

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIEROS AMBIENTALES

TEMA:

ESTUDIO EXPLORATORIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO

CAONÍ EN EL TRAMO QUE CRUZA CON LA FINCA

AGROECOTURISTICA "LOS CHIPAROS"

AUTORES:

CHRISTIAN PAÚL VILLACÍS CALDERÓN

DAVID SEBASTIÁN VARGAS PICHUCHO

TUTORA:

CECILIA ELIZABETH BARBA GUEVARA

Quito, noviembre del 2016

Cesión de derechos de autor

Nosotros, Christian Paúl Villacís Calderón, con documento de identificación N° 1725714644 y David Sebastián Vargas Pichucho, con documento de identificación N° 1718977851, manifiesto nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: ESTUDIO EXPLORATORIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CAONÍ EN EL TRAMO QUE CRUZA CON LA FINCA AGROECOTURISTICA "LOS CHIPAROS", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, noviembre de 2016



.....
Christian Paúl Villacís Calderón
1725714644



.....
David Sebastián Vargas Pichucho
1718977851

Declaratoria de coautoría del docente tutor

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación ESTUDIO EXPLORATORIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CAONÍ EN EL TRAMO QUE CRUZA CON LA FINCA AGROECOTURISTICA "LOS CHIPAROS", realizado por Christian Paúl Villacís Calderón, y David Sebastián Vargas Pichucho, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, noviembre del 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cecilia', with a stylized flourish above it.

Dra. Cecilia Elizabeth Barba Guevara
CI: 1707482921

DEDICATORIA

A mi abuelo Efraín Villacís, quien fue la persona que gracias a sus consejos e ideología me inspiro para seguir esta profesión, a mis padres Edgar Villacís y María Calderón los cuales sentaron en mi la base de responsabilidad y siempre me alentaron para cumplir todas mis metas, gracias por todo su amor, trabajo y esfuerzo, a mis hermanas Johana Villacís y Estefanía Villacís quienes nunca dejaron de confiar en mí y me brindaron su apoyo en cada momento y a todas las personas que conocí ya que de una u otra manera me ayudaron a llegar a una de mis metas profesionales. Muchas gracias de corazón.

Christian Paúl Villacís Calderón

Dedico este proyecto a Dios en primer lugar por ser la luz que alumbro mi camino en las adversidades más difíciles, además de su infinita bondad y amor; a mis padres Guillermo y Gladys por ser quienes guiaron mis actos y me apoyaron en todo momento siendo los pilares de mi formación, a mi abuelita Margarita quien me brindó su sabiduría de vida para ser mejor persona, a mis hermanas Pamela y Tatiana quienes no dejaron de apoyarme en mis objetivos, a mis sobrinos Isaac, Samantha y Paulita por inspirar mi superación personal para darles un buen ejemplo, y a la Doctora Cecilia Barba por conferir sus conocimientos y consejos para la culminación de mi primera etapa como profesional así como también para la elaboración de este proyecto.

David Sebastián Vargas Pichucho

AGRADECIMIENTO

El presente proyecto fue realizado bajo la supervisión de la Dra. Cecilia Elizabeth Barba Guevara a quien expresamos nuestro más profundo agradecimiento por hacer posible la realización de este estudio, además de agradecer su paciencia, esfuerzo y dedicación para que saliera de manera exitosa.

También queremos dar nuestros sinceros agradecimientos a todos quienes conforman la Unidad Educativa Municipal “Eugenio Espejo” por darnos la apertura a sus instalaciones y todas las facilidades para obtener la información necesaria con las cuales pudimos realizar este proyecto en la Finca Agroecoturística “Los Chiparos”.

RESUMEN

En el presente proyecto se realizó el análisis tanto “in situ” como en laboratorio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de río Caoní en el tramo que cruza con la finca agroecoturística "Los Chiparos", así como también se calculó los parámetros de caudal y la velocidad del cauce. La metodología utilizada para la obtención de resultados es la establecida por los métodos de análisis estandarizados adaptados de la Asociación Americana de Salud Pública (APHA), y el Programa Hidráulico Flow Master.

Al comparar los resultados obtenidos con la normativa ambiental vigente en el Ecuador, se demostró que el agua es apta para la vida acuática y actividades recreativas, sin embargo, el agua del río no cumple con los límites máximos permitidos para usos de agua potable. Con respecto a la presencia de componentes organofosforados, se estableció que los valores se encuentran bajo los límites permisibles, lo que permite establecer que las actividades agrícolas desarrolladas en el sector Marianitas donde se encuentra la finca agroecoturística “Los Chiparos”, influyen con estos componentes al agua del río de manera indirecta.

Mediante el aporte de este trabajo se destaca la importancia de continuar con estudios de monitoreo de la calidad del agua y mediciones mediante indicadores biológicos que permitan identificar la bioacumulación de pesticidas en especies acuáticas nativas de este sector.

ABSTRACT

In the present project, both in situ and laboratory analyzes of the physical, chemical and microbiological parameters of the Caoní River water were carried out in the section that crosses the agroecoturístico farm "Los Chíparos", as well as the parameters Of flow and the speed of the channel. The methodology used to obtain results is established by standardized analysis methods adapted from the American Public Health Association (APHA) and the Flow Master Hydraulic Program.

When comparing the results obtained with the current environmental regulations in Ecuador, it was shown that water is suitable for aquatic life and recreational activities; however, river water does not meet the maximum limits allowed for drinking water uses. With respect to the presence of organophosphorus components, it was established that the values are within the permissible limits, which allows to establish that the agricultural activities developed in the sector Marianitas where the agroecoturística farm "The Chíparos" are, influence with these components to the Water indirectly.

The contribution of this work highlights the importance of continuing studies of water quality monitoring and measurements using biological indicators to identify the bioaccumulation of pesticides in native aquatic species of this sector.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema.....	1
1.2 Delimitación.....	1
1.3 Explicación del problema.....	2
1.4 Objetivo general.....	3
1.5 Objetivos específicos.....	3
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1 Monitoreo de Agua.....	5
2.2 Muestreo.....	6
2.3 Muestras de sondeo.....	7
2.4 Muestras compuestas.....	7
2.5 Muestras integradas.....	7
2.6 Indicadores de calidad para monitoreo de agua.....	8
2.7 Contaminación del Agua.....	8
2.8 Parámetros del agua.....	9
2.7.1 Parámetros físicos.....	9
2.7.2 Parámetros químicos.....	11
2.7.3 Parámetros microbiológicos.....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1 Materiales.....	16
3.1.1 En campo.....	16
3.1.2 En laboratorio.....	17
3.2 Métodos.....	20

3.2.1	Preparación del muestreo	20
3.2.2	Punto de muestreo	20
3.2.3	Procedimiento de muestreo	21
3.2.4	Análisis de parámetros	21
3.3	Población y muestra	23
3.4	Diseño experimental.....	24
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1	Análisis de los datos	25
4.1.1	Levantamiento de Información	25
4.1.2	Calculo de caudal y velocidad	39
4.2	Resultados parámetros.....	41
4.2.1	Comparación con la Normativa	43
4.3	Discusión	47
5.	CONCLUSIONES	48
6.	RECOMENDACIONES.....	50
7.	BIBLIOGRAFIA	51
8.	ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	2
Tabla 2.....	2
Tabla 3.....	16
Tabla 4.....	17
Tabla 5.....	17
Tabla 6.....	18
Tabla 7.....	19
Tabla 8.....	22
Tabla 9.....	22
Tabla 10.....	23
Tabla 11.....	24
Tabla 12.....	26
Tabla 13.....	27
Tabla 14.....	28
Tabla 15.....	35
Tabla 16.....	39
Tabla 17.....	40
Tabla 18.....	41
Tabla 19.....	41
Tabla 20.....	42
Tabla 21.....	43
Tabla 22.....	44
Tabla 23.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección transversal del tramo del río Caoní.	40
---	----

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

En los últimos periodos el Rio Caoní ha experimentado un detrimento en la calidad del agua, las principales causas de este deterioro coinciden con el aumento de la densidad poblacional, de la actividad agrícola, la carencia de un sistema sanitario eficiente, el no cumplimiento del plan de ordenamiento territorial, de la normativa ambiental vigente y la falta de tratamiento de aguas residuales de las poblaciones aledañas al río.

La infiltración de aguas de riego suministra al ambiente cantidades importantes de distintos pesticidas y plaguicidas utilizados en plantaciones principalmente de palma africana y palmito. Estos factores que afectan a la calidad del agua del rio Caoní son en su mayoría los mismos que se presentan en otras fuentes de agua superficiales en zonas rurales, por lo que la información que se genere puede ser usada como referencia para compararla con la de otros ríos de Puerto Quito y al mismo tiempo proponer medidas de recuperación y conservación de los cuerpos de agua superficiales.

El fin de realizar un análisis de calidad de agua es el de identificar si el río Caoní cumple con los parámetros establecidos en la normativa ambiental vigente. Igualmente dar a conocer si existe alguna alteración por las actividades agrícolas realizadas en la zona.

1.2 Delimitación

La zona de estudio se encuentra situado en el cantón Puerto Quito, el sector de Marianitas, Vía a Calacalí - La Independencia Km 135, siendo sus linderos: norte la finca agroecoturística "Los Chiparos". Lindero sur vegetación de la zona. Su punto de ingreso más accesibles es por la finca agroecoturística "Los Chiparos". **Ver anexo 1.**

Sus coordenadas UTM, son:

Tabla 1.

Puntos de muestreo

Puntos	X	Y
1	699253	11330
2	699425	11169
3	699621	11186
4	699839	11116

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Y la longitud, latitud y altitud, son:

Tabla 2.

Condiciones de los puntos de muestreo

Puntos	Longitud	Latitud	Altitud
1	-792.096	0.10245	169
2	-792.081	0.10099	17
3	-792.063	0.10115	171
4	-792.043	0.10052	172

Elaborado: Vargas D. & Villacís C.

1.3 Explicación del problema

H₁: El estudio de los parámetros del agua del río Caoní indica una calidad de agua que no se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la normativa ambiental vigente.

H₀: El estudio de los parámetros del agua del río Caoní indica una calidad de agua que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la normativa ambiental vigente.

1.4 Objetivo general

Realizar el análisis de calidad de agua para identificar si los parámetros del río Caoní cumplen con la normativa ambiental vigente.

1.5 Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento de información de la zona del proyecto
- Realizar el cálculo del caudal y velocidad del cauce.
- Realizar el análisis de calidad de agua en el transepto del río Caoní que cruza con la finca agroecológica " Los Chiparos"

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El agua es el mecanismo vital que suministra vida y que constituye en cada estructura, célula, así como también de la complejidad misma de la naturaleza; nos ha permitido encontrar en él, una fuente fundamental de vitalidad, el 71 por ciento del planeta se encuentra cubierto de agua del cual solo el 1 por ciento puede ser considerada agua consumible.

El ser humano tiene como deber el vigilar por el estado en el que este capital ambiental se halle, otorgando una pluralidad de metodologías en la ciencia del tratamiento y calidad de agua, obteniendo parametrizaciones exactas de las características inorgánicas y orgánicas que se encuentran diluidas en esta.

El agua físicamente es un elemento que posee la capacidad de encontrarse de las tres formas de la materia sólidas, líquidas y gaseosas, aparte de que es incoloro, insípido, y su pH de 7, se la utiliza para todo en nuestra vida cotidiana, el agua ha sido considerada el primer factor que necesita un ser humano para sobrevivir (Belmonte Viteri, 2009).

