

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Una Institución Adventista

**Evaluación de la calidad de agua para uso recreacional en la quebrada
*Simuy -Yurimaguas, 2017***

Autor:

Kátherin Jina Luz Pinedo Gómez

Asesor:

Ing. Carmelino Almestar Villegas

Tarapoto, diciembre de 2017

Área temática: Ingeniería Ambiental y geológica

Ficha catalográfica elaborada por el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación – CRAI – de la UPeU - FT

Pinedo Gómez, Kátterin Jina Luz

Evaluación de la calidad de agua para uso recreacional en la quebrada *Simuy* - Yurimaguas, 2017. / Autor: Kátterin Jina Luz Pinedo Gómez. Asesor: Ing. Carmelino Almestar Villegas. -- Tarapoto, 2017.

118 hojas: anexos, tablas, figuras

Tesis (Licenciatura)--Universidad Peruana Unión - Filial Tarapoto. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. EP. Ingeniería Ambiental, 2017.

Incluye referencias y resumen.

Campo del conocimiento: Ingeniería Ambiental

1. Parámetros fisicoquímicos. 2. Parámetros microbiológicos. 3. Uso recreacional del agua. 4. Quebrada *Simuy*.

ANEXO 07 DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

Ing. Carmelino Almestar Villegas, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: *“Evaluación de la calidad de agua para uso recreacional en la quebrada Simuy – Yurimaguas, 2017”* constituye la memoria que presenta el **Bachiller Kátterin Jina Luz Pinedo Gómez** para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Ambiental ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *Morales*, a los *29 días del mes de diciembre* del año 2017



Ing. Carmelino Almestar Villegas

Evaluación de la calidad de agua para uso recreacional en la
quebrada *Simuy* – Yurimaguas, 2017

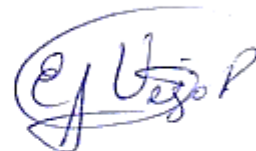
TESIS

Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

JURADO CALIFICADOR



Ing. Jackson Edgardo Perez Carpio
Presidente



Ing. Juan Eduardo Vigo Rivera
Secretario



Ing. Henry Carbajal Mogollón
Vocal



Ing. Carmelino Almestar Villegas
Asesor

Tarapoto, 29 de diciembre de 2017

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada en primer lugar a Dios por su misericordia y gracia hacia mi persona en el transcurso de mi vida. A mis amados padres Bertha y Jael por su apoyo y amor incondicional, a mi adorada abuelita María Belén, por su sacrificio para con mis sueños, a mi abuelita Marleni por sus oraciones, a mis hermanas Kaory y Ayssa por ser el motivo de superación como persona y profesional.

Agradecimientos

Al buen Dios amoroso, por su protección en el transcurso de mi vida.

A una mujer de fe, luchadora; por el amor, el apoyo en cada instante de mi desarrollo profesional y personal y por depositar su confianza en cada proyecto soñado, por enseñarme su valentía, perseverancia y fortaleza; mi amada mamá.

A mi papá por el apoyo incondicional en cada monitoreo realizado y ser mi soporte principal en todo el desarrollo de la ejecución del proyecto.

A mi primo Jhon Erick Gómez Gómez por su apoyo técnico en la toma de muestras, en cada monitoreo.

A la persona del Dr. Julio Paredes Guzmán por su monitoreo consecutivo en el desarrollo de la investigación.

A mis inigualables mamis del corazón la Lic. Dancy Gonzales Rojas y la Lic. Andrea Guerra Gil por creer en mi persona, por confiar en cada detalle y por fortalecerme emocionalmente.

A mis tíos queridos Russell Gómez Cachique, Nilia Gómez y Dianith Torres por su confianza diaria.

Agradezco de manera particular a mi asesor por su apoyo a tiempo y destiempo en la elaboración de este proyecto, a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana Unión por contribuir en mi formación profesional.

A la Autoridad local del Agua – Alto Amazonas por facilitarme los equipos e instrumentos para realizar las mediciones de los parámetros de campo en la quebrada.

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xi |
| INDICE DE FIGURAS | xii |
| INDICE DE ANEXOS | xiii |
| RESUMEN..... | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| CAPÍTULO I..... | 16 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 1.1. OBJETIVOS | 17 |
| 1.1.1. Objetivo General | 17 |
| 1.1.2. Objetivos Específicos | 17 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN | 18 |
| 1.3. PRESUPOSICIÓN FILOSÓFICA..... | 19 |
| CAPÍTULO II..... | 20 |
| REVISIÓN DE LITERATURA..... | 20 |
| 2.1. FUNDAMENTOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA..... | 20 |
| 2.1.1. Parámetros de calidad de cuerpos de agua superficial | 20 |
| 2.1.2. Definición de “uso recreacional del agua” | 21 |
| 2.2. NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL | 22 |
| 2.2.1. Nacional..... | 22 |
| 2.2.2. Internacional..... | 23 |
| 2.3. USO RECREACIONAL DEL AGUA..... | 24 |
| 2.4. CONTAMINANTES FISICOQUÍMICOS EN AGUAS SUPERFICIALES..... | 24 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.1. Parámetros de campo | 24 |
| 2.4.2. Parámetros físico-químicos..... | 26 |
| 2.4.3. Parámetros microbiológicos..... | 27 |
| 2.5. ENFERMEDADES ASOCIADAS AL USO RECREACIONAL DEL AGUA | 28 |
| 2.6. LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y LA CALIDAD DEL AGUA RECREACIONAL..... | 28 |
| 2.7. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD RECREACIONAL DEL AGUA | 29 |
| 2.7.1. Parámetros indicadores de la calidad del agua..... | 30 |
| 2.8. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DEL DISTRITO DE YURIMAGUAS..... | 31 |
| 2.8.1 Actividades Socioeconómicos..... | 32 |
| 2.8.2. Escenario Biofísico | 33 |
| 2.9. MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD RECREACIONAL DEL AGUA | 35 |
| 2.10. RESULTADOS ANTERIORES DE INVESTIGACIÓN | 36 |
| 2.10.1. Resultados de investigaciones internacionales..... | 36 |
| 2.10.2. Resultados de investigaciones nacionales | 40 |
| 2.10.3. Resultados de investigaciones locales | 42 |
| 2.11. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS | 42 |
| CAPÍTULO III..... | 44 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 44 |
| 3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 44 |
| 3.1.1. Coordenadas UTM | 44 |
| 3.1.2. Afluentes..... | 44 |
| 3.2. PUNTOS DE MONITOREO | 44 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.1. Identificación de los puntos de monitoreo | 44 |
| 3.2.2. Frecuencia del monitoreo..... | 45 |
| 3.3. PARÁMETROS ANALIZADOS | 45 |
| 3.4. PREPARACIÓN DE MATERIALES, EQUIPOS E INDUMENTARIA DE PROTECCIÓN..... | 46 |
| 3.4.1. Rotulado y etiquetado | 46 |
| 3.4.2. Georreferenciación del punto de monitoreo | 47 |
| 3.4.3. Medición de los parámetros de campo..... | 47 |
| 3.4.4. Toma de muestra | 47 |
| 3.4.5. Ubicación de las muestras en cada punto de monitoreo | 48 |
| 3.4.6. Preservación y Llenado de cadena de Custodia | 49 |
| 3.4.7. Análisis de las muestras | 50 |
| 3.4.8. Instrumentos de recolección de datos | 51 |
| 3.4.9. Plan de procesamiento de datos | 53 |
| 3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 53 |
| 3.6. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS..... | 53 |
| 3.7. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES | 54 |
| 3.7.1. Parámetros de campo..... | 54 |
| 3.7.2. Parámetros físico-químicos..... | 54 |
| 3.7.3. Parámetros microbiológicos..... | 55 |
| 3.7.4. Otras variables | 55 |
| CAPÍTULO IV | 56 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 56 |

| | |
|--------------------------------------------------------|----|
| 4.1. RESULTADOS..... | 56 |
| 4.1.1. Determinación del caudal de la quebrada..... | 56 |
| 4.1.2. Análisis de los parámetros físico-químicos..... | 56 |
| 4.1.3. Análisis de los parámetros microbiológicos..... | 66 |
| 4.2. DISCUSIÓN..... | 68 |
| 4.2.1. Parámetros medidos en campo..... | 68 |
| 4.2.2. Parámetros fisicoquímicos..... | 68 |
| CAPÍTULO V..... | 71 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 71 |
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 71 |
| 5.2. RECOMENDACIONES..... | 72 |
| REFERENCIAS..... | 73 |
| ANEXOS..... | 80 |

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Tabla 2. Clasificación de la calidad del agua para recreación según CONAMA

Tabla 3. Enfermedades asociadas al uso recreacional del agua

Tabla 4. Población total, grupos de edad, sexo y tipo de vivienda del distrito

Tabla 5. Puntos de muestreo, códigos, coordenadas y referencia.

Tabla 6. Fechas de los puntos de monitoreo

Tabla 7. Materiales y equipos necesarios para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Tabla 8. Métodos analíticos para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Tabla 9. Materiales utilizados en campo

Tabla 10. Materiales utilizados en laboratorio

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las muestras en la sección transversal de la quebrada

Figura 2. Variación mensual del caudal de la quebrada Simuy

Figura 3. Variación mensual del pH por punto de muestreo

Figura 4. Variación mensual de la Temperatura por punto de muestreo

Figura 5. Variación mensual de la Conductividad eléctrica por punto de muestreo

Figura 6. Variación mensual del oxígeno disuelto por punto de muestreo

Figura 7. Variación de Aluminio por punto de muestreo

Figura 8. Variación de Bario por punto de muestreo

Figura 9. Variación de manganeso por punto de muestreo

Figura 10. Variación mensual de Escherichia Coli en la quebrada Simuy

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Panel Fotográfico

Anexo 2. Mapa de Área de estudio

Anexo 3. Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo

Anexo 4. Certificado de calibración de equipo Multiparámetro

Anexo 5. Solicitud de préstamo de Multiparámetro

Anexo 6. Solicitud de información de la estación meteorológica de San Ramón – Yurimaguas

Anexo 7. Informe de Ensayo

Anexo 8. Registro de datos en Campo

Anexo 9. Etiqueta para muestra de Agua

Anexo 10. Cadena de Custodia

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad de agua de la quebrada *Simuy*, considerando el uso recreacional basado en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. La frecuencia del monitoreo fue mensual desde agosto hasta octubre de 2017. Se consideró dos puntos de muestreo (P_1 y P_2), las muestras de agua se recolectaron de acuerdo con el protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Autoridad Nacional del Agua. Los parámetros de campo se midieron *in situ* utilizando un multiparámetro marca PONSEL y modelo ODEON. La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se determinó en el laboratorio AGQ Labs & Technological Services, siguiendo los métodos analíticos de la *Environmental Protection Agency* (EPA). Los resultados analíticos fueron comparados con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Los parámetros de campo que cumplieron el estándar de calidad ambiental para aguas superficiales con fines recreacionales son: temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. El pH no cumplió el estándar de calidad ambiental en el Punto 1 en octubre, y en el Punto 2 en agosto y setiembre, cuyas mediciones fueron superiores a 9. Todos los parámetros fisicoquímicos en estudio, cumplieron el estándar de calidad ambiental para aguas superficiales con fines recreacionales, estos parámetros son: DBO₅, aceites y grasas, Nitratos y metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb y Zn). Sin embargo en el Punto 1 hubo mayor concentración de aceites y grasas que en el Punto 2, lo cual podría deberse a los detergentes provenientes del lavado de motocarros y ropa, aguas arriba del Punto 1. Asimismo la concentración máxima de plomo se encontró en el Punto 2 para el mes de setiembre, cuyo valor fue 0.00075 ppm. De los dos parámetros microbiológicos estudiados (coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*), ninguno cumplió el estándar de calidad ambiental para aguas superficiales con fines recreacionales. La presencia de estos contaminantes microbiológicos, hace que el agua sea impropia para uso recreacional. Se concluye que la calidad del agua de la quebrada *Simuy* con fines recreacionales únicamente cumple los parámetros fisicoquímicos, mientras que los microbiológicos superan el estándar de calidad ambiental.

Palabras Clave: Parámetros fisicoquímicos, Parámetros microbiológicos, Uso recreacional del agua, Quebrada Simuy.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the water quality of the Simuy creek, considering the recreational use based on the Supreme Decree N ° 004-2017-MINAM. The frequency of the monitoring was monthly from August to October 2017. Two sampling points (P1 and P2) were considered, the water samples were collected according to the National protocol for the monitoring of the quality of the surface water resources of the National Water Authority. The field parameters were measured in situ using a PONSEL brand multiparameter and ODEON model. The concentration of physicochemical and microbiological parameters was determined in the laboratory AGQ Labs & Technological Services, following the analytical methods of the Environmental Protection Agency (EPA). The analytical results were compared with Supreme Decree N ° 004-2017-MINAM. The field parameters that met the environmental quality standard for surface water for recreational purposes are temperature, electrical conductivity and dissolved oxygen. The pH did not meet the environmental quality standard in Point 1 in October and in Point 2 in August and September, whose measurements were greater than nine were. All the physicochemical parameters under study met the environmental quality standard for surface water with recreational purposes, these parameters are: BOD5, oils and fats, Nitrates and metals (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb and Zn). However, in Point 1 there was a higher concentration of oils and fats than in Point 2, which could be due to the detergents from the washing of motorcycles and clothes, upstream of Point 1. Likewise, the maximum concentration of lead was found in the Point 2 for the month of September, whose value was 0.00075 ppm. Of the two microbiological parameters studied (thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*), none of them met the environmental quality standard for surface water for recreational purposes. The presence of these microbiological contaminants makes the water improper for recreational use. It is concluded that the water quality of the Simuy creek for recreational purposes only meets the physicochemical parameters, while the microbiological ones exceed the environmental quality standard.

Keywords: Physicochemical parameters, microbiological parameters, recreational use of water, Simuy Brook.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El aumento de la demanda por agua debido al crecimiento demográfico, al desarrollo socioeconómico y a la consecuente expansión de las variadas formas de uso de los recursos hídricos, ha ocasionado una creciente reducción de la disponibilidad de agua en varias partes del mundo (Vieira, 2015).

De acuerdo con Lima (2016) las actividades antrópicas han degradado el ambiente de diversas formas, sobre todo los cursos de agua. En este sentido el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales es fundamental para la gestión de los recursos hídricos, buscando el control de la contaminación.

La mayor parte de los recursos hídricos en los días actuales, están sujetos a los procesos de degradación debido a los múltiples usos antropogénicas de éstos (Fuzinatto, 2009).

El primer principio de la ley de recursos hídricos N° 29338, establece que el agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos. El sexto principio se refiere a la sostenibilidad de los recursos hídricos, que implica la integración equilibrada de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos en el desarrollo nacional, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones (Congreso de la Republica, 2009). Siendo uno de los usos de la quebrada *Simuy*, el recreacional, su valor sociocultural debe basarse en una gestión equilibrada y sustentable ambientalmente.

La carencia de estudios y programas de monitoreo que evalúen las condiciones de balneabilidad de un cuerpo de agua, puede hacer que los bañistas tengan contacto con aguas contaminadas por efluentes domésticos e industriales (Azevedo & Pereira, 2010).

Los ríos han servido de sostén a una amplia variedad de actividades incluyendo suministro de agua para varios usos (agua potable e irrigación de tierras agrícolas). La urbanización progresiva y el desarrollo industrial han conducido al incremento del uso de los ríos para las actividades de disposición de efluentes. La contaminación surgida de estos y otras fuentes tal como el uso de pesticidas agrícolas ha llevado a la necesidad rigurosa de la evaluación de la calidad de agua de los ríos (Organización Mundial de la Salud, 1996).

La calidad del agua de fuentes hídricas superficiales como ríos y quebradas es un tema que preocupa no solo a las entidades de competencia ambiental, sino también a la población situada en los alrededores de los ríos y quebradas porque la calidad del agua influye en el estándar de vida de la población.

Una de las fuentes hídricas con las que cuenta la ciudad de Yurimaguas es la quebrada *Simuy*. La población urbana y rural situada alrededor de la quebrada, utilizan este recurso hídrico para diferentes actividades como pesca, lavado de ropa, actividades recreacionales, como bañarse los fines de semana y feriados en familia.

El uso mayoritario que se le da al recurso hídrico de esta quebrada es la recreación, es por ello que conocer la calidad del agua de esta quebrada es importante porque permitirá conocer el grado de contaminación que presenta.

La oficina de salud ambiental indicó la existencia de casos de afecciones dermatológicas, enrojecimiento de ojos, problemas gastrointestinales en personas que acudieron a la quebrada con la finalidad de recreación. Esta problemática amerita hacer una evaluación de calidad de recursos hídricos para fines recreacionales. Presenta (K. Tarazona, comunicación personal, 12 de enero del 2016).

Con esta finalidad se ha considerado como objeto de estudio la evaluación de la calidad del agua de la quebrada *Simuy*. Esta investigación busca responder la siguiente pregunta:

¿Cuál es calidad del agua de la quebrada *Simuy*, considerando el uso recreacional basado en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM?

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Evaluar la calidad de agua de la quebrada *Simuy*, considerando el uso recreacional, basado en el Decreto Supremo N°004-2017- MINAM.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar los parámetros físico-químicos: pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, DBO₅, aceites y grasas, Nitratos y metales.
- Determinar los parámetros microbiológicos: coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*.

- Comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos basados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 1, subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Las propiedades de calidad, como turbidez, color, caudal y hábitat de especies de flora y fauna están alterándose en muchas fuentes hídricas de la región Loreto y de forma específica en la quebrada *Simuy* por actividades antropogénicas (Comunicación personal J. Saldaña, 10 de agosto de 2017). Esta investigación surge con la finalidad de evaluar la calidad del agua de la quebrada *Simuy*.

Las actividades antropogénicas pueden afectar la calidad de los recursos hídricos, comprometiendo la disponibilidad del mismo, dado que el uso de las aguas contaminadas constituye un riesgo para la salud de las personas. Por tal motivo se hace necesaria la ejecución de acciones de vigilancia y fiscalización de localidad de los recursos hídricos que permitan evaluar su calidad para planificar e implementar acciones de prevención, mitigación y control de los impactos negativos (La Autoridad Nacional del agua, 2016).

La agenda de investigación ambiental 2013 – 2021 en el eje temático 1: conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica, componente recursos hídricos y suelos, área temática recursos hídricos, establece en una de sus líneas de investigación evaluación y monitoreo del uso de los recursos hídricos.

Por esta razón en la presente investigación busca cumplir lo establecido en la agenda de investigación ambiental, propuesta por el MINAM.

Es importante desarrollar la presente investigación, porque permitirá evaluar la calidad de agua para uso recreacional en la quebrada *Simuy*, concerniente a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, después de hacer un análisis de la problemática existente en la quebrada y de esta manera tomar decisiones para mejorar la calidad de vida de la población y no generar alteraciones en el ecosistema acuático.

La información sobre la evaluación de la calidad de agua de la quebrada *Simuy*, permitirá a la autoridad ambiental competente tomar decisiones sobre la gestión de esta fuente de recurso hídrico. Asimismo, permitirá informar a la población en caso de no cumplir con los estándares de calidad para la categoría 1, subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación por contacto primario.

1.3. PRESUPOSICIÓN FILOSÓFICA

Génesis 2: 15, menciona que Dios creó todo y lo entregó al ser humano para que lo administrara. El Señor quiere que el ser humano viva en un ambiente saludable y que sea mayordomo de todo lo que Dios mismo hizo, esto también incluye los recursos naturales como el agua de los ríos. Por tal motivo el ser humano debe cuidar el ambiente donde vive para asegurar el desarrollo sostenible de las generaciones futuras.

Al analizar la problemática de la quebrada *Simuy*, y como profesional de Ingeniería Ambiental con la iniciativa de servir a las personas para que tengan un espacio de recreación seguro y saludable para quienes acuden a este lugar, asimismo para preservar las especies de flora y fauna que habitan en este cuerpo de agua, se desarrolla la presente investigación con el objetivo de conocer la calidad del agua de la quebrada *Simuy*.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. FUNDAMENTOS SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA

2.1.1. Parámetros de calidad de cuerpos de agua superficial

Los cursos de agua localizados en áreas densamente urbanizadas, sufren interferencia antropogénica acentuada, alterando la calidad física, química y biológica del agua. Los parámetros más preocupantes en el contexto de la salud pública son: el número de coliformes totales, *Escherichia coli*, bacterias heterotróficas y contenidos de nitrato, hierro y manganeso (Gasparotto, 2011).

Los principales parámetros responsables por la degradación del agua de un río son: coliformes termotolerantes, hierro disuelto, manganeso total, color verdadero, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos totales, turbidez, aluminio disuelto y fósforo total (Lima, 2016).

La presencia concentraciones elevadas de metales pesados, como boro, cadmio y plomo en cuerpos de agua superficiales, están relacionados con el desarrollo de actividades antrópicas en la cuenca (Sobral, 2006).

Los niveles de fósforo (fosfato y fósforo total) que sobrepasan los valores máximos permitidos, ocasionan bajos niveles de oxígeno disuelto, desencadenando el proceso de eutrofización, con desequilibrio del metabolismo del ecosistema (Neto, Da Silva, Rameiro, Do Nascimento & Alves, 2012).

En condiciones específicas de pH, se favorece la precipitación de elementos químicos tóxicos como metales pesados, o inclusive la solubilidad de nutrientes (Camargo, Leite, Suzuki, Franco & Hernandez, 2009).

El oxígeno disuelto indica el grado de aireación del agua. Es un excelente indicador de la calidad del agua. La presencia de OD disuelto es de vital importancia para los seres acuáticos aerobios. La introducción de OD en el cuerpo hídrico se da a través de la fotosíntesis, de la acción de aireadores o por propio contacto con el aire atmosférico (Neto, Da Silva, Rameiro, Do Nascimento & Alves, 2012).

El agua contiene una serie de microorganismos, algunos naturales del ecosistema acuático y otros que son transitorios, provenientes del suelo y de desechos industriales y domésticos. El control de la población bacteriana es de fundamental importancia, ya que

elevadas densidades de microorganismos en el agua puede comprometer su calidad, desarrollando sabores y olores desagradables y producción de biopelículas. Asimismo cantidades elevadas de bacterias pueden actuar como patógenos oportunistas (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, etc), especialmente causando problemas a las personas debilitados inmunológicamente (Macedo & Sipaúba-Tavares, 2010).

Souza, Moraes, Sonoda & Santos (2014) plantean las siguientes medidas mitigadoras para reducir la contaminación de un cuerpo de agua superficial: tratamiento de efluentes domésticos, disposición final adecuada de residuos y conservación de vegetación circundante en el cauce del río.

Argenton (2004) menciona que los cuerpos de agua superficiales que atraviesan propiedades rurales, tienen como principal fuente de contaminación fecal, la crianza de animales domésticos (ganado bovino, porcino, caballos) y silvestres como el capibara.

