

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA

CARERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TEMA:

**“ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA
CUENCA MEDIA DEL RÍO PUYO RAMAL SALOME”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: SORIA CASTRO RUTH IVETH

TUTOR: ING. RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS MSc.

PUYO – ECUADOR

2015

PRESENTACIÓN DEL TEMA

“ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO PUYO RAMAL SALOME”

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

MSc. ANGÉLICA TASAMBAY

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MSc. ALBERTO VÉLEZ

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MSc. RAÚL VALVERDE

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y protegerme durante toda mi carrera y darme fuerzas para superar los obstáculos presentados a lo largo de toda mi carrera y vida.

A mi madre, que con su amor ha demostrado ser ejemplo para la familia y me ha enseñado a ser perseverante a través de sus consejos.

A mi padre, por haber tenido fe en mí y me ha brindado siempre una voz de aliento para continuar mi lucha.

A Leandro Maldonado, por ser mi apoyo incondicional y brindarme su paciencia para llegar a cumplir mi objetivo.

A mi familia, por ser el eje fundamental de mi diario vivir.

A mis Compañeros, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir mis penas y alegrías.

Al Ing. Ricardo Abril, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento para su realización.

Al Ing. Edison Samaniego, docente que ha sido apoyo fundamental para lograr alcanzar mi objetivo tan anhelado.

A los docentes que han estado presentes en esta etapa de mi vida que han sido el apoyo y ejemplo de aprendizaje.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por permitirme el privilegio de haber llegado a este momento tan grandioso. Por los triunfos y los momentos difíciles que me ha enseñado a superar y valorar. A mi Madre por ser la persona que me ha acompañado en toda mi vida estudiantil hasta alcanzar este logro. A mi padre que día a día me ha guiado con sus consejos y sabiduría para alcanzar el sueño tal anhelado. A mi novio que con su apoyo incondicional ha sido mi fuerza para no desmayar en el camino y seguir adelante hacia el objetivo trazado. A mis amigas y compañeras que día a día me han brindado su apoyo y tiempo y a mis profesores que ha sido el puntal para mi formación profesional y personal, que han llenado de sabiduría mi diario vivir y que me transmitido su sabiduría para mi formación profesional.

Ruth Iveth Soria Castro

RESPONSABLE

Yo, RUTH IVETH SORIA CASTRO con C.I. 160048961-9, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Estatal Amazónica puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

RUTH IVETH SORIA CASTRO

C.I. 160048795-1

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por La Señorita Ruth Iveth Soria Castro, egresada de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Estatal Amazónica, bajo mi supervisión.

ING. RICARDO VINICIO ABRIL SALTOS MSc.

DIRECTOR DE TESIS

Contenido

PRESENTACIÓN DEL TEMA	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
RESPONSABLE	V
1. INTRODUCCIÓN	XII
OBJETIVOS	XIV
a) OBJETIVO GENERAL	XIV
b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XIV
c) HIPÓTESIS	XIV
1. REVISIÓN DE LITERATURA	15
1.1 CUENCA HIDROGRÁFICA	15
1.1.1 División espacial de una cuenca hidrográfica	15
1.2 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS	15
1.3 CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	16
1.4 AGUAS RESIDUALES URBANAS	16
1.5 CALIDAD DE AGUA E INDICADORES DE CALIDAD	16
1.5.1 Indicadores de calidad de agua	17
1.5.1.1 Oxígeno disuelto	17
1.5.1.2 Sólidos Totales Disueltos	17
1.5.1.3 Temperatura	17
1.5.1.4 Potencial de Hidrógeno (pH)	18
1.5.2 Índices de Calidad de Agua (ICA)	18
1.6 CAUDAL	18
CAPITULO II	20
2.1 MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1.1 Localización y Duración del Experimento	20
2.1.2 Condiciones Meteorológicas	21
2.1.3 Materiales y equipos	21
2.2 FACTORES DE ESTUDIO	22

2.2.1	Variables Independientes	22
2.2.2	Variable dependiente.....	24
2.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	25
2.4	MEDICIONES EXPERIMENTALES	25
2.5	MANEJO DEL EXPERIMENTO	29
CAPITULO III		30
3.	RESULTADOS	30
3.1	CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS vs TULAS EN EL RÍO SALOMÉ.	30
3.1.1	OXÍGENO DISUELTO	30
3.1.1	POTENCIAL DE HIDROGENO	32
3.1.2	TEMPERATURA	33
3.1.3	NITRATO	35
3.1.4	NITRITO	36
3.1.5	FOSFATOS	37
3.1.6	SÓLIDOS TOTALES	38
3.1.7	SÓLIDOS TOTALES DISUELTO	40
3.1.8	CÁLCULO DE LA TURBIEDAD	41
3.1.9	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	42
3.2	ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)	43
3.2.1	Cálculos del ICA monitoreados el 30 de marzo de 2015 en los cuatro puntos en el río Salomé.	43
3.1.1	Cálculos del ICA monitoreados el 13 de abril de 2015 en los cuatro punto en el río Salomé.	46
3.1.1	Resumen del ICA monitoreados en los 4 puntos en las fechas preestablecidas en el río Salomé.	51
3.2	ANÁLISIS ESTADISTICO ENTRE LAS VARIABLES POR EL METODO DE CORRELACIÓN DE PEARSON.	52

3.2.1	Correlaciones positivas:	56
3.2.2	Correlaciones negativas:	56
3.3	PERFIL DEL CAUCE DEL RÍO SALOME	57
3.3.1.1	Perfil Punto 1. Comunidad Salomé, 30 marzo de 2015.....	57
3.3.1.1.1	Perfil Punto 2. Comunidad Salomé, 30 marzo de 2015.....	58
3.3.1.1.2	Punto 3. Comunidad Salomé, 30 marzo de 2015	58
3.3.1.1.3	Punto 4. Comunidad Salomé, 30 marzo de 2015.....	59
3.1.1	Caudal del Río Salome	60
3.2	DESCARGAS LÍQUIDAS PUNTUALES	61
3.	CONCLUSIONES	62
4.	RECOMENDACIONES	66
5.	BIBLIOGRAFÍA:	67
6.	ANEXOS:	70
6.1	Anexo 1: Cronograma de trabajo.....	70
6.2	Anexo 2. Presupuesto	71
6.3	Anexo 3. Registro Fotográfico de la Fase de campo.....	72
6.4	Anexo 4. Registro Fotográfico de la Fase de Laboratorio	73
6.5	Anexo 5. Tabla 3. Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces, Marinas y de Estuarios.	77
6.6	Anexo 6. Tabla 3b. Criterios de Calidad Admisible de la DB05 para la Protección de la Vida Acuática.	78
6.7	Anexo 7. Tabla 7. Criterios de Calidad de Aguas para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario.	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ubicación del área de estudio.	20
Gráfico 2. Puntos de Monitoreo y Muestreo en el Río Salomé.....	23
Gráfico 3. Afluentes del Río Salome	23
Gráfico 4. Afluentes del Río Salome	24
Gráfico 5. Diagrama de flujo del Estudio Hidrológico.....	29
Gráfico 6. Resultados del Oxígeno Disuelto.....	31
Gráfico 7. Resultados del Potencial de Hidrógeno (pH).....	32
Gráfico 8. Resultados de la Temperatura (C°)	34
Gráfico 9. Resultados de Nitratos (mg/l)	35
Gráfico 10. Resultados de Nitratos (mg/l)	36
Gráfico 11. Resultados de Fosfato (mg/l)	38
Gráfico 12. Resultados de Solidos Totales (mg/l).....	38
Gráfico 13. Resultados de Solidos Totales Disueltos (mg/l)	40
Gráfico 14. Resultados de Turbiedad (UTN).....	41
Gráfico 15. Resultados de Conductividad Hidráulica (us/cm).....	42
Gráfico 16. Resumen del Índice de Calidad de Agua Monitoreados.....	52
Gráfico 17. Perfil del cauce del río Salomé Punto 1.	57
Gráfico 18. Perfil del cauce del río Salomé Punto 2	58
Gráfico 19. Perfil del cauce del río Salomé Punto 3.	58
Gráfico 20. Perfil del cauce del río Salomé Punto 4.	59
Gráfico 21. Comportamiento del Caudal en los 4 puntos de monitoreo en el río Salome.....	60
Gráfico 22. Descargas Líquidas Puntuales, Río salome.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de Monitoreo y Muestreo en WGS 84 17S	22
Tabla 2. Escala de clasificación del ICA propuesto por BROWN.....	28
Tabla 3. Resultados del Oxígeno Disuelto (mg/l).....	30
Tabla 4. Resultados del Potencial de Hidrógeno (pH).....	32
Tabla 5. Resultados de la Temperatura (C°)	33
Tabla 6. Resultados de Nitratos (mg/l).....	35
Tabla 7. Resultados de Nitritos (mg/l)	36
Tabla 8. Resultados de Fosfato (mg/l)	37
Tabla 9. Resultados de Solidos Totales (mg/l).....	38
Tabla 10. Resultados de Solidos Totales Disueltos (mg/l)	40
Tabla 11. Resultados de Turbiedad (UTN).....	41
Tabla 12. Resultados de Conductividad Hidráulica (us/cm).....	42
Tabla 13. Índice de Calidad de Agua en Punto 1.....	43
Tabla 14. Índice de Calidad de Agua en Punto 2.....	44
Tabla 15. Índice de Calidad de Agua en Punto 3.....	45
Tabla 16. Índice de Calidad de Agua en Punto 4.....	45
Tabla 17. Índice de Calidad de Agua en Punto 1.....	46
Tabla 18. Índice de Calidad de Agua en Punto 2.....	46
Tabla 19. Índice de Calidad de Agua en Punto 3.....	47
Tabla 20. Índice de Calidad de Agua en Punto 4.....	48
Tabla 21. Índice de Calidad de Agua en Punto 1.....	49
Tabla 22. Índice de Calidad de Agua en Punto 2.....	49
Tabla 23. Índice de Calidad de Agua en Punto 3.....	50
Tabla 24. Índice de Calidad de Agua en Punto 4.....	51
Tabla 25. Resumen del Índice de Calidad de Agua Monitoreados.	51
Tabla 26. Análisis Estadístico entre las Variables por el Método de Correlación de Pearson	53
Tabla 27. Datos para estimar el Caudal.....	59
Tabla 28. Caudal estimado en los 4 puntos de monitoreo, en el río Salome.....	60

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos contempla todas las fuentes de aguas dulce y salada, siendo de gran importancia para los ecosistemas ya que son el eje fundamental para la interacción y desarrollo de los seres vivos que en ellos habitan (Bucher, E. *et al.*, 1997). Además para el ser humano es una fuente imprescindible debido a que permite el desarrollo de las diversas actividades, por lo que el uso y aprovechamiento de este valioso recurso debe ser racional y múltiple.

El Ecuador a nivel mundial es un país muy rico en recursos hídricos, debido a que a nivel nacional existe una escorrentías media total de 432.000 hm³ por año y una escorrentía específica muy superior a la medida mundial que corresponde a 300 mm/año. Esta escorrentía recorre a través de las 79 cuencas hidrográficas y las 137 subcuencas que el país posee (CNRH, 2006).

La problemática del agua en nuestro país se relaciona con los distintos usos que se da al recurso siendo estas las actividades productivas o domésticas. En las actividades productivas la necesidad de regadío es grande en las zonas como la sierra las cuales son suministradas en un 99%.

En la provincia de Pastaza, uno de los mayores problemas de contaminación del agua es la falta de sistemas y plantas de tratamiento de aguas residuales integrados que impidan la disposición directa de las aguas domesticas e industriales en los diversos ríos de la provincia tal es el caso del Río Salomé que también cuenta con descargas directas de aguas servidas sin previo tratamiento.

