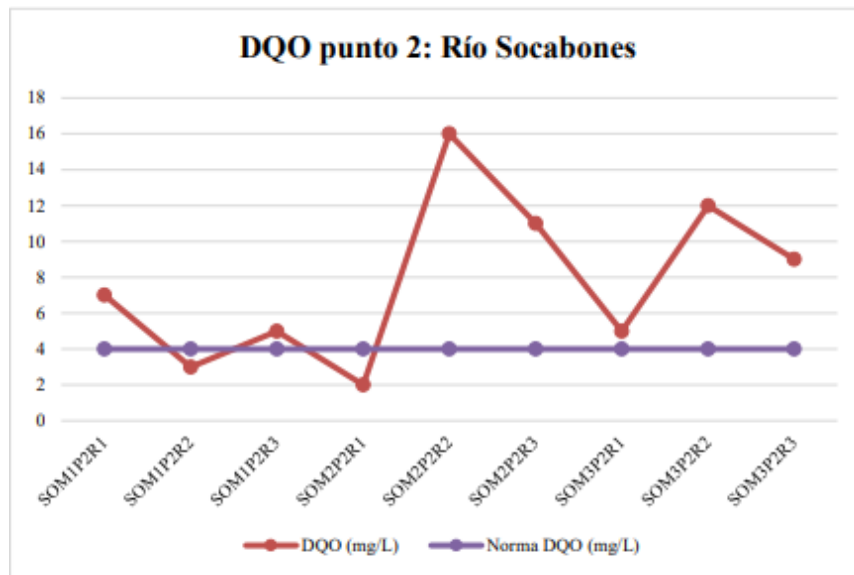
Comparación del DQO del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del *DQO* con los límites permisibles para el punto 1 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 28.

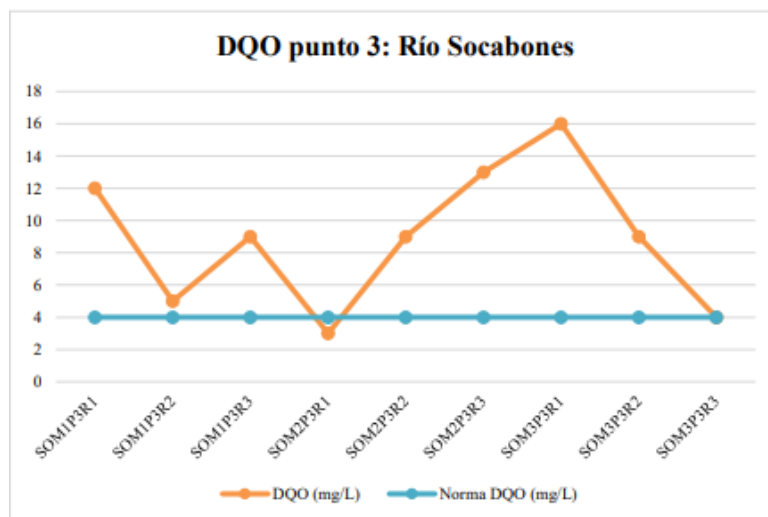
Comparación del DQO del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del *DQO* con los límites permisibles para el punto 2 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 29.

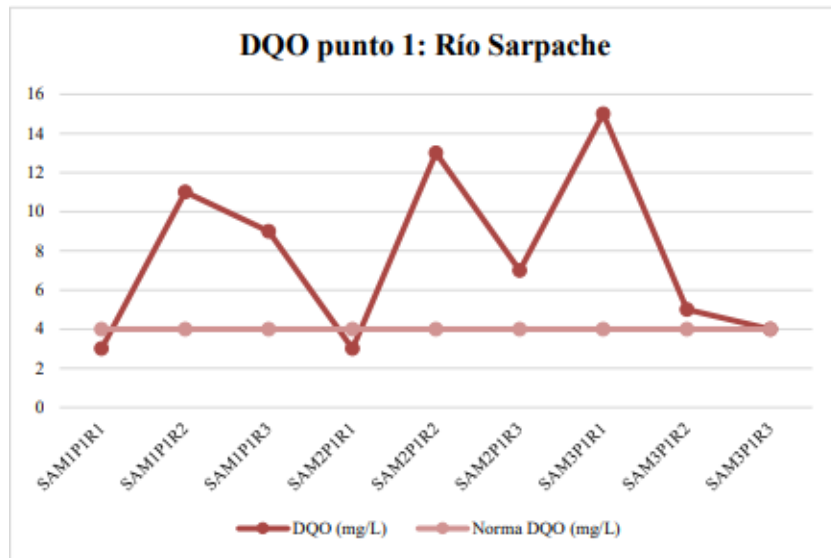
Comparación del DQO del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del *DQO* con los límites permisibles para el punto 3 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 30.

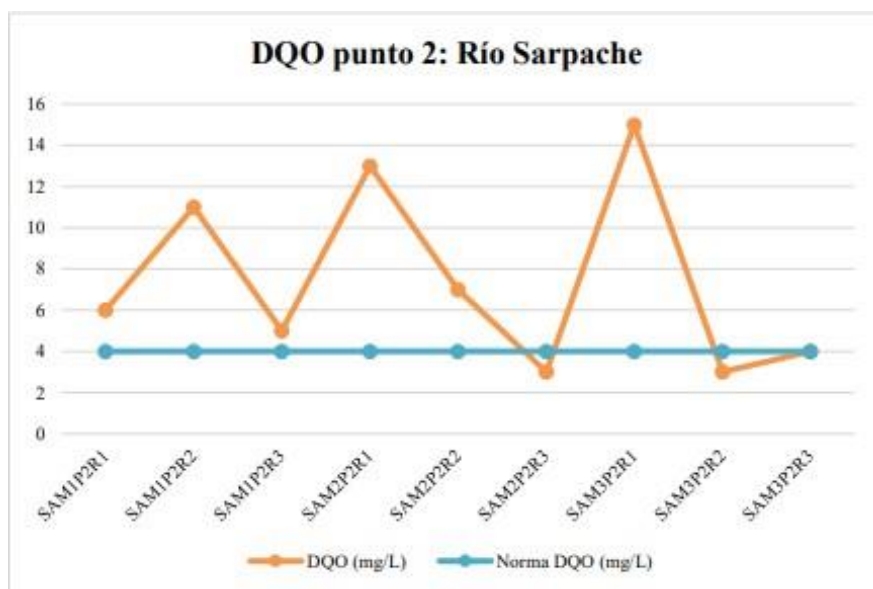
Comparación del DQO del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del *DQO* con los límites permisibles para el punto 1 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 31.

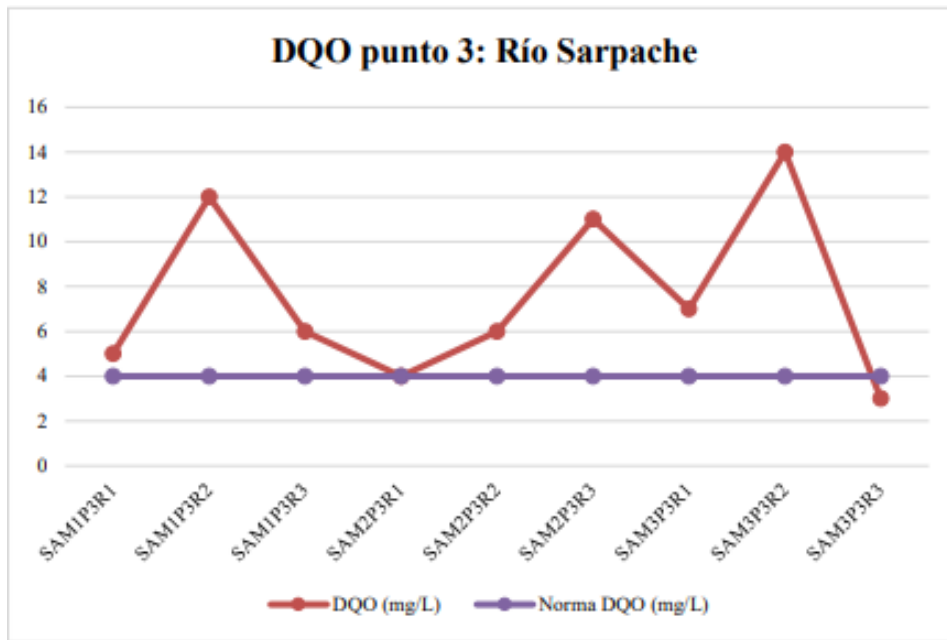
Comparación del DQO del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del *DQO* con los límites permisibles para el punto 2 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 32.