2.1.2. Definición de “uso recreacional del agua”

El uso recreacional del agua es definido por la CETESB, como la calidad del agua que será utilizada para la recreación de contacto primario, siendo esta entendida como un contacto directo y prolongado con el agua (deportes acuáticos), donde se tiene la posibilidad de ingerir cantidades apreciables de la misma (CETESB, 2007).

Las actividades recreacionales de contacto primario, son entendidas como un contacto directo y prolongado con el agua, donde se tenga elevada probabilidad de ingerir cantidades apreciables de la misma, mientras que las actividades recreacionales de contacto secundario, está relacionado a las actividades donde el contacto con el agua es accidental y se tiene una pequeña posibilidad de ingerir agua, como por ejemplo, en la pesca o en la navegación (Ramalho, 2009; CETESB, 2009).

Asimismo el CONAMA (2010) define balneabilidad como la condición de las aguas dulces, salinas y salobres destinadas a la recreación de contacto primario, siendo este entendido como contacto directo y prolongado con el agua (natación, inmersión en el agua, deportes acuáticos, etc.), donde la posibilidad de ingerir cantidades considerables de agua es elevada.

Las investigaciones en cuanto a balneabilidad consisten básicamente en la evaluación de la calidad de las aguas destinadas al baño, a través de indicadores ambientales. Asimismo, la calidad de estas aguas también puede ser definida con base en las observaciones de carácter organoléptico de las playas (aspecto visual, olor, color, etc.).

Según Von Sperling (2005), el agua utilizada para la recreación, a través del contacto primario, debe estar libre de sustancias químicas y organismos perjudiciales a la salud, y debe presentar bajo contenido de sólidos en suspensión y aceites y grasas.

2.2. NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL

2.2.1. Nacional

- Normativa sobre selección y comparación de parámetros analizados.

Los parámetros mínimos de análisis de recursos hídricos superficiales para la recreación, según el protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (R.J N° 010-2016 - ANA), los cuales se mencionan en la Tabla 1. Así mismo el DS N° 004 - 2017- MINAM: Estándares de Calidad Ambiental “ECA para agua”, en su segunda disposición complementaria final “del Monitoreo de la Calidad Ambiental del agua”, establece lo siguiente: Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales aprobados por la Autoridad Nacional del Agua (PCM, 2017).

Tabla 1. *Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.*

| Parámetros | Categoría 1 | Categoría 2 | Categoría 3 | Categoría 4 Ríos, lagunas y lagos | Categoría 4 Ecosistema s marino- costeros |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Parámetros de campo | pH, T, Cond, OD | pH, T, OD | pH, T, Cond, OD | pH, T, Cond, OD | pH, T, OD |
| Parámetros químico-físicos | DBO5, AyG, N-NO ₃ , P, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) | DBO5, AyG, SST, H-NO ₃ , P, sulfuros, metales (As, B, Ba, Cd, Cu, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) | DBO5, AyG, N-NO ₃ , sulfatos, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) | DBO5, AyG, SST, N _{tot} , N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Ba, Cd, Cr ⁶ , Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), sulfuros | DBO5, AyG, N-NO ₃ , N-NH ₃ , P, metales (As, Cd, Cr ⁶ , Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) |
| Parámetros microbiológicos | Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Organismo de vida libre | Coliformes termotolerantes | Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Huevos y larvas de helmintos | Coliformes termotolerantes | |

Fuente: Elaboración propia basado en protocolo de calidad de aguas del ANA, 2016.

- Normativa de clasificación de cuerpos hídricos superficiales

Así mismo el D.S N° 023 – 2009 – MINAM, en el Artículo 3 “De la designación de categorías para los cuerpos de agua”, numeral 3.3, a efectos de asignar la categoría a los cuerpos de agua respecto a su calidad, la Autoridad Nacional de Agua deberá considerar lo siguiente: Para aquellos cuerpos de agua que no se les haya asignado categoría de acuerdo a su calidad, se le considerará transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributa.

La quebrada *Simuy*, aún no está considerada dentro de la clasificación de cuerpos hídricos superficiales. Sin embargo de acuerdo a lo anteriormente expuesto, se le considerará transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributa.

La R.J N° 202- 2010 – ANA, clasifica los cuerpos hídricos superficiales. El río Huallaga pertenece a la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales (Autoridad Nacional del Agua, 2010).

La quebrada *Simuy* es un tributario del río Huallaga, el cual pertenece a la Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales (M.E. Huamaní, Comunicación personal, 28 de diciembre de 2017).

2.2.2. Internacional

De acuerdo la resolución n° 274 del CONAMA, Brasil, la evaluación de la condición de balneabilidad debe ser realizada a través de la investigación de la presencia de microorganismos indicadores de contaminación fecal, que son coliformes termotolerantes, la *Escherichia coli* y los Enterococos. Las aguas destinadas a la recreación son clasificadas como propia e impropia, siendo la primera dividida en tres categorías distintas, Excelente, Muy buena y Satisfactoria. La Tabla 2 indica los límites por categoría utilizados para la clasificación:

Tabla 2. Clasificación de la calidad del agua para recreación según CONAMA

| Categoría | Límite de Microorganismos (NMP/100 mL) | | |
|----------------------|----------------------------------------|---------|-------------|
| | Coliformes termotolerantes | E. coli | Enterococos |
| Excelente | <250 | <200 | <25 |
| Muy Buena | <500 | <400 | <50 |
| Satisfactoria | <1000 | <800 | <100 |
| Impropia | >1000 | >800 | >100 |

Fuente: CONAMA (2000)

2.3. USO RECREACIONAL DEL AGUA

Entre los diversos usos de los cuerpos de agua, las actividades recreacionales pueden ofrecer beneficios importantes para la salud y el bienestar de los bañistas. Sin embargo, tales actividades presentan riesgos para la salud, debido a la contaminación que puede conllevar infecciones, daños y hasta la muerte. Crecimiento elevados de cianobacterias potencialmente productoras de toxinas, son consecuencia principalmente de procesos de ocupación antrópica, en los alrededores de ambientes acuáticos (Agujaro, Sperandio & Isaac, s.f.).

En cuanto a la importancia de las playas, primeramente se tiene que tomar en cuenta el esparcimiento que proporciona. La mayoría de las personas utilizan la playa como forma de diversión, tanto para el baño como para prácticas deportivas y sociales. Asimismo tiene gran importancia paisajística (Andrade, 2006).

NMP elevados de coliformes fecales constituyen una situación de constante contaminación y degradación ambiental en cuerpos de agua con fines recreacionales. Aunque la precipitación sea uno de los factores que puede influenciar negativamente la calidad de un balneario, no fue posible establecer una relación directa entre precipitación y cantidad de coliformes fecales (Valadão & Araújo, 2012).

De acuerdo con Valadão & Araújo (2012), las aguas residuales domésticas son causa de degradación ambiental de los cuerpos de agua con fines de recreación, cuya situación de mala calidad pone en riesgo la salud de la población, pudiendo resultar en daños también financieros (salud pública y patrimonio turístico económico).

Para Aureliano (2000) los factores que afectan la balneabilidad de un cuerpo hídrico son: (a) concentración urbana, (b) política de desarrollo aplicada, excesivamente económica, (c) baja cobertura de las redes de alcantarillado de aguas residuales y (d) descargas clandestinas de aguas residuales en los cuerpos de agua.

2.4. CONTAMINANTES FISICOQUÍMICOS EN AGUAS SUPERFICIALES

2.4.1. Parámetros de campo

- **Potencial de Hidrógeno**

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica.

Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H^+) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH^-), la sustancia es ácida. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9. Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación (Barrenechea, 2004).

- **Temperatura**

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente (Rigola, 1999).

- **Conductividad Eléctrica**

Al determinar la conductividad se evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio).

La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua (Goyenola, 2007).

- **Oxígeno Disuelto**

Su presencia es esencial en el agua; proviene principalmente del aire. Puede indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica o una actividad bacteriana intensa; por ello se le puede considerar como un indicador de contaminación.

El oxígeno se produce también por la acción fotosintética de las algas, pero este proceso no es realmente un medio eficaz para oxigenar el agua porque parte del oxígeno formado por la fotosíntesis durante las horas de luz diurna se pierde durante la noche, cuando las algas consumen oxígeno debido a sus procesos metabólicos, similares a los de los organismos aerobios. Cuando las algas mueren, la degradación de su biomasa por los organismos desintegradores también consumen oxígeno (Manahan, 2000).

2.4.2. Parámetros físico-químicos

Los parámetros físicos, son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, color, sabor, olor y temperatura.

La calidad química está determinada por las sustancias de este tipo presentes en el agua, recolectada en un punto específico y en un momento dado. Los contaminantes químicos se dividen en dos grupos (orgánicos e inorgánicos) en las cuales se puede mencionar los siguientes: oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, aceites y grasas, dureza y otros compuestos químicos.

- Demanda Bioquímica de Oxígeno

Corresponde a la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia. Se expresa en mg/L. Esta demanda es ejercida por las sustancias carbonadas, las nitrogenadas y ciertos compuestos químicos reductores (Rivas, 1978).

- Aceites y grasas

Compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Algunas de sus características más representativas son baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad. Si estos compuestos no son controladas se acumulan en el agua formando natas en la superficie del líquido (Arce, 2010).

- Nitratos

Nutriente importante para el desarrollo de los animales y las plantas acuáticas; tiene menos efecto nocivo que los nitritos.

Por lo general, en el agua se lo encuentra formando amoniaco, nitratos y nitritos. Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos.

Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua. Los nitratos son solubles, por lo que son movilizados con facilidad de los sedimentos por las aguas superficiales y subterráneas (Albuquerque, García, & Montalvo, 2014).

- Metales

Los metales pesados provocan impactos ambientales en las cuencas debido a las actividades industriales y mineras. De acuerdo con Lima (2013), los metales más importantes en la contaminación de fuentes hídricas son: cadmio, cromo, cobre, plomo, zinc y mercurio. Asimismo la concentración de metales varía según las formaciones geológicas del suelo del cauce por donde discurre el cuerpo hídrico.

2.4.3. Parámetros microbiológicos

- Coliformes termotolerantes

De acuerdo con la *American Public Health Association (APHA, 2005)*, el grupo Coliforme está formado por todas las bacterias aerobias y anaerobias facultativas gram-negativas, que no forman esporas y tienen forma de bastón.

Los coliformes termotolerantes constituyen un subgrupo del mismo, que tiene como características la presencia de la enzima β -galactosidasa y la capacidad de fermentar la lactosa con producción de gas en 24 horas a la temperatura de 44-45°C, en medios que contienen sales biliares u otros agentes tenso-activos con propiedades inhibitoras semejantes. Además de estar presentes en heces humanas y de animales, también pueden ser encontradas en suelos, plantas o cualquier efluente que contenga materia orgánica (CONAMA, 2000).

Este subgrupo se diferencia de los demás por soportar temperaturas más elevadas, y por esta razón son denominados termotolerantes, los cuales según Ceballos (2000), están formados por principalmente por *Escherichia coli* y, con menor representatividad por otras enterobacterias que forman el grupo de los coliformes: *Klebsiella*, *Citrobacter* y *Enterobacter*.

- Escherichia coli

La *E. coli* pertenece a la familia enterobacteriaceae, siendo caracterizada, de acuerdo con la resolución n° 274 del CONAMA, por la presencia de las enzimas β -galactosidasa y β -glucosidasa. Se desarrolla en medios complejos a la temperatura de 44-45°C, fermenta la lactosa y manitol, produciendo ácido y gas, y produce indol a partir del ácido triptófano (CONAMA, 2000).

Esta bacteria está presente en las heces humanas y de animales, siendo solamente encontrada en aguas residuales domésticas, aguas naturales y suelos que hayan recibido contaminación fecal reciente. La *E. coli* es el único Coliforme exclusivo de

las heces animales homeotérmicos (hombre, animales silvestres, domésticos y de granja, mamíferos y aves), su composición es aproximadamente 10^9 bacterias por gramo de heces (Ceballos, 2000).

2.5. ENFERMEDADES ASOCIADAS AL USO RECREACIONAL DEL AGUA

En la Tabla 3, se muestra la lista de microorganismos asociados a enfermedades, a que están expuestos los bañistas, cuando el agua tiene inadecuada calidad microbiológica (OMS, 1999). Los datos anteriores pertenecen a Estados Unidos entre 1984 y 1995.

Tabla 3. *Enfermedades asociadas al uso recreacional del agua*

| Agente etiológico | Número de casos | Número de fallecidos |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Shigella | 935 | 13 |
| E. coli | 166 | 1 |
| Leptospira | 14 | 2 |
| Giardia | 65 | 4 |
| Cryptosporidium | 418 | 1 |
| Norwalk virus | 41 | 1 |
| Adenovirus 3 | 595 | 1 |
| Causantes de infecciones gastrointestinales agudas | 965 | 11 |

Fuente: OMS (1999), adaptado de Andrade (2006)

En el caso específico de aguas recreacionales, generalmente presentan mezclas de microorganismos patogénicos derivados del agua residual doméstica, agua residual industrial, y de actividades agrícolas. Esta mezcla puede presentar un peligro a los bañistas (OMS, 1999). La enfermedad más común asociada al agua contaminada por aguas residuales es la gastroenteritis. Esta enfermedad se presenta en una gran variedad de formas: náuseas, vómitos, dolores de estómago, diarrea, dolor de cabeza y garganta. En sitios muy contaminados, los bañistas pueden estar expuestos a enfermedades más graves como: disentería, hepatitis, cólera y fiebre tifoidea. Otras enfermedades menos graves incluyen dermatosis e infecciones en los ojos, oídos, nariz y garganta (Andrade, 2006).

2.6. LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y LA CALIDAD DEL AGUA RECREACIONAL

En cuerpos de agua superficiales, la precipitación y la turbidez se relacionan de manera negativa, esto es a mayor precipitación menor turbidez; mientras que la precipitación y la temperatura, conductividad, OD, sólidos suspendidos totales y pH, se relacionan positivamente, o sea cuando la precipitación aumenta, estas variables también lo hacen (Silva, Angelis, Machado & Waichaman, 2008). Adicionalmente los mismos

autores afirman que el uso de suelo y el régimen de precipitación, son los factores principales que determinan la calidad del agua de un cuerpo hídrico.

La turbidez, los coliformes fecales, el pH y el oxígeno disuelto, aumentan sus valores en el periodo más lluvioso, mientras que la temperatura y la conductividad disminuyen en el periodo menos lluvioso (Souza, Moraes, Sonoda & Santos, 2014).

Asimismo Ramalho (2009) observó la reducción de las condiciones de balneabilidad de las playas en la estación lluviosa. Andrade (2006) observó condiciones de balneabilidad adecuadas en playas brasileñas en estación seca.

El aumento de las concentraciones de coliformes fecales de un cuerpo hídrico recreacional, está relacionado a la mayor pluviosidad y también al número de personas que frecuentan el balneario (Argenton, 2004).

2.7. MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD RECREACIONAL DEL AGUA

Morais (2011) desarrolló un estudio cuyo objetivo fue elaborar el diagnóstico socio ambiental del balneario Curva Sao Paulo. Se realizó un monitoreo de los parámetros de calidad del agua: coliformes termotolerantes, pH, temperatura y turbidez, para la determinación de las condiciones de balneabilidad. Asimismo se realizó un mapa de la cobertura y uso del suelo en la región del entorno del balneario y la identificación de la percepción ambiental de los visitantes. Para el monitoreo de la balneabilidad, se establecieron tres puntos de monitoreo, siguiendo los criterios definidos por la CONAMA n° 274/00. La frecuencia del monitoreo fue semanal, en el periodo de julio de 2009 a octubre de 2010.

De acuerdo con Andrade (2006), los puntos de muestreo para monitoreo de agua recreacionales se determinan considerando el flujo de bañistas y la proximidad de ingreso de cuerpos de agua, tales como ríos y tuberías de aguas pluviales.

La cuantificación de la concentración de bacterias indicadoras de contaminación fecal (coliformes termotolerantes) en el agua se realizó por el método de fermentación en tubos múltiples (Andrade, 2006).

De acuerdo con Azevedo & Pereira (2010) afirman que la metodología adoptada por la resolución CONAMA n° 274 de 2000 para evaluar la calidad de agua con fines de recreación en Brasil, presenta algunas limitaciones, ya que se basa en el uso de algunos organismos indicadores (coliformes termotolerantes y *E. coli*) que no evidencian la contaminación por patógenos. Además de este aspecto, la legislación no considera y

establece estándares para otros elementos estéticos y de seguridad que puedan comprometer el uso recreacional de las aguas para fines de contacto primario.

Lopes (2014) realizó un diagnóstico ambiental de la playa del río Catumbi, en Mangaratiba, Brasil. Para verificar la calidad del agua, se realizó un plan de muestreo con colectas quincenales, los lunes por la mañana, entre setiembre de 2012 y agosto de 2013, haciendo un total de 25 campañas. En cada campaña fueron colectados cinco puntos de muestreo. Así se realizó el monitoreo de parámetros físicos, químicos y biológicos, con el objetivo de compararlos con los valores permitidos por la legislación vigente.

2.7.1. Parámetros indicadores de la calidad del agua

- Temperatura

Parámetro físico de gran importancia para ecosistemas hidráulicos, aunque no es parte de las características de calidad del agua potable. Cuando la temperatura aumenta, disminuye la concentración de oxígeno disuelto y si las aguas son deficientes en oxígeno, puede ocasionar la muerte de especies acuáticas, especialmente peces. También, la contaminación térmica puede causar trastornos en ecosistemas acuáticos ya que en algunos casos el rango de temperatura de estos, es sumamente restringido (Rocha, 2010).

- Potencial de hidrógeno (pH)

Parámetro importante tanto para aguas naturales como residuales. El rango de pH en el cual pueden interactuar los ecosistemas y sobrevivir las especies que lo conforman, está sumamente restringido, si este valor es alterado, los procesos biológicos que normalmente se llevan a cabo pueden ser perturbados y/o inhibidos y las consecuencias son adversas. Por definición pH es el logaritmo inverso de la concentración de ión hidrogeno (Rocha, 2010).

- Oxígeno disuelto

Concentración de oxígeno solubilizado en un líquido que depende de la temperatura y la presión atmosférica, condicionalmente para el desarrollo de la vida acuática (ANA, 2016).

- Demanda bioquímica de oxígeno

Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (ANA, 2016).

- **Coliformes**

Los organismos patógenos forman parte de los coliformes, pero no todos los coliformes son patógenos, por lo que la presencia de coliformes en una muestra de agua no necesariamente indica la presencia de organismos causantes de enfermedad, sin embargo, para considerar un agua segura para beber o para actividades en las cuales el hombre tiene contacto íntimo con el agua, debe estar libre de organismos coliformes. Estos microorganismos se determinan por medio de la técnica de número más probable (NMP) y por cuenta en placa en un medio de cultivo que es específico para el crecimiento de bacterias coliformes (Rocha, 2010).

2.8. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DEL DISTRITO DE YURIMAGUAS

En la Tabla 4, se presenta la población del distrito de Yurimaguas, agrupados por edad, sexo y tipo de vivienda. Los asentamientos humanos aledaños a la quebrada Simuy, fueron creados recientemente, sumando un total de cinco: AA.HH Aleluya, AA.HH Brisas del Shanusi, AA.HH El Redentor, AA.HH Rosa Victoria, AA.HH Los Andes (MPAA, 2015).

Tabla 4. *Población total, grupos de edad, sexo y tipo de vivienda del distrito*

| Distrito, área urbana y rural sexo y tipo de vivienda | total | Grupos de edad | | | | | |
|----------------------------------------------------------|-------|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | | menos de 1 año | 1 a 14 años | 15 a 29 años | 30 a 44 años | 45 a 64 años | 65 a más años |
| Distrito Yurimaguas | 63345 | 1676 | 22769 | 16521 | 11618 | 8151 | 2610 |
| Hombres | 31982 | 854 | 11593 | 8088 | 5852 | 4332 | 1263 |
| Mujeres | 31363 | 822 | 11176 | 8433 | 5766 | 3819 | 1347 |
| Viviendas particulares | 62470 | 1656 | 22702 | 16154 | 11370 | 7999 | 2589 |
| Hombres | 31389 | 848 | 11559 | 7848 | 5662 | 4222 | 1250 |
| Mujeres | 31081 | 808 | 11143 | 8306 | 5708 | 3777 | 1339 |
| Viviendas colectivas | 639 | 14 | 37 | 287 | 179 | 104 | 18 |
| Hombres | 429 | 4 | 19 | 186 | 135 | 74 | 11 |
| Mujeres | 210 | 10 | 18 | 101 | 44 | 30 | 7 |
| Otro tipo | 236 | 6 | 30 | 80 | 69 | 48 | 3 |
| Hombres | 164 | 2 | 15 | 54 | 55 | 36 | 2 |
| Mujeres | 72 | 4 | 15 | 26 | 14 | 12 | 1 |
| Urbana | 49087 | 1199 | 16666 | 13346 | 9239 | 6502 | 2135 |

Fuente: INEI- Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

| Distrito, área urbana y rural sexo y tipo de vivienda | total | Grupos de edad | | | | | |
|----------------------------------------------------------|-------|-------------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | | menos de 1 año | 1 a 14 años | 15 a 29 años | 30 a 44 años | 45 a 64 años | 65 a más años |
| | | Mujeres | 24738 | 585 | 8187 | 6939 | 4752 |
| Viviendas particulares | 48224 | 1179 | 16599 | 12983 | 8996 | 6353 | 2114 |
| Hombres | 23762 | 608 | 8445 | 6169 | 4300 | 3259 | 981 |
| Mujeres | 24462 | 571 | 8154 | 6814 | 4696 | 3094 | 1133 |
| Viviendas colectivas | 630 | 14 | 37 | 284 | 175 | 102 | 18 |
| Hombres | 426 | 4 | 19 | 185 | 133 | 74 | 11 |
| Mujeres | 204 | 10 | 18 | 99 | 42 | 28 | 7 |
| Otro tipo | 233 | 6 | 30 | 79 | 68 | 47 | 3 |
| Hombres | 161 | 2 | 15 | 53 | 54 | 35 | 2 |
| Mujeres | 72 | 4 | 15 | 26 | 14 | 12 | 1 |
| Rural | 14258 | 477 | 6103 | 3175 | 2379 | 1649 | 475 |
| Hombres | 7633 | 240 | 3114 | 1681 | 1365 | 964 | 269 |
| Mujeres | 6625 | 237 | 2989 | 1494 | 1014 | 685 | 206 |
| Viviendas particulares | 14246 | 477 | 6103 | 3171 | 2374 | 1646 | 475 |
| Hombres | 7627 | 240 | 3114 | 1679 | 1362 | 963 | 269 |
| Mujeres | 6619 | 237 | 2989 | 1492 | 1012 | 683 | 206 |
| Viviendas colectivas | 9 | | | 3 | 4 | 2 | |
| Hombres | 3 | | | 1 | 2 | | |
| Mujeres | 6 | | | 2 | 2 | 2 | |
| Otro tipo | 3 | | | 1 | 1 | 1 | |
| Hombres | 3 | | | 1 | 1 | 1 | |

Fuente: INEI- Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

2.8.1 Actividades Socioeconómicas

Las actividades económicas que se desarrollan en la microcuenca *Simuy*, son: piscicultura con especies *Hóplias malabaricus* “fasaco”, *Callophysus macropterus* “mota pintada” y *Prochilodus nigricans* “boquichico”; agricultura familiar con cultivos de pan llevar como *Manihot esculenta* “yuca”, *Zea mays* “maíz”, *Phaseolus vulgaris* (frejol de

palo); ganadería extensiva de vacunos y actividades recreacionales de fines de semana y feriados en familia.