La calidad y disponibilidad de agua en sus diferentes usos como el de consumo, recreativo, para la preservación de la vida acuática, entre otros, son un factor importante para la conservación de la vida y el progreso de nuestra ciudad. Sin embargo este recurso no cuenta con la protección necesaria que amerita, razón por la cual ha aumentado la contaminación, causada por las aguas servidas y la basura

provenientes de los centros poblados, evitando que los ríos, lagos, lagunas ect., se autodepuren y con ello disminuyen la calidad de sus aguas (Modreño, 2006). Razón por la cual es de gran importancia realizar un estudio hidrológico para establecer la calidad de agua que posee el río Salome para los usos recreativos y preservación de la vida acuática y poder conocer el estado en el que se encuentra el río Salomé.

OBJETIVOS

a) OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un estudio hidrológico del ramal Salomé perteneciente a la subcuenca media del río Puyo para determinar la calidad del agua.

b) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de los parámetros físicos-químicos (variación de caudal, oxígeno disuelto, pH, temperatura, nitratos, nitritos, fosfatos, sólidos totales, sólidos sedimentables) en los puntos de muestreo de la cuenca media del río Puyo ramal Salomé.
- Establecer el índice de calidad de agua de acuerdo a la metodología de la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF).
- Identificar las posibles descargas líquidas puntuales que existen dentro de la cuenca media del río Puyo ramal Salomé.

c) HIPÓTESIS

Los resultados de los parámetros físicos-químicos de los puntos de muestreo determinarán la calidad de agua que posee la cuenca media del río Puyo ramal “Salomé”.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 CUENCA HIDROGRÁFICA

El estado ecuatoriano en el artículo 8 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento de Agua, publicado en el Registro Oficial N° 305, el 6 de agosto de 2014, establece que la cuenca hidrográfica es la unidad territorial que se delimita por sus aguas que circulan por la superficie y se dirigen hacia un cauce en común, en el cual se encuentran poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, protección y zonas productivas. Además constituyen la gestión integral de los recursos hídricos permitiendo la obtención y conservación de los recursos naturales existentes en las cuencas tomando en cuenta un manejo integrado de los ecosistemas (Garcia & Campos, 2005).

1.1.1 División espacial de una cuenca hidrográfica

Según lo manifestado por Jiménez, Z. 2002, la cuenca hidrográfica para su clasificación y manejo, se divide en unidades más pequeñas denominadas cuencas, subcuencas y micro cuencas. Además dentro de la mencionada división se establece una subdivisión en el que se identifica tres partes de la cuenca:

- Parte Alta.- se refiere al inicio de la cuenca en la parte superior
- Parte Media.- es la parte media o céntrica de la cuenca hidrográfica.
- Parte Baja.- en el final de la cuenca hidrográfica.

1.2 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

Es la presencia de uno o mas elementos, compuestos, sustancias, derivado químico o biológico, energías, radiaciones, vibraciones, o combinación de ellos, en concentración y en un tiempo de permanencia que provoquen un efecto negativo en el agua, y esta se altere y provoque afectaciones a la vida humana, la

salud, el bienestar del hombre, la flora, la fauna, los ecosistemas (Acuerdo Ministerial 028, 2015).

Cabe manifestar que la contaminación del agua de acuerdo a la actividad que las origina se pueden clasificar en:

1.3 CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDADES AGRÍCOLAS

Las actividades agrícolas son causa de la adición de contaminantes orgánicos e inorgánicos a las aguas superficiales pues en esta actividad se utilizan gran cantidad de plaguicidas y fertilizantes los cuales son descargados en el medio ambiente, produciendo una alteración en el recurso dando lugar a un desequilibrio en el medio produciendo la pérdida de algunas formas de vida y al mismo tiempo generando la contaminación de los recursos hídricos (R.A.P.A.L., 2010)

1.4 AGUAS RESIDUALES URBANAS

Las aguas residuales urbanas son vertidas directamente a un cauce natural del río introduciendo desechos de orígenes humanos y animales, residuos domésticos, de restos vegetales, de aguas de lluvia, aguas de lavado , argumentando que los lechos de ríos constituyen un excelente dispositivo natural de filtración, pero los residuos exceden la capacidad depuradora de los ríos, provocando perturbaciones que se manifiesta con la disminución del oxígeno disuelto por la adición de grandes cantidades de materia orgánica además de este impacto se produce la proliferación de todo tipo de roedores e insectos transmisores de enfermedades (Crespi *et al*, 2011)

1.5 CALIDAD DE AGUA E INDICADORES DE CALIDAD

La calidad del agua como lo manifiesta el estado ecuatoriano en el artículo 209 del Acuerdo Ministerial 061, publicado en el Registro Oficial N° 316 el 4 de mayo de 2015, son las características físicas, químicas y biológicas de los

sistemas acuáticos que determinan su composición y permiten satisfacer las necesidades del hombre, la flora y la fauna garantizando el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se lo puede realizar mediante muestreos y monitoreo en el río salome (Acuerdo Ministerial 061, 2015).

1.5.1 Indicadores de calidad de agua

Entre los indicadores de calidad de agua tenemos los parámetros fisicoquímicos que permiten conocer con precisión y en detalle la clase y la cantidad de cierto tipo de contaminante que se encuentra en el río. Además los principales parámetros que permiten establecer de la calidad del agua son: temperatura, conductividad, turbidez, pH, Oxígeno disuelto (Roldan, 2003).

1.5.1.1 Oxígeno disuelto

Es la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua, es un indicador de contaminación y depende de la temperatura debido a que las aguas más cálidas son capaces de disolver menos cantidad de oxígeno. Por tanto una descarga de agua caliente en un afluente puede disminuir la cantidad de oxígeno disuelto a niveles por debajo del límite necesario para ciertas formas de vida (Goyenola, 2007).

1.5.1.2 Sólidos Totales Disueltos

Los sólidos totales constituyen la materia suspendida o disuelta presente en las aguas de cualquier origen. Además los sólidos totales se compone de la parte de sólidos en un muestra de agua. La presencia de STD en el agua puede ser por fuentes naturales y antrópicas como las descargas de efluentes de aguas servidas, descargas de desechos industriales y escurrimientos urbanos (García, M. 2013).

1.5.1.3 Temperatura

Es un parámetro básico que permite determinar el correcto funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, influye en la solubilidad de las sales, gases, pH y en la

conductividad eléctrica. La temperatura establece cuan caliente o frío se encuentra una determina agua. Una temperatura elevada puede tener repercusiones en los peces y la vida acuática (Gonzales, *et al.* 2011).

1.5.1.4 Potencial de Hidrógeno (pH)

Mide la concentración de iones hidrógeno presentes en el agua. El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, se encuentra en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica o alcalina (FUJI HUNT, 2004).

1.5.2 Índices de Calidad de Agua (ICA)

La variación que sufre la calidad que posee el agua será evaluada según la naturaleza física, química y biológica que posea en relación a los usos que se le otorgue. Uno de los métodos para evaluar el deterioro de las aguas es la aplicación de los índices de calidad de agua (ICAs) desarrollados por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF). Los cuales son una herramienta importante pues su cálculo involucra más de una variable, y su uso correcto permite determinar si el cauce del río es saludable o no (Gonzales, *et al.* 2013).

Existen dos enfoques para establecer el Índice de Calidad del Agua el Producto ponderado y la Suma ponderada. En la presente investigación se aplicará la del Producto Ponderado que radica en identificar los pesos de cada factor y estos a su vez poseen un puntaje, mismo que son ponderados de acuerdo a la importancia de su peso y multiplicados. Cabe manifestar que este método evita el eclipsamiento (Gonzales, *et al.* 2013).

1.6 CAUDAL

El Caudal o también considerado gasto de una corriente, se establece como el volumen que posee el agua que transita por la sección transversal del cauce en un

tiempo determinado, se expresa en m³/s o l/s. Cabe mencionar que el caudal también se puede determinar como el agua que se libera y necesita en un río con el propósito de conservar las condiciones naturales de una cuenca o micro cuenca hidrográfica y las funcionalidades de los ecosistemas que se encuentran en el (Richter, *et al.* 2006).

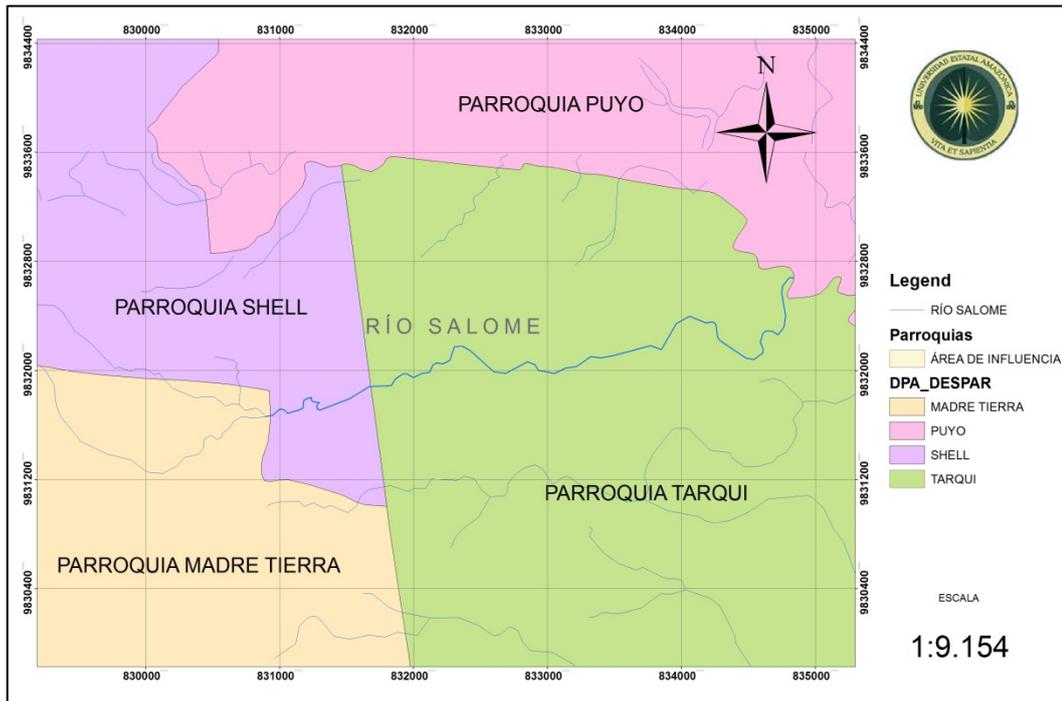
CAPITULO II

2.1 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.1 Localización y Duración del Experimento

La presente investigación se encuentra ubicado en la parroquia Tarqui, cantón y provincia de Pastaza, en el cauce del ramal del río Salomé, en las coordenadas WGS 84, 17S X: 83327191 y Y:983205701. La mayoría del cauce se encuentra en la parroquia Tarqui que limita: al Norte: Con las parroquias Puyo y Veracruz, al Sur: Con la parroquia Madre Tierra, al Este: Con las parroquias Pomona y Madre Tierra, y al Oeste: Con las parroquias Madre Tierra y Shell.

Gráfico 1. Ubicación del área de estudio.



Fuente: (Plantillas del Instituto Geográfico Militar ArGis, 2009.)

Duración: El proceso de la investigación duró seis meses que fueron empleados en las diferentes fases del proyecto.