Esta importancia que tiene el agua en la vida de los seres humanos le hace uno de los elementos más importantes en el ambiente, también es uno de los más afectados por las actividades humanas, haciendo más vulnerable a las alteraciones de su calidad afectando también la calidad de vida humana.

Siendo así que los mayores impactos sobre la salud pública se originan a través de los sistemas de suministro de agua; tales como los ríos, la variación de las características físicas, químicas y microbiológicas de la fuente de abastecimiento incide claramente sobre el nivel de riesgo sanitario presente en el agua (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010).

2.1 Monitoreo de Agua

“El monitoreo del agua es un proceso de seguimiento de las condiciones de calidad y de cantidad de este recurso en cualquiera de los ambientes en que esté presente, durante un tiempo definido o indefinido y en un área específica.”(Belmonte Viteri, 2009, pág. 14).

Este proceso de monitoreo indica la noción de un plan, ya que es este un conjunto de actividades referentes a la recolección de datos específicos y con el análisis de sus resultados llegar a un objetivo.

Las guías de calidad ambiental representan acumulaciones máximas legales en el ambiente de sustancias propias a las cuales se supone la inexistencia de efectos desfavorables significativos, consiguen ser utilizados para determinar límites permisibles u objetivos que pueden ser medidos o evaluados en el ambiente (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2004, pág. 23).

Uno de los factores principales a tomarse en cuenta en el monitoreo ambiental es la metodología y el tipo de muestra que se tomara ya que, “Dada la variabilidad inherente a los procedimientos bioanalíticos o analíticos convencionales y a los procedimientos de muestreo, una sola muestra es insuficiente para alcanzar un nivel razonable de confianza para la caracterización de un sistema en estudio.” (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2004, pág. 23).

Para el análisis de la calidad de agua en el proyecto, la metodología a utilizar es amplia por los diversos parámetros seleccionados; por esta razón la planificación de la metodología para el análisis de la misma se debe dirigir a bibliografía estandarizada como por ejemplo “Standard Methods for the Examination of Water and

Wastewater,1992” (Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales,1992), el cual indica de manera específica los procedimientos que se deben seguir para la obtención de datos en el análisis de aguas.

2.2 Muestreo

El objetivo principal de realizar el muestro es “la obtención de una porción de material cuyo volumen sea lo suficientemente pequeño como para que pueda ser transportado con facilidad y manipulado en el laboratorio sin que por ello deje de representar con exactitud al material de donde procede”(American Public Health Association, 1992, pág. 33). Así al no dejar de representar al lugar de donde proviene la muestra, se puede asegurar que los parámetros medidos de esta muestra serán los mismos que tenga el río, por tanto, la calidad de los datos dependerá de:

- Objetivos del muestreo.
- Representatividad de la muestra.
- Manejo y preservación de la muestra.
- Adecuado análisis de parámetros.

Posterior a esto se define el tipo de muestra a realizarse, se tiene que tomar en cuenta el lugar y las condiciones en la que se encuentra la zona de estudio, con base en el libro Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater el tipo de muestreo se divide en:

- Muestra de sondeo
- Muestra compuesta
- Muestra integral

2.3 Muestras de sondeo

“Cuando se sabe que una fuente es bastante constante en su composición durante un periodo considerable puede decirse que algunas fuentes pueden estar muy bien representadas por una simple muestra de sondeo” (American Public Health Association, 1992, pág. 36).

Es una muestra recogida en una zona y un tiempo establecido, solo puede representar la composición de la fuente en ese tiempo y zona, este es el caso de algunos abastecimientos de agua, aguas superficiales y corrientes de aguas residuales, los cuales tienen flujos bastante constantes en ciertos puntos (American Public Health Association, 1992).

2.4 Muestras compuestas

El término muestras compuesta se describe a una mezcla de muestras sencillas obtenidas en el mismo punto en distintos instantes, son las más utilizadas para determinar las concentraciones medias que se han de utilizar, por ejemplo, para calcular la carga o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales, las muestras compuestas generan un ahorro importante de trabajo y gasto de laboratorio, Se considera como estándar para la mayoría de los análisis una muestra compuesta que represente un periodo de 24 horas (American Public Health Association, 1992).

2.5 Muestras integradas

Es la mezcla de muestras individuales, obtenidas en diferentes puntos al mismo tiempo o con una separación temporal mínima, Un ejemplo de la necesidad de las mismas es el de los ríos o corrientes cuya composición se altera según la anchura y la profundidad, para valorar la composición media o la carga total, hay que acudir a

mezclas de muestras que representen distintos puntos de la sección transversal y que sean proporcionales a los flujos relativos (American Public Health Association, 1992).

2.6 Indicadores de calidad para monitoreo de agua.

En el Acuerdo Ministerial 061 del Ministerio de Ambiente del Ecuador; Sustituyente al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Libro VI, Anexo I, Otorga a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) ser los entes encargados para el monitoreo y evaluación de calidad en cuerpos de agua apegados a la jurisdicción (Ministerio del Ambiente, 2015). Otorgando información abierta a través de informes y registros técnicos, los cuales permitieran establecer y mitigar los límites máximos permisibles por la normativa ambiental vigente.

Los parámetros serán acogidos como puntos de observación y dependerán únicamente del tipo de estudio que se esté ejecutando, debido a la existencia de la variedad de parámetros establecidos en la norma.

2.7 Contaminación del Agua

Los problemas del agua se concentran tanto en la calidad como en la cantidad, la comunidad tiene el derecho de conocer la importancia de la calidad de la misma, y encargarse de su cuidado y preservación (Belmonte Viteri, 2009).

Los primeros componentes en contaminar las aguas en sectores cuya actividad son las plantaciones son los pesticidas, estos son conducidos hacia los ríos por la lluvia y la erosión del suelo. Además, existe la pérdida de fertilidad de estos suelos por la mala práctica de las técnicas agrícolas, la sal transportada en el invierno desde las carreteras hasta los ríos es otro factor el cual degrada la calidad del agua. Lo mismo que las represas que despejan amplias franjas de cultivo (Belmonte Viteri, 2009).

Aunque se ha tenido bastante éxito en el control de la contaminación derivada de

efluentes industriales, aún existen problemas con la escorrentía en las tierras de cultivo y con las aguas producidas por poblaciones rurales.

La materia orgánica derivada de aguas residuales domésticas y de la agricultura al encontrarse con el oxígeno se descompone por intervención de bacterias, lo cual perturba drásticamente la concentración de oxígeno en el agua, esto aumenta la proliferación de bacterias anaeróbicas en casos de ríos altamente contaminados, las cuales al oxidar esta materia orgánica sin presencia de oxígeno libera compuestos tales como sulfato de hidrógeno, metano y amoníaco (Belmonte Viteri, 2009).

2.8 Parámetros del agua

Los parámetros son datos obtenidos por medio de la evaluación y control de la calidad de agua, ayuda a la determinación de características presentadas por el cauce analizado, estos tenemos tres tipos de parámetros: físicos, químicos, microbiológicos, estos van normalmente asociados a poder identificar qué tipo de tratamiento de aguas se necesita para la zona.

2.7.1 Parámetros físicos

2.7.1.1 Conductividad

La conductividad eléctrica en el agua es una medida de la capacidad de la misma para trasladar la corriente eléctrica y permite conocer la concentración de especies iónicas presentes en el agua, esta concentración también depende de la temperatura. (Sierra Ramírez, 2011; Universidad Politécnica de Cartagena, 2008)

“La conductividad es un indicativo de las sales disueltas en el agua y mide la cantidad de iones especialmente de Ca, Mg, Na, P, bicarbonatos, cloruros y sulfatos” (Sierra Ramírez, 2011, pág. 60).

2.7.1.2 Temperatura

La temperatura es un parámetro importante, en especial en fuentes de agua como río, lagos y lagunas por los efectos que ocasiona sobre la disolución del oxígeno y, en resultado, sobre las velocidades en la asimilación, propagación y reacciones químicas y bioquímicas (Belmonte Viteri, 2009).

“La temperatura afecta la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas, interviene en el diseño de la mayoría de los procesos de tratamiento del agua”(Sierra Ramírez, 2011, pág. 58)

2.7.1.3 Turbidez

“Se conoce como turbiedad a la capacidad que tiene el material suspendido en el agua para obstaculizar el paso de la luz”(Sierra Ramírez, 2011, pág. 55). Es ocasionada por diversas causas, como la aportación de sedimentos de las cuencas a los ríos, la contaminación por afluentes tanto industriales como residenciales, tiene un origen inorgánico (arenas, arcilla, rocas) como orgánico (materia fecal, microorganismos) como en el caso de la turbiedad aportada por actividades antrópicas. La presencia de sólidos suspendidos puede revelar una alteración en su calidad (Sierra Ramírez, 2011).

2.7.1.4 Sólidos

Se indica que sólido es todo compuesto presente en el agua que difieren con sus propiedades físicas, se pueden catalogar en dos grupos:

- Disueltos
- Suspensión

Dentro de estos dos grupos se pueden diferenciar los sólidos volátiles y los no volátiles, Para obtener un análisis acerca de la calidad del agua, es preciso establecer

la cantidad de material sólido que existe (Sierra Ramírez, 2011).

Los sólidos en suspensión favorecen el progreso de la turbidez y el color del agua, mientras que la de sólidos disueltos determina la salinidad, y en resultado la conductividad del mismo, los sólidos fijos constituyen una medida aproximada de la materia orgánica, son el residuo de los sólidos totales, disueltos o suspendidos llevados a incineración durante un tiempo determinado a 550°C. La pérdida de peso por incineración son los sólidos volátiles, no es posible diferenciar totalmente entre la materia orgánica e inorgánica debido a que algunas sales minerales se descomponen o volatilizan (Belmonte Viteri, 2009; Universidad Politécnica de Cartagena, 2008).

2.7.2 Parámetros químicos

2.7.2.1 pH

Se define como una medida que indica el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14 a una temperatura promedio de 25°C. Se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de protones:

$$\text{pH} = \log 1/ [\text{H}^+] = - \log [\text{H}^+]$$

“El pH mide la intensidad de la acidez o basicidad. Es importante decir que el pH mide el grado de acidez o de alcalinidad, pero no determina el valor de la acidez ni de la alcalinidad”(Sierra Ramírez, 2011, pág. 60).

El pH es un factor muy significativo en los sistemas químicos y biológicos de las aguas superficiales, el valor del pH compatible con la vida piscícola está comprendido entre 5 y 9 (Ministerio del Ambiente, 2015; Sierra Ramírez, 2011) .

2.7.2.2 Nitrógeno y derivados

Normalmente podemos encontrar al nitrógeno en sus formas inorgánicas las cuales incluyen nitratos, nitritos, amoníaco y nitrógeno molecular, igualmente se producen

compuestos orgánicos nitrogenados que contienen nitrógeno amínico o amídico, el amoníaco es un gas incoloro a presión y temperatura ambiente, con un olor picante característico, que es altamente soluble en agua y tóxico para los peces (Universidad Politécnica de Cartagena, 2008).

La presencia de nitratos procede de la disolución de rocas y minerales, de la desintegración de materias vegetales, animales y de efluentes industriales, también proviene de la contaminación generada por el lavado de tierras de cultivo donde utilizan abonos y fertilizantes (Universidad Politécnica de Cartagena, 2008).