La accesibilidad al mercado de Yurimaguas y el relativo mejor capital social-humano, otorgan a áreas cercanas al río Huallaga – *Shanusi*, un nivel de potencial socioeconómico media. En resto de las áreas por su mayor dificultad de acceso al mercado y por sus limitaciones de capital social-humano tienen un potencial socioeconómico bajo (ZEE, 2014).

La actividad económica predominante es la agricultura tradicional de terrazas altas y medias, los cultivos perennes y la extracción de especies forestales maderables y no maderables, que se comercializa principalmente en la ciudad de Yurimaguas, proveniente de los alrededores de la quebrada *Simuy* y del valle del *Shanusi* (ZEE, 2014).

Las limitaciones más importantes para el uso adecuado de estas tierras están relacionadas con la calidad de los suelos (bajo en fósforo y potasio) y erosión. En el aspecto productivo las limitaciones están referidas al acceso a los servicios de promoción y asistencia técnica, así como a las fluctuaciones de los precios de los productos agrícolas (GOREL, 2015).

2.8.2. Escenario Biofísico

- Geomorfología

La geomorfología de la provincia de Alto Amazonas tiene un predominio de las unidades de relieve de origen fluvial, islas, llanuras de inundación, llanuras no inundables, planicies erosivas, cubetas fluvio-lacustres, cubetas lacustre-palustre y, en menor proporción, colinas y montañas de origen estructural generadas por levantamientos tectónicos vinculados a la formación de la cordillera Andina (Gobierno Regional de Loreto [GRL], Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana [IIAP], Municipalidad Provincial de Alto Amazonas [MPAA], 2015).

- Fisiografía

La fisiografía de la provincia de Alto Amazonas es bastante heterogénea. Se identificaron dos provincias fisiográficas. La cordillera Andina (subandina) con un relieve montañoso muy disectado y la cuenca de sedimentación del Amazonas, con un relieve de plano a colinoso (GRL, IIAP, MPAA, 2015).

- **Hidrografía**

La red hidrográfica de la provincia Alto Amazonas, comprende principalmente el tramo del río Huallaga en su parte baja, desde el sector de Yurimaguas hasta el distrito de Lagunas. Este río recibe por la margen izquierda las aguas de los ríos Caynarachi, Shanusi, Parapapura, Sapote, Aypena, que descienden de la cordillera Cahuapanas. Por la margen derecha al río Chipurana, Shishinahua y a las quebradas Cuiparillo y Shishiyacu, y cochas anexas como Naranjal, Sanango entre los principales. En las cercanías de la localidad de Lagunas el río Huallaga recibe las aguas del río Aypena. El estiaje se inicia en abril y dura hasta octubre y la creciente va de noviembre a marzo. En el área de estudio el río Huallaga, tiene una longitud de 80 km aproximadamente, con un ancho que oscila entre 300 a 600 m, con una profundidad media de 10.8 a 15 m (GRL, IIAP, MPAA, 2016).

- **Clima**

Según la clasificación de las zonas de vida de *Holdridge*, la zona de estudio pertenece a la formación de bosque húmedo Tropical (bh-T). La temperatura media anual fluctúa entre los 19°C en las partes altas (distrito de Balsapuerto) hasta 27°C en las partes de selva baja (distritos de Lagunas, Yurimaguas, Santa Cruz y Jeberos). La precipitación pluvial anual fluctúa entre los 1900 mm y 2800 mm. Los meses con mayor presencia de lluvias van de enero a marzo, con registros de 246.7 mm mensual; siendo la estación seca de julio a agosto, donde se registra 96.8 mm por mes. La velocidad del viento alcanza 8.6 km/hora, con dirección predominante sudeste. Los mayores valores de humedad relativa media se presentan en los meses de marzo-abril, con un 88% en promedio, y los mínimos valores entre agosto-octubre con 79%. El régimen de evaporación media es de 778.5 mm, relativamente bajo para selva.

El clima es húmedo tropical con lluvias frecuentes durante todo el año, pero con dos épocas o periodos bien definidos, el de Noviembre - Abril que es el periodo de mayor incidencia de las lluvias (época lluviosa) y el de los meses de Mayo – Octubre que es el periodo de menos lluvias (época seca) (Salud Ambiental, 2015); (SENAMHI, 2014).

Se presentaron intensas precipitaciones y variaciones de lluvia o temporada de anomalías negativas ocasionando el retraso en el incremento del río Huallaga. Siendo en noviembre el mes con mayor aporte de lluvia - casi 51% - de todo el periodo transcurrido, para posteriormente producirse un déficit de aportes en toda la cuenca (casi el - 49%), con precipitación pluvial de 2,200 mm. La temperatura media máxima mensual es de

32,3°C y una media mínima mensual 20,6°C, la temperatura promedio es de 26°C (Salud Ambiental, 2015); (SENAMHI, 2014).

- Cobertura Vegetal

Dominada principalmente por herbazales pantanosos de la llanura aluvial, con fisonomía herbácea. La diversidad alfa es de media a baja. La composición florística está representada por: *Ludwigia helmintorrhiza*, *Ludwigia adscendens*, *Ludwigia affinis* (chirapa sacha), *Pontederia rotundifolia* (putu-putu), *Pontederia* sp., *Eichhornia azurea*, *Eichhornia crassipes* (putu-putu), *Limnobiium laevigatum*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Vigna luteola*, *Aeschynomene sensitiva* (sensitiva), *Mikania congesta*, *Erechtites hieraciifolia* (flor del aire), *Polyanthina* sp., *Spilanthes* sp., *Struchium sparganophorum*, *Utricularia* sp., *Azolla* sp., entre otras. Las especies de plantas utilizadas por la población son: para uso ornamental, *Pontederia rotundifolia* (putu-putu) y *Eichhornia crassipes* (putu-putu), entre otros (GOREL, 2015).

2.9. MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD RECREACIONAL DEL AGUA

Morais (2011) desarrolló un estudio cuyo objetivo fue elaborar el diagnóstico socio ambiental del balneario Curva Sao Paulo. Se realizó un monitoreo de los parámetros de calidad del agua: coliformes termotolerantes, pH, temperatura y turbidez, para la determinación de las condiciones de balneabilidad. Asimismo se realizó un mapa de la cobertura y uso del suelo en la región del entorno del balneario y la identificación de la percepción ambiental de los visitantes. Para el monitoreo de la balneabilidad, se establecieron tres puntos de monitoreo, siguiendo los criterios definidos por la CONAMA n° 274/00. La frecuencia del monitoreo fue semanal, en el periodo de julio de 2009 a octubre de 2010.

La cuantificación de la concentración de bacterias indicadoras de contaminación fecal (coliformes termotolerantes) en el agua se realizó por el método de fermentación en tubos múltiples (Andrade, 2006).

De acuerdo con Azevedo & Pereira (2010) afirman que la metodología adoptada por la resolución CONAMA n° 274 de 2000 para evaluar la calidad de agua con fines de recreación en Brasil, presenta algunas limitaciones, ya que se basa en el uso de algunos organismos indicadores (coliformes termotolerantes y *E. coli*) que no evidencian la contaminación por patógenos. Además de este aspecto, la legislación no considera y establece estándares para otros elementos estéticos y de seguridad que puedan comprometer el uso recreacional de las aguas para fines de contacto primario.

Lopes (2014) realizó un diagnóstico ambiental de la playa del río Catumbi, en Mangaratiba, Brasil. Para verificar la calidad del agua, se realizó un plan de muestreo con colectas quincenales, los lunes por la mañana, entre setiembre de 2012 y agosto de 2013, haciendo un total de 25 campañas. En cada campaña fueron colectados cinco puntos de muestreo. Así se realizó el monitoreo de parámetros físicos, químicos y biológicos, con el objetivo de compararlos con los valores permitidos por la legislación vigente.

Armas (2010) para la determinación de la concentración de metales, las muestras de agua superficial fueron enviadas al Laboratorio de Control Ambiental de la DIGESA-Lima, para lo cual las muestras estuvieron debidamente preservadas.

Arango, Álvarez, Arango, Torres y Monsalve (2008) determinó los indicadores fisicoquímicos: pH, Temperatura, conductividad y Oxígeno Disuelto, para evaluar la calidad fisicoquímica del agua de una quebrada.

Para determinar la concentración de coliformes totales y termotolerantes, Terleira (2010) utilizó el método de tubos múltiples (NMP). El método consistió en utilizar como medio de cultivo para la prueba presuntiva, caldo Lauril Triptosa en volúmenes de 10 mL de concentración simple (x), para inóculos de un mL y de doble concentración (2x), para inóculos de 10 mL. Después de inocular la muestra, se incubó a 35°C por 24 a 48 horas, considerando como positivos los tubos con presencia de gas y turbidez.

Tananta (2009) utilizó el método de filtración por membrana para determinar la concentración de coliformes totales y fecales. Para crecimiento de coliformes totales se utilizó como medio de cultivo el caldo m-Endo Lactosa Bilis Verde Brillante (BRILA), y para coliformes fecales se utilizó el caldo-m FC.

2.10. RESULTADOS ANTERIORES DE INVESTIGACIÓN

2.10.1. Resultados de investigaciones internacionales

Arruda (2016) llevó a cabo una investigación en Cuiabá, Brasil titulada “Avaliação da qualidade de água do rio Cuiabá no perímetro urbano da capital mato-grossense” su objetivo fue evaluar el índice y los parámetros de calidad del agua en el perímetro urbano del río Cuiabá, considerando una variación temporal (periodo seco y periodo húmedo). Se consideró cinco puntos de muestreo y los parámetros evaluados fueron: pH, oxígeno disuelto, temperatura, nitrato, fosfato, DBO, turbidez y sólidos totales y como parámetro microbiológico la concentración de coliformes termotolerantes. En general mayores valores de turbidez, sólidos totales, Oxígeno disuelto, DBO y coliformes termotolerantes

se encontraron en el periodo húmedo, mientras que mayores valores de pH, nitrato y fosfato se encontraron en el periodo seco.

Siqueira, Aprile y Miguéis (2012) desarrollaron una investigación intitulada “Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará – Brasil)” el objetivo de esta investigación fue desarrollar un diagnóstico de la calidad del agua del río Parauapebas, con base en el monitoreo realizado en los periodos de baja precipitación de los años 2004, 2007 y 2009. Consideraron veinte puntos de muestreo a lo largo del río en torno de la ciudad de Parauapebas, los parámetros evaluados fueron: transparencia, temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbidez, alcalinidad, dureza, acidez, cloruro, DBO, fósforo, hierro y nitrógeno total y como parámetro microbiológico la concentración de coliformes termotolerantes. A partir de los resultados fue desarrollado el Índice de Calidad de Agua (ICA), para el tramo considerado (Siqueira et al., 2012).

Aquilla (2005) desarrolló un estudio intitulado “Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la Subcuenca del Río Jabonal, Costa Rica”, la investigación tuvo por objetivo analizar la variación de la calidad del agua y su relación con el uso de suelo y la época climática en fincas ganaderas. Se monitorearon ocho quebradas y el río Jabonal. En cada quebrada se tomaron tres puntos de muestreo: la naciente, aguas debajo de una franja de bosque ripario y el tercero aguas abajo del área de pastoreo. Los resultados muestran que la principal razón de la variación de la calidad del agua fue el cambio de uso de suelo en las fincas ganaderas, siendo los potreros, establos y asentamientos humanos los que más contribuyen a la contaminación.

Gomes (2001) desarrolló una investigación en la ciudad de Bahia, Brasil, titulada “Estudo da qualidade das águas do rio Cachoeira-Região Sul da Bahia” cuyo objetivo fue evaluar la calidad de las aguas del río Cachoeira en la región sur de Bahia, los parámetros evaluados fueron: pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, DBO, fósforo total, coliformes totales y coliformes fecales. Se eligió ocho puntos de monitoreo. Los valores de pH variaron de neutro a levemente básico, la temperatura media se mantuvo en 26.4 °C. La concentración de fósforo se encontró dos veces según lo establecido por la CONAMA N° 20, esto como consecuencia de las actividades antrópicas. Los demás parámetros cumplen con la resolución CONAMA N° 20.

Arango, Álvarez, Arango, Torres y Monsalve (2008) desarrollaron una investigación titulada “Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia” con el propósito elaborar un mapa de calidad de agua del distrito de Antioquía, Colombia. Para establecer la calidad del agua se determinaron indicadores

físicos, químicos y biológicos, entre ellos algunas características físicas de las quebradas como tipo de sustrato, cobertura de riberas y hábitats acuáticos, temperatura, conductividad, oxígeno, pH, coliformes y macro-invertebrados acuáticos. Los resultados indican que las quebradas están bien oxigenadas debido a la turbulencia provocada por la conformación rocosa de su lecho, que a su vez permite la diversidad de macro-invertebrados acuáticos. Asimismo, algunos tramos de la quebrada están sometidos a contaminación de origen doméstico y agropecuario, lo cual limita sus condiciones de uso (Arango et al., 2008).

Ocampo (2013) realizó una investigación con el título “Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada la Jaramilla, municipio de la Tebaida, departamento del Quindío” en Colombia, cuyo objetivo fue evaluar el estado actual de la calidad del agua de esta quebrada, mediante la medición de parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Para ello, se establecieron 6 puntos de muestreo ubicados en zonas estratégicas de alto valor eco sistémico, social y ambiental. En las 6 estaciones durante los meses de muestreo la temperatura varió entre 18.5°C y 30.4°C, la humedad relativa entre el 28% y el 62%, la turbiedad entre 5 y 357 UNT, el pH entre 6.5 y 8.5, los sólidos totales entre 654 y 664 mg.L⁻¹, la DQO entre 804 y 820 mg.L⁻¹, el promedio de DBO fue de 579.7 mg O₂.L⁻¹, la concentración de coliformes fecales fue de 8.22 x 10² UFC/100mL y la concentración de cloruros entre 11 y 40 mg.L⁻¹.

Ocasio (2008) desarrolló una investigación intituladas “Evaluación de la calidad del agua y sus posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras”, el objetivo de la investigación fue analizar la calidad del agua del río Piedras y comparar con las normas *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) y Junta de Calidad Ambiental (JCA). Se afirmó que los parámetros que no cumplen las normas USEPA y JCA son: coliformes fecales, coliformes totales, aceites y grasas, manganeso y arsénico, la concentración de los parámetros aumentó en periodo de lluvias, asimismo la concentración de metales varía según las formaciones geológicas del suelo.

Yungán (2010) desarrolló una investigación en Riobamba, Ecuador, cuyo título es “Estudio de la calidad del agua en los afluentes de la microcuenca del río Blanco para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo”, el objetivo de esta investigación fue determinar las características físicas y químicas del agua identificando los principales agentes contaminantes en los afluentes más importantes de la microcuenca del río Blanco. Los valores de la temperatura se encuentran entre 8 y 13°C, el pH entre 7 y 7.5, el oxígeno disuelto entre 6.5 y 7.7 mg.L⁻¹, no existe contaminación por fosfatos, la conductividad entre 81 y 192 µS.cm⁻¹, la alcalinidad total entre 52 y 123 mg.L⁻¹.

¹, sólidos disueltos totales entre 49.93 y 132.9 mg.L⁻¹, la turbidez entre 1.67 y 16.67 UNT, los sólidos en suspensión entre 63.5 y 169.5 mg.L⁻¹, la DBO 10.6 y 15.7 mgO₂.L⁻¹ y la concentración de coliformes fecales entre 0 y 20 UFC/100 mL.

Gramajo (2004) desarrolló una investigación titulada “ Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, Mixco, Guatemala”, en el país de Guatemala, cuyo objetivo es determinar la calidad del agua para consumo humano y uso industrial que se obtiene de 4 pozos en las colonias. La metodología utilizada fue de tubos múltiples de fermentación, se muestran los siguientes resultados: se encontró que es adecuada para uso en la industria de alimentos en general, no así para las industrias de bebidas carbonatadas, destilerías y cervecerías, y calderas por no cumplir con los requerimientos para estas industrias. En promedio, el agua de estos pozos se clasifica como dura y ligeramente corrosiva.

Carrillo y Villalobos, (2011) desarrolló una investigación titulada “Análisis comparativo de los índices de calidad del agua (ICA) de los ríos Tecolutla y Cazonen en el periodo marzo-diciembre 2010” en el país de México, cuyo objetivo es comparar el análisis del índice de la calidad del agua empleando nueve parámetros de los ríos Cazonen y Tecolutla. La metodología considerada muestra el análisis del índice de la calidad del agua empleando nueve parámetros de los ríos Cazonen y Tecolutla; posteriormente se realiza una comparación de los resultados de ambos ríos con la finalidad de distinguir cuál tiene más impacto ambiental utilizando un análisis estadístico ANOVA, obteniendo como resultado lo siguiente: muestran que los dos ríos muestreados presentan alto índice de contaminación en su mayoría.

Vaca (2014) desarrolló una investigación titulada “ Evaluación ambiental de la calidad del agua del río Santa Rosa y lineamientos para un plan ambiental” en el país de Ecuador, cuyo objetivo realizado es evaluar la calidad del agua del Río Santa Rosa, para diagnosticar los niveles de contaminantes, estableciendo los lineamientos para un plan ambiental. La metodología utilizada fue de manera óptima, su meta fundamental desarrollar acciones que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población de Santa Rosa y su área de influencia, se obtuvieron los siguientes resultados: las tres estaciones de muestreo fueron seleccionadas de tal manera que permitió ver la calidad del cuerpo de agua conforme avanza a lo largo de la cuenca del río, la cual indican la ausencia de cualquiera de los 3 parámetros (bacterias totales, *Escherichia coli* y Coliformes totales).

Nivelo (2015) desarrolló una investigación titulada “Monitoreo de la Calidad de agua en San Cristobal, Galàpagos” en el país de Ecuador ,cuyo objetivo es continuar con el Proyecto Piloto de Monitoreo de la Calidad del Agua durante dos meses adicionales. La metodología usada es que la calidad de las muestras de agua fue analizada durante dos meses en base a parámetros físico-químicos y microbiológicos empleando protocolos internacionales estandarizados. Se muestran los siguientes resultados: la concentración de sulfatos es variable en el tiempo y la concentración entre las dos fuentes en promedio, no varían significativamente. La concentración promedio de cloruros en Cerro Gato y La Toma fueron 6,15 y 4,97 mg L⁻¹, respectivamente. Se representa la concentración de fluoruros, esta es muy variables en el tiempo a excepción de la muestra LT, del 13 de agosto, que registra una concentración de 0,083 mg L⁻¹.

2.10.2. Resultados de investigaciones nacionales

Vergara y Valverde, (2002) realizaron un estudio titulado “Índices de calidad de agua y diversidad ictiológica como indicadores ambientales de eco-gestión en la cuenca alta del río Mayo”, el objetivo fue determinaron los índices de calidad de agua y diversidad ictiológica de la cuenca alta del río Mayo, región Alto Mayo, mediante la caracterización físico- química, biológica de sus aguas y su fauna íctica. En los seis puntos de muestreo la temperatura varió entre 21°C y 28°C, la turbidez entre 0 y 20 UNT, el pH tuvo un valor de 8, la DBO₅ entre 0 y 4 mg O₂.L⁻¹, el oxígeno disuelto entre 4 y 8 mg.L⁻¹, la concentración de fosfatos entre 1 y 4 mg.L⁻¹, la concentración de nitratos entre 0 y 4 mg.L⁻¹ y la concentración de coliformes fecales entre 0 y 500 NMP/100 mL.

Terleira (2010) desarrolló una investigación titulada “Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río Shilcayo ubicada entre la Bocatoma y el asentamiento humano Villa Autónoma”,cuyo objetivo realizado es evaluar la contaminación fecal del agua superficial en la cuenca media del rio Shilcayo ubicada entre la Bocatoma y el asentamiento humano Villa Autónoma – Tarapoto. Por esta razón se ha considerado esta zona como área de estudio, para hacer una evaluación de la contaminación fecal, en miras a contribuir en la conservación a través de una información real, que permita a las autoridades elaborar un programa ambiental, y de monitoreo, se obtuvieron los siguientes resultados: en los puntos 1 y 2 de muestreo, el agua presenta poca contaminación fecal que está dentro de los estándares de calidad para aguas, lo cual significa que puede ser usado para producción de agua potable y con fines de recreación. Los puntos 3 y 4 de muestreo presentan una contaminación elevada

que superan los Estándares de Calidad para Aguas; a pesar de ello los pobladores utilizan el agua para consumo y recreación, poniendo en riesgo su salud.

Tamani (2014) desarrolló un investigación titulada “Evaluación de la calidad de agua del río Negro en la provincia de Padre Abad, Aguaytía”, cuyo objetivo es evaluar la calidad de agua del río Negro durante los meses de febrero y marzo, en la Provincia de Padre Abad. La metodología utilizada establecida en el Protocolo Nacional de Monitoreo Cuerpos Naturales de Agua Superficial y el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales de la Dirección General de Salud Ambiental, para evaluar los parámetros se utilizó los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales del American Public Health Association, (APHA, 2005). La evaluación se realizó durante los meses de febrero y marzo. Se compararon los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental nacionales (Ministerio del Ambiente, 2008).

Navarro (2014) desarrolló una investigación titulada “Evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozo en la comunidad de *Manacamiri* de la región Loreto”, cuyo objetivo es evaluar la calidad bacteriológica en aguas de pozo del caserío de *Manacamiri* de acuerdo a los valores de referencia establecidos en la Ley General de aguas y la Norma del agua potable. La metodología utilizada presenta que en la comunidad de Manacamiri, no existen estudios para determinar la calidad bacteriológica del agua que consume la población; los resultados obtenidos muestran que a evaluación bacteriológica de 9 pozos artesianos sin redes de distribución (5 muestras por cada pozo), mostrando el promedio de contaminación con Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesófilas, quienes sobrepasaron los límites máximos permisibles planteados en la norma para agua potable, están contaminados por la presencia de Coliformes totales, Coliformes fecales y Bacterias mesófilas aerobias viables, microorganismos considerados como indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua.