Comparación del DQO del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio del *DQO* con los límites permisibles para el punto 3 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

En las ilustraciones presentadas para DQO se pudo determinar que todas las muestras analizadas están dentro de los límites permisibles establecidos, obteniendo en ambos ríos valores inferiores a 4 mg/L que es el valor máximo que especifica la norma.

4.1.6 Coliformes fecales

El parámetro microbiológico realizado en los ríos Socabones y Sarpache fue la determinación de coliformes fecales (*e. coli*), resultados que se describe a continuación en las tablas 16 y 17.

Tabla 16.

Resultados de coliformes fecales del río Socabones.

PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado UFC/100 mL	Muestra	Resultado UFC/100 mL	Muestra	Resultado UFC/100 mL	UFC/100 mL
SOM1P1R1	9	SOM1P2R1	4	SOM1P3R1	8	20
SOM1P1R2	4	SOM1P2R2	3	SOM1P3R2	7	20
SOM1P1R3	6	SOM1P2R3	4	SOM1P3R3	12	20
SOM2P1R1	8	SOM2P2R1	9	SOM2P3R1	14	20
SOM2P1R2	7	SOM2P2R2	15	SOM2P3R2	5	20
SOM2P1R3	13	SOM2P2R3	10	SOM2P3R3	11	20
SOM3P1R1	7	SOM3P2R1	8	SOM3P3R1	11	20
SOM3P1R2	9	SOM3P2R2	11	SOM3P3R2	6	20
SOM3P1R3	5	SOM3P2R3	9	SOM3P3R3	9	20
Promedio	7,556	Promedio	8,111	Promedio	9,222	

Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos del río Socabones.

Elaborado por: las Autoras.

Tabla 17.

Resultados de coliformes fecales del río Sarpache.

PUNTO 1		PUNTO 2		PUNTO 3		NORMA
Muestra	Resultado UFC/100 mL	Muestra	Resultado UFC/100 mL	Muestra	Resultado UFC/100 mL	UFC/100 mL
SAM1P1R1	13	SAM1P2R1	4	SAM1P3R1	8	20
SAM1P1R2	7	SAM1P2R2	5	SAM1P3R2	10	20
SAM1P1R3	9	SAM1P2R3	8	SAM1P3R3	11	20
SAM2P1R1	8	SAM2P2R1	6	SAM2P3R1	7	20
SAM2P1R2	11	SAM2P2R2	5	SAM2P3R2	8	20
SAM2P1R3	9	SAM2P2R3	6	SAM2P3R3	12	20
SAM3P1R1	10	SAM3P2R1	4	SAM3P3R1	8	20
SAM3P1R2	6	SAM3P2R2	9	SAM3P3R2	10	20
SAM3P1R3	7	SAM3P2R3	7	SAM3P3R3	6	20
Promedio	8,889	Promedio	6,000	Promedio	8,889	

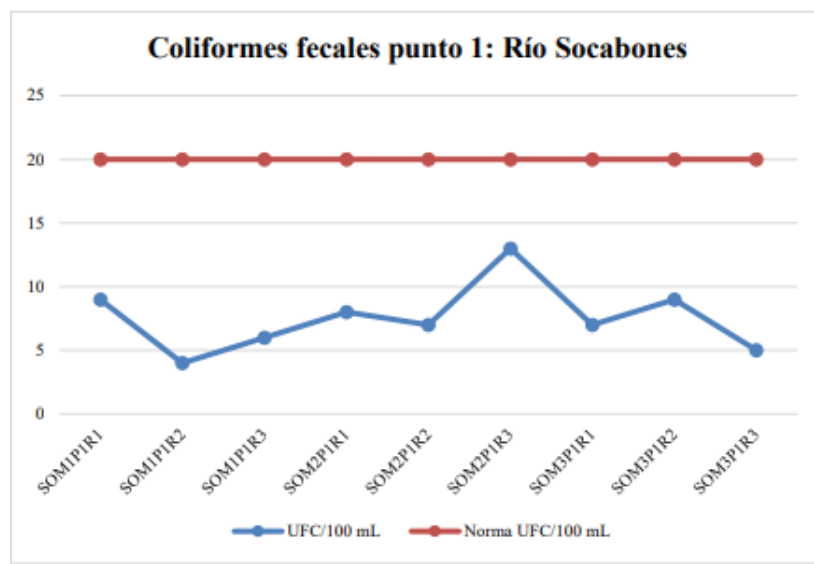
Nota. Se presenta los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos del río Sarpache.

Elaborado por: las Autoras.

En las tablas 16 y 17 se puede visualizar los resultados obtenidos en cuanto al análisis realizado, obteniendo en promedios valores de 7,556 UFC/100mL a 9,222 UFC/100mL para el río Socabones y de 6,000 UFC/100mL a 8,889 UFC/100mL para el río Sarpache, los cuales comparando con la norma se encuentran muy por debajo de los límites establecidos por el Libro VI Anexo I del TULSMA, el cual especifica el valor máximo permisible de 20 UFC/100mL, lo que significa que no existe una fuente de contaminación que sea motivo de preocupación, debido a que los dos afluentes se encuentran dentro de un área de conservación y hay un mayor control de los mismos.

Figura 33.

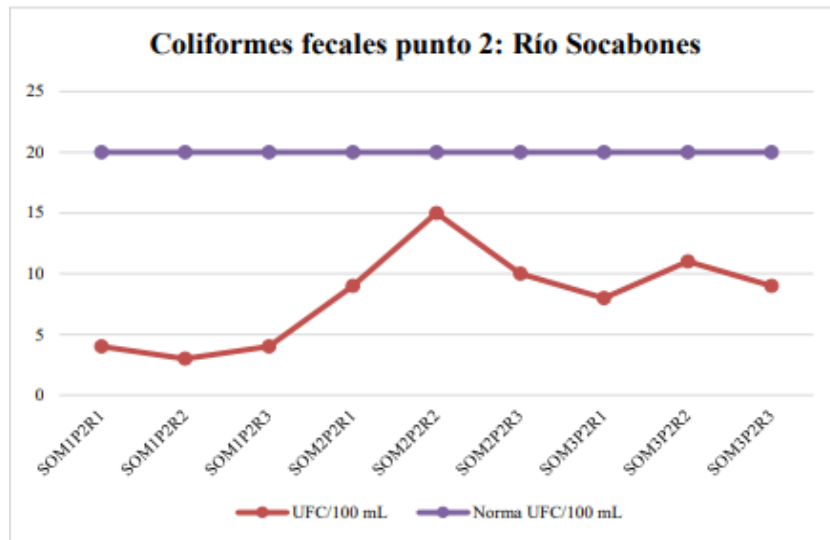
Comparación de coliformes fecales del punto 1 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados de los análisis microbiológicos de coliformes fecales con los límites permisibles para el punto 1 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 34.

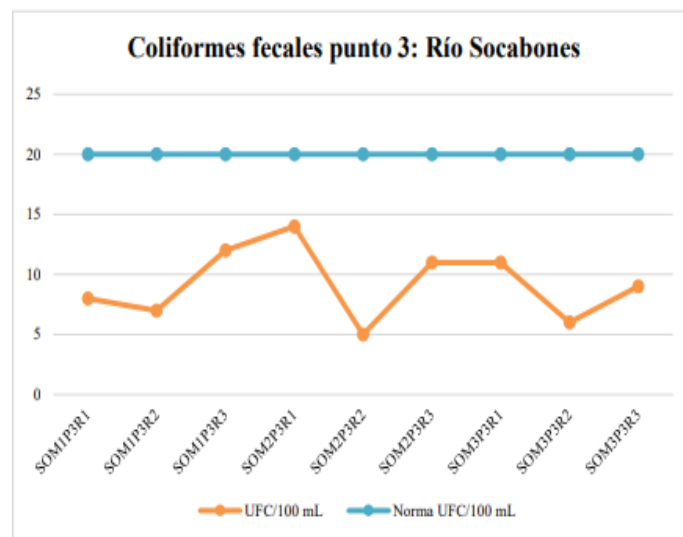
Comparación de coliformes fecales del punto 2 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados de los análisis microbiológicos de coliformes fecales con los límites permisibles para el punto 2 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 35.