2.1.2 Condiciones Meteorológicas

Las condiciones meteorológicas que presenta el área de estudio de acuerdo a los registros históricos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) a partir de los años 2005 hasta el 2013, una precipitación promedio de 384,5 mm, con el año de mayor precipitación en el 2005 de 432,2 mm y los años con menor precipitación son 2010-2011 con 336 mm. En relación a la evaporación el año con mayor reporte es el 2010 con 79,5 mm y el año con menor es el 2013 con 66 mm. La heliofonia reporta que el año 2010 posee 103,9 horas luz y el año 2007 con 91,8 horas luz.

2.1.3 Materiales y equipos

Para la investigación se utilizará materiales y equipos de medición, los mismos que a continuación se detallan:

Materiales:

- ✓ Insumos de Oficina
- ✓ Materiales de campo: Guantes, Caja Térmica, Jarra y Baldes, Botas de caucho.,Cintas de medición 30 m, Reglas de 1m, Nivel, Flotadores
- ✓ Insumos de Laboratorio: Termómetros, Frascos ámbar para la toma de muestras de aguas.

Equipos:

- ✓ G.P.S
- ✓ Cronómetro
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Laptop.
- ✓ Medidor de Temperatura Digital
- ✓ Cronómetro
- ✓ Equipo multiparamétrico

2.2 FACTORES DE ESTUDIO

2.2.1 Variables Independientes

- *Características Hidrológicas*

Para determinar las características hidrológicas del río Salome se realizó un reconocimiento del área de estudio, en el cual se estableció cuatro puntos de monitoreo y muestreo, mediante una selección al azar tomando en cuenta la población ubicada en el área de estudio y la distancia existente entre cada punto, a quienes se le asignó un código alfa numérico:

- **Punto 1 (P1):** se caracteriza principalmente por ser una zona intervenida por el hombre, debido a que se encuentra ubicada en el centro poblado de la **comunidad Salomé**.
- **El punto 2 (P2):** Se encuentra ubicado a la entrada de la parroquia Tarqui tomado como referencia el **punto que atraviesa el río Salomé**, este sector es un área intervenida por el hombre.
- **El punto 3 (P3):** Se encuentra en la **Cooperativa de Choferes**, misma que cuenta dentro de un bosque secundario.
- **El punto 4 (P4):** Está ubicada en la **desembocadura del río Salome hacia el Río Pindo Grande**, esta zona es de difícil acceso, no posee población aledaña y posee un bosque secundario.

Tabla 1. Puntos de Monitoreo y Muestreo en WGS 84 17S

N°	X	Y
1	832262	9832110
2	833299	9832041
3	166205	9832262
4	167070	9832590

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

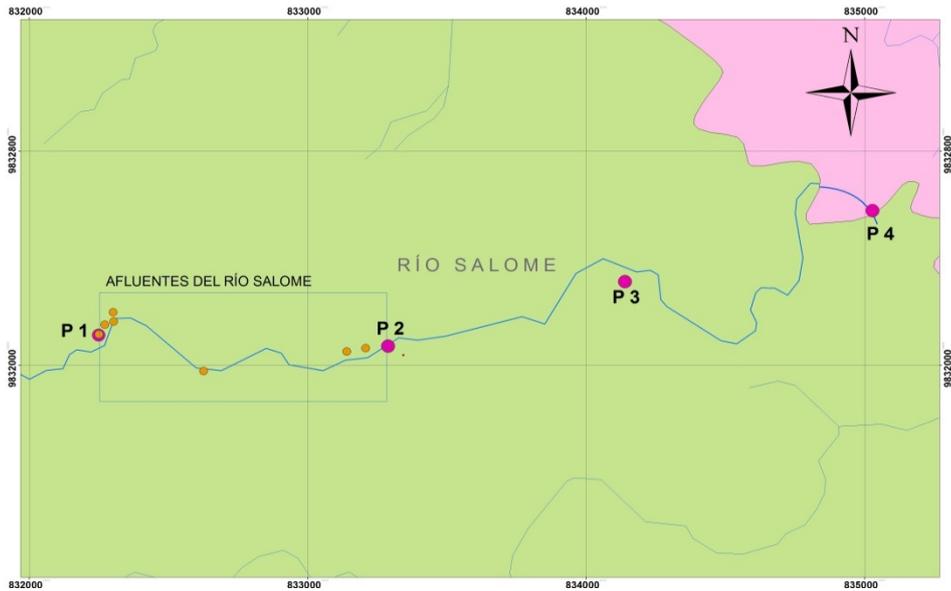
Gráfico 2. Puntos de Monitoreo y Muestreo en el Río Salomé



Fuente: (Plantillas del Instituto Geográfico Militar ArGis, 2009.)

Además en cada punto se realizó la medición del caudal en el río Salomé, en el cual se tomó las muestras de agua correspondientes, además se identificó y georreferenció la cantidad de afluentes presentes.

Gráfico 3. Afluentes del Río Salome



Fuente:(Plantillas del Instituto Geográfico Militar ArGis, 2009.)

- ***Presencia de Descargas de aguas***

La presencia de descargas de aguas provenientes de actividades humanas al río Salomé, fue identificada y georreferenciada en el punto dos en el recorrido que se realizó para la identificación de los puntos de muestreo y monitoreo.

Gráfico 4. Afluentes del Río Salome



Fuente: (Plantillas del Instituto Geográfico Militar ArGis, 2009.)

2.2.2 Variable dependiente

- ***Calidad del agua***

Para determinar la calidad del agua del río Salomé se tomaron muestras de agua en los 4 puntos identificados y georreferenciados anteriormente, por el lapso de 3 meses los mismos que fueron trasladados al laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica para su análisis físico-químico. Las muestras fueron tomadas in situ, en el cual se tomó una muestra simple, una sola vez en el mes en cada punto de muestreo y monitoreo (P1, P2, P3 y P4) en las siguientes fechas; el 30 de marzo, el 13 de abril y el 04 de mayo de 2015. Los parámetros de Temperatura, Oxígeno

Disuelto, % de Saturación y pH se los realizó con un equipo multiparametrico portátil. Con los resultados obtenidos se estableció el ICA (Índice de Calidad de Agua).

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación se desarrolló en la parroquia Tarqui, provincia de Pastaza. Su proceso se caracteriza por ser de carácter descriptivo, en cual se aplicó un muestreo sistemático, seleccionando los puntos de monitoreo tomando en cuenta características relevantes como la presencia de la población, infraestructuras y afluentes del río Salome.

En los puntos previamente seleccionados (P1, P2, P3 y P4) se realizó la toma de datos in-situ de caudal, oxígeno disuelto, pH, temperatura, conductividad. Para determinar la concentración de los parámetros (nitratos, nitritos, fosfatos, sólidos totales, sólidos sedimentables) se realizó la toma de muestras simple replicándolas durante tres meses, mismas que fueron trasladadas y analizadas en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica.

Con los resultados obtenidos en el laboratorio se estableció el Índice de Calidad de Agua (ICA), de acuerdo a la metodología National Sanitation Foundation (NSF). Para el análisis estadístico se estimó la Desviación Estándar con respecto a los parámetros establecidos por cada punto de muestreo en diferente tiempo.

Para definir estadísticamente las correlaciones entre los parámetros se realizó comparaciones de r^2 de Pearson (Morales, 2008).

2.4 MEDICIONES EXPERIMENTALES

Cálculo del caudal de descargas de aguas residuales

Una vez identificadas las principales descargas puntuales que afectan al río Salome, se procede a determinar su caudal y velocidad.

Para determinación el caudal se estimó un transepto de 10 metros de distancia en cada punto de monitoreo, en el cual se determinó la pendiente, el perfil del cauce. Para establecer la velocidad de aplico la fórmula Manning, 1998:

Velocidad:

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Caudal:

$$Q = V * A$$

Donde:

R(h): radio hidráulico, en m, función del tirante hidráulico **h**

N: es un parámetro que depende de la rugosidad de la pared

V(h): velocidad media del agua en m/s, que es función del tirante hidráulico **h**

S: la pendiente de la línea de agua en m/m

A: área de la sección del flujo de agua

Q(h): Caudal del agua en m³/s

Determinación de calidad de agua

Para determinar localidad del agua se realizó las siguientes actividades:

- a. Identificación de puntos de muestreo en cada zona.
- b. Obtención de muestras combinadas en cada punto identificado.
- c. Análisis Físico-Químico de las Aguas realizado en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica.
- d. Se realizó además la comparación de resultados de acuerdo a parámetros establecidos en la Normativa Ambiental vigente en el momento de la ejecución

de la presente investigación, con relación a los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS, Libro VI de Calidad Ambiental, Anexo I (Calidad de Aguas), considerando los criterios para el uso recreacional y preservación de flora y fauna según el caso, presente en el Acuerdo Ministerial 028. SUSTITUYESE EL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, publicado mediante Registro Oficial 279, el 13 de febrero de 2015.

- e. También se estableció el Índice de Calidad de Agua (ICA) mediante la metodología National Sanitation Foundation (NSF), mediante la siguiente Formula:

$$ICA = \sum_{i=1}^n q_i w_i$$

ICA= Índice de la calidad del agua

n = Número de parámetros

qi= Escala de calidad subíndice del parámetro i

Wi = Factor de ponderación del parámetro i

La caracterización de los resultados obtenidos en el Índice de Calidad de Agua se establece mediante la escala de calificación del Índice de calidad de agua se basa en la propuesta por Brown, según la siguiente tabla:

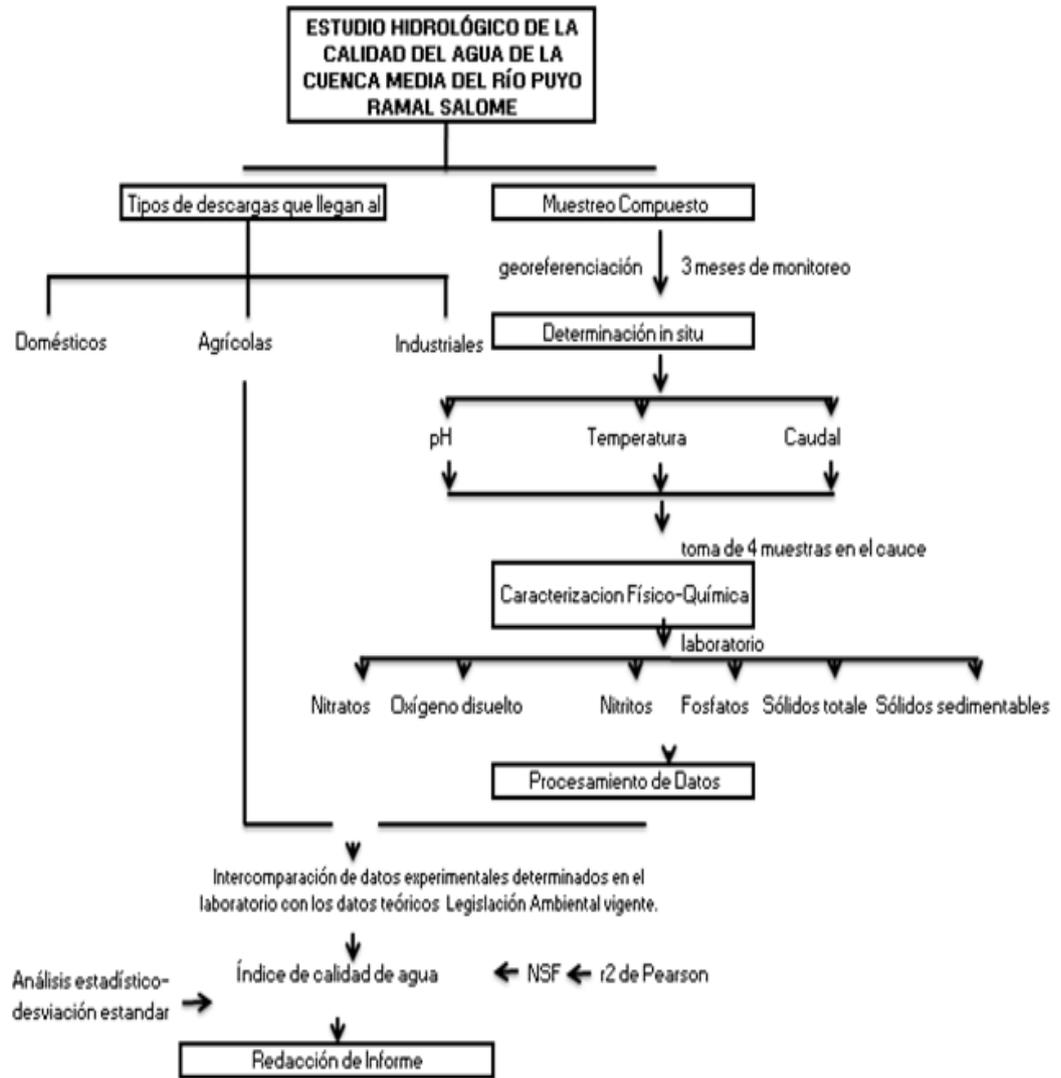
Tabla 2. Escala de clasificación del ICA propuesto por BROWN

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente	Blue	91 a 100
Buena	Green	71 a 90
Regular	Yellow	51 a 70
Mala	Orange	26 a 50
Pésima	Grey	0 a 25

Fuente: <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>, 2002.