2.7.2.3 Fósforo y derivados

El fósforo es considerado como un macronutriente fundamental, siendo acumulado por una gran diversidad de organismos vivos, este no se encuentra directamente en el medio natural, pero los ortofosfatos, pirofosfatos, metafosfatos, polifosfatos y fosfatos orgánicamente unidos sí se detectan en aguas superficiales y residuales (Universidad Politécnica de Cartagena, 2008).

“Aparece generalmente en forma de fosfatos, es un elemento ampliamente utilizado en el sector agropecuario como fertilizante y como suplemento mineral en la nutrición de los animales” (Belmonte Viteri, 2009, pág. 29).

2.7.2.4 Sulfatos

Este compuesto es liberado en el agua por medio de efluentes industriales y mediante precipitación desde la atmósfera; sin embargo, las concentraciones más altas suelen hallarse en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales (Belmonte Viteri, 2009).

“Las aguas provenientes de minas y efluentes industriales contienen grandes cantidades de sulfatos derivados de la oxidación de la pirita y del uso del ácido sulfúrico” (Belmonte Viteri, 2009, pág. 30).

2.7.2.5 Demanda química de oxígeno DQO

Es la cantidad materia orgánica capaz de ser oxidada por factores químicos sin la intervención de los organismos vivos, efectúa la determinación del contenido total de materia orgánica oxidable, sea biodegradable o no (Universidad Politécnica de Cartagena, 2008).

El análisis de este parámetro es aplicable en aguas superficiales, aguas residuales o cualquier agua que pueda contener una cantidad estimable de materia orgánica. En el caso de agua potable no es recomendable ya que no es eficaz debido a que regularmente se obtienen valores bajos, en este caso se recomienda realizar las mediciones con el método de oxidación con permanganato de potasio (Belmonte Viteri, 2009).

2.7.2.6 Demanda bioquímica de oxígeno DBO

Establece el contenido de materia biodegradable de una muestra de agua, es decir la cantidad de oxígeno que los microorganismos utilizan para la oxidación de la materia orgánica, por la acción bioquímica aerobia, la prueba de DBO más conocida es la DBO5, la cabo de cinco días se evalúa el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos de la muestra de agua incubada en el laboratorio, los resultados se reportan en mg/L de oxígeno consumido (Sierra Ramírez, 2011).

2.7.2.7 Oxígeno disuelto

Es obligatorio para la vida de los organismos acuáticos, el oxígeno es moderadamente soluble en agua, siendo dependiente la solubilidad de la temperatura, la salinidad, la turbulencia del agua y la presión atmosférica, esta disminuye cuando aumenta la temperatura y la salinidad, y cuando disminuye la presión atmosférica, la obtención de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, degradación de sustancias orgánicas y otras reacciones

químicas (Universidad Politécnica de Cartagena, 2008).

En la normativa podemos indicar que los límites máximos permisibles para este parámetro en aguas superficiales son de no menor al 60% del oxígeno de saturación y no menor a 5 mg/l en aguas caliente dulce, agua marina y de estuarios y no menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l en aguas fría dulce (Ministerio del Ambiente, 2015).

2.7.2.8 Pesticidas

En el agua la toxicidad de los pesticidas se altera en función de su naturaleza y según las especies y su etapa de desarrollo, así como dependen de las demás condiciones en donde viven las especies, para los peces, los insecticidas organoclorados son mucho más tóxicos que los procedentes de organofosforados, los herbicidas son mucho menos tóxicos que los insecticidas. En consideración para el ser humano y mamíferos los pesticidas organofosforados son mucho más tóxicos que los pesticidas organoclorados (Universidad Politécnica de Cartagena, 2008).

2.7.3 Parámetros microbiológicos

2.7.3.1 Coliformes fecales

Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura semejante a la bacteria *Escherichia coli* y se transfieren por medio de las heces fecales; es una bacteria que se halla regularmente en el intestino de los seres vivos en especial el ser humano, Existen diversos tipos de esta bacteria algunas de estas no ocasionan daño en condiciones normales y otros pueden incluso producir la muerte (Belmonte Viteri, 2009; I C T S.L Instrumentación Científico Técnica, 2010).

2.7.3.2 Coliformes

Las coliformes son bacterias que las pueden encontrar ordinariamente en plantas, suelo y animales, incluyendo al ser humano, la presencia de coliformes en el agua superficial es un indicio de su posible contaminación con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición, normalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor cantidad en la capa superficial del agua o en los sedimentos más profundos(Belmonte Viteri, 2009; I C T S.L Intrumentación Cientifico Tecnica, 2010).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente proyecto se procedió a utilizar los equipos y materiales de laboratorio como de campo para el estudio y obtención de los parámetros de calidad del agua citados a continuación.

3.1 Materiales

3.1.1 En campo

La lista de chequeo general incluye los siguientes ítems:

Tabla 3.

Materiales utilizados en campo

Campo	Documentación	Muestreo	Medición “in situ”	Chequeo
Libreta de campo	Biromes y marcadores	Botellas de muestreo, etiquetas y lápices	Lista de parámetros a medir “in situ”	Fecha de última calibración de los equipos.
Mapa de muestreo de aguas	Etiquetas para muestras	Conservadoras para transporte de muestras (Cooler)	Consumibles (agua destilada, buffers de pH, estándares, blancos)	Itinerario y detalles del muestreo.
Lista de muestras/recipientes requeridos en cada estación	Computadora portátil	Botas de goma	Procedimientos de operación estándares y manuales de los equipos	Accesorios para equipos de medición (cables, cargadores, baterías), consumibles.
Información local de las condiciones meteorológicas		Protocolos de procedimiento para muestreo	Baterías eléctricas	
		Cuerdas		
		Flexómetro		

Elaborado: Vargas D. & Villacís C.

Para los parámetros medidos en campo se utilizaron los siguientes equipos portátiles y materiales de laboratorio descritos en la siguiente tabla.

Tabla 4.

Parámetros medidos en campo

Turbidez	pH	Temperatura
Materiales y equipos		
Turbidímetro lovibond turbicheck	pH-metro metter Toledo: sevenmult	pH-metro metter Toledo: sevenmult
Vaso de precipitación de 250 ml	Vaso de precipitación de 250 ml	Vaso de precipitación de 250 ml
Piseta	Piseta	Piseta

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

3.1.2 En laboratorio.

Los materiales, equipos y reactivos que se ocuparon en el laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur dependieron de los parámetros a ser medidos, estos se encuentran descritos a continuación en las siguientes tablas.

Tabla 5.

Parámetros físicos medidos en laboratorio

Conductividad	Sólidos totales	Sólidos totales disueltos	Sólidos totales en suspensión	Sólidos fijos y volátiles	Sólidos sedimentables
Materiales y Equipos					
pH-metro metter Toledo: sevenmult	Filtros estándar de fibra de vidrio	Filtros estándar de fibra de vidrio	Filtros estándar de fibra de vidrio	Cápsulas de porcelana	Cono imhoff graduado en 1000 ml de capacidad.
Vaso de precipitación de 250 ml	*Equipo de filtración por vacío	*Equipo de filtración por vacío	*Equipo de filtración por vacío:	Estufa para operar a 103-105°C	
Pisetas	Estufa para operar a 103-105°C	Estufa para operar a 103-105°C	Estufa para operar a 103-105°C	Desecador	
	Desecador	Desecador	Desecador	Balanza analítica	
	Balanza analítica	Balanza analítica	Balanza analítica	Probetas	
	Probetas	Probetas	Probetas	Pinzas	
	Pinzas	Pinzas	Pinzas	Vasos de precipitación	
	Vasos de precipitación	Vasos de precipitación	Vasos de precipitación		

Pisetas	Pisetas	Pisetas
---------	---------	---------

Nota: *Equipo de filtración por vacío: embudo de membrana filtrante, frasco de succión de suficiente capacidad para la muestra, trampa de agua, bomba de vacío.

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Tabla 6.

Parámetros químicos medidos en el laboratorio

Cloruros	Alcalinidad	Aceite y grasa
Materiales y equipos		
Incubadora	pH-metro	Embudo de separación
pH-metro	Agitador magnético	Matraz de destilación 125 ml
Balanza analítica	Buretas cristal borosilcato 50, 25, y 10 ml	Papel de filtro normal diámetro 11cm
Soporte universal	Botella de polilefina 1l	Pipeta y pipetor 10 ml
Pinza universal	Pipeta volumétrica 1ml	Vasos de precipitación 250 y 500 ml
Bureta	Vasos de precipitación de 1000, 200 y 100 ml	Probeta
Probeta de 100 ml	Matraz volumétrico de 250 ml	Soporte universal
Pipeta volumétrica 1ml		Embudo
Vasos de precipitación de 250 ml		Matraz Erlenmeyer
Piseta		Vidrio reloj
Matraz de erlenmeyer de 250 ml		Espátula
Pinza		Estufa
Espátula		Balanza analítica
Pera de succión		Desecador
		Baño maría
		Plancha de calentamiento
		Equipo de destilación
		Destilador
Reactivos		
Solución indicadora de cromato de potasio	Solución de carbonato sódico	Agua destilada

Solución valorada de nitrato de plata 0,01401 N	Ácidos sulfúricos o clorhídrico estándar, 0,1 N	Ácido clorhidrico 1+1
Solución valorada de cloruro de sodio 0,014 1 N	Ácidos sulfúrico o clorhídrico estándar, 0,02 N	Triclorotrifluoroetano o hexano
Solución de NaOH 1N	Agua destilada	Sulfato de sodio, cristal anhidro
Solución de ácido sulfúrico 1N		
Agua destilada		

Elaborado: Vargas D. & Villacís C.

Tabla 7.

Parámetros microbiológicos medidos en laboratorio

Coliformes fecales	Coliformes totales
Materiales y equipos	
Vasos de precipitación 250 ml	Vasos de precipitación 250 ml
Piseta	Piseta
Pinzas	Pinzas
Embudo de membrana filtrante	Embudo de membrana filtrante
Matraz de succión	Matraz de succión
Bomba de vacío	Bomba de vacío
Frascos de vidrio 100,500,1000 ml	Frascos de vidrio 100,500,1000 ml
Tubos de ensayo	Tubos de ensayo
Plancha	Plancha
Balanza	Balanza
Autoclave	Autoclave
Pipetas 10,50 ml	Pipetas 10,50 ml
Mezcladores	Mezcladores
Probeta 1000 ml	Probeta 1000 ml
Espátulas	Espátulas
Placas petrifilm para coliformes	Placas petrifilm para coliformes
Incubadora	Incubadora
Plancha de calentamiento	Plancha de calentamiento
Estufa para operar a 103 - 105 °C	Estufa para operar a 103 - 105 °C
Baño de vapor	Baño de vapor
Balanza analítica	Balanza analítica

Asas de siembra	Asas de siembra
Reactivos	
Agua peptona	Agua peptona
Agar EMB	Agar EMB
Agar nutritivo	Agar nutritivo
Caldo verde bilis brillante	Caldo verde bilis brillante
Agar MacConkey	Agar MacConkey
Agar sabouraud	Agar sabouraud
Agua destilada	Agua destilada

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

3.2 Métodos

3.2.1 Preparación del muestreo

Para la toma de muestras se consideraron los requisitos para todas las mediciones a ejecutar, tales como:

Realizar el reconocimiento de las zonas destinadas a ser los puntos de muestreo, registrar condiciones locales tanto atmosféricas como del cauce, identificar las posibles fuentes de contaminación cercanas a los puntos de muestreo, por ser un río se realizó mediante muestras integradas la cual consiste en ser recogidas en distintos puntos al mismo tiempo o con la menor separación temporal que sea posible (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998, 2011).