Vergara (2002) realizó una investigación titulada “Índices de calidad de agua y diversidad ictiológica como indicadores ambientales de eco-gestión”, cuyo objetivo es determinar los índices de calidad de agua y diversidad ictiológica de la cuenca alta del río Mayo, región Alto Mayo, mediante la caracterización físico- química, biológica de sus aguas y su fauna íctica. La metodología utilizada menciona El área de estudio estuvo comprendida entre la confluencia del río Naranjos y el río Tonchima. Los resultados se presentan en tablas, gráficos y figuras. En primer lugar, se muestran los resultados referentes a los índices de calidad de agua y luego los índices de diversidad ictiológica,

en ambos casos, se presentan primero los datos obtenidos en el primer evento de muestreo o travesía fluvial y luego los registrados en el segundo evento, se incluye también datos complementarios realizados en el curso fluvial y en la confluencia de algunos tributarios al río Mayo.

2.10.3. Resultados de investigaciones locales

Armas (2009) realizó una investigación titulada "Caracterización Física, Química y Biológica aguas de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi en el ámbito correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, Perú, cuyo objetivo fue caracterizar física, química y biológica el agua de los ríos ya mencionados; en la cual se obtuvieron los siguientes resultados: De la caracterización física, química y biológica del agua de los ríos Huallaga, Paranapura y Shanusi se tiene que la turbidez promedio del río Paranapura en época seca supera el valor límite (100 UNT) establecido en los ECAS para la Categoría I, Sub categoría A2, con un valor de 434 UNT y 463.33 UNT, en las estaciones 17 y 18, respectivamente; mientras que, en época lluviosa la concentración promedio de Hierro registrado en el río Huallaga, Paranapura y Shanusi fue de 2.4 mg/L, 2,4 mg/L y 2.613 mg/L y, en época seca fue de 3.14 mg/L, 20.59 mg/L y 6.34 mg/L, superando el valor límite (0.3 mg/l) establecido en la Norma Ecuatoriana.

2.11. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Los términos que a continuación, se definen, están basados en el Glosario de Términos de la Gestión Ambiental Peruana (Ministerio del Ambiente, 2008), mientras no se indique lo contrario.

- **Calidad de agua:** Relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas (Armas, 2009).
Caudal: Volumen de agua que se debe mantener en las fuentes naturales de agua para la protección o conservación de los ecosistemas involucrados, la estética del paisaje u otros aspectos de interés científico o cultural. Es la cantidad de agua en metros cúbicos por segundo que fluyen por el cauce de un río quebrada, arroyo o riachuelo (ANA, 2016).
- **Calidad Bacteriológica del agua:** Se basa en la determinación de aquellos microorganismos que pueden afectar directamente al ser humano, o que por su presencia puedan señalar la posible existencia de otros, tales como Coliformes Fecales, Salmonella (Rojas, 2002) .

- **Calidad Físico-química del agua:** Se basa en la determinación de sustancias químicas que pueden afectar a la salud (Rojas, 2002).
- **Cuerpo Receptor:** Es todo aquel manantial, zonas de recarga, ríos, quebrada, arroyos permanentes o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, turbera, pantano, agua dulce, salobre o salada, donde se vierten aguas residuales (Jimenez, 2008).
- **Derechos de uso de agua:** Para usar el recurso agua, salvo el uso primario, se requiere contar con un derecho de uso otorgado por la Autoridad Administrativa del Agua con participación del Consejo de Cuenca Regional o Interregional, según corresponda.
- **Efluente:** Descarga directa de aguas residuales que son descargadas al ambiente, cuya concentración de sustancias contaminantes es medida a través de los Límites Máximos Permisibles (LMP).
- **Estándar de calidad de agua:** Estándar ambiental que regula el nivel de grado de sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.
- **Índice de calidad de agua:** Es un valor numérico calculado a partir de los parámetros más representativos de la calidad de agua relacionadas al uso de un cuerpo de agua (Vergara, 2001).
- **Protección de agua:** La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta en el marco de la Ley y demás normas aplicables.
- **Quebrada**
Corrientes naturales de agua que normalmente fluyen con continuidad, pero que a diferencia de un río, tienen escaso caudal que puede desaparecer durante el estiaje (ANA, 2016).
- **Vertimiento:** Sinónimo de Efluente. Está referido a toda descarga deliberada de aguas residuales a un cuerpo natural de agua. Se excluyen las provenientes de naves y artefactos navales, así como la descarga de aguas residuales al alcantarillado.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto; específicamente en la quebrada *Simuy*, la cual se ubica en el extremo Noroeste de la Amazonía peruana, en la confluencia de los ríos *Shanusi* y *Paranapura* con el río Huallaga (MPAA, 2015).

3.1.1. Coordenadas UTM

La naciente de la quebrada *Simuy* se ubica en las coordenadas 0377869 Este y 9345993 Norte, y las coordenadas de la desembocadura sitúan entre 0376783 Este y 9345059 Norte; con el Datum Horizontal: WGS 84, Datum Vertical: Nivel Medio del Mar, Zona UTM: 18 Sur. (SENAMHI, 2014).

3.1.2. Afluentes

Se asienta en su mayor parte sobre una terraza alta respecto al río Huallaga, y parte restante asentada al río Shanusi con una topografía relativamente plana-accidentada y atravesada por cuatro principales afluentes: *Atun* Quebrada, Quebrada *Mishuyacu*, Quebrada *Suniyacu* y Quebrada Aguamiro (MPAA, 2015).

3.2. PUNTOS DE MONITOREO

3.2.1. Identificación de los puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo fueron establecidos de acuerdo al Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Para seleccionar los puntos de monitoreo se debe considerar tramos del río o quebrada donde esta se utiliza para el desarrollo de diversas actividades humanas (Borges, Araújo, Silva, Saraiva & Santos, 2014). De la misma manera Andrade (2006), indica que los puntos de muestreo para monitoreo de agua recreacionales se determinan considerando el flujo de bañistas y la proximidad de ingreso de cuerpos de agua, tales como ríos y tuberías de aguas pluviales.

Por esta razón los dos puntos de monitoreo fueron ubicados a 2.5 m aguas arriba y aguas abajo desde donde se desarrolla la actividad de recreacional principalmente, porque también hay otras actividades como el lavado de motocarros y el lavado de ropa.

Para la georreferenciar los puntos de monitoreo se utilizó el método de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo se registraron en sistema UTM, con el Datum Horizontal: WGS 84, Datum Vertical: Nivel Medio del Mar, Zona UTM: 18 Sur. (SENAMHI, 2014).

Se seleccionaron dos puntos de monitoreo, tal como se detalla a continuación:

Tabla 5. *Puntos de muestreo, códigos, coordenadas y referencia.*

| Punto | Código | Coordenadas UTM | Referencia |
|--------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | QSimu1 | 0376664 – Este 9345071 - Norte | Aguas arriba del lugar de recreación |
| 2 | QSimu2 | 0376783 - Este 9345059 - Norte | Aguas abajo del lugar de recreación |

Fuente: Elaboración propia, 2017

El primero se ubica en las coordenadas Este 0376664 y Norte 9345071, el segundo punto estará ubicado a 50 m antes del espejo de agua, donde las personas acuden para desarrollar sus actividades recreacionales con las coordenadas Este 0376783 y Norte 9345059.

3.2.2. Frecuencia del monitoreo

Para comparar los cambios que ocurren en determinados períodos en la calidad del recurso hídrico, se realizó monitoreos mensuales desde de agosto (estación seca) y setiembre y octubre (estación lluviosa), que son igualmente los meses con mayor afluencia de actividades recreacionales (SENAMHI, 2017, Ver Anexo 6).El monitoreo se realizó en las fechas que se detallan en la Tabla 6:

Tabla 6. *Fechas de los puntos de monitoreo*

| Monitoreo | Fecha |
|------------------|--------------|
| 1 | 21/08/2017 |
| 2 | 19/09/2017 |
| 3 | 19/10/2017 |

Fuente: Elaboración propia, 2017

3.3. PARÁMETROS ANALIZADOS

Se analizó los parámetros recomendados en el protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales dada por la Autoridad Nacional del Agua.

3.4. PREPARACIÓN DE MATERIALES, EQUIPOS E INDUMENTARIA DE PROTECCIÓN

Para ejecutar de manera efectiva el monitoreo, se preparó con anticipación los materiales de trabajo, (fichas de registro d campo y cadena de custodia) de acuerdo nuestra necesidad u objeto de monitoreo. Asimismo, se contó con todos los materiales, equipos de muestreo operativo y debidamente calibrado, cumpliendo con las normas de seguridad, a continuación, se describe en la Tabla 7.

Tabla 7. *Materiales y equipos necesarios para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.*

| Medios de transporte | Vehículo para transporte terrestre (motokar y carro) |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Materiales | Un Cooler grandes de plástico de color azul y dos medianos de tecknopor de color blanco con tapa celeste y dos pequeños, frascos de plástico y vidrio ² , baldes de plástico transparente de primer uso y limpios (4-20litros de volumen), guantes descartables ³ de color azul, mascarillas ³ , pizetas, refrigerantes. |
| Equipos | GPS, multiparámetro ⁴ , cámara fotográfica |
| Soluciones y reactivos | Agua destilada, persevantes ² (HNO3, H2SO4) |
| Formatos | Etiquetas, ficha de datos de campo (anexo I), cadena de custodia (anexo III) todos estos formatos fueron facilitados por el laboratorio AGQ. |
| Permisos | Autoridad Nacional de Agua (ANA), en la zona la Autoridad Local del Agua de Alto Amazonas (ALA). Embalses: operador hidráulico |
| Material cartográfico | Mapa hidrográfico |
| Indumentaria de protección | Botas de jebe ,vestimentas de seguridad con cinta reflectiva (pantalón, polo o camisa de manga larga, chaleco) |
| Otros | Plumones indelebles, lápices, cinta adhesiva, papel secante, libreta de campo, soga, wincha, pizarra acrílico tablero |

Fuente: Elaboración propia basado en protocolo de calidad de aguas del ANA, 2016.

3.4.1. Rotulado y etiquetado

Los recipientes fueron rotulados con etiquetas autoadhesivas, las cuales fueron facilitadas por el laboratorio de ensayo para el análisis (AGQ PERU SAC).

- Nombre del solicitante
- Código del punto de muestreo

- Tipo de cuerpo de agua
- Fecha y hora de muestreo
- Nombre del responsable de la toma de muestra
- Tipo de análisis requerido
- Preservación y tipo de reactivo

Se cubrió la etiqueta con cinta transparente a fin de protegerla de la humedad. El etiquetado se realizó antes de la toma de las muestras.

3.4.2. Georreferenciación del punto de monitoreo

Una vez que se ubicó el sitio de muestreo, se identificó los puntos de monitoreo, para evitar equivocaciones se confirmó las coordenadas utilizando el equipo de GPS, marca GARMIN, modelo ETREX 10.

3.4.3. Medición de los parámetros de campo

Los parámetros medidos en campo fueron: pH, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto.

Para la medición de parámetros en campo se utilizó el medidor multiparámetro marca PONSEL, modelo ODEON de la Autoridad Local del Agua, Alto Amazonas-Yurimaguas, se consideró lo establecido en el protocolo para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, lo cual se siguió los pasos siguientes:

- Para la toma de muestras de los parámetros (pH, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto) se utilizó un envase limpio y transparente por muestra, para luego utilizar el multiparámetro.
- Se realizó la lectura de los valores de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.
- Las mediciones fueron registradas en la *Ficha de registro de datos de campo*
- Se limpiará el equipo de muestreo (multiparámetro) inmediatamente después de su uso y, adicionalmente, entre muestreo, a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro.

3.4.4. Toma de muestra

En esta investigación se aplicó la toma de muestra para los ríos de bajo caudal o de poca profundidad, ya que existe fácil acceso de ingreso a la quebrada *Simuy*, como se menciona en el protocolo para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, se siguió los siguientes pasos:

- Se utilizó botas de jebe y los guantes descartables de color azul, antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- Nos ubicamos en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- Se midió los parámetros de campo directamente en el río tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio y evitar hacer remoción del sedimento.
- Se registró las mediciones en la *Ficha de registro de datos de campo*.
- Antes de coleccionar las muestras, los frascos se enjuagaron como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros microbiológicos.
- Se tomó la botella por debajo del cuello, sumergida en dirección opuesta al flujo de agua.
- Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), el frasco se llenó lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.

3.4.5. Ubicación de las muestras en cada punto de monitoreo

Debido a la variación de la profundidad y al ancho del cauce de la quebrada *Simuy*, se tomó una muestra integrada. La muestra estuvo conformada por tres muestras simples tomadas al mismo tiempo y a una distancia de 3 m entre ellas a lo largo del ancho (12 m) del cauce de la quebrada *Simuy*, tal como se observa en la Figura 2 (ANA, 2016).

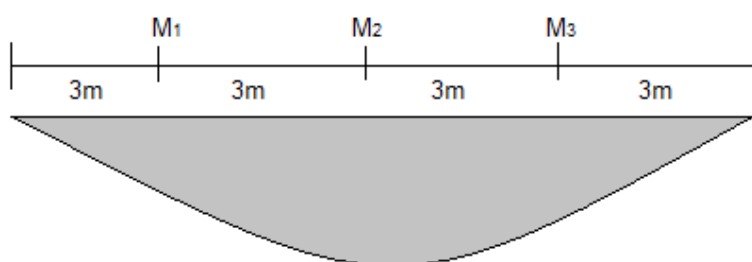


Figura 2. Ubicación de las muestras en la sección transversal de la quebrada

Fuente: elaboración propia, 2017

- **Muestra integrada**

Consiste en la homogenización de muestras puntuales tomadas en diferentes puntos simultáneamente, con la finalidad de conocer las condiciones de calidad de agua promedio en los cuerpos de agua.

Dentro de esta clasificación, se ubican las muestras integradas de área que comprenden varias muestras simples tomadas en varios puntos de una determinada área

acuática (ancho de un río) y las muestras integradas de profundidad, que abarcan muestras simples o compuestas tomadas a lo largo de una columna de agua.

Se mide el ancho del río y se divide en cuatro secciones iguales. Se toman muestras a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de la sección transversal del río. Posteriormente, se homogenizan partes iguales de cada muestra obtenida.

3.4.6. Preservación y Llenado de cadena de Custodia

- Preservación

En el caso de los parámetros físico-químicos, (barrido de metales, aceites y grasas), una vez tomada la muestra de agua, se procedió inmediatamente a adicionarle el pereservante (HNO₃, H₂SO₄), para los parámetros a analizar, de acuerdo con lo indicado en el anexo VII (Conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado).

Una vez que se preservó la muestra, se homogenizó y cerró herméticamente el recipiente. Para este proceso se consideró las medidas de seguridad en la manipulación de reactivos utilizados, según los parámetros a analizar (por ejemplo, Hg, Pb, Zn) teniendo en cuenta las normas de seguridad y protección personal para sustancias químicas siguiendo las recomendaciones de los fabricantes estipulados en las hojas de seguridad (MSDS).

Durante el trabajo de campo, los reactivos se almacenaron de forma separada de los recipientes para muestras y otros equipos en un *cooler de tecknopor* pequeño, limpio y seguro para impedir la contaminación cruzada.

- Cadena de Custodia

Para el llenado de la cadena de custodia, se usó el material facilitado por el laboratorio; se consideró los siguientes datos:

- Nombre de la institución que realiza el monitoreo
- Nombre de la persona, correo, número telefónico del responsable de la toma de muestras
- Nombre del proyecto y/o monitoreo
- Código de muestra, clasificación del agua (agua de río, laguna, mar, etc.)
- Fecha y hora del muestreo
- Número y tipo de envases por punto de muestreo
- Preservación de la muestra

- Lista de parámetros de los análisis de cada punto de muestreo
- Firma de la persona responsable del monitoreo

En el envío al laboratorio de análisis, las muestras fueron acompañadas de la *Cadena de custodia* debidamente llenada (la colocamos en un sobre plastificado a fin de evitar el deterioro) y lo remitimos dentro del *cooler*, *junto* con las muestras.

3.4.7. Análisis de las muestras

- Análisis In situ

Para el análisis de los parámetros In situ (pH, Temperatura, conductividad Eléctrica y Oxígeno Disuelto). Se utilizó un medidor multiparámetro marca PONSEL, modelo ODEON de la Autoridad Local del Agua, Alto Amazonas-Yurimaguas. El método de análisis fue electrométrico.

Los parámetros físico-químicos y microbiológicos, se analizaron en un laboratorio de ensayo, acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes (D.S 004-2017), con razón social AGQ PERÚ SAC., los métodos analíticos se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8. *Métodos analíticos para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.*

| Parámetros | Unidades | Técnica | Metodología de análisis |
|-------------------------|---------------|--------------------|------------------------------|
| DBO ₅ | mg/L | Electrometría | SMEWW5210B. 22nd Ed.2012 |
| Aceites y Grasas | mg/L | Espect FTIR | PP-226 (BASED ASTM D7066-04) |
| Nitratos | mg/L | Cromatog lónica | PE-2090 |
| Aluminio | mg/L | Espect ICP-MS | |
| Arsénico | mg/L | Espect ICP-MS | |
| Boro | mg/L | Espect ICP-MS | |
| Bario | mg/L | Espect ICP-MS | |
| Cadmio | mg/L | Espect ICP-MS | EPA Method 200.8 Rev. 5.4 |
| Cromo | mg/L | Espect ICP-MS | (1994) / EPA 200.8 (VAL) |
| Cobre | mg/L | Espect ICP-MS | |
| Mercurio | mg/L | Espect ICP-MS | |
| Plomo | mg/L | Espect ICP-MS | |
| Coliformes | NMP/100 | Tubos Múltiples | SMEWW 9221 E.1. 22nd Ed. |
| Termotolerantes | ml | | 2012 |
| <i>Escherichia coli</i> | NMP/100 ml | Tubos Múltiples | |

Fuente: Elaboración propia ,2017.

3.4.8. Instrumentos de recolección de datos

- Campo

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

Tabla 9. *Materiales utilizados en campo*

| Campo | Documentación | Muestreo | Medición "in situ" | Chequeo |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Libreta de campo | Marcadores/ Lapiceros / Ficha de Registro de Campo | Botellas de muestreo, lápices y etiquetas | Lista de parámetros a medir "in situ | Fecha de la última calibración de equipos |
| Mapa de muestreo de aguas | Etiquetas para muestras | GPS, Cooler, Multiparámetro Anemómetro | Consumibles (agua destilada) | Itinerario y detalles del muestreo |
| Lista de muestras/ recipientes requeridos en cada estación | Hojas /reemplazando a la computadora portátil / Cadena de Custodia | Bota de goma/jebe | Procedimientos de operación y manuales de los equipos | Accesorios para equipos de medición (cables, baterías), consumibles. |
| Información local de las condiciones meteorológicas | Ficha de Identificación de puntos de monitoreo | Protocolos de procedimiento para muestreo | Baterías eléctricas | |

Fuente: Elaboración propia, 2017.

- Laboratorio

Los materiales, equipos y reactivos que se ocuparon en laboratorio dependieron de los parámetros medidos, estos se encuentran descritos a continuación en las siguientes tablas.

Tabla 10. *Materiales utilizados en laboratorio*

| Tipo de análisis | Materiales | Equipos | Reactivo/ Cultivo de Medio |
|-----------------------|-----------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------|
| Físico/Químico | Frascos de vidrio transparente | Fotómetro | ----- |
| Microbiológico | Placas Petri, Probeta, Pipeta, Matraces | Autoclave | Caldo E. Coli, Lactosa Bilis Brillante, Agar Sabouraud |

Fuente: Elaboración propia, 2017.

- **Medición del caudal**

Los caudales de los ríos o quebradas pueden ser estimados utilizando un medidor de velocidad para determinar la velocidad superficial del agua y luego mediante la medición del área transversal del curso de agua.

Para la medición de caudales del agua, existen varios métodos, pero los más usados son el método del correntómetro y el método del flotador:

En esta investigación se usó el método del flotador, ya que no fue posible la adquisición del correntómetro, este método se describe a continuación.

Los caudales de los ríos y quebradas pueden ser estimados generando primero una relación caudal-altura para un punto estable a lo largo del curso del agua mediante un aforador en una serie de condiciones de caudal bajo, medio y alto.

a. *Medición de la velocidad: V*

- Se Seleccionó un tramo homogéneo.
- Se estimó una longitud apropiada que representó el espacio recorrido por el flotador que oscile entre 30 a 100 m según el caudal y tamaño del recurso.
- Se Utilizó una botella PET de 650 mL.

- Se Inició la operación colocando la botella al inicio del tramo seleccionado.
- Se estimó el tiempo utilizado por la botella en completar el espacio seleccionado.
- Se realizó varias mediciones (5 mediciones) para descartar los valores errados, esto nos permitió obtener un valor constante.

b. Medición de la sección transversal: A

- Se extendió una cuerda (rafia), entre ambas orillas para medir la longitud.
- Medimos las profundidades a lo largo del cauce tomando como referencia un palo de árbol.
- Estimamos el área de la sección transversal.

c. Medición del caudal: $Q = m^3/s$

El cálculo del caudal se realizó al multiplicar el área de la sección transversal (A) por la velocidad (V).

$$Q = V \times A$$

3.4.9. Plan de procesamiento de datos

Se utilizó estadística descriptiva para presentar los resultados de la investigación (tablas, gráficos de barras y gráficos de líneas, media y desviación estándar). Para el análisis datos se utilizó el software estadístico SPSS 22. Asimismo, para el recuento microbiológico se utilizó la técnica estadística de intervalos de confianza al 95%.

3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la presente investigación se seleccionó un diseño no experimental longitudinal de tipo tendencia, ya que se determinó los parámetros de calidad de agua de la quebrada *Simuy* durante tres meses (un muestreo por mes en cada punto, son dos puntos) (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.6. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En la presente investigación no se plantearon hipótesis, de acuerdo con Supo (2015), los estudios que no expresan enunciados con proposiciones no llevan hipótesis. Asimismo Hernández, Fernández & Baptista (2014) menciona que estudios descriptivos que no predicen el valor de una variable no llevan hipótesis.

3.7. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Los parámetros o variables considerados en el presente estudio son:

3.7.1. Parámetros de campo

- **Potencial de Hidrógeno**

El pH se midió con el multiparámetro marca PONSEL, modelo ODEON de la Autoridad Local del Agua, Alto Amazonas-Yurimaguas. El método de análisis fue electrométrico.

- **Temperatura**

La temperatura se midió con el multiparámetro marca PONSEL, modelo ODEON de la Autoridad Local del Agua, Alto Amazonas-Yurimaguas. El método de análisis fue electrométrico.

- **Conductividad Eléctrica**

La Conductividad eléctrica se midió con el multiparámetro marca PONSEL, modelo ODEON de la Autoridad Local del Agua, Alto Amazonas-Yurimaguas. El método de análisis fue electrométrico.