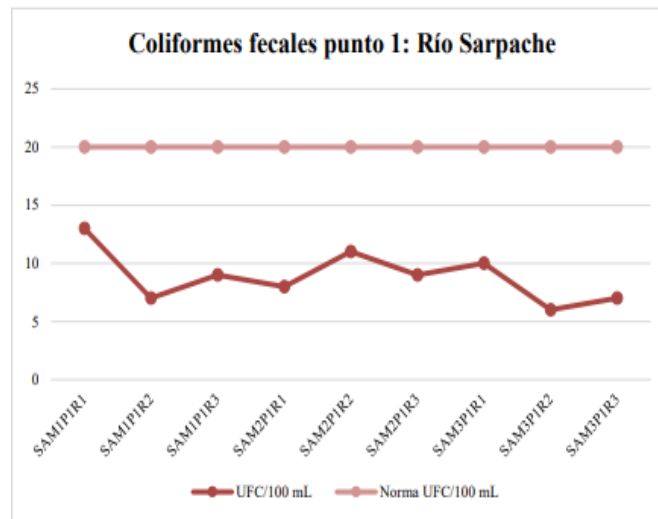
Comparación de coliformes fecales del punto 3 del río Socabones con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados de los análisis microbiológicos de coliformes fecales con los límites permisibles para el punto 3 del río Socabones. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 36.

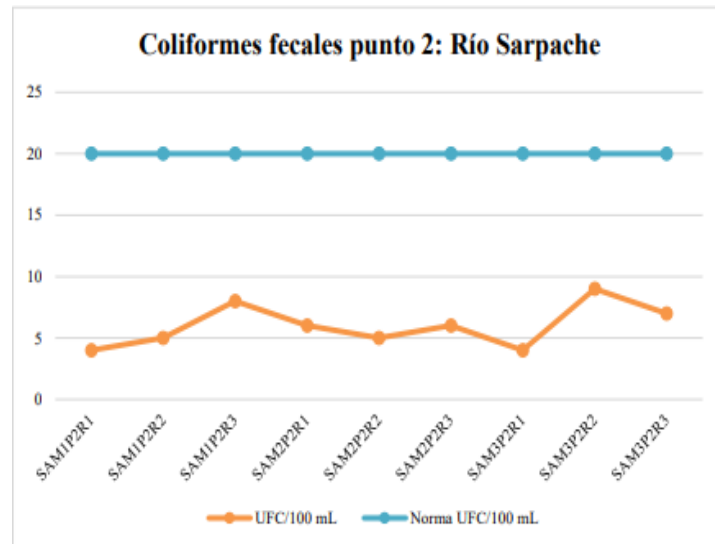
Comparación de coliformes fecales del punto 1 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados de los análisis microbiológicos de coliformes fecales con los límites permisibles para el punto 1 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 37.

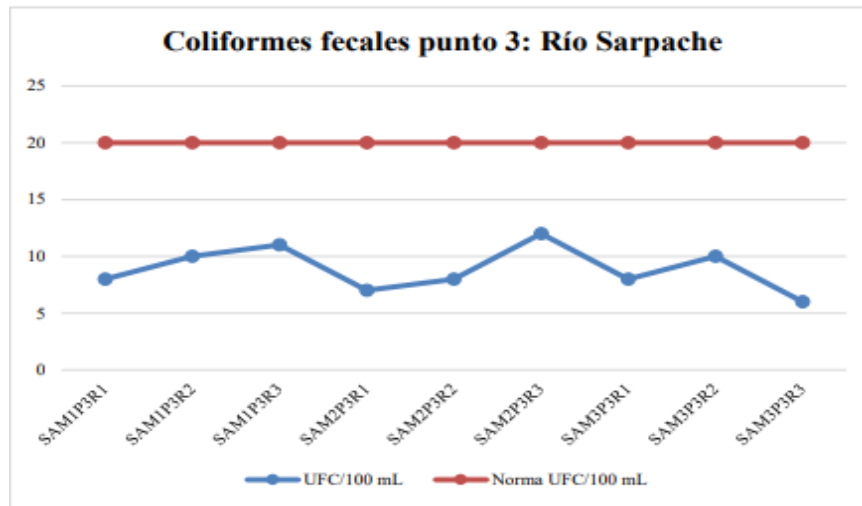
Comparación de coliformes fecales del punto 2 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados de los análisis microbiológicos de coliformes fecales con los límites permisibles para el punto 2 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

Figura 38.

Comparación de coliformes fecales del punto 3 del río Sarpache con los límites permisibles.



Nota. Se presenta la comparación de los resultados de los análisis microbiológicos de coliformes fecales con los límites permisibles para el punto 3 del río Sarpache. Elaborado por: Las Autoras.

De la ilustración 33 a la 38 se puede observar que los valores obtenidos por cada punto se encuentran dentro de lo que indica el Libro VI Anexo I del TULSMA el cual establece que el valor máximo permisible para consumo humano es de 20 UFC/100ml.

4.2 Elaboración de una memoria técnica de los resultados obtenidos

4.2.1 Memoria técnica

Se elaboró una memoria técnica con los resultados obtenidos de los análisis físicos, químicos y microbiológicos realizados, con el fin de que el documento sirva como apoyo para una mejor gestión en la zona. La memoria técnica fue dirigida para el personal del Parque Nacional Antisana por lo cual se optó por usar un lenguaje más sencillo, menos técnico y que sea de fácil entendimiento. En la memoria técnica se detalla como fue el proceso que se llevó para la obtención de los resultados, desde la toma de muestras hasta finalmente los análisis de laboratorio que se realizaron para cada río.

El documento entregado al personal del parque se puede observar en la parte de anexos.

4.2.2 Socialización de la Memoria Técnica

En la ilustración 39 se puede observar el proceso de la socialización de la memoria técnica realizada. Se expuso a 2 guardaparques, entre ellos el actual coordinador del Parque Nacional Antisana el Señor Patricio Cachumba. Se mostró todo el proceso que se realizó para la obtención de los resultados expuestos, además se atendió a todas las preguntas e inquietudes que se presentaron a lo largo de la socialización, finalmente se indicó que los afluentes cumplen con los límites permisibles establecidos por la norma. Por parte del personal del Parque se obtuvo una respuesta favorable, los cuales quedaron satisfechos con la investigación realizada.

Figura 39.

Socialización de la memoria técnica con los guardaparques.



5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1 Conclusiones

- Se determinó puntos y sistemas de muestreo en los dos ríos de estudio, mediante herramientas como el GPS, donde se establecieron coordenadas de fácil acceso para cada punto, se obtuvieron tres puntos para cada río y finalmente se consiguió definir tres muestreos mediante la norma INEN 2226, obteniendo así las muestras necesarias para su análisis respectivo.
- Según la comparación realizada de los resultados obtenidos con el libro VI Anexo I. del Texto Unificado de Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente (TULSMA) Tabla 3, todos los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites permisibles por lo cual se puede catalogar a estos dos afluentes como aptos para el consumo humano con previo tratamiento.
- La socialización realizada al personal del Parque Nacional Antisana demostró que es necesario realizar más estudios sobre la calidad de agua de otros afluentes provenientes del nevado, para que se continúe con el trabajo de vigilancia de los mismos, aunque no se encontró problemas de contaminación en los ríos, es necesario destacar que se debe mantener el control que se les da para que en un futuro no exista problemas de contaminación en los afluentes, debido a que son captados para uso de agua potable.