Para la preparación del muestreo se realizó una lista de chequeo para asegurar que todos los equipos y suministros estén ordenados, que las actividades y los requerimientos de calidad de datos se cumplan de acuerdo a la metodología establecida (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2000).

3.2.2 Punto de muestreo

Los puntos de muestreo se tomaron acorde al sistema de coordenadas World Geodetic System 84 (WGS 84), que es con el cual se registra la ubicación del área de

estudio en el Global Positioning System (GPS). Se seleccionaron 4 puntos de muestreo, tomando en cuenta la facilidad de acceso a los mismos, y los factores externos que pudiesen alterar los resultados de las muestras tales como diques cercanos, corrientes muy fuertes; el muestreo se realizó mediante el método de muestras integradas que se indica en el siguiente punto.

3.2.3 Procedimiento de muestreo

Para el procedimiento de muestreo se consideró: el tipo de muestreo a realizarse, las condiciones en la que se tomó la muestra y la significancia de la misma; actividad que se detalla a continuación.

Tomar cuatro muestras de 8 litros cada una a una profundidad de 50 cm mediante estrategia de integración zonal y en cuatro puntos diferentes. Estas muestras fueron depositadas en un recipiente con grifo de 25 litros para facilitar la posterior subdivisión de las muestras. Se procedió al muestreo sumergiendo la botella de muestreo y se enjuago todos los recipientes 3 veces con el agua del río antes de tomar la muestra, se evita la recolección del film de superficie con mayor tensión superficial enriquecido en grasas naturales y eventualmente antropogénicas (Comision Administradora del Rio Uruguay, 2011, pág. 10).

Se tomó en cuenta la metodología establecida para el cálculo del volumen de la muestra porque permite contar con resultados significativos, además, de la posibilidad de que este procedimiento permite realizar el muestreo por cada punto identificado en el mapa. **Ver anexo 1.**

3.2.4 Análisis de parámetros

Para el análisis de laboratorio de los parámetros establecidos se procedió a realizar una investigación bibliográfica basándonos en los métodos estandarizados por la

Asociación Americana de Salud Pública (APHA), los cuales se muestran a continuación en las tablas 8, 9 y 10.

Tabla 8.

Parámetros físicos del agua del río Caoní

Conductividad: medición en laboratorio con pH metro Metter Toledo: Sevenmult

Temperatura: medición en campo con pH metro Metter Toledo: Sevenmult

Turbidez: medición en campo con turbidímetro Lovibond – TurbiCheck

Sólidos

Sólidos totales: sólidos totales secados a 103 – 105°C: 2540 B (American Public Health Association, 1992)

Sólidos totales en suspensión: sólidos totales en suspensión secados a 103 – 105°C: 2540 D (American Public Health Association, 1992)

Sólidos fijos y volátiles: sólidos fijos y volátiles incinerados a 550 °C: 2540 E (American Public Health Association, 1992)

Sólidos sedimentables: 2540 F sólidos sedimentables (American Public Health Association, 1992)

Fuente: (American Public Health Association, 1992)

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Tabla 9.

Parámetros químicos del agua del río Caoní

pH: medición en campo con pH metro Metter Toledo: Sevenmult

Nitrógeno total: MAM-45/METODO RAPIDO MERCK*

Nitrógeno de amonio: MAM-44/COLORIMETRICO HACH MODIFICADO*

Fosfatos(P-PO4): MAM-17/APHA 4500 – PC y/o E MODIFICADO*

Fósforo soluble: MAM-17/APHA 4500 – PC y/o C Y E MODIFICADO*

Fósforo total: MAM-17/APHA 4500 – P C y/o C Y E MODIFICADO*

Sulfuros: MAM-77 / APHA 4500 S F MODIFICADO*

Demanda Química de Oxígeno (DQO): MAM – 23A MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO*

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): MAM-38/ APHA 5210 B MODIFICADO*

Oxígeno disuelto: MAM-22 / APHA 4500-0 C MODIFICADO*

Organofosforados

0,0,0-Trietilfosforotionato: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO**

Tionazin: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO**

Demetono: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO**

Sulfotep: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO**

Forato: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO*

Dementons: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO**

Dimetoato: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO**

Dianizon: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO*

Disulfoton: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO*

Metil Paration: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO*

Malation: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO*

Paration: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO*

Ethion: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO**

Azinphos Metil: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO**

Fampur: MAL-79/ EPA 8270 D MODIFICADO**

Nota: *Parámetros obtenidos en el laboratorio O.S.P; Acreditado en el Servicio de Acreditación del Ecuador (SAE); N° OAE – LE 1C 04-002.

**Parámetros obtenidos en el laboratorio O.S.P; No se encuentran acreditados en el Servicio de Acreditación del Ecuador (SAE); N° OAE – LE 1C 04-002. Fuente: (American Public Health Association, 1992)

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Tabla 10.

Parámetros microbiológicos del agua del río Caoní

Coliformes fecales: prueba de presencia - ausencia (P-A) de coliformes: 9221 E (American Public Health Association, 1992)

Coliformes totales: técnicas estandarizadas de fermentación en tubo múltiple (NMP) de coliformes totales: 9221 B (American Public Health Association, 1992)

Fuente: (American Public Health Association, 1992)

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

3.3 Población y muestra

La unidad experimental utilizada en este proyecto es la muestra de agua del río Caoní, tomadas del sector Marianitas Vía Calacalí - La Independencia Km 135 que cruzan con la finca agroecoturística "Los Chiparos", este río es afluente del río Blanco, el río Caoní inicia en la zona de San Miguel de Los Bancos.

La muestra de agua se considerará como integrada ya que se tomó cuatro puntos de

muestreo a diferentes profundidades con la menor variación temporal en la zona de estudio del río Caoní.

3.4 Diseño experimental

Para el estudio se utilizó el diseño comparativo, el cual permitió cumplir con el objetivo planteado y comparar los resultados con la normativa vigente para fuentes naturales de agua.

En este proceso investigativo actúan diferentes variables que se catalogan dependiendo de los parámetros a evaluar, las cuales se encuentra descritas en la tabla 11.

Tabla 11.

Variables y subvariables

Variables	Subvariables				
Parámetros físicos del agua del río Caoní	Conductividad	Temperatura	Turbidez	Sólidos totales	Sólidos totales en suspensión
	Sólidos totales fijos	Sólidos totales volátiles	Sólidos sedimentables	Caudal	
Parámetros químicos del agua del río Caoní	p H	Nitrógeno total	Nitrógeno de amonio	Fosfatos	Fósforo soluble
	Fósforo total	Sulfuros	Demanda Química de Oxígeno	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Oxígeno disuelto
	0,0,0-Trietilfosforotionato	Tionazin	Demetono	Sulfotep	Forato
	Dementons	Dimetoato	Dianizon	Disulfoton	Metil Paration
	Malation	Paration	Ethion	Azinphos Metil	Fampur
Parámetros microbiológicos del agua del río Caoní	Coliformes fecales	Coliformes totales			

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de los datos

Respecto al levantamiento de información de la zona de estudio, se indica que se realizó de manera bibliográfica encontrándose los siguientes resultados:

4.1.1 Levantamiento de Información

4.1.1.1 Clima

Puerto Quito se caracteriza por tener un clima húmedo tropical (Martínez Aguirre, 2014). Las condiciones topográficas del área de estudio generan un tipo de clima predominante, por dos tipos de épocas climáticas diferenciadas por las cantidades de lluvias y las bajas variaciones en la temperatura ambiental como son:

- Época lluviosa que va desde enero hasta mayo de cada año
- Época seca o temporada seca que cubre el período de junio a diciembre

Estas épocas tienen pequeñas variaciones que se producen especialmente con la presencia de fenómenos climáticos como El Niño, que se presenta con cierta frecuencia dentro del área de estudio (Clavijo Campos, Clavijo Campos, & Prado Farfán, 2013).

La zona de estudio se encuentra dentro de la parroquia y cantón Puerto Quito por el cual se toma el clima de esta parroquia como representativo de dicha zona, uno de los factores que interviene en los aspectos climáticos es la altitud ya que se encuentra ubicado a 172 m.s.n.m.

La temperatura media anual de acuerdo a los registros de la estación del río Alambí es de 24,4 °C, siendo la época invernal la de mayor incremento de temperatura 32.0 °C, mientras que en la época de verano disminuye por cuanto se siente la influencia especialmente de los vientos de las montañas adyacentes a la

zona en estudio con temperaturas mínimas de 19,6 °C. (Clavijo Campos et al., 2013, pág. 31).

Gracias a las condiciones topográficas de la zona de estudio se indica a nivel general una temperatura promedio de 24°C, teniendo como máxima de 32.0°C y mínima de 19.6°C.(Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2012).

4.1.1.2 Precipitación

De acuerdo a la estación meteorológica de Los Bancos, la precipitación media anual bordea los 527,90 mm con una precipitación máxima equivalente a 687 mm en el mes de abril y una precipitación mínima de 116,9 mm en el mes de agosto(Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2011)

4.1.1.3 Heliofanía

Tomando los datos de la estación meteorológica de Los Bancos, que es la estación más cercana a la zona de estudio, se indica que el mes con los valores de heliofanía más alto es marzo con 113,2 h/sol y en el mes de menor heliofanía es octubre con 53,9 h/sol como se muestran la siguiente tabla (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2008).

Tabla 12.

Datos de heliofanía según meses del año (h/sol)

Heliofanía por meses del año sector Puerto Quito												
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Horas de sol	65,6	85,6	113,2	104,7	79,6	63,1	67,3	59,5	56,5	53,9	55,2	54,5

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pichincha (2007 - 2020)

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

4.1.1.4 Vientos

En la zona de estudio no se presenta una variación de velocidades considerables, se presentan velocidades máximas registradas de 8 m/s y velocidades mínimas de 4 m/s, se indica también que la dirección de vientos dominante es suroeste SW como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 13.

Datos de velocidad y dirección de vientos a según meses del año (h/sol)

Vientos: Intensidad y dirección, por mes del año (m/s)												
Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Velocidad máxima	8	8	8	8	6	8	8	8	8	8	8	8
Velocidad mínima	4	6	4	6	6	6	6	6	4	4	4	4
Dirección promedio	SW	SW	SW	SW	SW	S	SW	S	SW	SW	SW	SW

Fuente:(GAD Provincia de Pichincha, 2011).

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

4.1.1.5 Geología y Geomorfología

El poblado de Puerto Quito, se encuentra asentado en un terreno parcialmente plano, con presencia de pendientes que no superan el 30% la misma que forma parte de la estructura morfo estructural de la provincia de Pichincha, y que presenta depósitos aluviales con sedimentos de arenisca y limo, constituyendo terrazas en las zonas altas y valles en las zonas bajas (Clavijo Campos et al., 2013).

La finca agroecoturística “Los Chiparos”, se encuentra distribuida en terrenos que van desde los 0 a los 30% de inclinación exclusivamente, pasando de ondulado a plano con pendientes de 0 a 15%, en las instalaciones del complejo.

La estratigrafía estructural del cantón Puerto Quito forma los denominados conos de eyección, que son caracterizados por la forma de moldeado fluvial y son distinguidas por tener una silueta cónica o en forma de abanico que depende de la pendiente en donde se

haya depositado el material (Clavijo Campos et al., 2013).

Tabla 14.