- **Oxígeno Disuelto**

El O.D se midió con el multiparámetro marca PONSEL, modelo ODEON de la Autoridad Local del Agua, Alto Amazonas-Yurimaguas. El método de análisis fue electrométrico.

3.7.2. Parámetros físico-químicos

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Para el DBO₅ se usó la técnica de electrometría, la metodología de análisis SMEWW5210B. 22nd Ed. 2012 PP-226 (BASED ASTM D7066-04) PE- 2090.

- **Aceites y grasas**

Para aceites y grasas se usó la técnica de Espect FTIR, la metodología de análisis SMEWW5210B. 22nd Ed. 2012 PP-226 (BASED ASTM D7066-04) PE- 2090.

- **Nitratos**

Para los nitratos se usó la técnica de Cromatog lónica, la metodología de análisis SMEWW5210B. 22nd Ed. 2012 PP-226 (BASED ASTM D7066-04) PE- 2090.

- **Metales**

(Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb, Zn)

El análisis de metales se realizó conforme a la técnica Espect ICP-MS de la metodología de la EPA. (EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) / EPA 200.8 (VAL)).

3.7.3. Parámetros microbiológicos

Se analizó los contaminantes E. coli y coliformes termotolerantes.

- **Coliformes termotolerantes**

Para los coliformes termotolerantes se usó la técnica de Tubos Múltiples, con la metodología de análisis SMEWW9221 E.1. 22nd Ed. 2012.

- **Escherichia coli**

La técnica usada fue la de Tubos Múltiples, con la metodología de análisis SMEWW9221 E.1. 22nd Ed. 2012.

3.7.4. Otras variables

- **Caudal**

La unidad del caudal es metros cúbicos por segundo (ANA, 2016). El caudal se midió con el método del flotador, conforme al protocolo nacional para el monitoreo de recursos hídricos superficiales.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Determinación del caudal de la quebrada

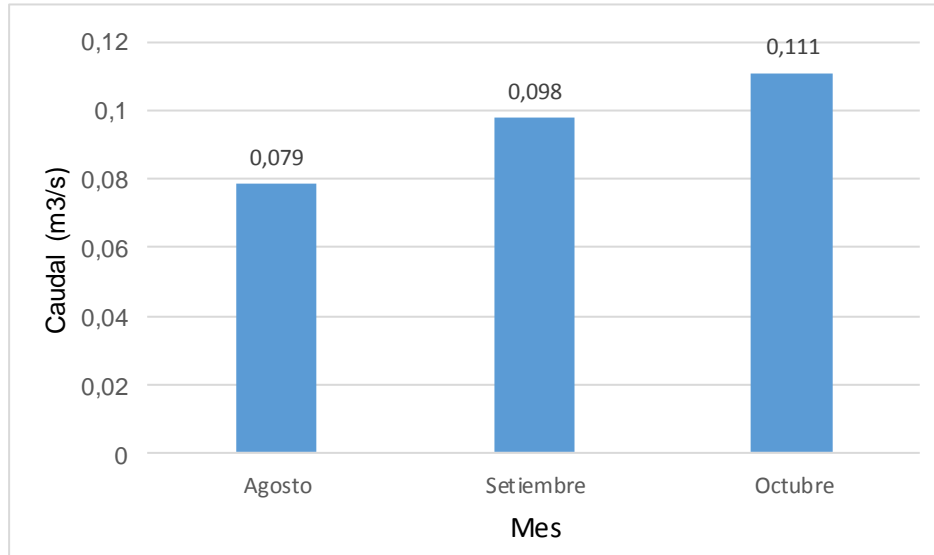


Figura 1. Variación mensual del caudal de la quebrada *Simuy*

En la Figura 1 se observa la variación mensual del caudal de la quebrada *Simuy*. Los meses de agosto y setiembre presentaron menor caudal, mientras que en el mes de octubre el caudal fue mayor que en los meses anteriores, esto se debe a la transición de la estación seca a la estación lluviosa, para la provincia de Alto amazonas.

4.1.2. Análisis de los parámetros físico-químicos

- pH

En la Figura 2 se muestra la variación mensual del pH por punto de muestreo. El valor de pH en el punto 1 para los meses de agosto, setiembre no cumplió la normativa sobre calidad del agua con fines recreacionales, cuyos límites están entre 6 y 9 (líneas de color rojo), esto puede deberse a los detergentes provenientes del lavado de motocarros, mientras que en el mes de octubre cumplió el estándar de calidad, lo cual podría deberse a la dilución de los detergentes. Para el punto 2 se obtuvo un pH dentro de los estándares de calidad de agua, lo cual podría deberse a la acidez de la materia orgánica proveniente del aseo de las personas, mientras que en el mes de octubre el agua no

cumplió los estándares de calidad, sino que se alcalinizó posiblemente debido al material amoniacal de la proveniente de las heces de vacunos.

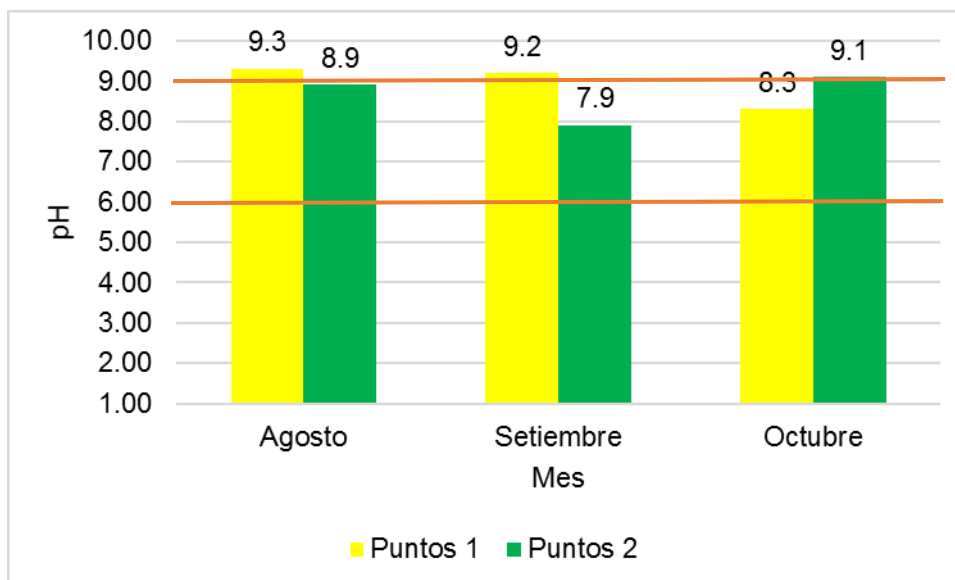


Figura 2. Variación mensual del pH por punto de muestreo

- Temperatura

En la Figura 3 se muestra la Variación mensual de la Temperatura por punto de muestreo. En los meses de agosto y octubre el valor de la temperatura fue aproximadamente 26°C en los puntos 1 y 2; mientras que para el mes de setiembre fue de 27.4°C en ambos puntos, esto puede deberse a la ausencia de precipitaciones en este mes y consecuentemente con un clima más cálido lo cual hace que el cuerpo de agua incremente ligeramente su temperatura.

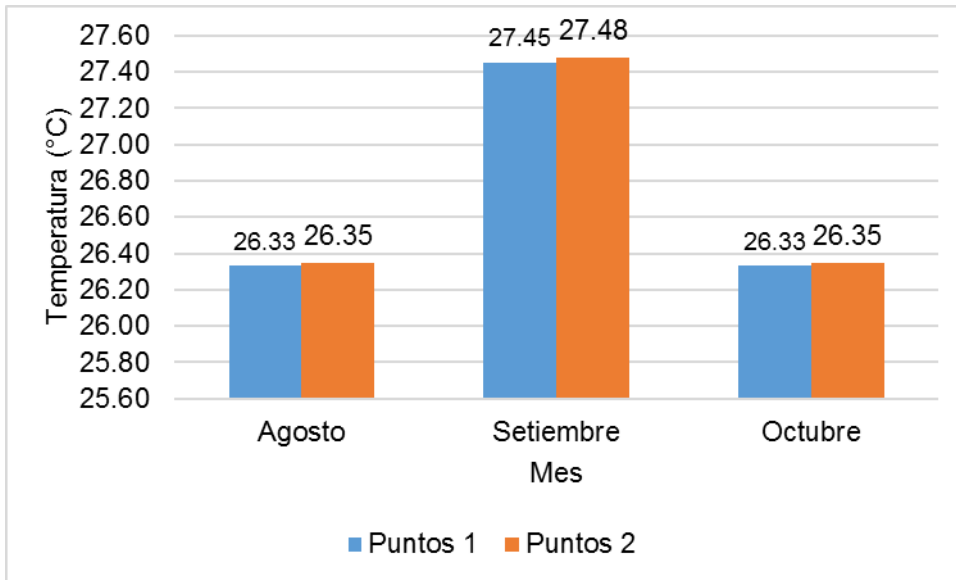


Figura 3. Variación mensual de la Temperatura por punto de muestreo

- **Conductividad eléctrica**

En la Figura 4 se presenta el cambio mensual de la Conductividad eléctrica por punto de muestreo. En el punto 1 se obtuvo menor conductividad eléctrica que en el punto 2 en los tres meses de estudio, esto puede deberse a las sales minerales provenientes de las actividades antropogénicas que se desarrollan entre el punto 1 y el punto 2.

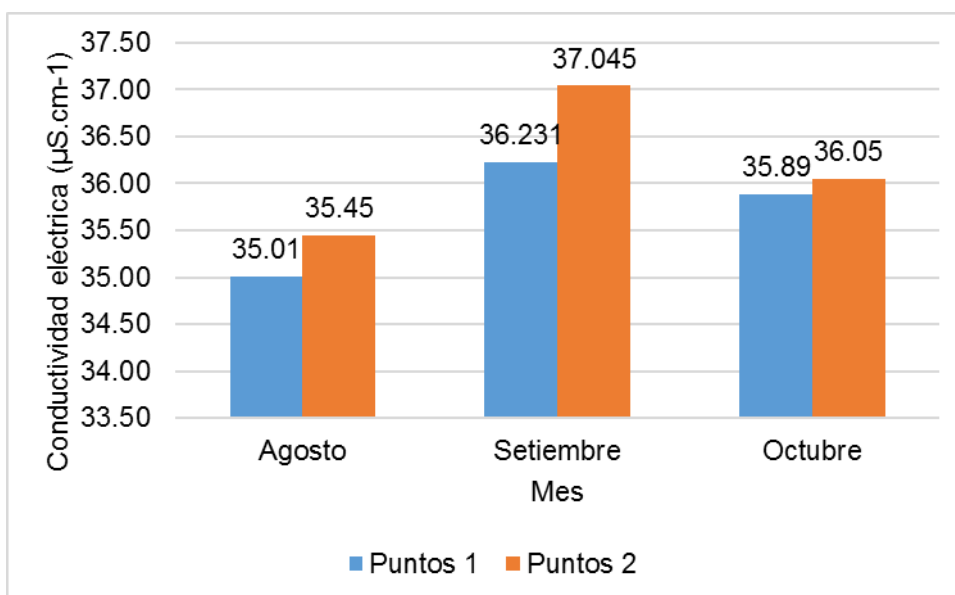


Figura 4. Variación mensual de la Conductividad eléctrica por punto de muestreo

- **Oxígeno disuelto**

En la Figura 5 se presenta la variación mensual del oxígeno disuelto por punto de muestreo. En el punto 1 se obtuvo menor concentración de oxígeno disuelto que en el punto 2 en los tres meses de estudio, esto puede deberse a la aireación del agua como consecuencia del movimiento que experimenta el cuerpo hídrico cuando las personas se bañan. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de evaluación, el OD cumplió el estándar de calidad ambiental (5 mg.L^{-1}).

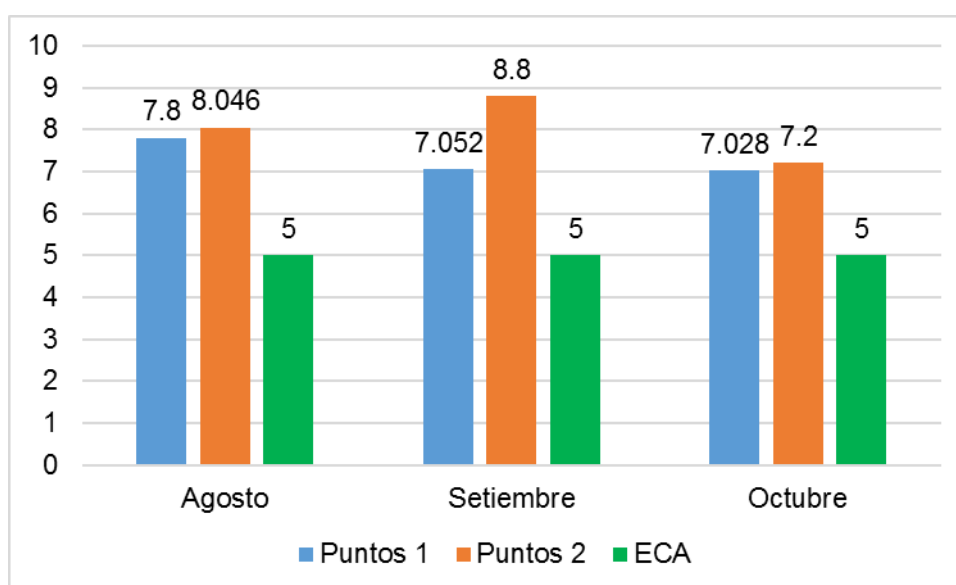


Figura 5. Variación mensual del oxígeno disuelto por punto de muestreo

- **DBO₅**

Tabla 1. Variación mensual DBO₅ por punto de muestreo

| Mes | Punto | |
|------------------|-------|------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | <1.1 | <1.1 |
| Setiembre | <1.1 | <1.1 |
| Octubre | <1.1 | <1.1 |

En la Tabla 1 se observa la Variación mensual DBO₅ por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, no hubo variación de la DBO₅. Asimismo ambos puntos cumplen el estándar de calidad ambiental para uso recreacional (5 mg.L^{-1}), lo cual indica que no hay contaminación por materia orgánica.

- **Aceites y grasas**

Tabla 2. *Variación mensual de aceites y grasas por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|--------------|-------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | <0.25 | <0.25 |
| Setiembre | 0.51 | 0.032 |
| Octubre | 1.31 | 1.28 |

En la Tabla 2 se observa la Variación mensual aceites y grasas por punto de muestreo. En el punto 1 hubo mayor cantidad de aceites y grasas que en el punto 2, esto podría deberse a los detergentes provenientes del lavado de motocarros, aguas arriba del punto 1.

- **Nitratos**

Tabla 3. *Variación Nitratos por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|--------------|-------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | <0.11 | <0.11 |
| Setiembre | <0.11 | <0.11 |
| Octubre | <0.11 | <0.11 |

En la Tabla 3 se observa la Variación mensual de Nitratos por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, no hubo variación en la concentración de Nitratos. Asimismo ambos puntos cumplen el estándar de calidad ambiental (10 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por materia orgánica de fuentes antropogénicas.

- **Aluminio**

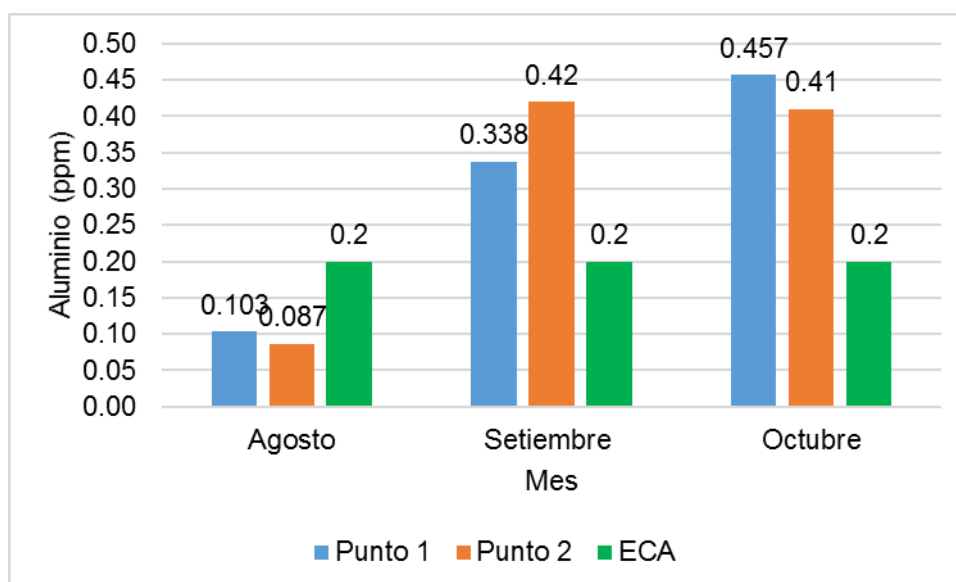


Figura 6. Variación de Aluminio por punto de muestreo

En la Figura 6 se muestra la variación de la concentración de Aluminio por punto de muestreo. En el mes de agosto se encontró menor cantidad de aluminio en los dos puntos, en cuyos puntos se cumple el estándar de calidad ambiental (0.2 ppm), mientras que en los meses de setiembre y octubre, los dos puntos no cumplen el estándar de calidad, esto podría deberse a que en el mes de setiembre, no hubo precipitaciones para que se diluya este metal.

- **Arsénico**

Tabla 4. Variación del Arsénico por punto de muestreo

| Mes | Punto | |
|------------------|----------|----------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | 0.00036 | 0.00035 |
| Setiembre | 0.00044 | 0.00045 |
| Octubre | <0.00004 | <0.00004 |

En la Tabla 4 se observa la Variación mensual de Arsénico por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumple el estándar de calidad ambiental (0.01 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales.

- **Bario**

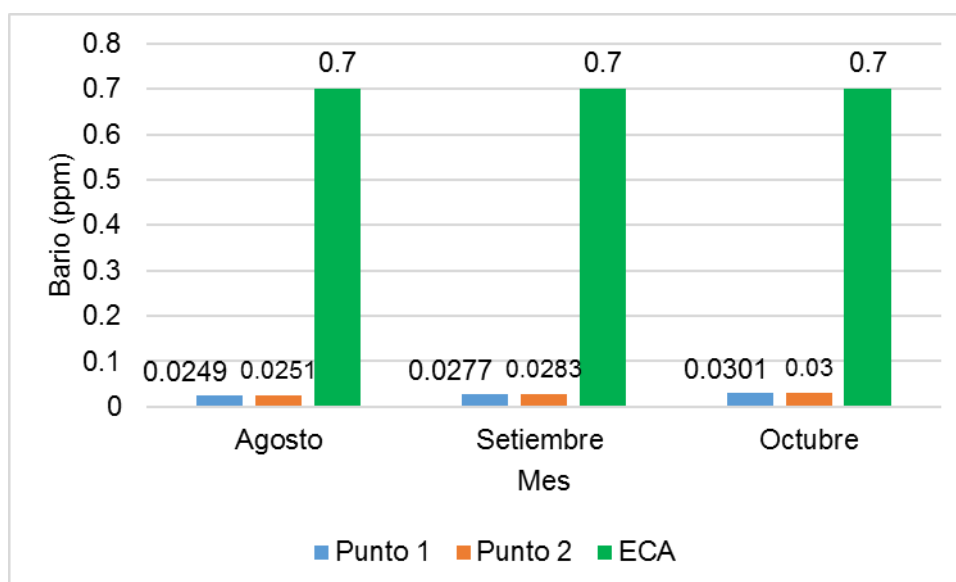


Figura 7. Variación de Bario por punto de muestreo

En la Figura 7 se muestra la variación de la concentración de Bario por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumplió el estándar de calidad ambiental (0.7 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales.

- **Boro**

Tabla 5. Variación del Boro por punto de muestreo

| Mes | Punto | |
|------------------|--------|--------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | <0.002 | <0.002 |
| Setiembre | 0.003 | 0.002 |
| Octubre | 0.005 | 0.005 |

En la Tabla 5 se observa la Variación mensual de Boro por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumple el estándar de calidad ambiental (0.5 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales.

- **Cadmio**

Tabla 6. *Variación del Cadmio por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|----------|----------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | <0.00001 | <0.00001 |
| Setiembre | <0.00001 | <0.00001 |
| Octubre | <0.00001 | <0.00001 |

En la Tabla 6 se observa la Variación mensual de Cadmio por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumple el estándar de calidad ambiental (0.01 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales.

- **Cobre**

Tabla 7. *Variación del Cobre por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|---------|---------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | 0.0014 | <0.0003 |
| Setiembre | 0.0011 | 0.009 |
| Octubre | <0.0003 | <0.0003 |

En la Tabla 7 se observa la Variación mensual de Cobre por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumple el estándar de calidad ambiental (2 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales y antropogénicas.

- **Cromo total**

Tabla 8. *Variación del Cromo total por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|--------|--------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | <0.001 | <0.001 |
| Setiembre | <0.001 | <0.001 |
| Octubre | <0.001 | <0.001 |

En la Tabla 8 se observa la Variación mensual de Cromo total por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumple el estándar de calidad ambiental (0.05 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales y antropogénicas.

- **Fósforo**

Tabla 9. Variación del Fósforo total por punto de muestreo

| Mes | Punto | |
|------------------|-------|--------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | 0.041 | 0.058 |
| Setiembre | 0.017 | <0.008 |
| Octubre | 0.134 | 0.117 |

En la Tabla 9 se observa la Variación mensual de Fósforo total por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se encontró una concentración de fósforo menor de 0.134, lo cual indica una ligera contaminación por fuentes agrícolas y antropogénicas.

- **Manganeso**

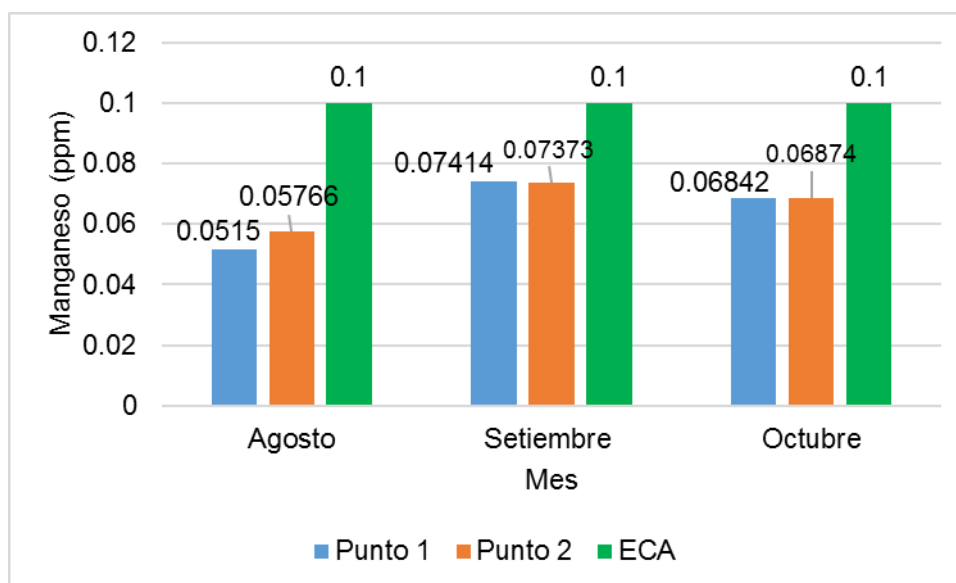


Figura 8. Variación de manganeso por punto de muestreo

En la Figura 8 se muestra la variación de la concentración de manganeso por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumplió el estándar de calidad ambiental (0.1 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales y antropogénicas.