5.1.2 Recomendaciones

- Se recomienda seguir con los respectivos controles de monitoreo y seguimiento que se realiza por parte del personal de ayuda en el Parque Nacional Antisana, tanto en la zona de los ríos de estudio como en toda el área protegida ya que los resultados han sido favorables para todos los parámetros realizados, evitando una futura degradación en la zona.
- Se recomienda realizar análisis de calidad de agua posteriores en los ríos de estudio incluso en los demás afluentes que forman parte del lugar ya que puede existir contaminación y variaciones debido a que las normas para el ingreso al Parque Nacional Antisana para realizar la caza deportiva de trucha han cambiado, lo que podría provocar contaminación en los afluentes que desembocan en la laguna “La Mica” la que después de un tratamiento adecuado es distribuida al sur de la ciudad.
- Se recomienda realizar más charlas por parte del Parque Nacional Antisana en cuanto a la importancia de los páramos y el cuidado del recurso hídrico, para que el alcance sea más significativo en la población ya que es un beneficio para todos, es por ello que todos los ciudadanos deben formar parte.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. L. (2014). El Método de la Investigación. [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)
- Acebo, D., y Hernández, A. (2013). Los métodos Turbidimétricos y sus aplicaciones en las ciencias de la vida. CENIC Ciencias Biológicas, 44(1). <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181226886003.pdf>
- Alonso, A., García, L., León, I., García, E., Gil, B., y Ríos, L. (s.f). Métodos de investigación de enfoque experimental. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55568285/Experimental-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1642375176&Signature=EmWM5CZPGKj62aVw3JrzCJr9vVfTRkXgZxQr5bQk8WeFqNd0s77hyOX5bE7IE36l5ULP1s4z4JYjhHY1MTrHvr4-LzJm0rDusD33UcuXb6~PoVBoRcTLE52wCQi4MvpADhrn961ckj8bM5D>
- Andrade, J., Escobar, G., y Paredes, D. (2018). Análisis en flujo permanente de los factores que inciden en la disminución de la capacidad hidráulica de la línea de conducción del sistema La Mica-Quito Sur. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/1703/2076>
- Arroyo, S. (2018). *Condiciones de salud de la comunidad Milagro de Dios de la Unión de Quinindé*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional PUCE. <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1623/1/ARROYO%20HIDALGO%20%20SONIA%20ALEXANDRA.pdf>
- Baeza, E. (2016). Calidad del Agua. Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

<https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>

Campaña, R., y Gualoto, E. (2015). *Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del distrito metropolitano de Quito*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]. Repositorio Institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10617/1/UPS-QT08465.pdf>

Carpio, D., y Uguña, R. (2022). *Determinación de la calidad de agua en las juntas administradoras de agua potable pertenecientes a la microcuenca del Burgay*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]. Repositorio Institucional UPS.

Carvajal, J., y Olives, M. (2019). Determinación de puntos de muestreo para el estudio de la calidad de agua de la acequia Pumamaqui. Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17425/1/UPS%20-%20ST004111.pdf>

Chuncho, C., y Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. *Latindex*, IX(2), 71-83.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

García, J., Montuy, R., y Oaxaca, M. (2008). Demanda química de oxígeno de muestras acuosas. http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/redica/resources/LocalContent/127/2/Libro%20DQO%202008.pdf

- González, M., y Chiroles, S. (2012). Seguridad del agua en situaciones de emergencia y desastres. Peligros microbiológicos y su evaluación. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 48(1), 93-105. <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v48n1/hie10110.pdf>
- Hanna Instruments. (s. f.). *¿Qué es el pH? | HANNA Instruments Colombia*. HANNA Instruments. <https://www.hannacolombia.com/blog/post/447/que-es-el-ph>
- Hofstede, R., Pool, S., y Mena, P. (2003). *Los Páramos del mundo*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56486.pdf>
- Martos, A. (2015). *La importancia del agua en nuestro planeta*. [Trabajo final de máster, Universidad de Jaén]. <https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/2374/1/MARTOS%20L%c3%93PEZ%2c%20%c3%81NGEL.pdf>
- Monte, I. (2016). Agua, pH y Equilibrio Químico: Entendiendo el efecto del dióxido de carbono en la acidificación de los océanos. Oficina de Enlace de Comunicación Social de la SEMS. <http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12235/5/images/agua-ph-ciencias.pdf>
- Moposita, A. (2015). *Determinación de coliformes fecales en el agua de consumo humano y su relación con enfermedades diarreicas agudas en los hogares de la parroquia de Pasa del cantón Ambato en el período diciembre 2014- mayo 2015*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato del Ecuador]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10727/1/TESIS%20ALEXIS%20MOPOSITA.pdf>

Navarro, M. (2007). Demanda Bioquímica de oxígeno 5 días, Incubacion y electrometría.

<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+d e+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e15944217-4aa3-9627->

d60e5c077dfa#:~:text=Esencialmente%2C%20la%20DBO%20es%20una,d%C3% ADas%20a%2020%20%C2%B0C.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176. (2013). Obtenido de

<https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2176-AGUA.->

CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-T%C3%89CNICAS-DE-

MUESTREO.pdf?x42051#:~:text=1.1%20Esta%20norma%20establece%20gu%C3%

ADas,aguas%20residuales%20para%20su%20caracterizaci%C3%B3n.&text=2.1%

Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2169. (2013). Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17425/1/UPS%20-%20ST004111.pdf>

Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 1202. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana. INEN.

Ordoñez, L. (2018). *Ciencias Ambientales*.

<https://www.cienciasambientales.com/es/noticias-ambientales/0-025-agua->

tierra- potable-fundacion-aquae-16603

República del Ecuador Asamblea Nacional. (2014). *Ley Orgánica de Recursos*

hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Obtenido de

<https://www.etapa.net.ec/Portals/0/TRANSPARENCIA/Literal-a2/LEY->

ORGANICA-DE-RECURSOS-HIDRICOS_-USOS-Y

APROVECHAMIENTO-DEL-AGUA.pdf

Rocamora, P., García, M., y Beneito, M. (s.f.). *Inferencia estadística (intervalos de confianza y p-valor)*. . España.

Sistema de Posicionamiento Global. (s. f.). GPS.GOV.
<https://www.gps.gov/spanish.php>

TULSMA. (2003). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

Universidad de Pamplona. (s.f.). Índice de calidad (ICAS) y de contaminación (ICOS) del agua de importancia mundial.
[https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_10/recursos/gene ral/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf](https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_10/recursos/gene%20ral/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf)

UNESCO. (2020). UNESCO. <https://es.unesco.org/news/gestion-del-agua-elemento-clave-afrontar-cambio-climatico>.

Vásconez, M., Mancho, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., y Ortiz, L. (2019). Cuencas Hidrográficas. ABYA YA LA.
[https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas%20hidrogr%C 3%A1ficas.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.pdf)

Vinueza, J. (2012). *Determinación del aporte de oxígeno disuelto en ambientes acuíferos por la relación simbiótica de Azolla sp. y Anabaena sp. Cayambe/2010*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]. Repositorio Institucional UPS.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3733/6/UPS-YT00210.pdf>

7 ANEXOS

Anexo 1. Recolección de toma de muestras.



Nota. Se observa el proceso de recolección de las muestras. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 2. Etiquetado de las botellas.



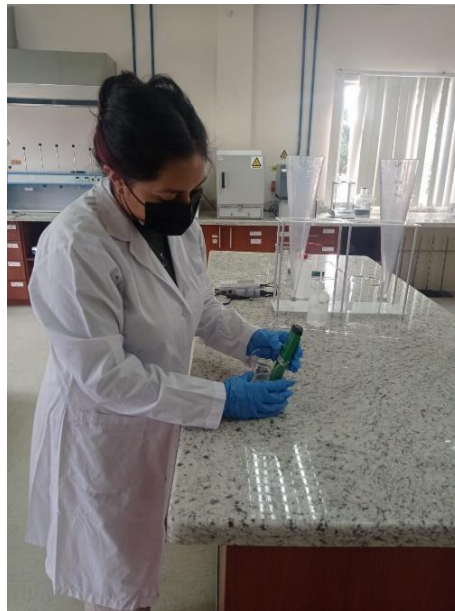
Nota. Se presenta el proceso de etiquetado de la muestra correspondiente al río Socabones uno. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 3. Etiquetado de las muestras.



Nota. Se presenta el etiquetado de la muestra correspondiente al río Socabones. Elaborado por:
Las Autoras.

Anexo 4. Medición de pH.