Característica de las formaciones estratigráficas

Formación estratigráfica	Característica
Formación San Tadeo	Contiene litología en forma de abanico con lahares volcánicos, y que debido a las características del terreno este está constituido de rocas volcandas sedimentarias de origen marino comprendida en la edad mezo-cenoico.
Formación Pichilingue	Pertenece al pleistoceno terminal y de origen fluvial está constituida de terrazas compuestas por sedimentos solidos volcánicos.
Formación Borbón:	Compuesto de areniscas de grano medio a grueso, de color verde grisáceo en conglomerados macizos. Constituido de tobas volcánicas, y conglomerados basales que descansan sobre la formación Onzole.
Formación Onzole:	Pertenece a la era de mioceno superior hasta plioceno con formación de aguas salobres provenientes del mar y de sedimentos correspondientes a la cubierta final de la cuenca del cantón Puerto Quito.

Fuente: (Clavijo Campos et al., 2013).

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

4.1.1.6 Uso del suelo

Durante las visitas de campo, se levantó información referente a las actividades antrópicas desarrolladas en la zona, información que posteriormente fue contrastada con información de fuentes gubernamentales.

Debido a las condiciones geográficas y del suelo, se considera que son óptimas para producción agrícola y pecuaria, se estima que el sector tiene potencial para convertirse en el centro de generación para el suministro del mercado nacional e inclusive para la exportación (Martínez Aguirre, 2014).

Las principales actividades productivas en los asentamientos humanos son la agricultura (82%), ganadería (82%) y cría de especies menores (18%), Se cultivan principalmente, en orden de importancia: yuca, maíz, arroz, piña, guineo, palmito, palma africana, naranja, café y maracuyá, se crían animales menores como chanchos, cuyes y gallinas, además existen agricultores que se

han iniciado en la reproducción de la tilapia (Armijos Velasco, 2008, pág. 22).

La mayor actividad económica en el sector es la actividad agrícola y ganadera, y gracias a las condiciones geográficas se obtiene buenos resultados en la siembra de especies de la costa.

Los cultivos de comercialización para la parte norte del país son en su mayoría los cultivos de palma africana y palmito.

Mientras que en parcelas pequeñas se cultiva piña, pimienta, cacao, arroz, maíz, plátano, yacu, nuez de macademia y malanga (tubérculo), otra actividad importante constituye la rama pecuaria, destinándose el suelo a la crianza de ganado vacuno, bovino y porcino, cuyos productos se comercializan dentro y fuera del cantón (Clavijo Campos et al., 2013, pág. 58).

La mayoría del uso de los suelos del sector se basa principalmente en la agricultura, este posee también zonas de bosques los cuales “tienen un buen potencial para su ordenación forestal y más de sus excesos de lluvias, la humedad relativa del aire es bastante elevada, la cual es propicia para el desarrollo de plagas y enfermedades” (Clavijo Campos et al., 2013, pág. 58)

4.1.1.7 Hidrología

La conformación de la cuenca del río Esmeraldas está delimitada por dos subcuencas principales; la del río Guayllabamba y la del río Blanco, cuyos ríos principales se unen y forman el río Esmeraldas manteniéndose como un río de orden uno hasta llegar a su desembocadura con el Océano Pacífico (Clavijo Campos et al., 2013)

La población de Puerto Quito se ubica en la subcuenca del río Blanco, siendo sus cauces secundarios los ríos, Silanche, Cubuyales, Caoní, Achiote y Abundancia (Clavijo Campos et al., 2013).

“La subcuenca del Rio Blanco nace en las estribaciones occidentales del Volcán Pichincha a 4600 msnm aproximadamente resultado de la unión de los ríos Mindo y Cinto, ubicado en los Valles Interandinos y la sub planicie de la Costa ecuatoriana” (Clavijo Campos et al., 2013, pág. 39).

El rio de mayor importancia para la actividad turística, recreativa y pesquera es el rio Caoní el mismo que se origina en la zona de San Miguel de los Bancos, con una longitud transversal aproximada de 20 metros y una profundidad no mayor a 3 metros se considera como una fuente de agua para riego, consumo e inclusive de aseo personal (Clavijo Campos et al., 2013).

4.1.1.8 Paisaje

Se presenta un gran atractivo paisajístico favorecido por su variedad de paisajes, recursos hídricos, vegetales, animales, y por su clima tropical.

Estos recursos paisajísticos se clasifican según la dominancia de los procesos bióticos, abióticos y antrópicos.

Los recursos abióticos están conformados por una topografía muy irregular y la red hidrológica conformada por ríos, arroyos y esteros. Los elementos bióticos están conformados por la presencia de bosques y bosquetes, avifauna, pequeños mamíferos y fauna acuática (Martínez Aguirre, 2014).

Lo señalado pone en evidencia que se trata de un paisaje con clase media de calidad visual. Con relación al fondo escénico, el área donde el relieve se halla con cobertura vegetal, incrementa la calidad visual del conjunto, sin embargo, el área constituida por el laúd desprovisto de vegetación debido a la deforestación por ampliación de la frontera agrícola, ejerce influencia no positiva en la calidad del conjunto (Clavijo Campos et al., 2013, pág. 68).

La presencia de varios ríos como el Caoní, el Achiote, el Silanche, entre otros utilizado para el rafting con sus respectivos afluentes caracterizan a esta zona como rica para el establecimiento de: balnearios, hosterías, paradores turísticos y centros de recreación, pues gracias a sus aguas turbulentas se han desarrollado hermosas cascadas cuyos paisajes le vuelven paradisíacos. (Armijos Velasco, 2008, pág. 32).

Estas actividades fomentan la presencia de turistas tanto nacionales como extranjeros, y el aumento de centros turísticos en la zona, que evidencian el incremento de construcciones destinadas a esta actividad aledañas a los ríos.

Pese a que la zona de Marianitas no un área completamente intervenida, las actividades antropogénicas debidas por el aumento turístico disminuyen la calidad visual.

4.1.1.9 Flora

La colonización permanente de la zona del cantón Puerto Quito no planificada ni distribuida técnicamente, ha generado la extracción y destrucción de selva virgen de la zona, así como también del desarrollo agrícola y ganadero han ocasionado el desgaste continuo del capital ambiental y el desequilibrio dentro de los ecosistemas (Clavijo Campos et al., 2013).

Conformado de bosques húmedos tropicales el cantón Puerto Quito se halla conformado de una diversidad de especies vegetales como lo son: el moral fino, el chalviande, el salero, cordoncillo, enormes matapalos, chiparos (Morales Colorado, 2014). Y aquellos arbóreos que se utilizan para la construcción de casas, puentes, casetas, miradores y cercas como es: el pambil (Clavijo Campos et al., 2013).

Aquellas también que son para consumo local y para comercializar como lo son:

cacao de aroma, papaya, naranjas, limones, achiote, maracuyá, naranjilla, guayaba de monte, plátanos, verde, platanillo, mandarina, borojo, yuca, piña, sandia, jackfruit, guanábana, palmito, arasá, noni y caña de azúcar (Armijos Velasco, 2008)

Todas estas variedades de vegetación del cantón Puerto Quito ha hecho que sea muy visitado en época de verano, permitiendo que los comerciantes utilicen las cosechas para comercializar con los turistas nacionales e internacionales y obtener ingresos económicos para sus familias.

4.1.1.10 Fauna

El sector de Puerto Quito consta con una grande variedad de especies gracias a sus condiciones topográficas y climáticas, esta mezcla de características de sierra y costa permite una gran variación de especies.

Aves

Las especies de aves más observadas en el sector son: Gallinazo Negro (*Chloroceryle americana*), Gallinazo Cabeza Roja (*Cathartes aura*), Gallinazo cabeza negra (*Coragyps artratus*), Gallito de la peña (*Rupícola peruana*), Gavilán (*Accipiter bicolor*), Guajalito (*Trogon personatus Pheucticus*), Hornero (*Fumarius cinamomneus*), Mara (*Andigena laminirostris*), Pájaro toro (*Cephalopterus omatus*), Pava de monte (*Penélope montagnii*), Tucán pecho amarillo (*Ramphastos swainsonii*) y más comúnmente se puede observar al Semillero Menor o Golondrina (*Oryzoborus angolensis*), estas especies se encuentran comúnmente en el sector de estudio (Albuja, 2011; Armijos Velasco, 2008; Clavijo Campos et al., 2013).

Mamíferos

Dentro de la zona de estudio se indica que las especies de mamíferos son Ardilla (*Sciurus granatensis*), Armadillo (*Dasypus novemcinctus*), Cabeza de mate (*Eira*

barbara), Conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), Chuchucho o tejón (*Nasua nasua*), Cusumbo (*Potos flavus*), Danta (*Tapirus bairdii*), Guanta (*Agouti paca*), Jaguar (*Pantera onca*), Mono araña (*Ateles fusciceps*), Mono aullador (*Alouatta palliata*), Osos de anteojos (*Tremarctos ornatus*), Puerco espín (*Coendu melanurus*), Puma (*Puma concolor*), Tigriillo (*Leopardus pardalis*), Vampiro (*Desmodus rotundus*), Venado (*Mosama gualea*) y las de mayor presencia son Ratas (*Rattus Rattus*), Raposas (*Caluromys Derbianus*) de especies nativas (Albuja, 2011; Armijos Velasco, 2008; Clavijo Campos et al., 2013)

Peces

Las especies identificadas dentro del río Caoní son: Bocachico (*Prochilodus nigricans*), Sábalo (*Brycon atrocaudatus*), Guanchiche (*Hoplias malabaricus*), Bagre (*Arius sp.*), estas son las especies más comunes, estas son consumidos por los habitantes del sector, ninguno de estas especies se encuentra bajo amenaza (Albuja, 2011; Clavijo Campos et al., 2013).

Anfibios y reptiles

Las especies más comunes de reptiles en el sector son las serpientes tales como: Coral (*Micrurus ca*), Equis (*Bothrops Antrox*), Falsa coral (*Oxirhopus petola*), Víbora (*Bothrops Pulchra*), Boa (*Boa constrictor*), Chanta (*Clelia*), en anfibios se puede apreciar especies tales como: Salamandra (*Botiloglossa palmata*), Sapo gigante (*Bufo margaritifer*), y la Rana arbórea (*Hyla columbiana*) las cuales no se encuentra en ningún peligro por las actividades humanas (Albuja, 2011; Armijos Velasco, 2008; Clavijo Campos et al., 2013).

4.1.1.11 Límites y división política cantonal

La provincia de pichincha comprende de 8 cantones en los cuales se encuentra el cantón Puerto Quito ubicado al noroccidente del volcán Pichincha cuya distribución

cantonal se delimitan a continuación:

Parroquia urbana: Puerto Quito

Pre parroquias rurales:

- San Antonio de la abundancia
- Simón Bolívar (la sexta)
- Buenos Aires
- Nueva Esperanza
- Agrupación los ríos (Morales Colorado, 2014)

“Las pre-parroquias mencionadas se encuentran aprobadas por la municipalidad de Puerto Quito y por el Consejo Provincial de Pichincha desde el año 1997”(Morales Colorado, 2014).

Los límites de la zona de estudio son:

- Norte: el poblado de Tatala
- Sur: el poblado de la Patria
- Este: el poblado de Puerto Quito
- Oeste: el cantón pedro Vicente Maldonado.

“El cantón comprende de una extensión territorial de 64 100 ha. Posteriormente la extensión territorial del poblado es aproximadamente de 93,83 ha., ubicado en un valle cruzado por el río Caoní asentado en las últimas estribaciones de la cordillera andina”(Martínez Aguirre, 2014, pág. 123).