2.5 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Gráfico 5. Diagrama de flujo del Estudio Hidrológico.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

CAPITULO III

3. RESULTADOS

En el presente apartado se encuentran los resultados obtenidos en el análisis realizado en el cauce del río Salomé ubicado en la parroquia Tarqui, tomando en cuenta la selección de cuatro puntos de muestreo y monitoreo.

3.1 CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS vs TULAS EN EL RÍO SALOMÉ.

Para establecer el análisis de la calidad de agua en relación a los resultados obtenidos en el laboratorio, se establece el análisis y comparación con los límites máximos permisibles establecidos en el TULAS, Anexo I Norma de Calidad de Ambiental y de Descargas de Efluentes: Recurso Agua; Tabla 3 y Tabla 7. Criterios para la preservación de flora y fauna y uso recreacional, del Acuerdo Ministerial 028. SUSTITUYESE EL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA, publicado mediante Registro Oficial 279, el 13 de febrero de 2015, vigente en el desarrollo de la presente investigación.

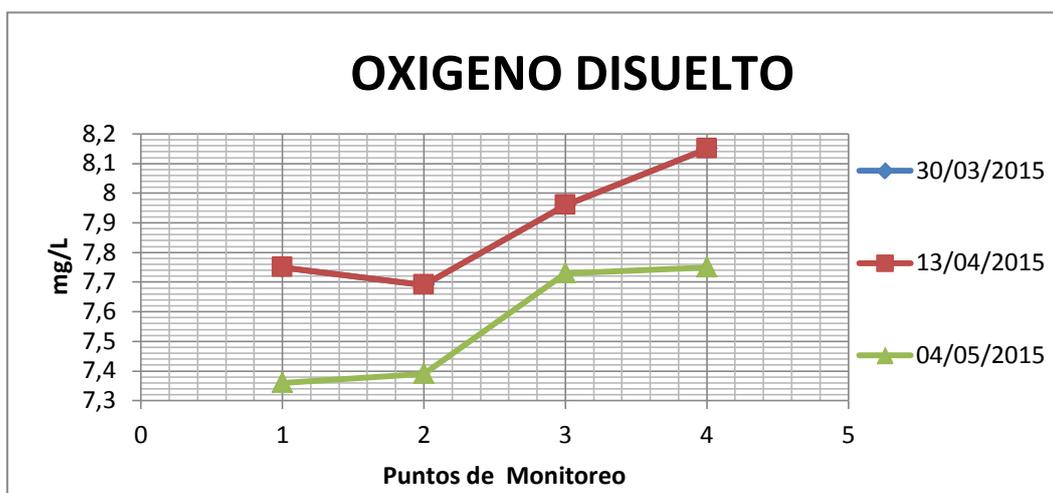
3.1.1 OXÍGENO DISUELTO

Tabla 3. Resultados del Oxígeno Disuelto (mg/l)

OXIGENO DISUELTO (mg/l)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	7,75	7,75	7,36
Punto 2	7,69	7,69	7,39
Punto 3	7,96	7,96	7,73
Punto 4	8,15	8,15	7,75

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 6. Resultados del Oxígeno Disuelto



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la tabla 3 y en la gráfico 5, la concentración del Oxígeno Disuelto corresponde a 8,15 mg/L, mismo que se encuentra dentro lo establecido en el TULAS Anexo 1. Tabla 3 Criterios Admisibles para la Preservación de vida Acuática y Silvestres en Aguas Dulces, Marinas y de estuarios y Tabla 7. Criterios de Calidad de Agua para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario, ya que la Norma indica que la concentración debe ser superior al 80% de saturación. Sin embargo se observa que no existe una variación significativa entre los puntos de muestreo, ya que poseen con un comportamiento similar, tal es el caso del punto 1 , que tienen los mismos resultados en las muestras tomadas en las fecha 30 de marzo y 13 de abril.

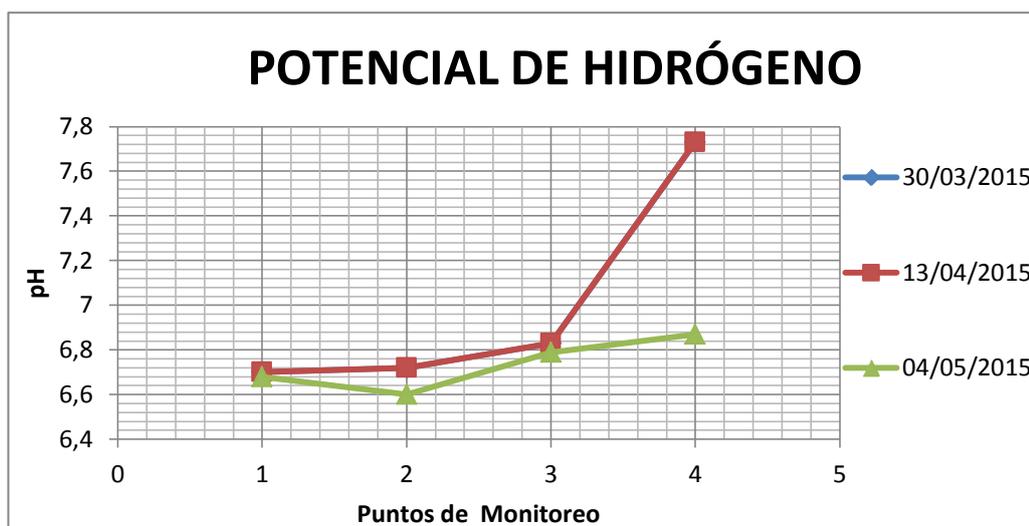
3.1.1 POTENCIAL DE HIDROGENO

Tabla 4. Resultados del Potencial de Hidrógeno (pH)

Potencial de Hidrógeno (pH)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	6,7	6,7	6,68
Punto 2	6,72	6,72	6,6
Punto 3	6,83	6,83	6,79
Punto 4	7,73	7,73	6,87

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 7. Resultados del Potencial de Hidrógeno



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

En la tabla 4 y gráfico 6, se puede evidenciar el rango de pH en el río Salome varía entre 6,6 en el punto 2 muestreado el 04 de mayo de 2015 y 7,73 en el punto 4 muestreado el 30 de marzo y el 13 de abril de 2015. Estos resultados de acuerdo a la Tabla 7. Criterios de Calidad de Agua para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario se encuentra dentro del rango admisible que corresponde a 6,5 y 8,3. Cabe manifestar que los resultados

obtenidos no poseen una variación significativa esto se puede evidenciar en los punto 1 y 2 ya que lo resultados son los mismos en las fechas 3 de marzo y 13 de abril de 2015.

El potencial de hidrógeno expresa la intensidad de acides del agua y es un factor muy importante para predecir la alteración de un ecosistema debido a que valores extremos de pH pueden alterar la flora y fauna de los ecosistemas acuáticos y causar la muerte de peces y colonias microbianas activas debido a que la mayor formas de vida ecológicas son sensibles a los cambios de pH. Es por ello que es de gran importancia que el impacto antropogénico se minimicen, entre ellas las descargar de efluentes. Barba (2002). Sin embargo los resultados obtenidos manifiestan que no existe un impacto significativo en las aguas del río Salomé.

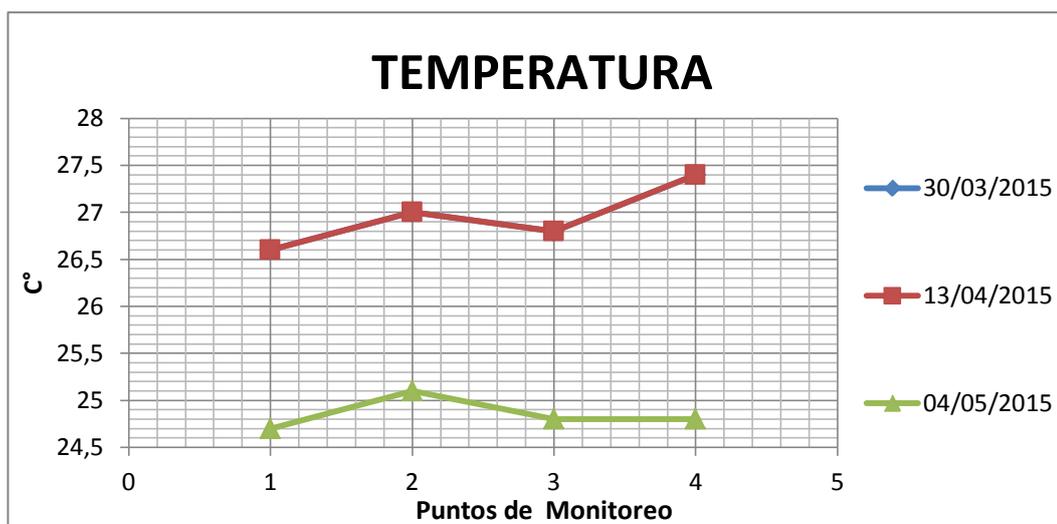
3.1.2 TEMPERATURA

Tabla 5. Resultados de la Temperatura (C°)

TEMPERATURA (C°)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	26,6	26,6	24,7
Punto 2	27	27	25,1
Punto 3	26,8	26,8	24,8
Punto 4	27,4	27,4	24,8

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 8. Resultados de la Temperatura



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

En la tabla 5 y gráfico 7 se puede observar que el rango de temperatura del agua del río Salome oscila entre 24,7 en el punto 1 muestreado el 30 de marzo de y 27,4 en el punto 4 muestreado el 30 de marzo y el 13 de abril de 2015. Cabe mencionar que los punto 1 y 2 poseen con un comportamiento similar ya que tienen los mismos resultados en las muestras tomadas el 30 de marzo y 13 de abril de 2015.

Este parámetro no forma parte de los límites permisibles para la Preservación de la vida Acuática y para el uso recreacionales de contacto primario, sin embargo se puede manifestar que la temperatura se encuentra dentro del máximo admisible que corresponde a 32 C°, la temperatura regula los procesos vitales de los organismos vivos acuáticos (reproducción, crecimiento y el status fisiológico) y puede altera la concentración de saturación de oxígeno y la rapidez de las reacciones químicas y las actividades de las bacterias (Romero, 2010).