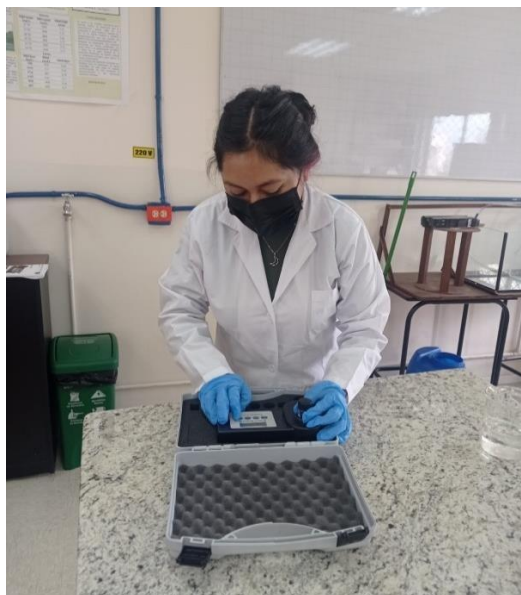
Nota. Se presenta el proceso para la medición del pH. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 5. Lectura de pH.



Nota. Se presenta el resultado del pH. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 6. Medición de turbidez.



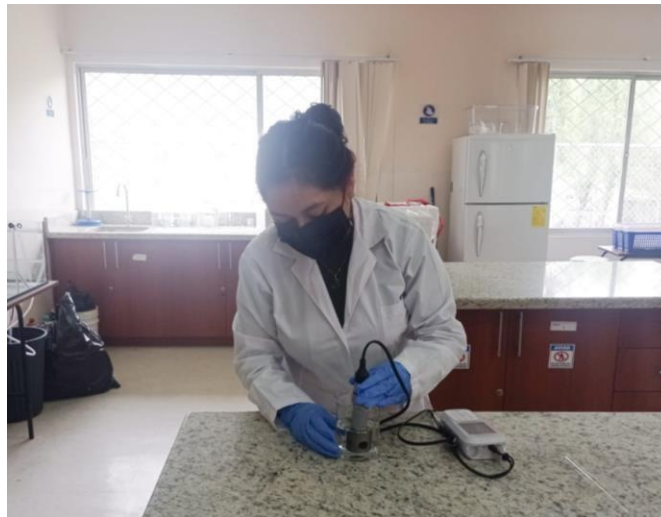
Nota. Se presenta el proceso para la medición de la turbidez. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 7. Turbidímetro usado para los análisis de los ríos.



Nota. Se presenta el equipo para la medición de la turbidez. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 8. Medición de oxígeno disuelto río.



Nota. Se presenta el proceso para la medición del oxígeno disuelto. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 9. Resultado de la medición de oxígeno disuelto.



Nota. Se presenta el resultado de la medición de oxígeno disuelto. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 10. Insumos para la preparación de la mezcla.



Nota. Se presenta los insumos necesarios para realizar la mezcla para el análisis de DBO.

Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 11. Llenado de botellas winkler



Nota. Se presenta el proceso para el llenado de las botellas winkler con la mezcla para el DBO.
Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 12. Medición del DBO.



Nota. Se presenta el proceso para realizar la medición del DBO. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 13. Viales etiquetados.



Nota. Se presenta el proceso de etiquetado de los viales correspondientes a cada punto. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 14. Preparación de viales para DQO.



Nota. Se presenta el proceso de preparación de viales para análisis de DQO. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 15. Viales para DQO en el digestor.



Nota. Se observa los viales colocados en el digestor. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 16. Procedimiento de lectura de viales de DQO.



Nota. Se observa procedimiento para lectura de análisis de DQO. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 17. Análisis de coliformes fecales.



Nota. Se presenta el procedimiento realizado para el análisis de coliformes fecales. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 18. Socialización memoria técnica



Nota. Se presenta el proceso realizado de socialización con los guardaparques del Parque Nacional Antisana. Elaborado por: Las Autoras.

Anexo 19. Ingreso Parque Nacional Antisana.





Memoria Técnica

*Evaluación de la
calidad de agua de
los ríos "Socabones y
Sarpache" ubicados
en el Parque
Nacional Antisana,
provincia de Napo.*

Chamorro. N - González. M



Antecedentes

Uno de los principales afectados por el cambio climático son los páramos, ya que se encuentran catalogados como ecosistemas frágiles, debido a que son vulnerables a incendios forestales, introducción de ganado, intervención de carreteras, caza de especies endémicas de la zona y pesca furtiva. Otra de las problemáticas es la falta de protección hacia los páramos, a pesar de que cumplen con un papel fundamental siendo ricos en biodiversidad y proporcionando funciones ambientales indispensable para la humanidad. Por lo tanto, surge la iniciativa de realizar el estudio de calidad de agua en dos afluentes del Parque Nacional Antisana denominados "Socabones y Sarpache" los cuales desembocan en la laguna "La Mica" misma que después de un tratamiento adecuado abastece al sur de Quito con agua potable (Chuncho & Chuncho, 2019).



02/21

Índice

Introducción	4
Metodología.....	5-8
Resultados.....	10-15
Conclusiones	16
Recomendaciones.....	17
Bibliografías.....	18-21



Introducción

La presente investigación nace con la finalidad de conocer la calidad de agua de los ríos "Socabones" y "Sarpache" determinando si estos se encuentran dentro de los estándares establecidos, debido a que son indispensables para el consumo humano.

Los ríos estudiados "Socabones" y "Sarpache" se encuentran ubicados en la provincia de Napo dentro del Parque Nacional Antisana, el cual está a 50km del sureste de Quito, en el mismo se encuentra el nevado Antisana; para la recolección de información necesaria y la identificación de la zona muestreada, se estableció un sistema de muestreo en que se detallará en el apartado de delimitación del área de estudio, para lo cual como primer paso se realizó salidas de campo mediante visitas técnicas al Parque Nacional Antisana.

Se realizó el análisis de las muestras con parámetros químicos, físicos y microbiológicos, para finalmente poder comparar si los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por el TULSMA, Acuerdo Ministerial 097.



Metodología

Delimitación del área de estudio

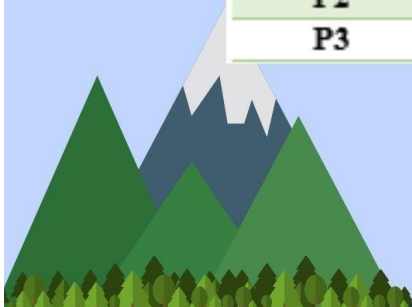
El Parque Nacional Antisana está ubicado en la provincia de Napo, situada en la Amazonía ecuatoriana, incluye parte de las laderas de los Andes y llanuras amazónicas.

Los ríos Socabones y Sarpache son los afluentes a los que se les realizará el análisis, estos se localizan en el cantón de Archidona, y desembocan en la laguna "La Mica" de origen glaciar.

Para la determinación de los puntos de muestreo de cada río se utilizó un GPS portátil con el que se ha determinado las siguientes coordenadas:

COORDENADAS RÍO SOCABONES			
PUNTOS	X	Y	ALTITUD (m.s.n.m)
P1	0811014	9938956	3917
P2	0811017	9938922	3929
P3	0811009	9938864	3934

COORDENADAS RÍO SARPACHE			
PUNTOS	X	Y	ALTITUD (m.s.n.m)
P1	0812646	9938971	3931
P2	0812566	9938449	3939
P3	0812648	9937880	3950



05/21

Metodología

Toma de muestras

Se determinó en cada río 3 puntos representativos para la toma de muestras, además se definió un total de 3 visitas a cada río para la recolección de las muestras, las cuales se realizaron en los meses de Abril a Mayo.

Para recolectar las muestras se utilizaron botellas ámbar plásticas de 500 mL, enjuagando tres veces con el agua del mismo río, con el fin de eliminar cualquier residuo que pueda estar en la botella, y se repitió el proceso para cada punto.

Se tomó una muestra compuesta la cual está formada por muestras simples que fueron recolectadas en intervalos de tiempo de 30 minutos. Se tomó todas las medidas necesarias para evitar contaminar la muestra, por lo que se usó guantes y mascarilla en el momento de la toma.



Finalmente se realizó el etiquetado de la muestra para poder facilitar su identificación al momento de realizar los análisis de laboratorio.