- **Mercurio**

Tabla 10. *Variación del Mercurio total por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|--------|--------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | <0.001 | <0.001 |
| Setiembre | <0.001 | <0.001 |
| Octubre | <0.001 | <0.001 |

En la Tabla 10 se observa la Variación mensual de Mercurio total por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumple el estándar de calidad ambiental (0.001 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales y antropogénicas.

- **Níquel**

Tabla 11. *Variación del Níquel total por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|---------|---------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | <0.0009 | <0.0009 |
| Setiembre | <0.0009 | <0.0009 |
| Octubre | <0.0009 | <0.0009 |

En la Tabla 11 se observa la Variación mensual de Níquel total por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumple el estándar de calidad ambiental (0.02 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales y antropogénicas.

- **Plomo**

Tabla 12. *Variación del Plomo total por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|----------|----------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | 0.00034 | 0.00037 |
| Setiembre | 0.00064 | 0.00075 |
| Octubre | <0.00006 | <0.00006 |

En la Tabla 12 se observa la Variación mensual de Plomo total por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumple el estándar de calidad ambiental (0.01 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales y antropogénicas.

- **Zinc**

Tabla 13. *Variación del Zinc total por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|--------|-------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | <0.002 | 0.007 |
| Setiembre | 0.003 | 0.002 |
| Octubre | 0.002 | 0.005 |

En la Tabla 13 se observa la Variación mensual de Zinc total por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, se cumple el estándar de calidad ambiental (3 ppm) para uso recreacional, lo cual indica que no hay contaminación por fuentes industriales y antropogénicas.

4.1.3. Análisis de los parámetros microbiológicos

- **Coliformes termotolerantes**

Tabla 14. *Variación mensual de Coliformes termotolerantes por punto de muestreo*

| Mes | Punto | |
|------------------|-------------------|--------------------|
| | 1 | 2 |
| Agosto | 5.4×10^2 | 5.4×10^2 |
| Setiembre | 9.2×10^3 | $>1.6 \times 10^5$ |
| Octubre | 2.2×10^3 | 5.4×10^3 |

En la Tabla 14 se observa la Variación mensual de Coliformes termotolerantes por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, no se cumple el estándar de calidad ambiental (200 NMP/100 mL) para uso recreacional, lo cual indica que hay contaminación por fuentes antropogénicas (Agropecuarias, piscícolas y actividades recreacionales). Esto implica un alto riesgo para la salud de las personas que utilizan estas fuentes hídricas para recreación de contacto primario.

- ***Escherichia coli***

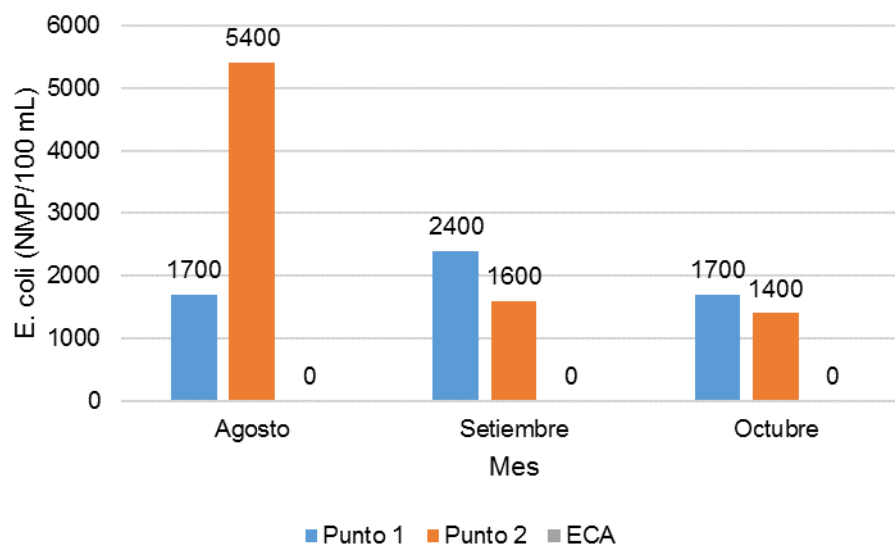


Figura 9. Variación mensual de Escherichia en la quebrada Simuy

En la Figura 9 se observa la Variación mensual de *Escherichia coli* por punto de muestreo. En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, no se cumple el estándar de calidad ambiental (0 NMP/100 mL) para uso recreacional, lo cual indica que hay contaminación por fuentes antropogénicas. Esto implica un alto riesgo para la salud de las personas que utilizan estas fuentes hídricas para recreación de contacto primario.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Parámetros medidos en campo

El valor de pH en el punto 1 en agosto y setiembre no cumplió la normativa de calidad de agua para fines recreacionales. De igual manera en el mes de octubre, el punto 2 no cumplió dicho estándar, encontrándose en todos los casos valores superiores a 9, lo cual podría deberse a la dilución de detergentes provenientes del lavado de motocarros. Un valor de pH superior a 9 puede propiciar el desarrollo de cianobacterias que además de afectar la coloración del agua, también pueden generar toxinas como: hepatotoxinas, neurotoxinas y toxinas irritantes de la piel y mucosas (López, García, Reynoso, Gonzáles & Larroudé, 2016).

La variable OD en los dos puntos de muestreo, cumplió el estándar de calidad para aguas de uso recreacional. Sin embargo en el punto 1 se obtuvo menor concentración de oxígeno disuelto que en el punto 2 en los tres meses de estudio, lo cual podría deberse a la aireación del agua como consecuencia del movimiento que experimenta el cuerpo hídrico cuando las personas se bañan. De acuerdo con López, García, Reynoso, Gonzáles & Larroudé (2016) la concentración de oxígeno disuelto en el agua depende de los siguientes factores: difusión en el agua del oxígeno proveniente de la atmósfera, la aireación del agua al ser agitada, y como resultado del proceso de fotosíntesis. La concentración de OD, también varía en forma inversa con la temperatura del agua. Asimismo la proliferación bacteriana y la eutrofización hacen que la concentración de OD disminuya. Da Silva (2009) indica que la presencia de arborización en las riberas de los ríos puede tener un efecto autodepurador del cuerpo hídrico.

4.2.2. Parámetros fisicoquímicos

La DBO en los dos puntos 1 y 2 cumplió el estándar de calidad ambiental para uso recreacional ($5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), lo cual indica que no hay contaminación por materia orgánica. Los mayores valores de DBO en cuerpos de agua están asociados a efluentes de composición esencialmente orgánica (CETESB, citado por Azevedo, 2007).

En el punto 1 hubo mayor cantidad de aceites y grasas que en el punto 2, esto podría deberse a que dichas sustancias provengan del lavado de motocarros, aguas arriba del punto 1. El contacto primario o directo impone condiciones más restrictivas a la calidad del agua, debido al riesgo a la salud humana por la exposición directa y prolongada a aceites y grasas y otros contaminantes de cuerpos de agua superficiales (Benedetti & Bidone, citado por Azevedo, 2007). Las agua dulces de un determinado

balneario podrán ser consideradas impropias para actividades de recreación entre otros casos cuando haya presencia de aceites y grasas, sustancias que impliquen riesgos a la salud y pH superior a 9.

Aunque en los dos puntos (1 y 2) de muestreo, se cumplió el estándar de calidad ambiental para la concentración de metales. La concentración mínima de estas sustancias puede provenir del lavado de motocarros. Asimismo la alta concentración de algunos metales pesados indican influencia de la acción antropogénica, aunque algunos valores puedan estar relacionados con el ambiente geológico alrededor del cauce del río (Da Silva et al., 2010). La concentración máxima de plomo se encontró en el punto 2 en el mes de setiembre, cuyo valor es 0.00075 ppm, de acuerdo con Segura-Muñoz, citado por Da Silva et al. (2010) las concentraciones de Plomo, superiores a las máximas permitidas son considerados neurotóxicas, capaces de inducir disfunciones neurales o causar lesiones en el sistema nervioso central o periférico. La exposición a estos metales desencadena disfunciones motoras, cambios comportamentales y psicosis. La concentración máxima de Zinc se encontró en el punto 2 para el mes de agosto, cuyo valor es 0.007 ppm. Barceloux, citado por Da Silva et al. (2010) menciona que el zinc puede causar irritación y corrosión del tracto gastrointestinal, pudiendo inclusive llevar a la necrosis renal, en los casos más severos. En cuanto al cromo total, los dos puntos de muestreo cumplieron el estándar de calidad ambiental para uso recreacional durante los tres meses de la evaluación. En todas las mediciones se obtuvo concentraciones menores a 0.001 ppm. De acuerdo con López, García, Reynoso, Gonzáles & Larroudé (2016), el cromo es un metal tóxico para la salud humana que puede causar problemas como: daños a la piel, afecciones respiratorias, daño hepático, cáncer de pulmón, alteraciones genéticas, inclusive puede provocar la muerte.

4.2.3. Parámetros microbiológicos

En los dos puntos de muestreo y durante los tres meses de la evaluación, no se cumplió el estándar de calidad ambiental de coliformes termotolerantes (200 NMP/100 mL) para uso recreacional, lo que indica contaminación por fuentes antropogénicas. Esto significa que existe un alto riesgo para la salud de las personas que utilizan estas fuentes hídricas para recreación de contacto primario. En el Punto 2 se encontró mayor concentración de coliformes termotolerantes que en el Punto 1. De acuerdo con Terleira (2010), los puntos de monitoreo cercanos a zonas urbanizadas, presentan mayor concentración de coliformes termotolerantes. En aguas para uso recreacional puede aceptarse la presencia de coliformes totales de hasta 1000 NMP/100 mL (López, García, Reynoso, Gonzáles & Larroudé, 2016).

En cuanto a la cantidad de *E. coli*, los dos puntos de muestreo en los tres meses de la evaluación, no cumplieron el estándar de calidad ambiental (0 NMP/100 mL) para uso recreacional, posiblemente se deba a la presencia de ganadería en la zona y a las actividades recreacionales de contacto primario desarrolladas en el cuerpo hídrico. De acuerdo con Dias y Griffith, citado por Azevedo (2007) la pecuaria afecta la calidad del agua debido al contacto directo del rebaño con el cuerpo hídrico, durante la desdentación, contaminando microbiológicamente el mismo, especialmente con coliformes fecales como *E. coli*. Asimismo Sperling (2005) mencionan que *E. coli* se encuentra en el contenido intestinal del hombre y de animales de sangre caliente. Asimismo Borges, Araújo, Silva, Saraiva & Santos (2014) indican que la concentración de coliformes fecales se incrementa en estaciones menos lluviosas, debido probablemente a la frecuencia de los bañistas y a la eliminación de heces de animales de sangre caliente en las proximidades de los puntos de recreación donde fueron colectadas las muestras. Igualmente Da Costa (2010) señala que en estaciones secas (verano y otoño) se encuentran mayores concentraciones de *E. Coli* en cuerpos hídricos, tornando el agua inadecuada para tales usos.

Asimismo al comparar la calidad de agua de la quebrada *Simuy* con los estándares de calidad de la CONAMA; los puntos en el estudio pertenecen a la categoría impropia. Esto indica que el agua de esta quebrada no es adecuada para actividades recreacionales.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se derivan del presente estudio son:

- Los parámetros de campo del agua de la quebrada *Simuy* que cumplieron el estándar de calidad ambiental para aguas superficiales con fines recreacionales son: temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. El pH no cumplió el estándar de calidad ambiental en el punto 1 en el mes de octubre, y en el punto 2 en los meses de agosto y setiembre.
- Los parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada *Simuy*, cumplieron el estándar de calidad ambiental para aguas superficiales con fines recreacionales, estos parámetros son: DBO₅, aceites y grasas, Nitratos y metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Pb y Zn). Sin embargo en el punto 1 hubo mayor concentración de aceites y grasas que en el punto 2, cuya fuente de tales contaminantes podría ser el lavado de motocarros y al lavado de ropa; aguas arriba del punto 1. Asimismo la concentración máxima de plomo se encontró en el punto 2 para el mes de setiembre, cuyo valor es 0.00075 ppm. Las condiciones anteriores podrían hacer que estas fuentes hídricas sean impropias para fines recreacionales, debido al riesgo a la salud humana por la exposición directa y prolongada a aceites y grasas y metales pesados.
- Ninguno de los parámetros microbiológicos estudiados (coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*), cumplió el estándar de calidad ambiental para aguas superficiales con fines recreacionales. La presencia de estos contaminantes microbiológicos hacen que el agua sea impropia para uso con fines recreacionales.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe hacer monitoreos permanentes para los parámetros de campo, principalmente para el pH, ya que valores superiores a 9 propician el desarrollo de cianobacterias que además de afectar la coloración del agua, también pueden generar toxinas irritantes de la piel y mucosas.
- Se recomienda implementar una ordenanza municipal para impedir el lavado de ropa y de motocarros en el cuerpo hídrico, y disminuir de esta manera la contaminación por metales pesados y aceites y grasas. Asimismo se debe impedir que el ganado tenga contacto con la fuente hídrica para disminuir la DBO y los nitratos.
- Se debe implementar un programa de monitoreo permanente de los parámetros microbiológicos coliformes termotolerantes y *E. coli*; debido a que estos no cumplieron el estándar de calidad ambiental. Asimismo la municipalidad debe impedir las actividades recreacionales de contacto primario en la quebrada *Simuy* para salvaguardar la salud de las personas que acudan a la quebrada.
- Se debe realizar cuestionarios para conocer la percepción que tienen los bañistas con respecto al estado de salubridad de la quebrada. Igualmente se debe solicitar reportes a Dirección Sub Regional de Alto Amazonas, sobre la ocurrencia de enfermedades relacionadas al uso recreacional en la quebrada *Simuy*.

REFERENCIAS

- Agujaro, L., Sperandio, A. & Isaac, R. (s.f.). Aspectos da balneabilidade e promoção da saúde: Estudo de caso no Reservatório Salto Grande, Americana – SP. *Intellectus*, 7 (15), 62-80. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- American Public Health Association. (2005). Métodos analíticos para aguas y aguas residuales. Recuperado de <https://www.apha.org/membership>
- ANA. (2016). Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. 1-59. Lima, Lima, Perú.
- Andrade, T., E. (2006). Estudo da balneabilidade das praias urbanas do município de Natal-RN durante o ano de 2005. Dissertação. Centro De Tecnologia, Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Sanitária, Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte, Natal, Brasil. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Anzar, A., & Alonso, Á. (s.f). Determinación de los parámetros físico-químicos de la calidad de aguas. 9.
- APHA. (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed. Centennial Edition. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Apolo, J. (2004). Proyecto de Evaluación y reducción de pérdidas en el sistema de abastecimiento de agua. EPS EMFAPATUMBES S.A. 1-193. Lima, Perú.
- Arango, M. C.; Álvarez, L. F.; Arango, G. A.; Torres, O. E.; Monsalve, A. J. (2008). Calidad del agua de las Quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia. *Revista EIA*, 9 (1), 121-141. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149216913009>
- Argenton, E., C. (2004). Limnología, balneabilidade e impactos ambientais: uma análise temporal e espacial na represa do Lobo (Broa), Itirapina/Brotas-SP. Dissertação. Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, Brasil. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Armas, J. (2009). Caracterización física, química y biológica de las aguas de los ríos Huallaga, Shanusi y Parapapura correspondiente a la ciudad de Yurimaguas, Loreto. Tesis de Grado. Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín. Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/1091>

- Arruda, J. (2016). Avaliação da qualidade de água do rio Cuiabá no perímetro urbano da capital matogrossense. Dissertação. Faculdade de Ciências Ambientais, Universidade de Cuiabá. Recuperado de <https://s3.amazonaws.com/pgsskroton-dissertacoes/6385fdb65a91f6dfba502e002c031af6.pdf>
- Aureliano, J., T. (2000). Balneabilidade das praias de Pernambuco o núcleo metropolitano. Dissertação. Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais, Universidade Federal de Pernambuco. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Autoridad Nacional del Agua, A. (2011). Vigilancia de la calidad de agua en el Perú. ANA, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Recuperado de <http://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>
- Azevedo, F. & Pereira, A. (2010). Avaliação da qualidade das águas para recreação de contato primário na bacia do alto rio das Velhas – MG. HYGIEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, 6 (11), 133 – 149. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Azevedo, F., W. (2007). Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do Ribeirão de Carrancas-MG. Dissertação. Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras. Recuperado de http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2715/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20da%20qualidade%20das%20%C3%A1guas%20e%20condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20balneabilidade%20na%20bacia%20do%20Ribeir%C3%A3o%20de%20Carrancas-MG.pdf
- Borges, F., Araújo, M., Silva, J., Saraiva, A. & Santos. L. (2014). Avaliação dos parâmetros da balneabilidade no rio Mearim no Município de Bacabal-MA. V congresso brasileiro de gestão ambiental. Realizado em Belo Horizonte do 24 a 27 de novembro de 2014. Recuperado de <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/I-054.pdf>
- Brito, L. (Enero de 2010). Calidad bacteriológica y parasitológica del agua. 1-76. Cuenca.
- Camargo, F., P., Leite, M., A., Suzuki, E., T., Fran-co, R., A. & Hernandez, F., B. (2009). Avaliações Preliminares Dos Parâmetros Químicos E Microbiológico De Dois Córregos Do Cinturão Verde (Ilha Solteira - SP). In: Congresso de iniciação

- científica da Faculdade de engenharia de ilha Solteira- UNESP, 21. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Carrillo, A., & Villalobos, R. (Junio de 2011). Análisis comparativo de los índices de calidad de agua (ICA) de los ríos Tecolutla y Cazonas en el periodo marzo-diciembre 2010. 1-86.
- Ceballos, B. (2000). Sistemas de lagunas de estabilización: cómo utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadío. Colombia: McGraw Hill Interamericana. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- CETESB. (2007). Relatório de balneabilidade das praias paulistas. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- CONAMA. (2000). Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Da Costa (2010). Qualidade Sanitária de Água e Areia de Praias da Baía de Guanabara. Dissertação. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, Brasil.
- Da Silva, A. (2009). Avaliação das águas superficiais sob uso e ocupação na sub - bacia do rio Candeias/Roamazônia ocidental. Dissertação. Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio ambiente, Fundação Universidade Federal De Rondônia, Brasil. Recuperado de http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetaileObraForm.do?select_action=&co_obra=166300
- DIGESA, D. G. (2006). Vigilancia de la calidad de agua en el Perú.
- Dirección General de Políticas, N. e. (2012). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. Lima, Perú.
- Dirección General de Salud, D. (2007). Protocolo de monitoreo de calidad sanitaria de agua superficial.
- Flores, J. (1997). Evaluación de la calidad de agua del río San Juan en el estado de Nuevo león. 1-150.
- Fuzinato, C. (2009). Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água. Dissertação. Centro Tecnológico, Programa De Pós-Graduação Em Engenharia

- Ambiental, Universidade Federal De Santa Catarina. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- García, E. (2010). Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río Shilcayo ubicada entre la Bocatoma y el asentamiento humano Villa Autónoma. 1-112.
- Gasparotto, F. (2011). Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba - SP. Dissertação. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Brasil. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- GOREL. (2015). Zonificación Ecológica y Económica de la provincia de Alto Amazonas. (G. R. Loreto, Ed.) Yurimaguas, Alto Amazonas, Perú: Gobierno Regional de Loreto.
- Jimenez, J. (2008). Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. 14-134. Lima, Perú.
- Lima, D. (2013). Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da bacia do rio cassiporé, estado do Amapá, Amazônia, Brasil. Dissertação. Programa de pós-graduação em biodiversidade tropical, Universidade Federal do Amapá. Recuperado el 18 de diciembre de 2017. http://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/Daniel_Lima_Disserta%C3%A7%C3%A3o_Final.pdf
- Lima, H. (2016). Qualidade das águas superficiais da porção mineira da bacia do rio Doce e sua relação com aspectos socioambientais. Dissertação. Programa de pós-graduação em saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Lopes, M. (2014). Diagnóstico ambiental dos Rios da Prata e Catumbi e balneabilidade da praia: estudo de caso em Muriqui, Mangaratiba – RJ. Dissertação. Mestrado em Engenharia Ambiental, Faculdade de Engenharia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- López, E., García, B., Reynoso, Y., Gonzáles, P. & Larroudé, V. (2016). Calidad del agua para usos recreativos desde las perspectivas de la seguridad e higiene laboral y la salud pública. Estudio de caso. Recuperado de

http://www.palermo.edu/ingenieria/investigacion-desarrollo/pdf/Trabajo_Completo_Lopez_Sardi_Estela_Monicav3.pdf

- Macedo, C., F. & Sipaúba-Tavares, L., H. (2010). Eutrofiza-ção e Qualidade Da Água Na Piscicultura: Consequências e Recomendações. Boletim Do Instituto De Pesca, 36 (2), 149-163. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Marchand, E. (2002). Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Tesis de grado. Facultad de ciencias biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Marchand_P_E/tesis_completo.pdf
- MINAM. (2012). Glosario de términos de la Gestión Ambiental Peruana.
- Ministerio de Salud. (2009). Estrategia Sanitaria en Agua Potable.
- Ministerio del Ambiente. (2008). Ley de Recursos Hídricos. Perú.
- Morais, R. (2011). Diagnóstico socioambiental do balneário curva São Paulo, Teresina-PI. Dissertação. Mestrado em desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Municipalidad Provincial de Alto Amazonas. (2015). Actualización de inspección de puntos de monitoreo de puntos críticos en la ciudad de Yurimaguas. Recuperado de http://www.dar.org.pe/archivos/docs/ZEE_Alto_Amazonas_CD_241115.pdf
- Navarro, J. (2014). Evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozo en la comunidad de Manacamiri de la región Loreto. Iquitos, Perú.
- Neto, M., Da Silva, W., Rameiro, F., Do Nascimento, E. & Alves, A. (2012). Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do balneário Veneza na Bacia hidrográfica do médio Itapecuru, MA. Arq. Inst. Biol., 79 (3), 397-403 Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Nivelo, S. (Enero de 2015). Monitore de la Calidad de agua en San Cristobal, Galápagos. 1-69. Quito, Ecuador.
- Ocasio, F. (24 de noviembre de 2008). Evaluación de la calidad de agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del río Piedras. Tesis de grado. Escuela graduada de Asuntos Ambientales, Universidad Metropolitana, San Juan, Puerto Rico. Recuperado de

http://www.anagmendez.net/umet/pdf/biblioteca_tesisamb_ocasiosantiagoof2008.pdf

OMS. (1999). "Our planet, our health", report of WHO Commission on Health and Environment. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.