4.1.1.12 Población demográfica

La población de Puerto Quito representa aproximadamente el 0.8% del territorio de la provincia de Pichincha, Teniendo una extensión aproximada del 7,3% de la provincia,

posee 20.4 mil habitantes (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014). los cuales se pueden dividir en género de la siguiente manera:

Tabla 15.

Datos de género de población

Hombres	Mujeres
52,70%	47,30%

Fuente: (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2012)

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

“De los habitantes residentes en Puerto Quito el 15,1% habitan en la zona urbana mientras el 84,9% habitan en la zona rural” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2014).

4.1.1.13 Aspectos culturales

Salud

El cantón Puerto Quito cuenta con centros de salud que cubren diversas especialidades para cubrir la demanda de la población, la zona rural dispone de cinco subcentros de los cuales tres pertenecen a Pichincha y dos corresponden al área 5 de Esmeraldas (GAD Provincia de Pichincha, 2011).

Por consecuencia la falta de un hospital y la falta de accesibilidad al servicio especializado de salud, complica la atención temprana a las emergencias y los pacientes deben ser trasladados a los hospitales de Santo Domingo o Quito dependiendo de la gravedad.

Educación

Existen deficiencias en el sistema de educación del cantón, en cuanto a los niveles se puede destacar que los niveles medios y superior son muy deficientes y este problema ha obligado a la población a migrar del campo a las grandes ciudades (GAD Provincia de

Pichincha, 2011).

Infraestructura y servicios básicos

La implementación de viviendas edificadas con estudios técnicos, sobresale por menos del 5%, ya que la mayoría de viviendas son construidas con conocimientos ínfimos de arquitectura, con mano de obra local (GAD Provincia de Pichincha, 2011).

Dichas estructuras se las encuentra elaboradas con loza de cemento y bloque, paredes de caña guadua y techo de paja toquilla, las mismas que no cuentan con diseños técnicos estructurales mínimos de una vivienda; por otro lado, sirven de atractivo para aquellos centros ecoturísticos, donde ofrecen pernoctación y actividades recreativas al sector turístico nacional e internacional.

Con respecto a los servicios básicos, estos dependen mucho de la sectorización. En relación al servicio de agua, se puede indicar que la mayoría de los poblados del sector Marianitas consumen agua de los ríos cercanos.

Costumbres y tradiciones

En cuanto a sus costumbres, cabe destacar que expresan grandes conocimientos en danza, que unen culturas de la sierra y costa ecuatoriana, ofreciendo gran diversidad cultural. La población refleja alegría y buen ánimo con los turistas ofertando gran variedad gastronómica, diversidad de bailes, e inclusive de la combinación de licores caseros de diversos sabores (Martínez Aguirre, 2014).

En cuanto a la elaboración de artesanías tiene un nivel bajo, debido a que la población emplea su tiempo en actividades agrícolas y ganaderas para posteriormente procesar y vender sus productos (Martínez Aguirre, 2014).

Unidades familiares

La estructura familiar de las zonas urbanas se las define como clásicas, las mismas que se encuentran conformadas de padre, madre, hijos e inclusive en mínimos casos de tíos o abuelos.

Lastimosamente se encuentra con un problema del siglo XXI la cual es la migración de los campos a la ciudad, en busca de mejores oportunidades socio – económicas para sus seres queridos, siendo los más perjudiciales los niños y adolescentes los mismos que al no tener una unidad familiar estable, caen en depresión y pueden llegar a dejar los estudios y formar delincuencia (Martínez Aguirre, 2014).

4.1.1.14 Arqueología

En la Ficha de Inventario de Sitios Arqueológicos Terrestres cargada en la página web oficial del Instituto Nacional del Patrimonio Cultural, no existe registro alguno que incluya a Puerto Quito como un sitio arqueológico, se tiene que tomar en cuenta que los asentamiento humanos en la zona son recientes (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Puerto Quito, 2012).

4.1.1.15 Organización social e institucional

Organización socio-política

Rigiéndose la población a la constitución del Ecuador se define una administración cantonal y a nivel municipal por votación en el periodo 2014 – 2018, la señora Narcisca Párraga de Monar, actualmente es la alcaldesa del cantón puerto quito; la misma que fue reconocida por los pobladores como máxima autoridad (Martínez Aguirre, 2014).

Organización local

Los propósitos de elevar la calidad de vida de la población han hecho que las comunidades del Cantón Puerto Quito, se organicen para gestionar ideas que mejoren a

futuro la organización territorial, la oferta de servicios básicos, la implementación de vías de acceso, la creación de cooperativas de transporte, la sostenibilidad ambiental de su entorno, la mejora y modificación de sus viviendas (GAD Provincia de Pichincha, 2011).

Viabilidad y transporte

La accesibilidad dentro del cantón puerto quito está conformada por vías de primer, segundo y tercer orden; en donde las vías de primer orden son las más transitadas por las cooperativas interprovinciales las mismas que intercomunican a todos los cantones de la provincia de pichincha (GAD Provincia de Pichincha, 2011).

La red vial de segundo y tercer orden, se encuentran ubicados dentro de los sectores urbanos y rurales del cantón, cuyas condiciones en general son regulares por lo que se ve la necesidad de una mayor por parte de la administración municipal.

En la zona de estudio, se ubica una vía de tercer orden cuyas características denotan la inexistencia de estudios y diseño técnico, dicha vía se encuentra en condiciones regulares debido a que solo es labrada mas no pavimentada; aparte de que carece de luminosidad y señalización.

El sistema de luz eléctrica de la zona de estudio es medio, debido a que el cableado llega a las zonas rurales del cantón, pero la mayoría de veces existen conflictos con la población ya que los mismos son afectados debido a que la vegetación de la zona llega a crecer e interrumpe con el cableado eléctrico.

Por otro lado, la comunicación telefónica es deficiente debido a que en las zonas urbanas y rurales la señal de los teléfonos móviles no es buena, posteriormente las conexiones nacionales como los teléfonos fijos, tienen cobertura buena y la señal de la misma no se ve afectada (GAD Provincia de Pichincha, 2011).

4.1.2 Cálculo de caudal y velocidad

Para realizar el cálculo del caudal y la velocidad del cauce se introdujo la información recolectada en el Programa Hidráulico Flow Máster, este programa usa como metodología el uso de constantes en ríos y las ecuaciones de Manning's. Se consideró con este propósito la longitud y la profundidad del río, para introducir estos datos y obtener los siguientes resultados.

Tabla 16.

Resultados de cálculo de caudal y cauce

Parámetros	Valor	Unidad
Manning's Coefficient	0.040	
Elevation Range	49.10 to 50.00	
Discharge	23.72	m ³ /s
Flow Area	11.4	m ²
Wetted Perimeter	25.08	m
Top Width	25.00	m
Actual Depth	0.90	m
Critical Elevation	50.00	M
Critical Slope	0.020534	m/m
Velocity	2.09	m/s
Velocity Head	0.22	m/s
Specific Energy	50.22	M
Froude Number	0.99	
Flow Type	Subcritical	

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Como podemos apreciar en la tabla 16, el valor del caudal del cauce es de 23,72 m³/s y la velocidad promedio de 2.09 m/s. Se tomó los datos de profundidad del cauce a cada metro de longitud, obteniendo como profundidad máxima 90 cm. Se recuerda que estos cálculos se realizaron en la época lluviosa, favoreciendo el cálculo de caudal máximo y

altura máxima del cauce.

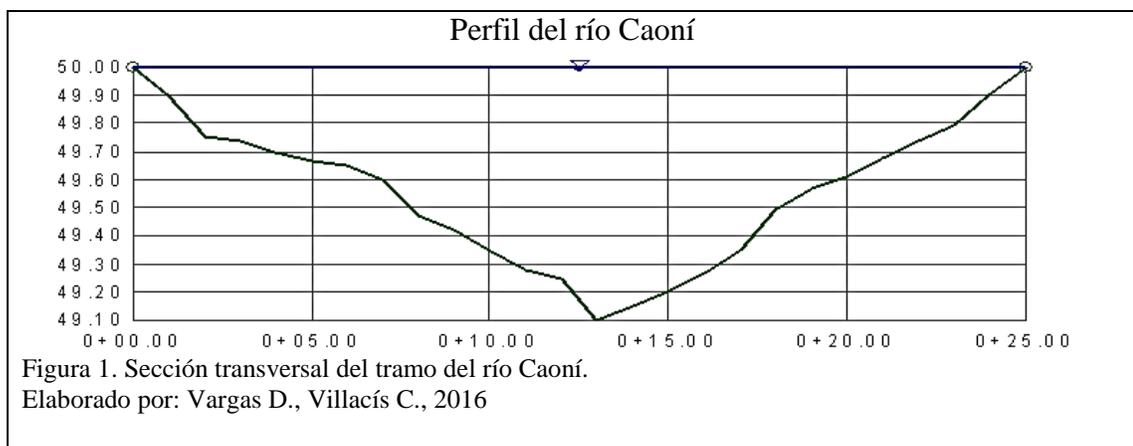
Tabla 17.

Resultados de toma de profundidad y longitud del transepto del río Caoní

Natural Channel Points			
Station (m)	Elevation (m)	Station (m)	Elevation (m)
0+00.00	1.00	0+13.00	0.10
0+01.00	0.90	0+14.00	0.15
0+02.00	0.75	0+15.00	0.20
0+03.00	0.74	0+16.00	0.27
0+04.00	0.70	0+17.00	0.35
0+05.00	0.67	0+18.00	0.49
0+06.00	0.65	0+19.00	0.57
0+07.00	0.60	0+20.00	0.61
0+08.00	0.47	0+21.00	0.68
0+09.00	0.42	0+22.00	0.74
0+10.00	0.35	0+23.00	0.79
0+11.00	0.28	0+24.00	0.90
0+12.00	0.25	0+25.00	1.00

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Con los datos obtenidos de las mediciones de profundidad se realizó la gráfica de la sección transversal del río.



En la figura 1 se observa el perfil del río Caoní, con una profundidad máxima del

tramo de 0.90 metros de profundidad a una longitud de 13 metros.

4.2 Resultados parámetros

Para la obtención de los resultados los parámetros fueron realizados con la metodología descrita anteriormente, las mediciones se realizaron desde abril hasta julio del 2016. Las condiciones de la toma de muestras se realizaron en época lluviosa, presentando los resultados descritos en las siguientes tablas.

Tabla 18.

Resultados de los análisis físicos de la calidad del agua del transepto del río Caoní

Parámetros físicos del agua del río Caoní	Expresado	Unidad	Valor
Conductividad	Cond	us/cm	50,3
Temperatura	T	°C	25,5
Turbidez	-	UTN	0,42
Sólidos totales	ST	mg/l	0,014
Sólidos totales en suspensión	STS	mg/l	0,007
Sólidos totales fijos	STF	mg/l	0,005
Sólidos totales volátiles	SFV	mg/l	0,002
Sólidos sedimentables	-	mg/l	0,1
Caudal	Q	m ³ /s	23,72

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Tabla 19.