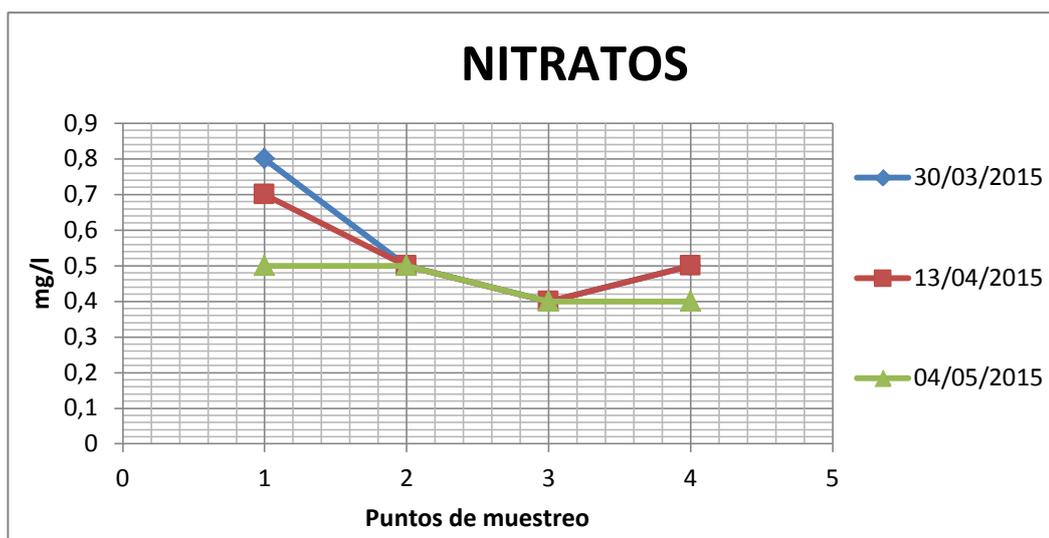
3.1.3 NITRATO

Tabla 6. Resultados de Nitratos (mg/l)

NITRATOS (mg/l)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	0,8	0,7	0,5
Punto 2	0,5	0,5	0,5
Punto 3	0,4	0,4	0,4
Punto 4	0,5	0,5	0,4

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 9. Resultados de la determinación de Nitratos



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 6 y Gráfico 8, el rango de nitrato oscila entre 0,4 mg/l muestreado en el punto 4 el 04 de mayo y 0,8 mg/l en el punto 1 muestreado el 30 de marzo de 2015. Estos resultados de acuerdo a lo establecido en la Tabla 3 Criterios Admisibles para la Preservación de vida Acuática y Silvestres en Aguas Dulces, Marinas y de estuarios se encuentra dentro de los límites permisible que se establece en 13 mg/l.

El contaminación causada por uso de fertilizantes nitrogenados y la presencia de excretas humanas y animales, puede elevar la concentración de nitratos en el agua, ya que son solubles y pueden movilizarse fácilmente por las aguas superficiales y subterráneas (Sewyer, y Graw, 2000). Sin embargo se puede manifestar que los resultados obtenidos en la presente investigación son admisibles para la preservación de la vida acuática y el uso recreacional.

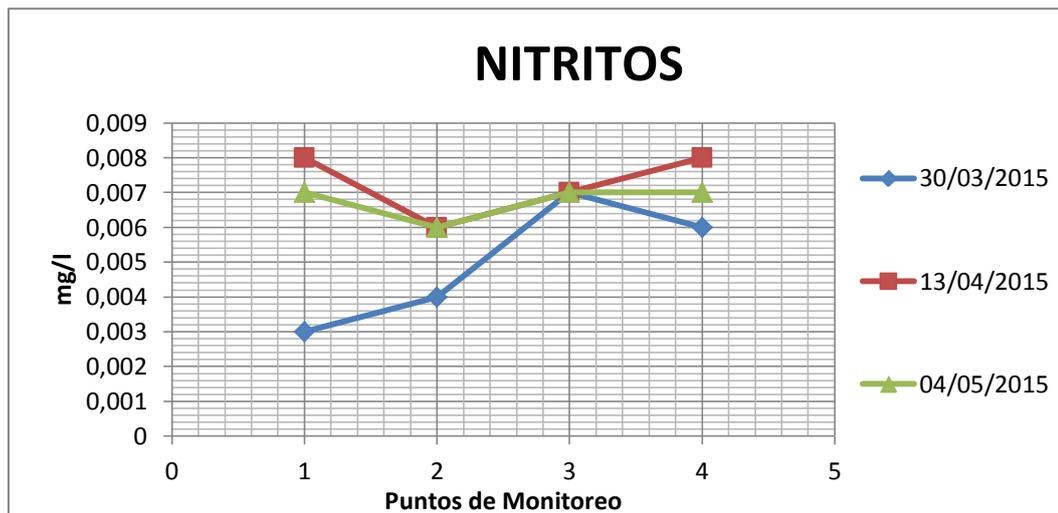
3.1.4 NITRITO

Tabla 7. Resultados de Nitritos (mg/l)

NITRITOS (mg/l)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	0,003	0,008	0,007
Punto 2	0,004	0,006	0,006
Punto 3	0,007	0,007	0,007
Punto 4	0,006	0,008	0,007

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 10. Resultados de Nitratos



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

En la Tabla 7 y Gráfico 9, se puede observar que el rango de nitritos oscila entre 0,003 mg/l muestreado en el punto 1 el 30 de marzo y 0,008 mg/l en el punto 1 y 4 muestreado el 13 de abril de 2015. Estos resultados de acuerdo a lo establecido en la Tabla 3 Criterios Admisibles para la Preservación de vida Acuática y Silvestres en Aguas Dulces, Marinas y de estuarios se encuentra dentro de los límites máximos permisible que se establece en 0,2 mg/l, como límite máximo permisible.

El ión nitrito (NO₂) y sus sales o sales del ácido nitroso, HNO₂, se aplican en los sectores industriales. Son sustancias tóxicas, a partir de ellas pueden formarse nitrosaminas, consideradas cancerígenas, son solubles en agua se forman a partir de los nitratos, sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en los sistemas acuáticos y terrestres o por reducción bacteriana. Además puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo estar en condiciones de baja oxigenación, provocando además que los nitritos se transforman rápidamente en nitratos, estos últimos son los que más predominan en el agua tanto superficiales y subterránea (Sewyer, y Graw, 2000).

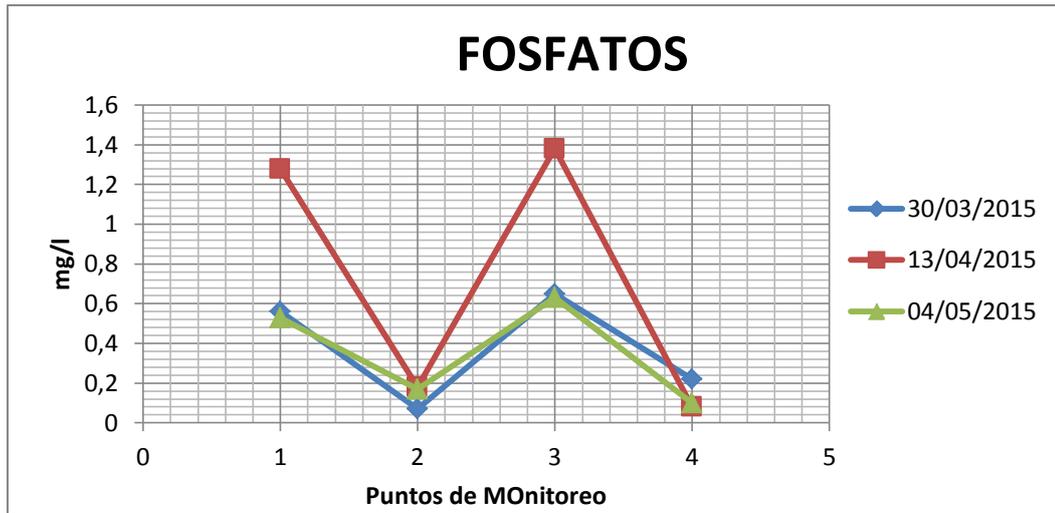
3.1.5 FOSFATOS

Tabla 8. Resultados de Fosfato (mg/l)

FOSFATOS (mg/l)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	0,56	1,28	0,53
Punto 2	0,07	0,18	0,17
Punto 3	0,65	1,38	0,63
Punto 4	0,22	0,08	0,1

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 11. Resultados de Fosfato



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Los fosfatos presente en el río Salomé oscilan entre 0,1 muestreado en el punto 4 el 04 de mayo de 2015 y 1,38 muestreado el 13 de abril de 2015 en el punto 3. Cabe manifestar que este parámetro no es considerado en la Tabla 3 y 7 del Anexo 1 del TULAS, sin embargo su presencia indica en las aguas del río Salomé existe detergentes producto de actividades domésticas. Este producto es considerado un tensoactivo, que poseen como componente los fosfatos, mismos que en exceso causan la eutrofización. (Quintero, *et al.*, 2010).

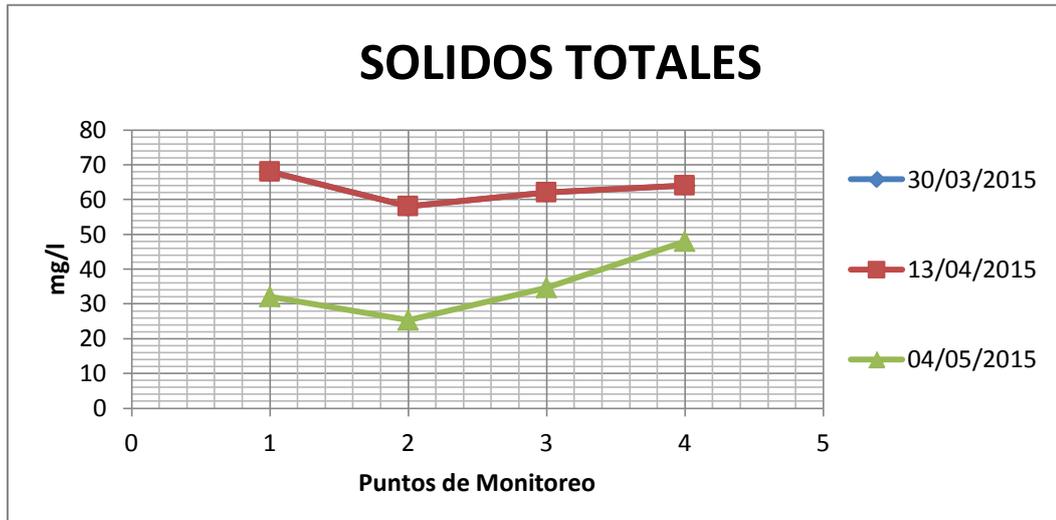
3.1.6 SÓLIDOS TOTALES

Tabla 9. Resultados de Solidos Totales (mg/l)

SOLIDOS TOTALES (mg/l)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	68	68	32
Punto 2	58	58	25,33
Punto 3	62	62	34,6
Punto 4	64	64	48

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 12. Resultados de Sólidos Totales



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede observar en la Tabla 9 y Gráfico 9 que el límite inferior de los Sólidos Totales es de 25,33 mg/L muestreado el 4 de mayo de 2015 en el punto dos y el límite superior de 68 mg/L en el punto uno muestreados el 30 de marzo y el 13 de mayo de 2015. Cabe manifestar que el parámetro no es considerado en la Tabla 3 y 7 del Anexo 1 del TULAS.

Los Sólidos Totales en el agua son la unión los sólidos suspendidos y los sólidos disueltos. La causa de la Turbiedad en el agua es la presencia de sólidos suspendidos que forman sistemas coloidales de 1 a 1.000 milimicrómetros, que al estar en reposo precipitan rápidamente, facilitando el tratamiento de las aguas (Castro y Luisa, 1987).