06/21

Metodología

Conservación de las muestras

Para la conservación y transporte de las muestras se utilizó una caja de poliuretano (cooler), con la finalidad de mantener una temperatura inferior a los 5°C dependiendo del parámetro, evitando la exposición a la luz solar según indica la norma NTE INEN 2169:2013. Se trató de que las muestras lleguen en el menor tiempo posible al laboratorio donde se realizó el correspondiente análisis para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Parámetros estudiados

Para los análisis de laboratorio se consideraron los siguientes parámetros:

Parámetros	Carácter
Turbidez	Físico
pH	Físico
DBO	Químico
DQO	Químico
Oxígeno disuelto	Químico
Coliformes fecales	Microbiológico



Metodología

Análisis de Laboratorio

La metodología y los insumos utilizados para este estudio se aplicó para el análisis de los dos ríos. Los mismos que se ejecutaron en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana campus sur en la ciudad de Quito.

Se analizaron un total de 6 parámetros:

Parámetro	Equipo / Método
pH	pH-metro
Turbidez	Turbidímetro
Oxígeno disuelto	Oxímetro
DBO	Método de Winkler
DQO	Fotómetro
Coliformes fecales	Placas petrifilm



Resultados

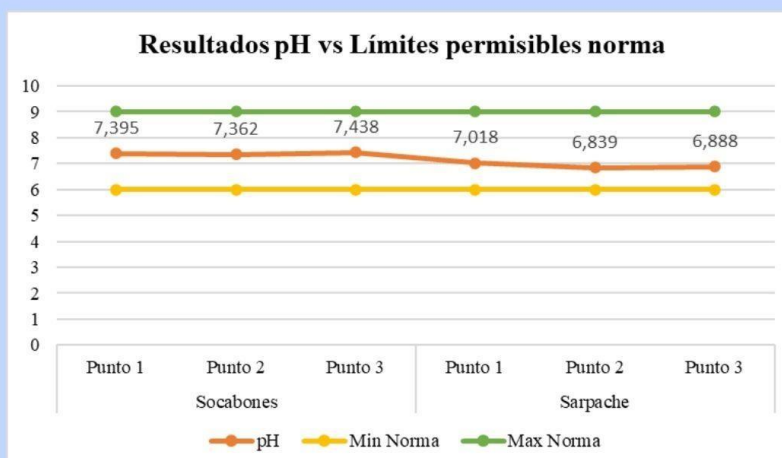
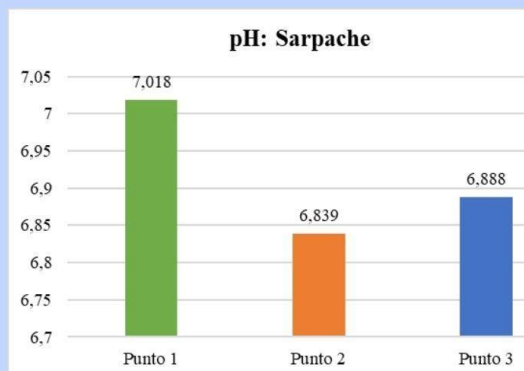
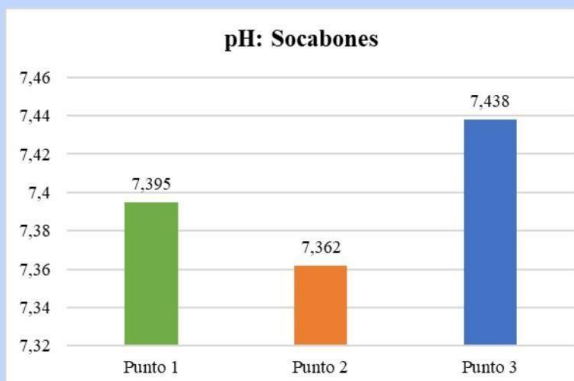
Se presentan a continuación, los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio realizados para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Se realizó el promedio de los valores obtenidos de cada parámetro en cada punto, con la finalidad de compararlos con los valores máximos permisibles según lo establece el Texto Unificado de Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente (TULSMA) Libro VI Anexo I.



Resultados

Potencial de hidrógeno (pH)

En las ilustraciones se puede identificar los promedios obtenidos del pH de cada río, con valores de 7,362 a 7,438 para el río Socabones y de 6,839 a 7,018 para el río Sarpache. Comparando estos valores con la norma se determinó que ambos ríos se encuentran dentro de los límites establecidos por los cuales son de 6 – 9. Es importante resaltar la temperatura a la que fueron tomadas las muestras la cual fue de 7°C a 10°, debido a que, la temperatura tiene influencia en el pH, aunque todos los valores se encontraron dentro de la norma, se puede evidenciar una variación de los resultados esto por la influencia del clima del lugar.

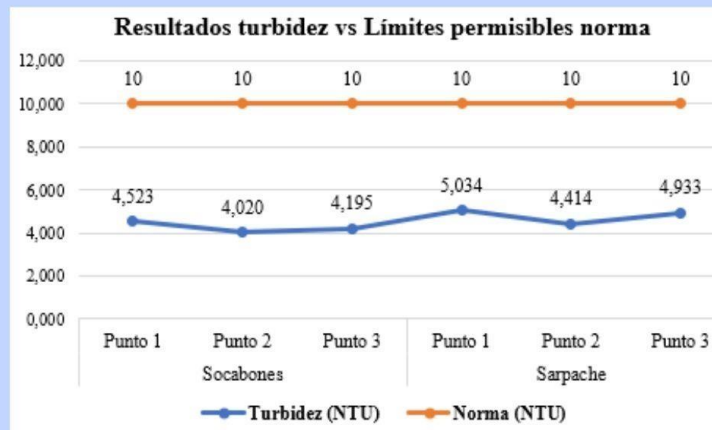
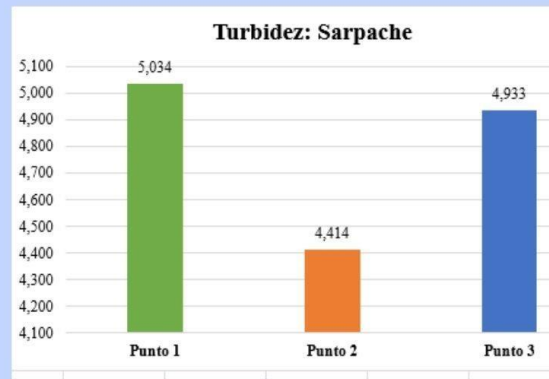
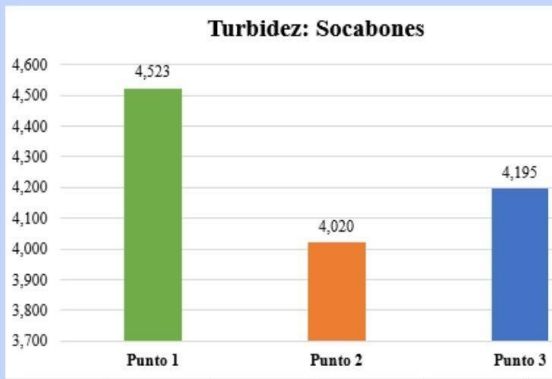


10/21

Resultados

Turbidez

Los resultados obtenidos de cada río se muestran a continuación en forma de promedio, donde se puede observar que no hubo una variación significativa obteniendo valores de 4,020 NTU a 4,523 NTU para el río Socabones y de 4,414 NTU a 5,034 NTU para el río Sarpache. De los valores obtenidos se realizó una comparación con los límites establecidos por la normativa ecuatoriana el cual es del 10 NTU, se encontró que ambos ríos cumplen con valores por debajo de la Norma determinando que el parámetro cumple con lo establecido por la norma.