Resultados de los análisis químicos de la calidad del agua del transepto del río Caoní

Parámetros químicos del agua del río Caoní	Expresado	Unidad	Valor
Ph	pH	-	7,64
Nitrógeno total	N	mg/l	< 1
Nitrógeno de amonio	N-NH ₃	mg/l	<0,17
Fosfatos	(P-PO ₄)	mg/l	0,2
Fósforo soluble		mg/l	0,2
Fósforo total	P	mg/l	0,3
Sulfuros	S	mg/l	< 0,5

Demanda Química de Oxígeno	DQO	mgO2/l	< 8
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO5	mgO2/l	< 5
Oxígeno disuelto	OD	mg/l	7,1
0,0,0-Trietilfosforotionato	-	ug/l	< 0,02
Tionazin	-	ug/l	< 0,02
Demetono	-	ug/l	< 0,02
Sulfotep	-	ug/l	< 0,02
Forato	-	ug/l	< 1,5
Dementons	-	ug/l	< 0,02
Dimetoato	-	ug/l	< 0,02
Dianizon	-	ug/l	< 1,0
Disulfoton	-	ug/l	< 1,5
Metil Paration	-	ug/l	< 3,5
Malation	-	ug/l	< 1,0
Paration	-	ug/l	< 3,5
Ethion	-	ug/l	< 1,0
Azinphos Metil	-	ug/l	< 0,02
Fampur	-	ug/l	< 2,0

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Tabla 20.

Resultados de los análisis microbiológicos de la calidad del agua del transepto del río Caoní

<i>Parámetros microbiológicos del agua del río Caoní</i>	Expresado	Unidad	Valor
Coliformes fecales	CF	NMP/100ml	40
Coliformes totales	CT	NMP/100ml	60

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Con los resultados obtenidos se procedió a realizar la comparación con los parámetros existentes en la normativa ambiental vigente que se encuentran descritas en los **anexos 4, 5 y 6**, la cual controla la calidad de agua. Para la comparación se tomó en cuenta que el agua de este río se utiliza tanto para consumo de pobladores de sectores

rurales, actividades recreativas y preservación de la flora y fauna en aguas dulces.

4.2.1 Comparación con la Normativa

Se procedió a realizar la comparación de los resultados obtenidos con los parámetros establecidos en la normativa vigente.

Tabla 21.

Comparación de resultados con la normativa para límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Normativa				Río Caoní			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	Parámetros río Caoní	Expresado como	Unidad	Valor
Coliformes Totales	NMP/100 ml		50	Coliformes totales	CT	NMP/100 ml	60
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2	Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mgO ₂ /l	< 5
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	no menor a 6 mg/l	Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	7,1
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9	p H	pH		7,64
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados	Temperatura	T	°C	25,5
Turbiedad		UTN	10	Turbidez		UTN	0,42
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1	0,0,0-Trietilfosforot ionato		ug/l	< 0,02
				Tionazin		ug/l	< 0,02
				Demeton		ug/l	< 0,02
				Sulfotep		ug/l	< 0,02
				Forato		ug/l	< 1,5
				Dementons		ug/l	< 0,02
				Dimetoato		ug/l	< 0,02

Dianizon	ug/l	< 1,0
Disulfoton	ug/l	< 1,5
Metil Paration	ug/l	< 3,5
Malation	ug/l	< 1,0
Paration	ug/l	< 3,5
Ethion	ug/l	< 1,0
Azinphos Metil	ug/l	< 0,02
Fampur	ug/l	< 2,0

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Para los criterios de calidad admisibles para consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección y que establece el Ministerio del Ambiente del Ecuador, se puede indicar que en la muestra de agua existen dos parámetros que no cumplen con los límites máximos permisibles tales como:

- Coliformes fecales con un valor de 60 NMP/100 ml, la normativa permite máximo 50 NMP/100 ml.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno con un valor <5 mgO₂/ l y la normativa permite máximo 2 mgO₂/ l

La comparación con criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario, se registra en la tabla 22. En razón de determinar la presencia de vida acuática existente en este río.

Tabla 22.

Comparación de resultados con la normativa para criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Normativa			Río Caoní			
	Expresado como	Unidad	Agua cálida dulce	Parámetros Río Caoní	Expresado como	Unidad	Valor
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	no menor al 60% y no menor a 5 mg/l	Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	7,1
Potencial de hidrogeno	Ph		6,5-9	pH	pH		7,64
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	ug/l	10	0,0,0-Trietilfosforotona to		ug/l	< 0,02
				Tionazin		ug/l	< 0,02
				Demetono		ug/l	< 0,02
				Sulfotep		ug/l	< 0,02
				Forato		ug/l	< 1,5
				Dementons		ug/l	< 0,02
				Dimetoato		ug/l	< 0,02
				Dianizon		ug/l	< 1,0
				Disulfoton		ug/l	< 1,5
				Metil Paration		ug/l	< 3,5
				Malation		ug/l	< 1,0
				Paration		ug/l	< 3,5
				Ethion		ug/l	< 1,0
				Azinphos Metil		ug/l	< 0,02
Fampur		ug/L	< 2,0				
Temperatura	°C		Condiciones naturales +3	Temperatura	T	°C	25,5
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	NMP/100 ml	Máxima 32	Coliformes fecales	CF	NMP/100ml	40

El análisis de resultados para este criterio que la totalidad de los parámetros se encuentran bajo los límites máximos permisibles.

Finalmente se realizó la comparación para aguas destinadas para fines recreativos. Ya que se toma en cuenta que este río es un atractivo turístico y se realiza varias actividades de recreación.

Tabla 23.

Comparación de resultados con la normativa para criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos.

Normativa				Río Caoní			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	Parámetros Río Caoní	Expresado como	Unidad	Valor
Coliformes fecales	NMP/100 ml		200	Coliformes fecales	CF	NMP/100 ml	40
Coliformes totales	NMP/100 ml		1 000	Coliformes totales	CT	NMP/100 ml	60
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor a 6 mg/l	Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	7,1
Potencial de hidrógeno	pH		6,5 – 8,5	p H	pH		7,64
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1 (para cada compuesto detectado)	0,0,0-Trietilfosforot ionato		ug/l	< 0,02
				Tionazin		ug/l	< 0,02
				Demetono		ug/l	< 0,02
				Sulfotep		ug/l	< 0,02
				Forato		ug/l	< 1,5
				Dementons		ug/l	< 0,02
				Dimetoato		ug/l	< 0,02
				Dianizon		ug/l	< 1,0
				Disulfoton		ug/l	< 1,5
				Metil Paration		ug/l	< 3,5
				Malation		ug/l	< 1,0
				Paration		ug/l	< 3,5
				Ethion		ug/l	< 1,0
				Azinphos Metil		ug/l	< 0,02

Elaborado por: Vargas D., Villacís C., 2016

Para los criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos que presenta el Ministerio del Ambiente del Ecuador. La totalidad de los parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

4.3 Discusión

Realizada la comparación de los resultados con las tres tablas indicadas en la normativa tanto para: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección, criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario y criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos; se indica que en su mayoría los parámetros analizados cumplen con los límites máximos permitidos a excepción de los indicados en la tabla 21 (Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección), que permite identificar resultados que sobrepasa la norma en coliformes fecales con un valor de 60 NMP/100 ml, para un valor máximo permisible de 50 NMP/100 ml, y en Demanda Bioquímica de Oxígeno con un valor $<5 \text{ mgO}_2/\text{l}$, para un valor máximo permisible de $2 \text{ mgO}_2/\text{l}$.

Se considera que estos valores se encuentran sobre los límites máximos permisibles de la normativa, por la presencia de materia orgánica proveniente de las aguas negras que se generan aguas arriba en la población.

Se indica también que existe la presencia de compuestos organofosforados en bajas cantidades; pueden estar presentes por la infiltración de los suelos de cultivo existentes en la zona y el uso de los pesticidas organofosforados en las plantaciones.

5. CONCLUSIONES

La determinación de los parámetros tanto físicos, químicos y microbiológicos en el agua superficial del río Caoní en el transepto que cruza con la finca agroecoturística “Los Chiparos”, cumple con los límites máximos permisibles a nivel nacional para criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario y criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos, ya que todos los parámetros se encuentran dentro de la normativa ambiental vigente.

Sin embargo, para límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección; existen dos parámetros que exceden con la normativa, como son Coliformes fecales con un valor de 60 NMP/100 ml y Demanda Bioquímica de Oxígeno con un valor $<5 \text{ mgO}_2/\text{l}$, las cuales son causantes de insalubridad con respecto al agua y afectan tanto al ser humano como al ambiente, ya que pueden provocar enfermedades y la disminución de la vida acuática.

También existe la presencia de varios componentes organofosforados como el paration, metil paration, fampur entre otros; a pesar de encontrarse en bajas cantidades, la Organización Mundial de la Salud establece que son componentes peligrosos para el ser humano y la vida acuática. Esto implicaría que las poblaciones que asientan cerca del río Caoní, utilizan componentes organofosforados en los cultivos, y mediante infiltración contaminan el río.

En el proceso de medición de caudal y velocidad se tomó una longitud de río de un valor de 25 metros, con una profundidad máxima de 1 metro. Para el cálculo de la velocidad se realizó las mediciones tomando en cuenta el tiempo transcurrido de un material constante en 100 metros. Estas mediciones se realizaron desde las 6:00 am

hasta las 18:00 pm con un intervalo de tiempo de 15 minutos. Se tiene que tomar en cuenta que las mediciones del caudal se realizaron en época de lluvias.

6. RECOMENDACIONES

Este estudio servirá como motivación a nuevas investigaciones sobre monitoreo de calidad de agua y estudios de bioacumulación de pesticidas en especies acuáticas con el propósito de corroborar la calidad de las aguas superficiales cálidas. Por esta razón se recomienda que con los datos analizados en este proyecto se realice investigaciones de toxicidad en especies acuáticas del río Caoní.

Se recomienda revisar y analizar los resultados obtenidos con el estudio monitoreo de la calidad del agua del río Caoní en el sector de Puerto Quito - Provincia de Pichincha realizado por (Viteri, 2009), para ver las alteraciones que ha sufrido el agua del río Caoní con el aumento de actividades agrícolas y de la población.

7. BIBLIOGRAFIA

- Albuja, L. (2011). Lista de los mamíferos actuales del Ecuador. *Escuela Politécnica Nacional. Quito*, 1–27.
- American Public Health Association. (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales)* (Ediciones, Vol. 17). Madrid.
<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Armijos Velasco, P. J. (2008). *Plan de Desarrollo Turístico Sostenible para el Cantón de Puerto Quito, Provincia Pichincha. Universidad Tecnológica Equinoccial.* Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Belmonte Viteri, C. A. (2009). *Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Caoní en el Sector de Puerto Quito - Provincia de Pichincha. Books.Google.Com.* Universidad Internacional SEK. Retrieved from
<http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=JpAzAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=Universidad+internacional+sek&ots=b1fiWfTN1M&sig=1ApNXkS4mgpAW0E1YaNRSz6ixso>
- Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. (2004). *Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas Estandarizacion, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones.* (G. Castillo, Ed.) (Vol. 1). México.
<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Clavijo Campos, G., Clavijo Campos, M., & Prado Farfán, K. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental ExPost y Plan de Manejo Ambiental de la planta de tratamiento, red de distribución desde el tanque de reserva hasta la población y red de distribución en el interior de la ciudad en el cantón Puerto Quito.*

ConsultoraCAV CÍA. LTDA. Puerto Quito.

Comision Administradora del Rio Uruguay. (2011). Protocolo para Mediciones “In Situ” de Calidad de Aguas y Extraccion de Muestras de Aguas en la Desembocadura del Rio Gualaguaychú, en el Río Uruguay, *I*, 1–14.
<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L. F., & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. (N. Antequera Durán, Ed.).

Cochabamba: Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA).