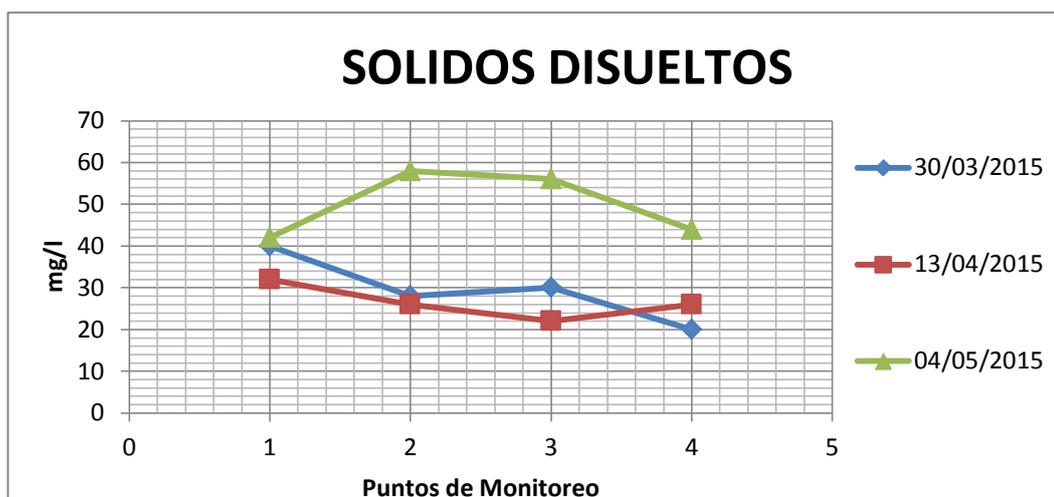
3.1.7 SÓLIDOS TOTALES DISUELTO

Tabla 10. Resultados de Solidos Totales Disueltos (mg/l)

SOLIDOS TOTALES DISUELTOS (mg/l)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	40	32	42
Punto 2	28	26	58
Punto 3	30	22	56
Punto 4	20	26	44

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 13. Resultados de Solidos Totales Disueltos



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede observar en la Tabla 10 y Gráfico 12, el límite inferior de los Sólidos Totales Disueltos es de 20 mg/L muestreado el 30 de marzo de 2015 en el punto dos y el límite superior de 58 mg/L en el punto dos muestreados el 04 de mayo y el 13 de mayo de 2015. Este parámetro no es considerado en la Tabla 3 y 7 del Anexo 1 del TULAS.

Los sólidos disueltos totales son catalogados como un contaminante secundario. Físicamente no influyen en la turbiedad del agua, pero sí puede definir su color u olor, están constituidos por sales y residuos orgánicos, afectan el ingreso de la luz en el agua y la absorción selectiva de los diferentes largos de onda que integran el espectro visible (Mejía, 2005). Cabe manifestar que en los resultados se puede apreciar una disparidad, esto debido a la presencia de asentamientos humanos establecidos en el área de investigación.

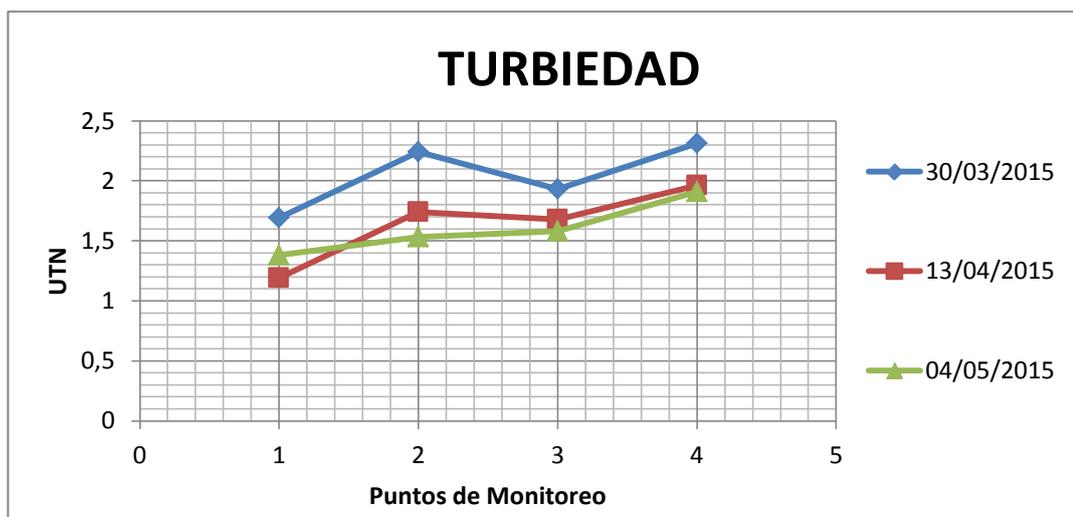
3.1.8 CÁLCULO DE LA TURBIEDAD

Tabla 11. Resultados de Turbiedad (UTN)

TURBIEDAD (UTN)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	1,69	1,19	1,38
Punto 2	2,24	1,74	1,53
Punto 3	1,93	1,68	1,58
Punto 4	2,31	1,96	1,91

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 14. Resultados de Turbiedad



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

La Turbiedad del río Salome se encuentra entre 1,19 UTN en el punto uno muestreado el 13 de abril de 2015 y 2,24 UTN en el punto dos muestreado el 30 de marzo de 2015. Estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos para la preservación de la vida acuática y silvestres en aguas dulces que corresponde a al valor del fondo en condiciones naturales de más del 5% ya que la turbiedad natural del río Salome según los valores antes mencionados oscilan dentro de 0 y 50 UTN.

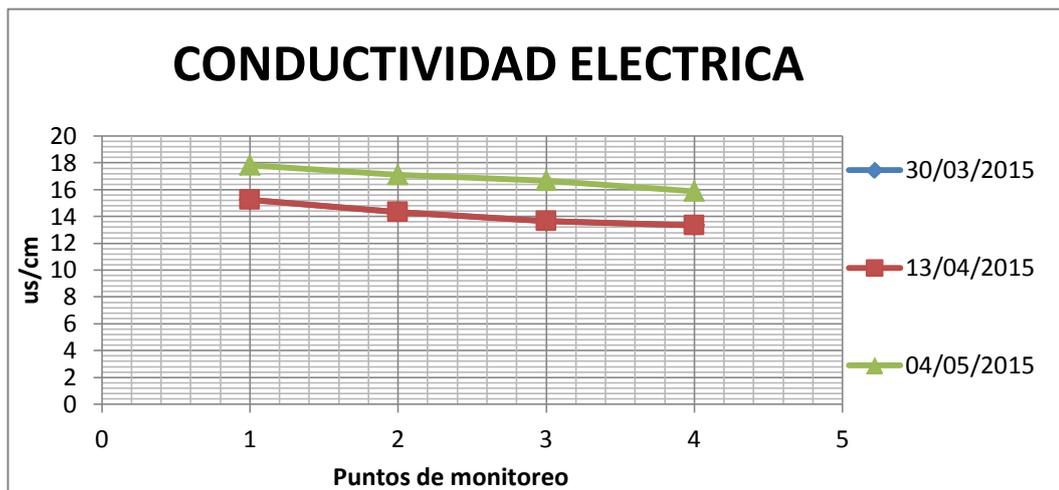
3.1.9 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Tabla 12. Resultados de Conductividad Eléctrica (u/cm)

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (u/cm)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	15,23	15,23	17,81
Punto 2	14,32	14,32	17,11
Punto 3	13,67	13,67	16,68
Punto 4	13,34	13,34	15,89

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 15. Resultados de Conductividad Eléctrica



Fuente: Resultados de la Investigación

Como se puede observar en la Tabla 12 y Gráfico 12, el límite inferior de la Conductividad Eléctrica es de 13.34 us/cm 30 de marzo y el 13 de abril de 2015 en el punto cuatro y el límite superior de 17,82 us/cm en el punto uno muestreados el 04 de mayo de 2015. Este parámetro no es considerado en la Tabla 3 y 7 del Anexo 1 del TULAS.

3.2 ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)

El Índice de Calidad de Agua (ICA) de la Nacional Sanitation Foundation (NSF), se estable de acuerdo a las características de los río de Norteamérica (Behar, R. *et al* 1997). Para determinar el Índice de calidad de Agua. En el presente estudio se ha considerado el análisis de los siguientes factores fisicoquímicos: Temperatura, Oxígeno Disuelto, pH, nitratos, nitritos, fosfatos, sólidos totales, sólidos sedimentables. A continuación se presenta los resultados de las mediciones de cada uno de los parámetros muestreados de la cuenca media del río Puyo ramal Salomé.

3.2.1 Cálculos del ICA monitoreados el 30 de marzo de 2015 en los cuatro puntos en el río Salomé.

Tabla 13. Índice de Calidad de Agua en Punto 1.

Parámetros	Resul. Lab.	w	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,7	0,11	0,17166667	0,97	0,16651667
Temperatura (C°)	26,6	0,1	0,16166667	0,9	0,1455
Nitrato (mg/l)	0,8	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	40	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,75	0,17	0,23166667	0,93	0,21545
Turbiedad (UTN)	1,69	0,08	0,14166667	0,95	0,13458333
ICA					0,95538333

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 13, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 1, muestreado y monitoreado el 30 de marzo de 2015, es de 0,95538333, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Tabla 14. Índice de Calidad de Agua en Punto 2.

Parámetros	Resul. Lab.	w	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,72	0,11	0,17166667	0,975	0,167375
Temperatura (C°)	27	0,1	0,16166667	0,9	0,1455
Nitrato (mg/l)	0,5	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	28	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,69	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	2,24	0,08	0,14166667	0,97	0,13741667
ICA					0,952125

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 14, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 2, muestreado y monitoreado el 30 de marzo de 2015, es de 0,952125, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Tabla 15. Índice de Calidad de Agua en Punto 3.

Parámetros	Resul. Lab.	W	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,83	0,11	0,17166667	0,98	0,16823333
Temperatura (C°)	26,8	0,1	0,16166667	0,9	0,1455
Nitrato (mg/l)	0,4	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	30	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,96	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	1,93	0,08	0,14166667	0,95	0,13458333
ICA					0,95015

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 15, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 3, muestreado y monitoreado el 30 de marzo de 2015, es de 0,95015, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Tabla 16. Índice de Calidad de Agua en Punto 4.

Parámetros	Resul. Lab.	w	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	7,73	0,11	0,17166667	0,976	0,16754667
Temperatura (C°)	27,4	0,1	0,16166667	0,9	0,1455
Nitrato (mg/l)	0,5	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	20	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	8,15	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	2,31	0,08	0,14166667	0,97	0,13741667
ICA					0,95229667

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 16, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 4, muestreado y monitoreado el 30 de marzo de 2015, es

de 0,95229667, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

3.1.1 Cálculos del ICA monitoreados el 13 de abril de 2015 en los cuatro punto en el río Salomé.

Tabla 17. Índice de Calidad de Agua en Punto 1.

Parámetros	Resul. Lab.	W	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,7	0,11	0,17166667	0,95	0,16308333
Temperatura (C°)	26,6	0,1	0,16166667	0,92	0,14873333
Nitrato (mg/l)	0,7	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	32	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,75	0,17	0,23166667	0,93	0,21545
Turbiedad (UTN)	1,19	0,08	0,14166667	0,92	0,13033333
ICA					0,95093333

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 17, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 1, muestreado y monitoreado el 13 de abril de 2015, es de 0,95093333, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Tabla 18. Índice de Calidad de Agua en Punto 2.