Ramalho, J. (2009). Influência das águas da Bacia hidrográfica Pirangi na balneabilidade das Praias de Pirangi, nos municípios de Nísia Floresta e Parnamirim-Río Grande do norte, Brasil. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.

Rocha, E. (2010). Ingeniería de tratamiento y acondicionamiento de aguas. Chihuahua, México: http://www.uach.mx/extension_y_difusion/2017/10/30/catalogo_2017_editorial.pdf Recuperado de

Rojas, R. (2002). Evaluación de la contaminación ambiental por microorganismos en la ciudad de Mixco. 1-78. Ecuador.

Salud Ambiental, D. (2015). Inspecciones y Monitoreos de la calidad de agua. Yurimaguas.

SENAMHI. (2014). Zonificación Ecológica de la provincia de Alto Amazonas. 1-98.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2017). Información del tiempo y clima. Recuperado de <http://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0054>

Silva, A., Angelis, C., Machado, L. & Waichaman, A. (2008). Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. Acta Amazônica, 38(4), 733 – 742. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.

Sobral, M., S. (2006). Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo. Dissertação. Coordenação de pós-graduação em engenharia agrícola, Universidade Federal De Campina Grande Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.

Souza, J., Moraes, M., Sonoda, S. & Santos, H. (2014). A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. REDE - Revista Eletrônica do Prodem, 8 (1), 26-45. Recuperado el 18 de diciembre de 2017 de www.revistarede.ufc.br

- Tamani, Y. (2014). Evaluación de la calidad de agua del río Negro en la provincia de Padre Abad, Aguaytía. Tingo María, Perú.
- Terleira, E. (2010). Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río Shilcayo ubicada entre la Bocatoma y el Asentamiento Humano Villa Autónoma. Tesis de Maestría, Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín. Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2096>
- Valadão, C. & Araújo, A. (2012). Avaliação da condição de balneabilidade das praias de Natal/RN no período de 2004-2009. HOLOS, 28 (4), 14-32. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Vergara, J. (2001). Estudio de la calidad de las aguas superficiales del río San Pedro. San Pedro.
- Vergara, M. (2002). Índices de calidad de agua y diversidad ictiológica como indicadores ambientales de eco gestión. Tesis de Grado. Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín. Recuperado de <http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/handle/11458/35/browse?type=subject&order=ASC&rpp=20&value=Diversidad+ictiol%C3%B3gica>
- Vieira, B. (2015). Avaliação da qualidade das águas e de sua compatibilidade com os usos em micro bacias hidrográficas rurais com déficit hídrico quantitativo. Dissertação. Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental Universidade Federal Do Espírito Santo, Vitória, Brasil. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.
- Von Sperling, M. (2005). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ra edição, Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. Recuperado el 18 de diciembre de 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Panel Fotográfico



Vista Panorámica del cuerpo hídrico recreacional



Sección transversal de la quebrada *Simuy*



Especies arbustivas en la rivera de la quebrada



Presencia de material flotante en el cuerpo hídrico y erosión del cauce



Presencia de botellas de plástico en la riera de la quebrada



Medición del caudal



Recolección de muestras



Toma de muestras



Actividades recreacionales de contacto primario



Contaminación por actividades antropogénicas



Contaminación del agua por lavado de motokar



Muestra de agua para el análisis de Aceites y grasas



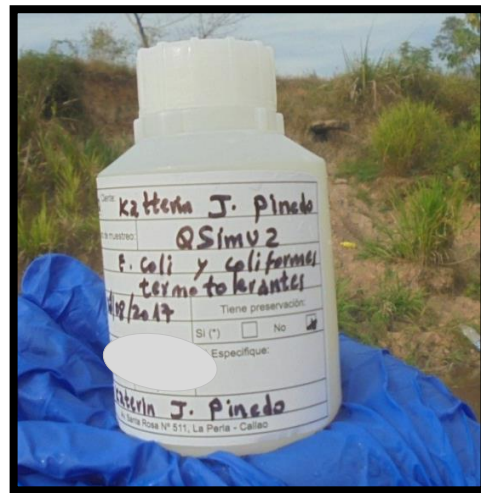
Muestra de agua para el análisis de DBO₅



Muestra de agua para el análisis de Nitratos



Muestra de agua para el análisis de Barrido de Metales



Muestra de agua para el análisis de Coliformes Termotolerantes y E. Coli

Anexo 2. Mapa de Área de estudio

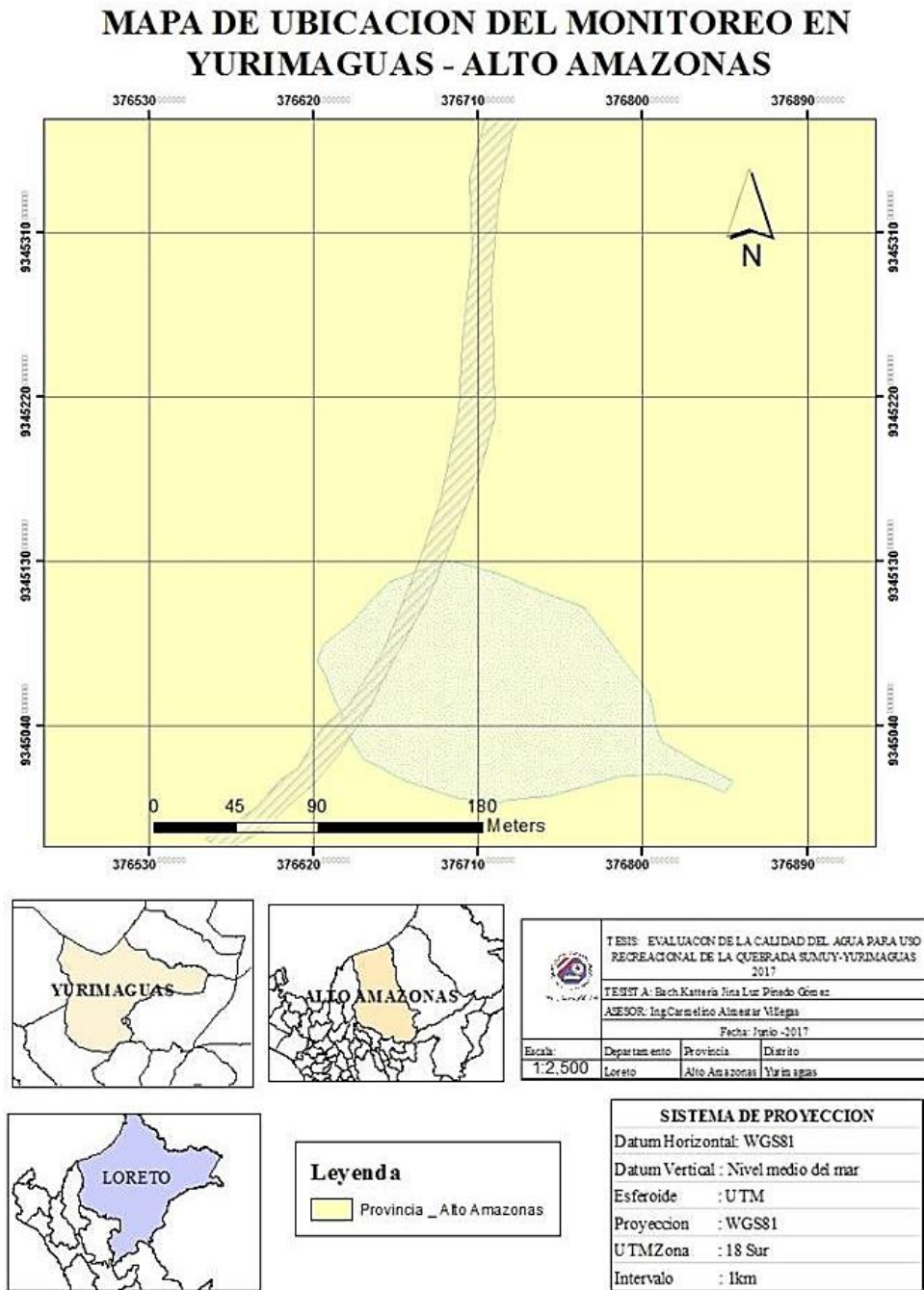


Figura 1. Mapa geográfico de la microcuenca Simuy

Fuente: Elaboración propia, basado en el Google Earth, 2017.

Anexo 3. Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo

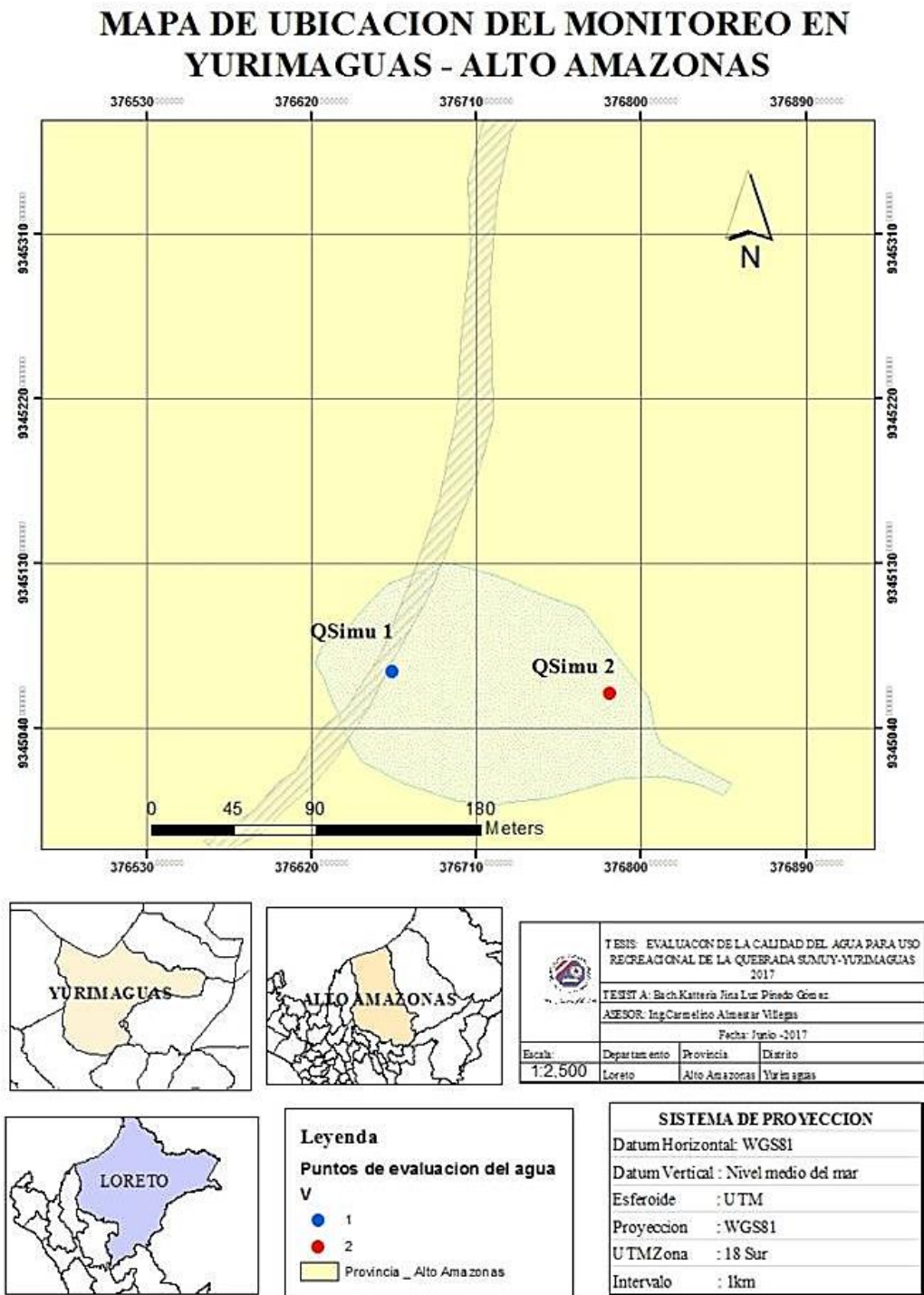


Figura 2. Mapa geográfico de la microcuenca Simuy

Fuente: Elaboración propia, basado en el Google Earth, 2017.

Anexo 4. Certificado de calibración de equipo Multiparámetro



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 018



Registro N° LC - 018

LAB. FÍSICO QUÍMICO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LFQ - 224 - 2017

Pág. 1 de

EXPEDIENTE E17061165

SOLICITANTE AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN Cal. 17 N° 355 Urb. El Palomar, San Isidro - Lima

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN MEDIDOR MULTIPARÁMETRO

INFORMACIÓN DE INDICADOR
MARCA PONSEL
MODELO ODEON
NUMERO DE SERIE SN-ODEOA-1274
INTERVALO DE INDICACIONES 0 pH a 14 pH (*)
RESOLUCIÓN 0,001 pH (*)

INFORMACIÓN DE ELECTRODO
MARCA PONSEL
MODELO DIGISENS
NUMERO DE SERIE SN-PPHRA-1957

PROCEDENCIA Francia
UBICACIÓN No indica

FECHA DE CALIBRACIÓN 2017-06-08
TEMP. DE REFERENCIA 25 °C

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura de aproximadamente $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre de la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95% de confianza. Los resultados reportados son válidos sólo para el objeto calibrado y corresponden a las condiciones y momento en que se realizó la calibración y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de productos. Al solicitante y/o usuario le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición. Nuestros certificados de calibración sin firmas y sello del carecen de toda validez alguna.

Observaciones:

(*) Indicado según manual del fabricante

| SELLO | FECHA DE EMISIÓN | GERENTE DE CALIDAD | GERENTE DE OPERACIONES |
|-------|------------------|----------------------------|------------------------|
| | 2017-06-09 | Alexander Alza Zamudio | Wilmer Mena Chávez |

Jr. Antonio Cabo N° 596, Urb. el Trébol - Los Olivos / Teléfono: 6224283, servicios@gesmin.pe, ventas@gesmin.pe/www.gesmin.pe
El certificado se publica o reproduce en forma completa y sin modificaciones

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LFQ - 224 - 2017

Pág. 2 c

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Físico Química (Jr. Antonio Cabo N° 596, Los Olivos - Lima).

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa con Material de Referencia Certificado (MRC), según PC-020 "Procedimiento para la calibración de medidores de pH"; Primera edición, Junio del 2010; SNM - INDECOPI.

PATRONES DE REFERENCIA

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de Análisis |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Material de referencia: NIST- EEUU | MRC de pH 4,006 con valor de incertidumbre 0,011 unidades de pH (25 °C) | CONTROL COMPANY , Certificado N° 4287-7694220 |
| Material de referencia: NIST- EEUU | MRC de pH 7,001 con valor de incertidumbre 0,011 unidades de pH (25 °C) | CONTROL COMPANY , Certificado N° 4288-7646260 |

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de Calibración |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| patrones de referencia del INACAL-DM | Termómetro digital con un valor de incertidumbre igual a 0,020 °C (en 25 °C) | INACAL-DM , Certificado N° LT-238-2017 |

CONDICIONES AMBIENTALES REGISTRADAS

| | INICIAL | FINAL |
|------------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 22,6 | 23,7 |
| Humedad Relativa (%HR) | 66 | 65 |

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

| Indicación del pHmetro (pH) | Valor de referencia (pH) | Error de indicación (pH) | Incertidumbre (pH) |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| 3,897 | 4,006 | -0,109 | 0,02 |
| 6,987 | 7,001 | -0,014 | 0,02 |

Notas

- La medición fue realizada en un medio isoterma a una temperatura de 25 °C

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Anexo 5. Solicitud de préstamo de Multiparámetro

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Yurimaguas, 21 de agosto de 2017

CARTA N° 001

Señor:

Ing. Bienvenido Atoche Valladolid
Administrador del ALA- Alto Amazonas

Psje. Lagunas N° 112-B-Yurimaguas



Presente.-

Asunto : Solicito Multiparámetro para realizar mediciones físico-químicas

Es grato dirigirme a su persona, para saludarlo cordialmente; así mismo solicitar en calidad de préstamo el multiparámetro de la institución al cual usted representa, para realizar mediciones de cuatro parámetros (Potencial de Hidrógeno, Temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad Eléctrica); las cuales servirán como datos puntuales para el ejecución de tesis de pregrado en el espacio de la quebrada *Simuy*- Yurimaguas del presente mes ,que por situaciones no planificadas, no fue posible contar con el equipo solicitado para dicha medición según lo programado, ante esta dificultad recorro a su institución .

En espera de su atención, me despido expresándolo mi consideración y estima; muchas bendiciones para su persona e institución.

Atentamente,

Bach. Kátterin Jina Luz Pinedo Gómez

DNI N° 70667095



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Nº REG. 778-2017-ALA-AA

Yurimaguas, 22 de Agosto de 2017

CARTA Nº 015 - 2017 – ANA/ALA ALTO AMAZONAS

Señora:

BACH. KATTERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ

Presente.-

Asunto: Préstamo de equipo (Multiparametro)

Referencia: Carta Nº 001

De mi mayor consideración:

Mediante el presente, me dirijo a usted para saludarle cordialmente, asimismo manifestarle que de acuerdo a las normas internas establecidas por la Autoridad Nacional del Agua, está prohibido el préstamo de equipos del estado a terceras personas, en esta oportunidad, se omitirá lo establecido, ya que la acción se realizará de manera conjunta y con personal de la Institución presente, la cual procede.

Sin otro particular, me despido de usted, reiterándole mi cordial saludo y estima personal.

Atentamente,



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA ALTO AMAZONAS

Ing. Bienvenido Atoche Valladolid
ADMINISTRADOR LOCAL DE AGUA
CIP 81137

AV/mco
28 Archivo

Lagunas Nº 112-B, Yurimaguas
065-352986 RPM 975149815
ala-altoamazonas@ana.gob.pe
ala.gob.pe

Trabajando para
todos los peruanos

Anexo 6. Solicitud de información de la estación meteorológica de San Ramón –Yurimaguas

SENAMHI
 DIRECCIÓN ZONAL Y
 ESTADÍSTICA
 06 DIC. 2017

PROCEDIMIENTOS PARA OTORGAR INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA EN EL SENAMHI A ESTUDIANTES, TESISTAS, MAESTRISTAS, DOCTORADO E INVESTIGADORES

ANEXO 02: FORMATO DE SOLICITUD ESTUDIANTES / TESISTAS - DIRECCIÓN ZONAL

Señor(a)
 DIRECTOR (A) ZONAL DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
 DEL PERU - SENAMHI
 Presente.-

Katherin Jina Cruz Pinedo Gómez
 (Nombre y Apellidos)

Tneta Zocador 803 - Yurimaguas
 (Dirección)

con N° DNI: 70667095 Telf: 968780282 E-mail: j.pinado.04.95@gmail.com

Universidad/ Instituto: Universidad Peruana Unión

Carrera/ Profesión: Ingeniería Ambiental

Ante usted me presento y expongo;

Que, (detallar el estudio o proyecto que están realizando y el motivo de solicitud de los datos)

Se viene realizando una investigación titulada: "Evaluación de la calidad de agua para uso recreacional en la quebrada SIMDY - Yurimaguas, 2017". La cual solicito información sobre la precipitación de la zona, para complementar la investigación

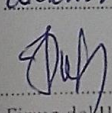
Solicito la siguiente información:

| ESTACION/ZONA | PARÁMETROS | PERÍODOS |
|---------------|-------------------------|------------------------------------------------------|
| San Ramón | Precipitación Día - Mes | Agosto - 2017 Septiembre - 2017 Octubre - 2017 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

La información solicitada deberá ser remitida al correo electrónico: j.pinado.04.95@gmail.com

Por lo expuesto, agradeceré a usted atender lo solicitado.

Tarapoto, 06 de diciembre del 2017


 Firma de Usuario

7

DIRECTIVA N° 003-2016-SENAMHI-SG-OPP-UM
 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

ANEXO 03. FORMATO DE DECLARACIÓN JURADA



DECLARACION JURADA

Yo, Katherin Jinas Luz Pinedo Gómez identificado (a) con DNI
N° 70667095 con domicilio en Inte. Tacada 803 en el Distrito de
Yumaguas Provincia de Alto Amazonas Departamento
Loreto

DECLARO BAJO JURAMENTO, QUE

La información hidrometeorológica proporcionada por SENAMHI, será de uso exclusivo de
mi trabajo/proyecto/tesis titulado (a) "Evaluación de la Calidad de
agua para uso recreacional en la Quebrada SIMUY, Yumaguas, 2017
Universidad Peruana Unión" de la Universidad/Instituto

Tarapoto, 06 de diciembre del 2017

Firma del Usuario



PERU

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de
Meteorología e Hidrología
del Perú - SENAMHI

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA
PARA: KATTERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ
ESTACION CP SAN RAMON

Latitud : 05° 56'
Longitud : 76° 05'
Altura : 184 m.s.n.m.