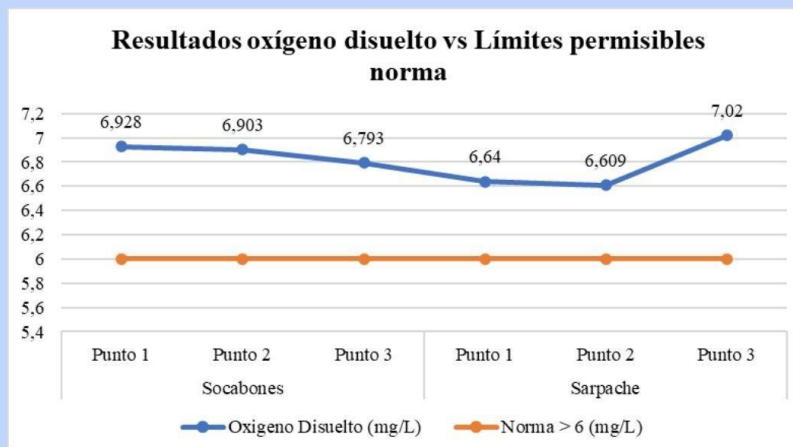
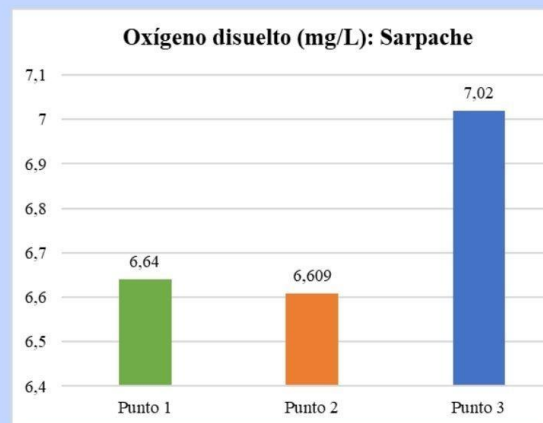
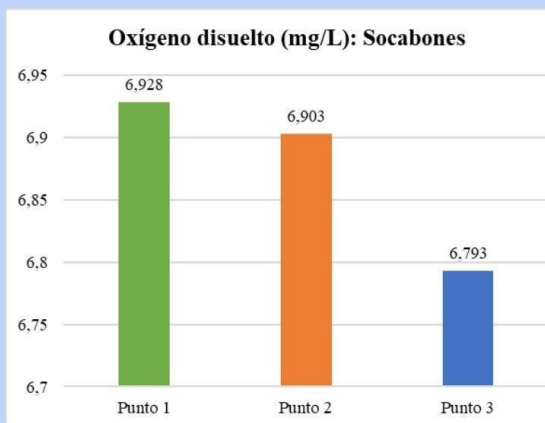


11/21

Resultados

Oxígeno Disuelto

Se presentan los valores obtenidos del análisis de oxígeno disuelto comparados con los límites establecidos por la norma la cual establece que para que el parámetro cumpla con una buena calidad debe ser > 6 mg/L. Los resultados de los promedios de oxígeno disuelto fueron de 6,793 mg/L a 6,928 mg/L para el río Socabones y de 6,640 mg/L a 7,020 mg/L para el río Sarpache, en los dos ríos se obtuvieron valores superiores a 6 mg/L, lo que demuestra que el parámetro cumple con la norma.

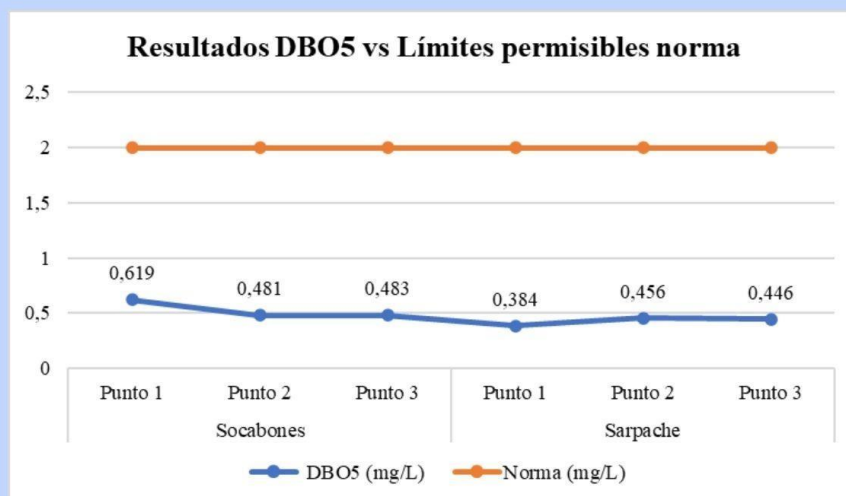
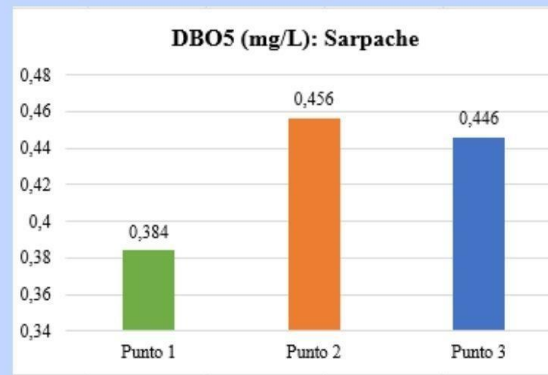
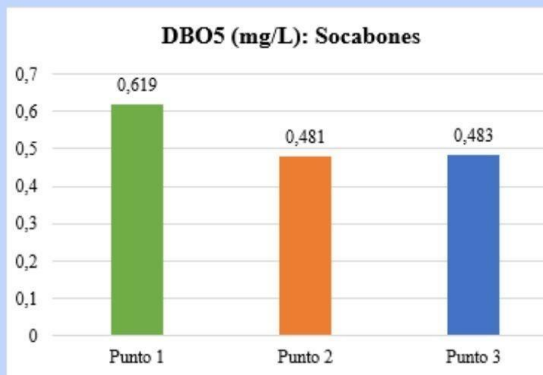


12/21

Resultados

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)

La demanda biológica de oxígeno permite determinar la cantidad de materia orgánica que se encuentra presente en el agua. Los resultados de los promedios de DBO5 fueron de 0,481 mg/L a 0,619 mg/L para el río Socabones y de 0,384 mg/L a 0,446 mg/L para el río Sarpache; valores que se encuentra por debajo de lo establecido, lo que demuestra que el parámetro cumple con la Norma.