Parámetros	Resul. Lab.	W	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,72	0,11	0,17166667	0,95	0,16308333
Temperatura (C°)	27	0,1	0,16166667	0,94	0,15196667
Nitrato (mg/l)	0,5	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	26	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,69	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	1,74	0,08	0,14166667	0,95	0,13458333
ICA					0,95146667

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 18, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 2, muestreado y monitoreado el 13 de abril de 2015, es de 0,95146667, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Tabla 19. Índice de Calidad de Agua en Punto 3.

Parámetros	Resul. Lab.	w	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,83	0,11	0,17166667	0,95	0,16308333
Temperatura (C°)	26,8	0,1	0,16166667	0,92	0,14873333
Nitrato (mg/l)	0,4	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	22	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,96	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	1,68	0,08	0,14166667	0,94	0,13316667
ICA					0,94681667

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 19, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 3, muestreado y monitoreado el 13 de abril de 2015, es de

0,94681667, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Tabla 20. Índice de Calidad de Agua en Punto 4.

Parámetros	Resul. Lab.	w	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	7,73	0,11	0,17166667	0,95	0,16308333
Temperatura (C°)	27,4	0,1	0,16166667	0,94	0,15196667
Nitrato (mg/l)	0,5	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	26	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	8,15	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	1,96	0,08	0,14166667	0,96	0,136
ICA					0,95288333

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 20, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 4, muestreado y monitoreado el 13 de abril de 2015, es de 0,95288333, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Cálculos del ICA monitoreados el 04 de mayo de 2015 en los cuatro puntos en el río Salomé.

Tabla 21. Índice de Calidad de Agua en Punto 1.

Parámetros	Resul. Lab.	w	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,68	0,11	0,17166667	0,95	0,16308333
Temperatura (C°)	24,7	0,1	0,16166667	0,9	0,1455
Nitrato (mg/l)	0,5	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	42	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,36	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	1,38	0,08	0,14166667	0,92	0,13033333
ICA					0,94075

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 21, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 1, muestreado y monitoreado el 04 de mayo de 2015, es de 0,940775, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Tabla 22. Índice de Calidad de Agua en Punto 2.

Parámetros	Resul. Lab.	W	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,6	0,11	0,17166667	0,95	0,16308333
Temperatura (C°)	25,1	0,1	0,16166667	0,95	0,15358333
Nitrato (mg/l)	0,5	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	58	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,39	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	1,53	0,08	0,14166667	0,93	0,13175
ICA					0,95025

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 22, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 1, muestreado y monitoreado el 04 de mayo de 2015, es de 0,95025, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Tabla 23. Índice de Calidad de Agua en Punto 3.

Parámetros	Resul. Lab.	w	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,79	0,11	0,17166667	0,94	0,16136667
Temperatura (C°)	24,8	0,1	0,16166667	0,91	0,14711667
Nitrato (mg/l)	0,4	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	56	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,73	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	1,58	0,08	0,14166667	0,93	0,13175
ICA					0,94206667

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 23, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 3, muestreado y monitoreado el 04 de mayo de 2015, es de 0,94206667, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

Tabla 24. Índice de Calidad de Agua en Punto 4.

Parámetros	Resul. Lab.	w	w corregido	Qi	qi*Wi
Potencial de Hidrogeno (pH)	6,87	0,11	0,17166667	0,95	0,16308333
Temperatura (C°)	24,8	0,1	0,16166667	0,91	0,14711667
Nitrato (mg/l)	0,4	0,1	0,16166667	1	0,16166667
Solidos Disueltos (mg/l)	44	0,07	0,13166667	1	0,13166667
Oxígeno disuelto (mg/l)	7,75	0,17	0,23166667	0,9	0,2085
Turbiedad (UTN)	1,91	0,08	0,14166667	0,96	0,136
ICA					0,94803333

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 24, el Índice de Calidad de Agua (ICA) estimado para el punto 1, muestreado y monitoreado el 04 de mayo de 2015, es de 0,94803333, y de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) el agua del río Salome posee una agua de excelente calidad.

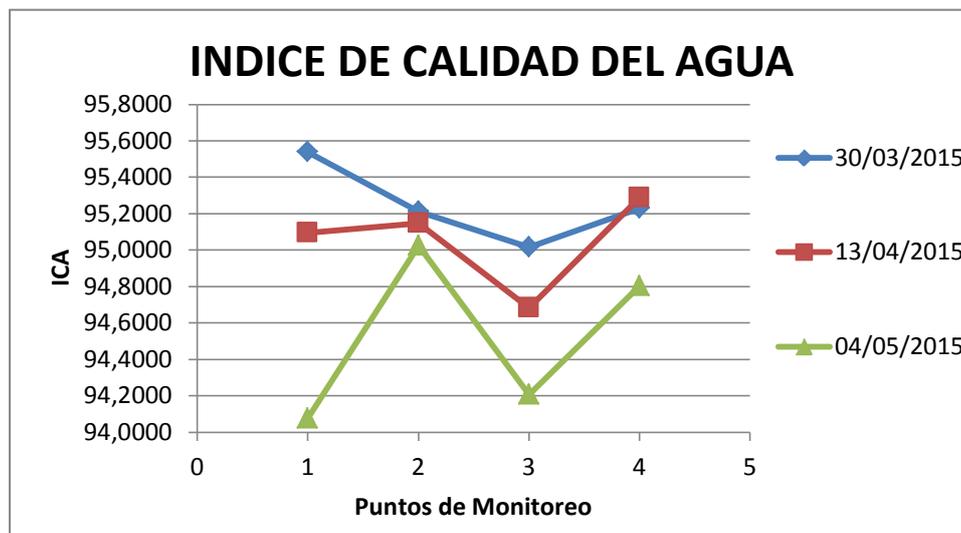
3.1.1 Resumen del ICA monitoreados en los 4 puntos en las fechas preestablecidas en el río Salomé.

Tabla 25. Resumen del Índice de Calidad de Agua Monitoreados.

Fechas de Monitoreo	ICA en cada Punto de Monitoreo			
	P1	P2	P3	P4
30/03/2015	95,5383	95,2125	95,0150	95,2297
13/04/2015	95,0933	95,1467	94,6817	95,2883
04/05/2015	94,0750	95,0250	94,2067	94,8033

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 16. Resumen del Índice de Calidad de Agua Monitoreados.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 25 y gráfico 14, el Índice de Calidad de Agua (ICA) establecidos en los cuatro puntos de monitoreo, en las fecha 30 de marzo, 13 de abril y 04 de mayo de 2015, en el río Salome de acuerdo a la metodología de la NSF, poseen un valor que oscila entre 94 y 95 que de acuerdo a la escala de calificación del ICA (Tabla 2) establece que el agua del río Salome posee un agua de excelente calidad, en el área de investigación.

3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO ENTRE LAS VARIABLES POR EL METODO DE CORRELACIÓN DE PEARSON.

Para establecer la correlación entre los parámetros analizados anteriormente se utilizó la metodología de *Pearson* (Morales, 2008), con r^2 . La Tabla 14 presenta la relación entre las variables. En la columna izquierda se encuentran cada una de las variables estudiadas y en la primera fila del cuadro se vuelve a repetir.

Tabla 26. Análisis Estadístico entre las Variables por el Método de Correlación de Pearson

		pH	Temperatura	Nitratos	Nitritos	Solidos totales	Solidos disueltos	Oxígeno disuelto	Saturación	conductividad	Turbiedad	Fosfatos	Caudal
pH	C. P.	1	,503	-,137	,262	,376	-,500	,789**	,780**	-,587*	,586*	-,307	-,404
Temperatura	C. P.	,503	1	,244	-,165	,861**	-,871**	,717**	,826**	-,921**	,499	,041	,305
Nitratos	C. P.	-,137	,244	1	-,457	,390	-,019	-,125	-,070	,057	-,315	,161	,507
Nitritos	C. P.	,262	-,165	-,457	1	-,130	-,035	,199	,134	,013	-,335	,302	-,741**
Solidos totales	C. P.	,376	,861**	,390	-,130	1	-,812**	,734**	,785**	-,843**	,344	,251	,129
Solidos disueltos	C. P.	-,500	-,871**	-,019	-,035	-,812**	1	-,688*	-,779**	,871**	-,482	-,136	-,140
Oxígeno disuelto	C. P.	,789**	,717**	-,125	,199	,734**	-,688*	1	,983**	-,877**	,580*	,072	-,393

		pH	Temperatura	Nitratos	Nitritos	Sólidos totales	Sólidos disueltos	Oxígeno disuelto	Saturación	conductividad	Turbiedad	Fosfatos	Caudal
Saturación	C. P.	,780**	,826**	-,070	,134	,785**	-,779**	,983**	1	-,936**	,604*	,054	-,245
Conductividad	C. P.	-,587*	-,921**	,057	,013	-,843**	,871**	-,877**	-,936**	1	-,638*	-,032	-,013
	Sig. (bilateral)	,045	,000	,861	,968	,001	,000	,000	,000		,026	,921	,967
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Turbiedad	C. P.	,586*	,499	-,315	-,335	,344	-,482	,580*	,604*	-,638*	1	-,582*	,074
Fosfatos	C. P.	-,307	,041	,161	,302	,251	-,136	,072	,054	-,032	-,582*	1	-,170

Caudal	C. P.	-,404	,305	,507	-,741**	,129	-,140	-,393	-,245	-,013	,074	-,170	1
	Sig. (bilateral)	,193	,336	,092	,006	,690	,664	,206	,442	,967	,819	,598	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
***. La correlación es significativa en el nivel 0,001 (2 colas).													
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).													
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).													
C.P (Correlación de Pearson)													

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la tabla 14, existen correlaciones significativas positivas y negativas de acuerdo a cada parámetro:

3.2.1 Correlaciones positivas:

- Con respecto a la correlaciones significativas (nivel 0.01) entre el pH y Oxígeno Disuelto (0,789**), Saturación (0,780**)
- Con nivel 0,005 en relación al pH la turbiedad con 0,586*.
- Con respecto a la Temperatura se establece que existe una correlación significativa (nivel 0,01) con: Sólidos Totales (,861**), Oxígeno disuelto (,717**), y Saturación (,826**).
- En relación a los Sólidos Totales existe una correlación significativa de nivel 0,01 con: Oxígeno Disuelto (,734**), y Saturación (,785**).
- Los Sólidos Disueltos poseen una correlación nivel 0,01 con la Conductividad (,871**).
- El Oxígeno Disuelto posee una correlación significativa nivel 0,01 con: Saturación (,983**), y un nivel 0,05 con Turbiedad (,580*).
- El parámetro Saturación posee una correlación significativa de con la turbiedad (,604*), nivel 0,05.
- la Turbiedad posee una correlación nivel 0.05 con el fosfato (,582*).

3.2.2 Correlaciones negativas:

- Con nivel 0,005 en relación al pH la conductividad con -0,587* y la turbiedad con 0,586*.
- Con respecto a la Temperatura se establece que existe una correlación significativa (nivel 0,01) con: Sólidos Disueltos (-,871**) y conductividad (-,921**).
- Los Nitratos poseen una correlación significativa nivel 0,01 con el caudal (-,741**).
- En relación a los Sólidos Totales existe una correlación significativa de nivel 0,01 con: Sólidos Disueltos (-,812**) y conductividad (-,843**).