Departamento : LORETO
Provincia : ALTO AMAZO
Distrito : YURIMAGUAS

PRECIPITACIÓN DIARIA MENSUAL EN mm

| DIA | ago-17 | sep-17 | oct-17 |
|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | 0,0 | 0,3 | 0,0 |
| 4 | 5,8 | 0,0 | 1,0 |
| 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 7 | 0,0 | 0,0 | 41,7 |
| 8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 9 | 0,0 | 29,1 | 0,0 |
| 10 | 0,0 | 0,0 | 14,7 |
| 11 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 12 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 13 | 0,0 | 0,0 | 26,6 |
| 14 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 15 | 0,0 | 11,1 | 7,2 |
| 16 | 0,0 | 22,3 | 0,0 |
| 17 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 18 | 0,6 | 0,0 | 0,0 |
| 19 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20 | 0,6 | 0,0 | 0,0 |
| 21 | 18,2 | 0,0 | 23,5 |
| 22 | 0,0 | 2,8 | 11,5 |
| 23 | 0,0 | 3,5 | 2,5 |
| 24 | 0,0 | 6,0 | 1,6 |
| 25 | 0,0 | 0,0 | 9,2 |
| 26 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 27 | 1,2 | 0,0 | 1,0 |
| 28 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 29 | 0,0 | 27,4 | 0,0 |
| 30 | 3,6 | 9,9 | 0,0 |
| 31 | 0,0 | | 2,2 |
| TOTAL | 30,0 | 112,4 | 142,7 |

Anexo 7. Informes de Ensayo



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Nº de Referencia: A-17/050235 | Tipo Muestra: Río |
| Descripción: QSIMU 1 | Fecha Fin: 29/08/2017 |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|-----------------------------------|-----------|--------|------------|-----|
| Parámetros Físico-Químicos | | | | |
| ² Aceites y Grasas | < 0,25 | - | mg/L | |
| ³ DBO5 | < 1,1 | ± 7 % | mg/L | |
| Aniones - | | | | |
| ² Nitratos | < 0,11 | - | mg/L N-NO3 | |
| Metales Totales | | | | |
| ² Aluminio Total | 0,103 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Arsénico Total | 0,00036 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Bario Total | 0,0249 | ± 14 % | mg/L | |
| ² Boro Total | < 0,002 | ± 19 % | mg/L | |
| ² Cadmio Total | < 0,00001 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Cobre Total | 0,0014 | ± 11 % | mg/L | |
| ² Cromo Total | < 0,001 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Fósforo Total | 0,017 | ± 17 % | mg/L | |
| ² Manganeso Total | 0,07414 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Mercurio Total | < 0,00007 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Níquel Total | < 0,0009 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Plomo Total | 0,00037 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Zinc Total | 0,007 | ± 17 % | mg/L | |

Mes de agosto



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



INFORME DE ENSAYO

| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|------------|------------|--------------------------------|
| Nº de Referencia: | A-17/050235 | Registrada en: | AGQ Perú | Ciente: | KATTERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: | 126143A-3 | Centro Análisis: | AGQ Perú | Domicilio: | Jr. Los Mártires 340SAN MARTÍN |
| Tipo Muestra: | Río | Fecha Recepción: | 22/08/2017 | Contrato: | PEL7-4050 |
| Fecha Inicio: | 23/08/2017 | Fecha Fin: | 29/08/2017 | Ciente 3º: | — |
| Descripción: | QSIMU 1 | | | | |

| | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|--------|------------------|-----------------|
| Fecha/Hora Muestreo: | 21/08/2017 08:30 | Muestreado por: | Ciente | | |
| Lugar de Muestreo: | QUEBRADA SIMUY - YURIMAGUAS | | | Coordenadas x,y: | 0375664 9345071 |
| Punto de Muestreo: | QSIMU 1 | | | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico



INFORME DE ENSAYO



Nº de Referencia: A-17/000327
Descripción: QSIMU1

Tipo Muestra: Río
Fecha Fin: 28/08/2017

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|----------------------------|-------------------|--------|------------|-----|
| <i>Microbiología</i> | | | | |
| Coliformes Fecales por NMP | $3,4 \times 10^2$ | - | NMP/100 mL | |
| Escherichia coli por NMP | $1,7 \times 10^2$ | - | NMP/100 mL | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|------------|-------------|--------------------------------|
| Nº de Referencia: | A-17/050327 | Registrada en: | AGQ Perú | Cliente: | KATERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: | A-0213-PE | Centro Análisis: | AGQ Perú | Domicilio: | Jr. Los Mártires 3405AN MARTÍN |
| Tipo Muestra: | Río | Fecha Recepción: | 23/06/2017 | Contrato: | PE17-4050 |
| Fecha Inicio: | 23/06/2017 | Fecha Fin: | 23/06/2017 | Cliente SR: | — |
| Descripción: | QSIMU1 | | | | |

| | | | |
|--------------------|----------------------------|-----------------|---------|
| Fecha/Hora | 23/06/2017 16:45 | Muestreado por: | Cliente |
| Muestreo: | | | |
| Lugar de Muestreo: | QUEBRADA SIMUY - YURMAGUAS | | |
| Punto de Muestreo: | QSIMU1 | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.


CBP 41305
Claudia Andrea Figueroa
Domínguez
Rep. Lab. Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



INFORME DE ENSAYO

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Nº de Referencia: A-17/050236 | Tipo Muestra: Río |
| Descripción: QSIMU 2 | Fecha Fin: 29/08/2017 |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|-----------------------------------|-----------|--------|------------|-----|
| Parámetros Físico-Químicos | | | | |
| ² Aceites y Grasas | < 0,25 | - | mg/L | |
| ³ DBO5 | < 1,1 | ± 7 % | mg/L | |
| Aniones - | | | | |
| ² Nitratos | < 0,11 | - | mg/L N-NO3 | |
| Metales Totales | | | | |
| ² Aluminio Total | 0,087 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Arsénico Total | 0,00035 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Bario Total | 0,0251 | ± 14 % | mg/L | |
| ² Boro Total | < 0,002 | ± 19 % | mg/L | |
| ² Cadmio Total | < 0,00001 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Cobre Total | < 0,0003 | ± 11 % | mg/L | |
| ² Cromo Total | < 0,001 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Fósforo Total | < 0,008 | ± 17 % | mg/L | |
| ² Manganeso Total | 0,07373 | ± 15 % | mg/L | |
| ² Mercurio Total | < 0,00007 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Níquel Total | < 0,0009 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Plomo Total | 0,00034 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Zinc Total | < 0,002 | ± 17 % | mg/L | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

| | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| N° de Referencia: A-17/050236 | Registrada en: AGQ Perú | Cliente: KATTERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: 126143A-3 | Centro Análisis: AGQ Perú | Domicilio: Jr. Los Mártires 340SAN MARTÍN |
| Tipo Muestra: Río | Fecha Recepción: 22/08/2017 | Contrato: PE17-4050 |
| Fecha Inicio: 23/08/2017 | Fecha Fin: 29/08/2017 | Cliente 3º: — |
| Descripción: QSIMU 2 | | |

| | | |
|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Fecha/Hora: 21/08/2017 08:45 | Muestreado por: Cliente | |
| Muestreo: | | |
| Lugar de Muestreo: QUEBRADA SIMUY - YURIMAGUAS | | Coordenadas x,y: 0376783 9345059 |
| Punto de Muestreo: QSIMU 2 | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Ifigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

FECHA EMISIÓN: 29/08/2017



INFORME DE ENSAYO



| | | | |
|-------------------|-------------|---------------|------------|
| Nº de Referencia: | A-17/050328 | Tipo Muestra: | Río |
| Descripción: | QSIMUZ | Fecha Fin: | 28/08/2017 |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|----------------------------|-----------------------|--------|------------|-----|
| Microbiología | | | | |
| Coliformes Fecales por NMP | 5,4 x 10 ² | - | NMP/100 mL | |
| Escherichia coli por NMP | 5,4 x 10 ² | - | NMP/100 mL | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|------------|-------------|--------------------------------|
| Nº de Referencia: | A-17/050326 | Registrada en: | AGQ Perú | Cliente: | KATHERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: | A-0213-PE | Centro Análisis: | AGQ Perú | Domicilio: | Jr. Los Mártires 3455AN MARTÍN |
| Tipo Muestra: | Río | Fecha Recepción: | 23/06/2017 | Contrato: | FE17-4050 |
| Fecha Inicio: | 23/06/2017 | Fecha Fin: | 20/06/2017 | Cliente SR: | — |
| Descripción: | QSIMU2 | | | | |

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|-----------------|---------|
| Fecha/hora | 23/06/2017 16:50 | Muestreado por: | Cliente |
| Muestra: | | | |
| Lugar de Muestreo: | QUEBRADA SIMUY - YURMAGUAS | | |
| Punto de Muestreo: | QSIMU2 | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

CBP 41305

Claudia Andrea Figueroa
Dominguez
Resp. Lab. Microbiológico

Mes de setiembre



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



INFORME DE ENSAYO

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| N° de Referencia: A-17/056544 | Tipo Muestra: Río |
| Descripción: QSIMU 1 | Fecha Fin: 28/09/2017 |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|-----------------------------------|-----------|--------|------------|-----|
| Parámetros Físico-Químicos | | | | |
| ² Aceites y Grasas | 0,51 | - | mg/L | |
| ³ DBO5 | < 1,1 | ± 7 % | mg/L | |
| Aniones - | | | | |
| ² Nitratos | < 0,11 | - | mg/L N-NO3 | |
| Metales Totales | | | | |
| ² Aluminio Total | 0,338 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Arsénico Total | 0,00044 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Bario Total | 0,0277 | ± 14 % | mg/L | |
| ² Boro Total | 0,003 | ± 19 % | mg/L | |
| ² Cadmio Total | < 0,00001 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Cobre Total | 0,0011 | ± 11 % | mg/L | |
| ² Cromo Total | < 0,001 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Fósforo Total | 0,041 | ± 17 % | mg/L | |
| ² Manganeseo Total | 0,05150 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Mercurio Total | < 0,00007 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Níquel Total | < 0,0009 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Plomo Total | 0,00064 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Zinc Total | 0,003 | ± 17 % | mg/L | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



INFORME DE ENSAYO

| | | |
|------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------|
| № de Referencia: A-17/056544 | Registrado en: AGQ Perú | Cliente: KATTERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: 126143A-3 | Centro Análisis: AGQ Perú | Domicilio: Jr. Los Mártires 3405AN MARTÍN |
| Tipo Muestra: Río | Fecha Recepción: 20/09/2017 | Contrato: PE17-4050 |
| Fecha Inicio: 20/09/2017 | Fecha Fin: 28/09/2017 | Cliente 3º: — |
| Descripción: QSIMU 1 | | |
| Fecha/Hora: 19/09/2017 16:43 | Muestreado por: Ciente | |
| Muestreo: | | |
| Lugar de Muestreo: QUEBRADA SIMUY | | Coordenadas x,y: 376783 9345059 |
| Punto de Muestreo: QSIMU 1 | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Rigo COP 826
Resp. Lab. Inorgánico

| | | | |
|-------------------|-------------|---------------|------------|
| Nº de Referencia: | A-17/056545 | Tipo Muestra: | Rio |
| Descripción: | QSIMU 1 | Fecha Fin: | 27/09/2017 |

RESULTADOS ANALÍTICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|----------------------------|-----------------------|--------|------------|-----|
| Microbiología | | | | |
| Coliformes Fecales por NMP | 9,2 x 10 ⁴ | - | NMP/100 mL | |
| Escherichia coli por NMP | 2,4 x 10 ² | - | NMP/100 mL | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



| | | | | | |
|-------------------|-------------|-------------------|------------|-------------|--------------------------------|
| Nº de Referencia: | A-17/056045 | Registrada en: | AGQ Perú | Cliente: | KATERIN JINA LUE PINEDO GOMEZ |
| Análisis: | A-0218-PE | Centro Analítico: | AGQ Perú | Domicilio: | Jr. Los Mártires 3405AN MARTÍN |
| Tipo Muestra: | Río | Fecha Recepción: | 20/06/2017 | Contrato: | PE17-0050 |
| Fecha Inicio: | 20/06/2017 | Fecha Fin: | 27/06/2017 | Cliente 2º: | — |
| Descripción: | QSIMU 1 | | | | |

| | | | |
|----------------------|------------------|--------------------|----------------|
| Fecha/Hora Muestreo: | 19/06/2017 16:05 | Muestreado por: | Cliente |
| Lugar de Muestreo: | QUEBRADA SIMUY | Coordenadas x,y,z: | 376783 9345059 |
| Punto de Muestreo: | QSIMU 1 | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

 P.A.
CBP 66308

Claudia Andrea Figueroa
Dominguez
Resp. Lab. Microbiológico



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-17/056546

Tipo Muestra: Río

Descripción: QSIMU 2

Fecha Fin: 28/09/2017

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|-----------------------------------|-----------|--------|------------|-----|
| Parámetros Físico-Químicos | | | | |
| ² Aceites y Grasas | 0,32 | - | mg/L | |
| ³ DBO5 | < 1,1 | ± 7 % | mg/L | |
| Aniones - | | | | |
| ² Nitratos | < 0,11 | - | mg/L N-NO3 | |
| Metales Totales | | | | |
| ² Aluminio Total | 0,420 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Arsénico Total | 0,00045 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Bario Total | 0,0283 | ± 14 % | mg/L | |
| ² Boro Total | 0,002 | ± 19 % | mg/L | |
| ² Cadmio Total | < 0,00001 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Cobre Total | 0,0009 | ± 11 % | mg/L | |
| ² Cromo Total | < 0,001 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Fósforo Total | 0,058 | ± 17 % | mg/L | |
| ² Manganeseo Total | 0,05766 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Mercurio Total | < 0,00007 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Níquel Total | < 0,0009 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Plomo Total | 0,00075 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Zinc Total | 0,002 | ± 17 % | mg/L | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



INFORME DE ENSAYO

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| № de Referencia: A-17/056546 | Registrado en: AGQ Perú | Cliente: KATERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: 126143A-3 | Centro Análisis: AGQ Perú | Domicilio: Jr. Los Mártires 340SAN MARTÍN |
| Tipo Muestra: Río | Fecha Recepción: 20/09/2017 | Contrato: PEL7-4050 |
| Fecha Inicio: 21/09/2017 | Fecha Fin: 28/09/2017 | Cliente 3º: — |
| Descripción: QSIMU 2 | | |
| Fecha/Hora: 15/09/2017 17:00 | Muestreado por: Cliente | |
| Muestreo: | | |
| Lugar de Muestreo: QUEBRADA SIMUY | | Coordenadas x,y: 376783 9345059 |
| Punto de Muestreo: QSIMU 2 | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

| | | | |
|-------------------|-------------|---------------|------------|
| Nº de Referencia: | A-17/056547 | Tipo Muestra: | Río |
| Descripción: | QSIMU 2 | Fecha Fin: | 27/09/2017 |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|----------------------------|-----------------------|--------|------------|-----|
| Microbiología | | | | |
| Coliformes Fecales por NMP | >1,6 10 ⁵ | - | NMP/100 mL | |
| Escherichia coli por NMP | 1,6 x 10 ⁸ | - | NMP/100 mL | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



| | | | | | |
|--------------------|--------------------|------------------|------------|------------------|--------------------------------|
| Nº de Referencia: | A-17/056547 | Registrada en: | AGQ Perú | Cliente: | KATERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: | A-0218-PE | Centro Análisis: | AGQ Perú | Domicilio: | Jr. Los Mártires 3405AN MARTÍN |
| Tipo Muestra: | Río | Fecha Recepción: | 20/09/2017 | Contrato: | PE17-4050 |
| Fecha Inicio: | 20/09/2017 | Fecha Fin: | 27/09/2017 | Cliente 2º: | — |
| Descripción: | QSIMU 2 | | | | |
| Fecha/hora | 19/09/2017 17:00 | Muestreado por: | Cliente | | |
| Muestra: | | | | | |
| Lugar de Muestreo: | QUEBRADA SIMUY | | | Coordenadas x,y: | 376783 9345059 |
| Punto de Muestreo: | QSIMU 2 | | | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.


P.A.
CBP 11305
Claudia Andrea Figueroa
Dominguez
Rep. Lab. Microbiológico

Mes de octubre

INFORME DE ENSAYO

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Nº de Referencia: A-17/064629 | Tipo Muestra: Río |
| Descripción: QSIMU 1 | Fecha Fin: 26/10/2017 |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|---------------------------------------|-----------|--------|------------|-----|
| Parámetros Físico-Químicos | | | | |
| ² Aceites y Grasas | 1,31 | - | mg/L | |
| ³ DBO5 | < 1,1 | ± 7 % | mg/L | |
| Formas Nitrogenadas/Fosforadas | | | | |
| ² Fósforo Total | 0,134 | ± 17 % | mg/L | |
| Aniones - | | | | |
| ² Nitratos | < 0,11 | - | mg/L N-NO3 | |
| Metales Totales | | | | |
| ² Aluminio Total | 0,457 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Arsénico Total | < 0,00004 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Bario Total | 0,0301 | ± 14 % | mg/L | |
| ² Boro Total | 0,005 | ± 19 % | mg/L | |
| ² Cadmio Total | < 0,00001 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Cobre Total | < 0,0003 | ± 11 % | mg/L | |
| ² Cromo Total | < 0,001 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Manganeseo Total | 0,06842 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Mercurio Total | < 0,00007 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Níquel Total | < 0,0009 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Plomo Total | < 0,00006 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Zinc Total | 0,002 | ± 17 % | mg/L | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



| | | | | | |
|--------------------|------------------|------------------|------------|------------------|----------------------------------|
| Nº de Referencia: | A-17/06409 | Registrada en: | AGQ Perú | Cliente: | KATTERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: | 120140A-3 | Centro Análisis: | AGQ Perú | Domicilio: | Jr. Los Mártires 3405 SAN MARTÍN |
| Tipo Muestra: | Río | Fecha Recepción: | 20/10/2017 | Contrato: | PE17-4050 |
| Fecha Inicio: | 20/10/2017 | Fecha Fin: | 26/10/2017 | Cliente JR: | --- |
| Descripción: | QSIMU 1 | | | | |
| Fecha/Hora | 19/10/2017 17:00 | Muestreado por: | Cliente | | |
| Muestra: | | | | | |
| Lugar de Muestreo: | QUEBRADA SIMOY | | | Coordenadas x,y: | 0376654 9345071 |
| Punto de Muestreo: | QSIMU 1 | | | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yael Higo CDP 026
Resp. Lab. Inorgánico



INFORME DE ENSAYO



| | | | |
|-------------------|-------------|---------------|------------|
| Nº de Referencia: | A-17/064628 | Tipo Muestra: | Río |
| Descripción: | OSIMU 1 | Fecha Fin: | 25/10/2017 |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|----------------------------|-------------------|--------|------------|-----|
| Microbiología | | | | |
| Coliformes Fecales por NMP | $2,2 \times 10^4$ | - | NMP/100 mL | |
| Escherichia coli por NMP | $1,7 \times 10^2$ | - | NMP/100 mL | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

| | | | | | |
|--------------------|------------------|------------------|------------|------------------|----------------------------------|
| Nº de Referencia: | A-17/064628 | Registrada en: | AGQ Perú | Cliente: | KATTERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: | A-0218-PE | Centro Análisis: | AGQ Perú | Domicilio: | Jr. Los Mártires 3425 SAN MARTÍN |
| Tipo Muestra: | Río | Fecha Recepción: | 20/10/2017 | Contrato: | PE17-0050 |
| Fecha Inicio: | 20/10/2017 | Fecha Fin: | 25/10/2017 | Cliente 3º: | — |
| Descripción: | QSIMU 1 | | | | |
| Fecha/hora | 19/10/2017 17:00 | Muestreado por: | Cliente | | |
| Muestreo: | | | | | |
| Lugar de Muestreo: | QUEBRADA SIMOY | | | Coordenadas x,y: | 0376664 9345071 |
| Punto de Muestreo: | QSIMU 1 | | | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

CBP 11308

Claudia Andrea Figueroa
Dominguez
Rep. Lab. Microbiológico

INFORME DE ENSAYO

| | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Nº de Referencia: A-17/064635 | Tipo Muestra: Rio |
| Descripción: QSIMU 2 | Fecha Fin: 26/10/2017 |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|---------------------------------------|-----------|--------|------------|-----|
| Parámetros Físico-Químicos | | | | |
| ² Aceites y Grasas | 1,28 | - | mg/L | |
| ³ DBO5 | < 1,1 | ± 7 % | mg/L | |
| Formas Nitrogenadas/Fosforadas | | | | |
| ² Fósforo Total | 0,117 | ± 17 % | mg/L | |
| Aniones - | | | | |
| ² Nitratos | < 0,11 | - | mg/L N-NO3 | |
| Metales Totales | | | | |
| ² Aluminio Total | 0,410 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Arsénico Total | < 0,00004 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Bario Total | 0,0300 | ± 14 % | mg/L | |
| ² Boro Total | 0,005 | ± 19 % | mg/L | |
| ² Cadmio Total | < 0,00001 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Cobre Total | < 0,0003 | ± 11 % | mg/L | |
| ² Cromo Total | < 0,001 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Manganeseo Total | 0,06874 | ± 13 % | mg/L | |
| ² Mercurio Total | < 0,00007 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Níquel Total | < 0,0009 | ± 12 % | mg/L | |
| ² Plomo Total | < 0,00006 | ± 18 % | mg/L | |
| ² Zinc Total | 0,005 | ± 17 % | mg/L | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



| | | | | | |
|--------------------|--------------------|------------------|------------|------------------|--------------------------------|
| Nº de Referencia: | A-17/064635 | Registrada en: | AGQ Perú | Cliente: | KATTERIN JINA LUZ FINEDO GOMEZ |
| Análisis: | 126143A-3 | Centro Análisis: | AGQ Perú | Domicilio: | Jr. Los Mártires 3405AN MARTÍN |
| Tipo Muestra: | Río | Fecha Recepción: | 20/10/2017 | Contrato: | PE17-4050 |
| Fecha Inicio: | 20/10/2017 | Fecha Fin: | 26/10/2017 | Cliente 2º: | --- |
| Descripción: | CSIMU 2 | | | | |
| Fecha/Hora | 19/10/2017 17:05 | Muestreado por: | Cliente | | |
| Muestreo: | | | | | |
| Lugar de Muestreo: | QUEBRADA SIMDY | | | Coordenadas x,y: | 0376783 9345059 |
| Punto de Muestreo: | CSIMU 2 | | | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Higo COP 826
Resp. Lab. Inorgánico

| | | | |
|-------------------|-------------|---------------|------------|
| Nº de Referencia: | A-17/D64632 | Tipo Muestra: | Rio |
| Descripción: | QSIMU 2 | Fecha Fin: | 25/10/2017 |

RESULTADOS ANALITICOS

| Parámetro | Resultado | Incert | Unidades | CMA |
|----------------------------|-----------------------|--------|------------|-----|
| Microbiología | | | | |
| Coliformes Fecales por NMP | 5,4 x 10 ³ | - | NMP/100 mL | |
| Escherichia coli por NMP | 1,4 x 10 ² | - | NMP/100 mL | |



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



| | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|------------|-------------|----------------------------------|
| Nº de Referencia: | A-17/064632 | Registrada en: | AGQ Perú | Cliente: | KATTERIN JINA LUZ PINEDO GOMEZ |
| Análisis: | A-0213-PE | Centro Analista: | AGQ Perú | Domicilio: | Jr. Los Mártires 3405 SAN MARTÍN |
| Tipo Muestra: | Río | Fecha Recepción: | 20/10/2017 | Contrato: | PE17-4050 |
| Fecha Inicio: | 20/10/2017 | Fecha Fin: | 25/10/2017 | Cliente ID: | — |
| Descripción: | OSIMU 2 | | | | |

| | | | | | |
|--------------------|------------------|-----------------|---------|------------------|-----------------|
| Fecha/hora | 19/10/2017 17:05 | Muestreado por: | Cliente | | |
| Muestreo: | | | | | |
| Lugar de Muestreo: | QUEBRADA SIMOY | | | Coordenadas x,y: | 0376783 9345059 |
| Punto de Muestreo: | OSIMU 2 | | | | |

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este Informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponernos en contacto con nosotros.

CBP 11308

Claudia Andrea Figueroa
Dominguez
Rep. Lab. Microbiológico