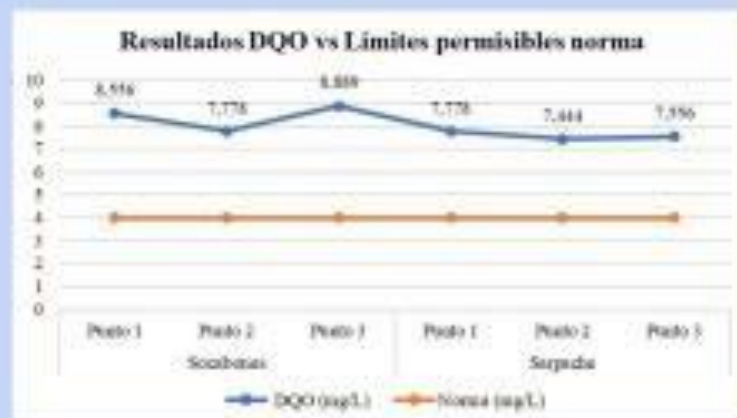


13/21

Resultados

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

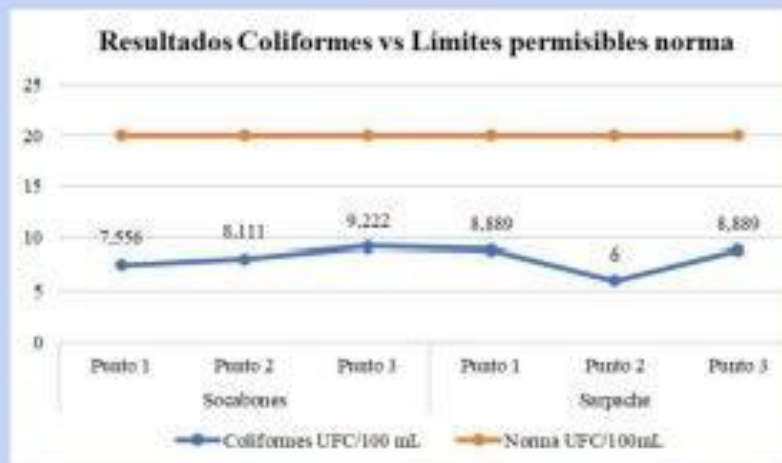
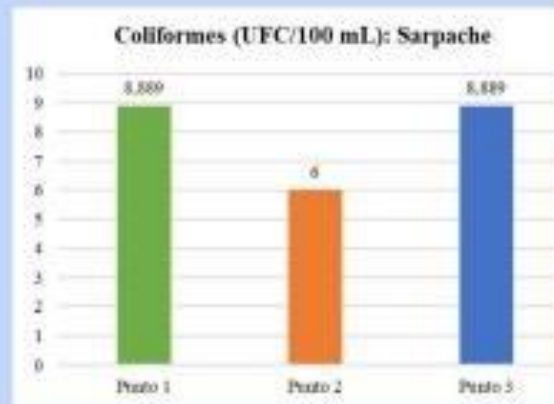
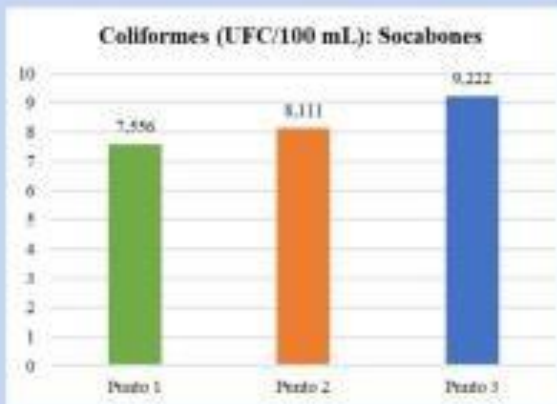
Los valores obtenidos para la demanda química de oxígeno obtenidos fueron un promedio de 7,778 mg/L a 8,889 mg/L para el río Socabones y 7,444 mg/L a 7,778 mg/L para el río Sarpache, se determinó que no existió mayor variación entre ambos ríos durante el tiempo de estudio. Se comparó estos valores con lo que especifica la norma la cual establece el valor máximo permisible de 4 mg/L, sin embargo en ambos ríos se obtuvieron valores superiores a los establecidos, lo que demuestra que si ha habido una afección en este parametros en ambos ríos.



Resultados

Coliformes Fecales (e.coli)

Los resultados obtenidos en cuanto al análisis realizado, fueron en promedio valores de 7,556 UFC/100mL a 9,222 UFC/100mL para el río Socabones y de 6,000 UFC/100mL a 8,889 UFC/100mL para el río Sarpache, los cuales comparando con la norma se encuentran muy por debajo de los límites establecidos por el Libro VI Anexo I del TULSMA, el cual especifica el valor máximo permisible de 20 UFC/100mL, lo que significa que no existe una fuente de contaminación que sea motivo de preocupación.



Conclusiones

- Se determinó puntos y sistemas de muestreo en los dos ríos de estudio, mediante herramientas como el GPS, donde se establecieron coordenadas de fácil acceso para cada punto, se obtuvieron tres puntos para cada río y finalmente se consiguió definir tres muestreos mediante la norma INEN 2226, obteniendo así las muestras necesarias para su análisis respectivo.
- Según la comparación realizada de los resultados obtenidos con el libro VI Anexo I. del Texto Unificado de Legislación Secundario del Ministerio del Ambiente (TULSMA) Tabla 1, todos los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites permisibles por lo cual se puede catalogar a estos dos afluentes como aptos para el consumo humano con previo tratamiento.
- La socialización realizada al personal del Parque Nacional Antisana demostró que es necesario realizar más estudios sobre la calidad de agua de otros afluentes provenientes del nevado, para que se continúe con el trabajo de vigilancia de los mismos, aunque no se encontraron problemas de contaminación en los ríos, es necesario destacar que se debe mantener el control que se les da para que en un futuro no exista problemas de contaminación en los afluentes, debido a que son captados para uso de agua potable.



16/21

Recomendaciones

- Se recomienda seguir con los respectivos controles de monitoreo y seguimiento que se realiza por parte del personal de ayuda en el Parque Nacional Antisana, tanto en la zona de los ríos de estudio como en toda el área protegida ya que los resultados han sido favorables para todos los parámetros realizados, evitando una futura degradación en la zona.
- Se recomienda realizar análisis de calidad de agua posteriores en los ríos de estudio incluso en los demás afluentes que forman parte del lugar ya que puede existir contaminación y variaciones debido a que las normas para el ingreso al Parque Nacional Antisana para realizar la caza deportiva de trucha han cambiado, lo que podría provocar contaminación en los afluentes que desembocan en la laguna "La Mica" la que después de un tratamiento adecuado es distribuida al sur de la ciudad.
- Se recomienda realizar más charlas por parte del Parque Nacional Antisana en cuanto a la importancia de los páramos y el cuidado del recurso hídrico, para que el alcance sea más significativo en la población ya que es un beneficio para todos, es por ello que todos los ciudadanos deben formar parte.



17/21

Bibliografías

Abreu, J. L. (2014). El Método de la Investigación. [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)

Acebo, D., & Hernández, A. (2013). Los métodos Turbidimétricos y sus aplicaciones en las ciencias de la vida. CENIC Ciencias Biológicas, 44(1).

<https://www.redalyc.org/pdf/1812/181226886003.pdf>

Andrade, J., Escobar, G., & Paredes, D. (2018). Análisis en flujo permanente de los factores que inciden en la disminución de la capacidad hidráulica de la línea de conducción del sistema La Mica-Quito Sur.

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/1703/2076>

Arroyo, S. (2018). Condiciones de salud de la comunidad Milagro de Dios de la Unión de Quinindé. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional PUCE.

<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1623/1/ARROYO%20HIDALGO%20%20SONIA%20ALEXANDRA.pdf>

Baeza, E. (2016). Calidad del Agua. Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>

<https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>

Carpio, D., & Uguña, R. (2022). Determinación de la calidad de agua en las juntas administradoras de agua potable pertenecientes a la microcuenca del Burgay. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]. Repositorio Institucional UPS.

Carvajal, J., & Olives, M. (2019). Determinación de puntos de muestreo para el estudio de la calidad de agua de la acequia Pumamaqui. Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17425/1/UPS%20-%20ST004111.pdf>

Chuncho, C., & Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. *Latindex*, IX(2), 71-83.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

García, J., Montuy, R., & Oaxaca, M. (2008). Demanda química de oxígeno de muestras acuosas. http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/redica/resources/LocalContent/127/2/Libro%20DQO%202008.pdf

Navarro, M. (2007). Demanda Bioquímica de oxígeno 5 días, Incubación y electrometría. <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e15944217-4aa3-9627->

[d60e5c077dfa#:~:text=Esencialmente%2C%20la%20DBO%20es%20una,d%C3%ADas%20a%2020%20%C2%BOC.](#)

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176. (2013). Obtenido de <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2176-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-T%C3%89CNICAS-DE-MUESTREO.pdf?x42051#:~:text=1.%20Esta%20norma%20establece%20gu%C3%ADas,aguas%20residuales%20para%20su%20caracterizaci%C3%B3n.&text=2.1%>

Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2169. (2013). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17425/1/UPS%20-%20ST004111.pdf>

Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 1202. (2013). Norma Técnica Ecuatoriana. INEN.

Ordoñez, L. (2018). Ciencias Ambientales. <https://www.cienciasambientales.com/es/noticias-ambientales/0-025-agua-tierra-potable-fundacion-aquae-16603>

República del Ecuador Asamblea Nacional. (2014). Ley Orgánica de Recursos hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Obtenido de https://www.etapa.net.ec/Portals/0/TRANSPARENCIA/Literal-a2/LEY-ORGANICA-DE-RECURSOS-HIDRICOS_-USOS-Y-APROVECHAMIENTO-DEL-AGUA.pdf

Rocamora, P., García, M., & Beneito, M. (s.f.). Inferencia estadística (intervalos de confianza y p-valor). . España.

Sistema de Posicionamiento Global. (s. f.). GPS.GOV. <https://www.gps.gov/spanish.php>

TULSMA.(2003). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

Universidad de Pamplona. (s.f.). Índice de calidad (ICAS) y de contaminación (ICOS) del agua de importancia mundial. https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf

UNESCO. (2020). UNESCO. <https://es.unesco.org/news/gestion-del-agua-elemento-clave-afrentar-cambio-climatico>.

Vásconez, M., Manchero, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., & Ortiz, L. (2019). Cuencas Hidrográficas. ABYA YALA. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.pdf>

Vinueza, J. (2012). Determinación del aporte de oxígeno disuelto en ambientes acuíferos por la relación simbiótica de *Azolla* sp. y *Anabaena* sp. Cayambe/2010. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]. Repositorio Institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3733/6/UPS-YT00210.pdf>