Retrieved from

http://www.infoandina.org/sites/default/files/publication/files/depuracion_de_aguas_residuales_por_medio_de_humedales_artificiales.pdf
<http://www.aguasresiduales.info/revista/libros/depuracion-de-aguas-residuales-por-medio-de-humedales-artificiales>

GAD Provincia de Pichincha. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Pichincha 2025*.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Puerto Quito. Evaluación Integral del Sistema de Control Interno Institucional del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Puerto Quito, desde el 1 de noviembre de 2011 y el 31 de octubre de 2012 (2012). Ecuador.

I C T S.L Instrumentación Científico Técnica. (2010). *Manual Básico de Microbiología. Cultimed*.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria NTE INEN 2169:98 Agua, calidad de agua, muestreo, manejo y conservacion de muestras (1998). Retrieved from

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2169.1998.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria NTE INEN 2226:2000 Agua. Calidad del Agua. Muestreo. Diseño de los Programas de Muestreo. (2000). Retrieved from

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2145.2000.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria NTE INEN 1 108:2011 Agua Potable. Requisitos (2011). Retrieved from

<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1108.2011.pdf>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2011). *Anuario meteorológico Nro 51. 2011*. Quito. Retrieved from

http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am_2011.pdf

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2008). *Anuario meteorológico Nro 48. 2008*. Quito.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2012). *Anuario meteorológico Nro 50. 2010*. Quito. Retrieved from

<http://www.inamhi.gob.ec/index.php/clima/anuarios-meteorologicos>

Martínez Aguirre, J. (2014). *Sistema de Agua Potable de los Recintos Puerto Rico , Las Palmas , Tierra Santa , La Ceiba , Guayaquil Chiquito y Grupo Mieles ”*. Puerto Quito.

Ministerio del Ambiente. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes :

Recurso Agua, TULAS Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente 1–54 (2011).

Ministerio del Ambiente. ACUERDO MINISTERIAL No. 061 (2015).

<http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Morales Colorado, M. C. (2014). *Plan Estratégico de Desarrollo Turístico al Noroccidente de la Provincia de Pichincha Cantón Puerto Quito*. Universidad Tecnológica Israel.

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2012). *Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional, Escala 1:25.000* (Vol. 1). Puerto Quito.

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2014). *Ficha de Cifras Generales del Canton Puerto Quito*. Puerto Quito.

Sierra Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del agua Evaluación y diagnóstico*. (L. D. López Escobar, Ed.) (1ra edición). Bogotá: Universidad de Medellín.

Universidad Politécnica de Cartagena. (2008). Análisis de Aguas., 46. Retrieved from <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>

8. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del sitio de muestreo

Anexo 2. Registro fotográfico

Anexo 3. Resultados de los análisis en el laboratorio O.S.P; Acreditado en el Servicio de Acreditación del Ecuador (SAE); N° OAE – LE 1C 04-002.

Anexo 4. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

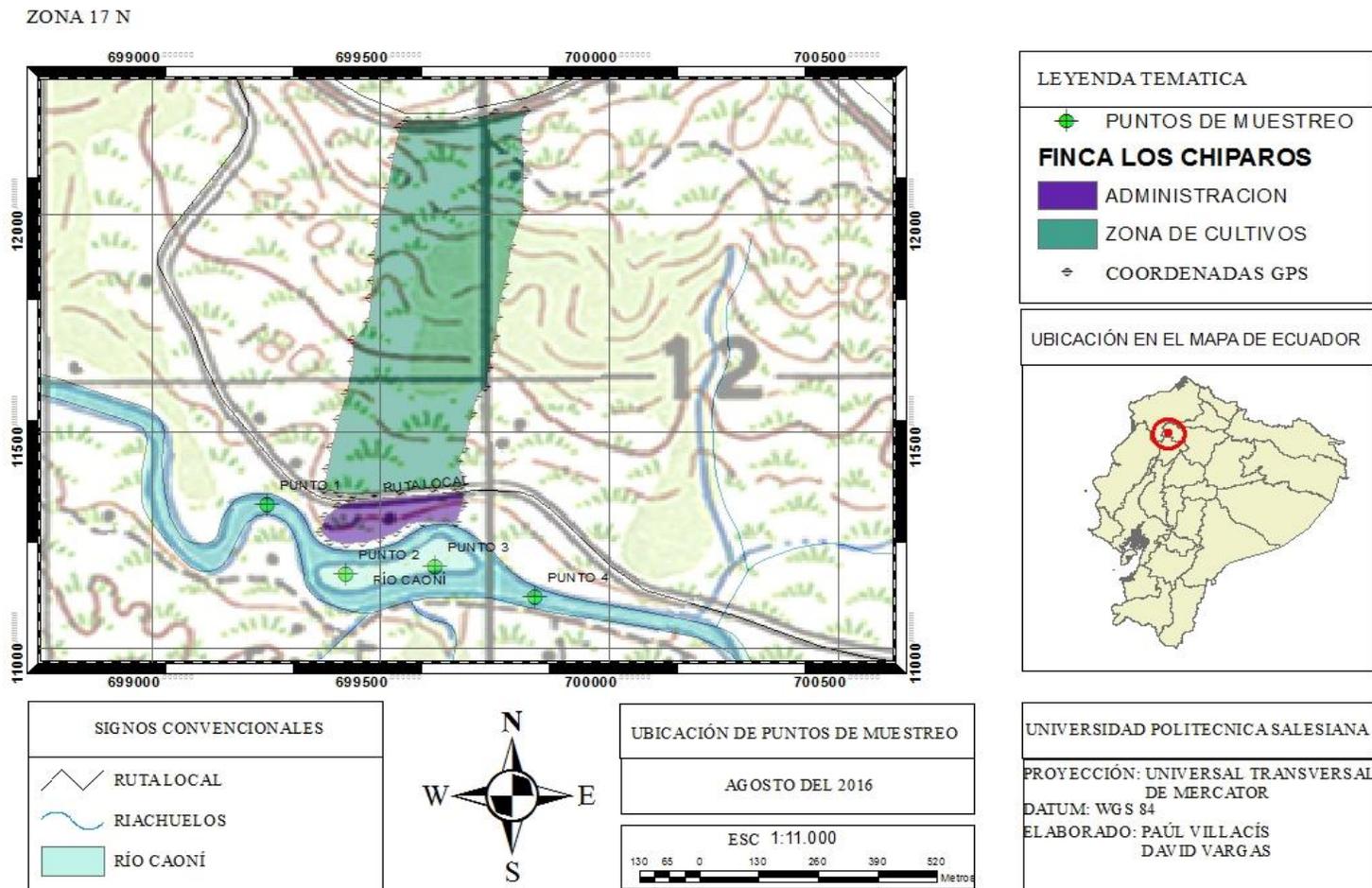
Anexo 5. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Anexo 6. Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos.

Anexo 1

Mapa de la ubicación de los puntos de muestreo

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO



Anexo 2

Registro Fotográfico

Zona de estudio. –



Observación de especies de animales. -



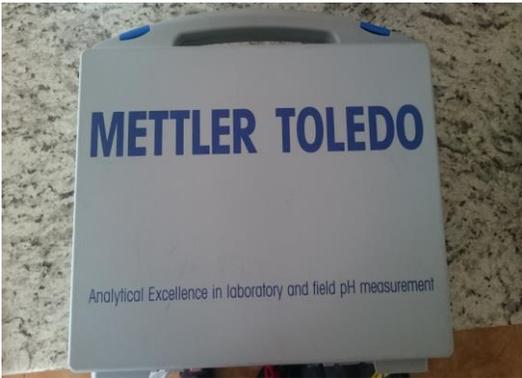
Toma de muestras. -



Medición de caudal. -



Equipos de medición “in situ”. -



Equipos de laboratorio. -





Anexo 3

Resultados de los análisis en el laboratorio O.S.P; Acreditado en el Servicio de Acreditación del Ecuador (SAE); N° OAE – LE 1C 04-002



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMS 41593
ORDEN DE TRABAJO No. 53416

SOLICITADO POR:	VARGAS DAVID				
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	SOLANDA SECTOR 1				
MUESTRA DE:	AGUA				
DESCRIPCIÓN:	AGUA DE RIO				
FECHA DE RECEPCIÓN:	14/07/2016	HORA DE RECEPCIÓN:	14H34		
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 14/07/2016 AL 28/07/2016				
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	28/07/2016				
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
CARACTERÍSTICA:	POCO TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO	CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP.				

RESULTADOS

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
DBO5	mgO ₂ /L	<5	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	8,00
DQO	mgO ₂ /L	<8	MAM-23A / MERCK 132,28,29,132 MODIFICADO	7,00
FOSFATOS (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	0,2	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o E MODIFICADO	-
FOSFORO SOLUBLE	mg/L	0,2	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o C y E MODIFICADO	-
FOSFORO TOTAL	mg/L	0,3	MAM-17 / APHA 4500-P C y/o C y E MODIFICADO	12,60
NITROGENO DE AMONIO	mg/L	<0,17	MAM-44 / COLORIMETRICO HACH MODIFICADO	23,80
NITROGENO TOTAL	mg/L	<1	MAM-45 / METODO RAPIDO MERCK	2,00
OXIGENO DISUELTO	mg/L	7,1	MAM-22 / APHA 4500-O C MODIFICADO	8,00



Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE



B.F. ALICIA GEPa
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMS 41593
 ORDEN DE TRABAJO No. 53416

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODOS	INCERTIDUMBRE %
ORGANOFOSFORADOS				
* O.O.O-TRETRILFOSFORICIONATO	ug/L	<0,02	MAL-79 / EPA-8270 D MODIFICADO	-
* THIAZIN	ug/L	<0,02		-
* DEMETON O	ug/L	<0,02		-
* SULFOTEP	ug/L	<0,02		-
FORATO	ug/L	<1,5		-
* DEMENTON S	ug/L	<0,02		-
* DIMETGATO	ug/L	<0,02		31,12
DIANIZON	ug/L	<1,0		25,63
DISULFOTON	ug/L	<1,5		-
METIL PARATION	ug/L	<1,5		25,19
MALATION	ug/L	<1,0		-
PARATION	ug/L	<3,5		24,99
* ETHION	ug/L	<1,0		29,31
* AZINPHOS METIL	ug/L	<0,02		23,74
* FAMPUR	ug/L	<2,0	23,15	
SULFUROS	mg/L	<0,5	MAM-77 / APHA 4500-S F MODIFICADO	8,00


 B.F. ALICIA CEPÁ
 JEFE DE ÁREA DE AMBIENTAL1



Anexo 4

Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo
			Permisible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	2
Dureza	CaCO ₃	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001

Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1
Olor y sabor			Ausencia
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5
Hidrocarburos Aromáticos			
Benceno	C ₆ H ₆	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
Pesticidas y Herbicidas			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados y carbamatos	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Toxafeno		μg/λ	0,01
Compuestos Halogenados			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

Anexo 5

Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces,
frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles		mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1	1	1
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/λ	10	10	10
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/λ	10	10	10
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3	Condiciones naturales + 3
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		Máxima 20 200	Máxima 32 200	Máxima 32 200

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

Anexo 6

Criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Coliformes fecales	nmp por cada 100 ml		200
Coliformes totales	nmp por cada 100 ml		1 000
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% de Concentración de saturación y no menor a 6 mg/l
Materia flotante	visible		Ausencia
Potencial de hidrógeno	pH		6,5 – 8,5
Metales y otras sustancias tóxicas		mg/l	cero
Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1 (para cada compuesto detectado)
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2 (para cada compuesto detectado)
Residuos de petróleo	visibles		Ausencia
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno.	mg/l	0,5
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi			Mínimo 2,0 m.
Relación hidrógeno, fósforo orgánico			15:01

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)