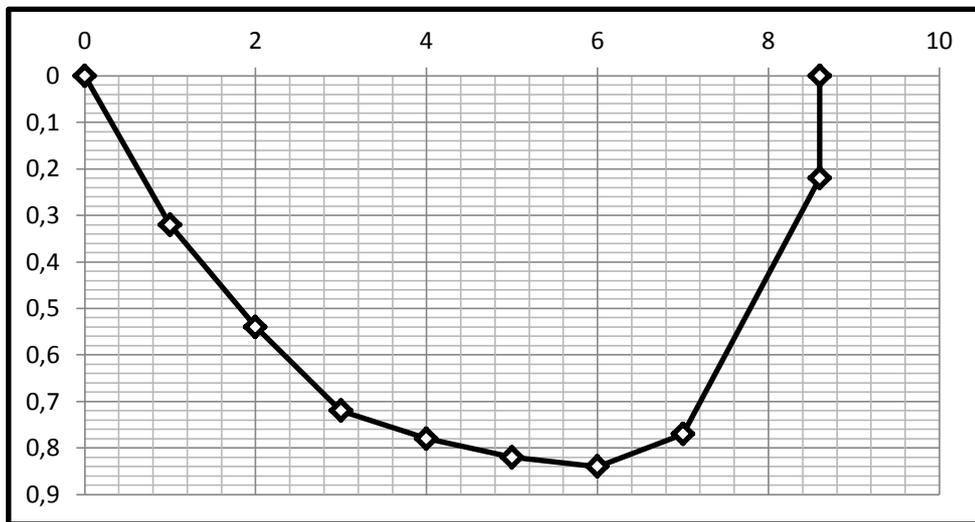
- Los Sólidos Disueltos poseen una correlación nivel 0,05 con el Oxígeno disuelto (-,688*) y nivel 0,01 con; saturación (-,779**)
- El Oxígeno Disuelto posee una correlación significativa nivel 0,01 con: Conductividad (-,877**)
- El parámetro Saturación posee una correlación significativa de con conductividad (-,936**), nivel 0,05
- Con respecto a la Turbiedad existe una correlación nivel 0,05 con turbiedad (-,638*).

3.3 PERFIL DEL CAUCE DEL RÍO SALOME

El perfil del cauce del río Salome se estimó, en una sección de 10 metros de largo del río, se niveló la cinta con un nivel y se midió la profundidad del río cada metro a lo ancho.

3.3.1.1 Perfil Punto 1. Comunidad Salomé, 30 marzo de 2015.

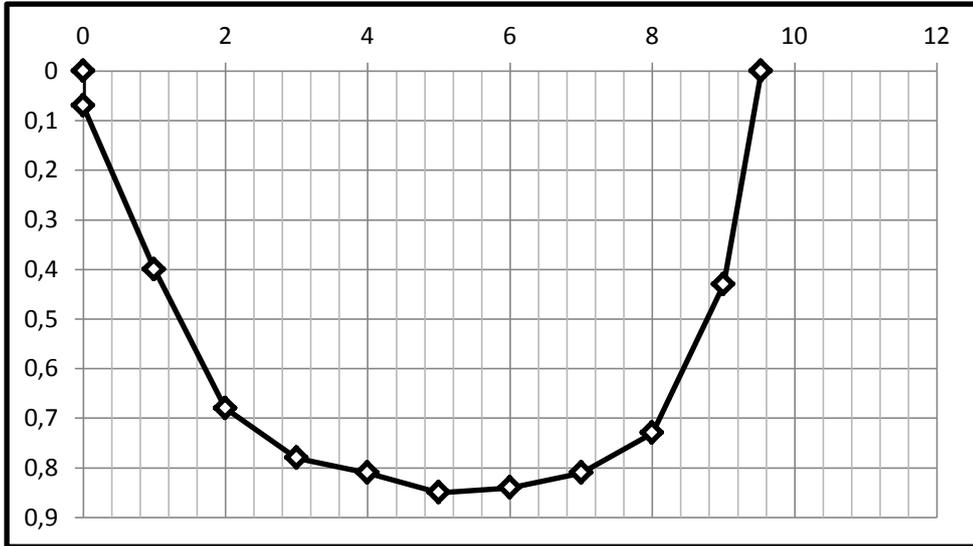
Gráfico 17. Perfil del cauce del río Salomé Punto 1.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

3.3.1.1.1 Perfil Punto 2. Comunidad Salomé, 30 marzo de 2015

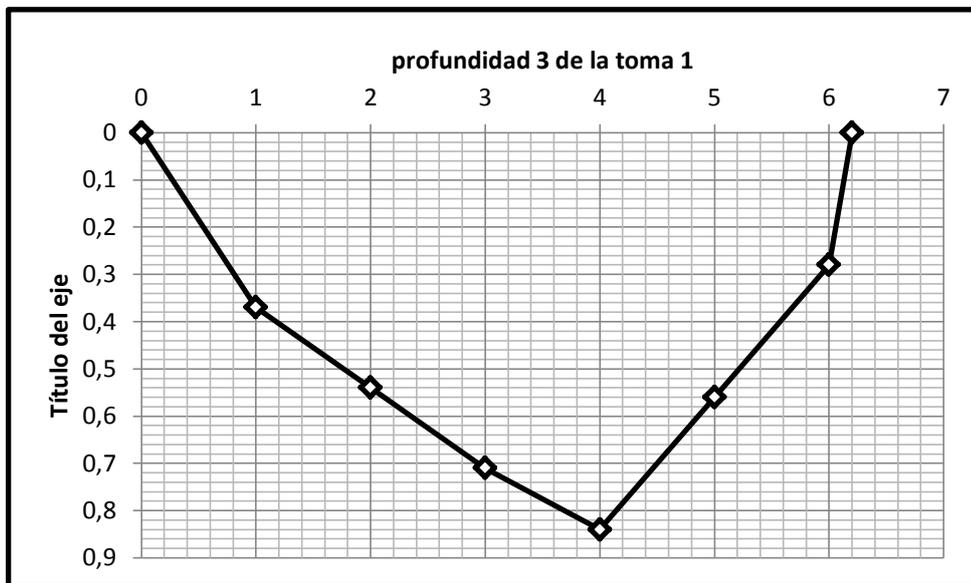
Gráfico 18. Perfil del cauce del río Salomé Punto 2



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

3.3.1.1.2 Punto 3. Comunidad Salomé, 30 marzo de 2015

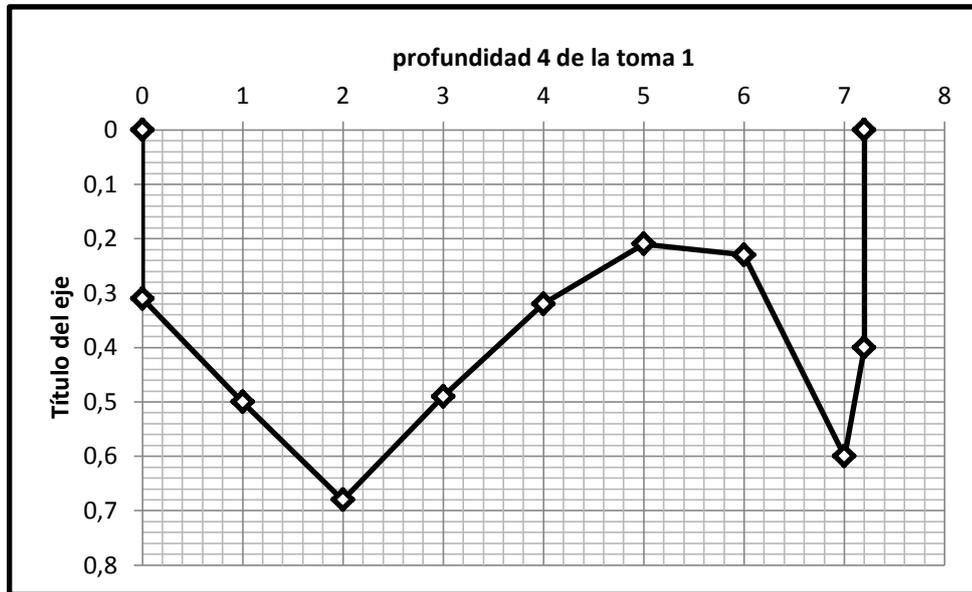
Gráfico 19. Perfil del cauce del río Salomé Punto 3.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

3.3.1.1.3 Punto 4. Comunidad Salomé, 30 marzo de 2015.

Gráfico 20. Perfil del cauce del río Salomé Punto 4.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Tabla 27. Datos para estimar el Caudal

Parámetros del Caudal	PUNTO 1		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Distancia del lecho	8,6	7,7	8,050
Área de Mojado m2	4,309	3,263	3,835
Perímetro de mojado	10,68	11,81	12,100
Radio Hidráulico	0,403	0,276	0,317
N	0,033	0,033	0,033
Pendiente	0,012	0,02	0,012
Velocidad	1,1812	1,818	1,543
Q (Caudal)	7,809	5,933	5,917

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

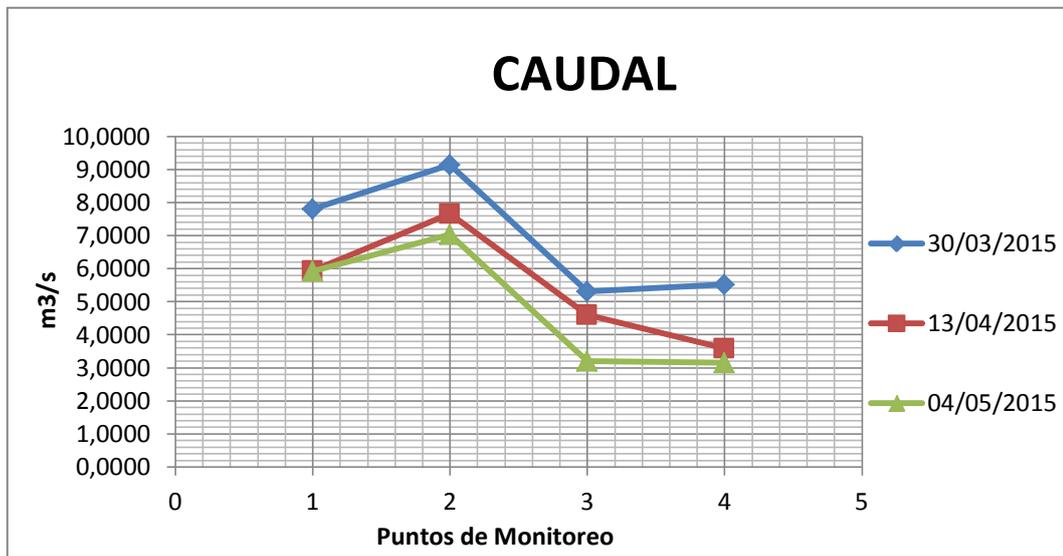
3.1.1 Caudal del Río Salome

Tabla 28. Caudal estimado en los 4 puntos de monitoreo, en el río Salome.

CAUDAL (Q) (m ³ /s)			
Puntos de Monitoreo	Fechas de Monitoreo		
	30/03/2015	13/04/2015	04/05/2015
Punto 1	7,8089	5,9332	5,9172
Punto 2	9,1436	7,6548	7,0284
Punto 3	5,3163	4,6015	3,2002
Punto 4	5,5214	3,5876	3,1551

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Gráfico 21. Comportamiento del Caudal en los 4 puntos de monitoreo en el río Salome.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Como se puede apreciar en la Tabla 27 y Gráfico 20, el mayor caudal se monitorea el 30 de marzo de 2015 en el punto dos con 9,14 m³/s, esto porque en

trayecto del punto 1 al 2 existe 8 afluentes y una descarga puntual mismos que aportan mayor cantidad de agua al río Salome y permiten que el caudal se incremente en el punto dos, sin embargo el 04 de mayo de 2015 existe un caudal de $3,15 \text{ m}^3/\text{s}$, en el punto 4, este valor que representa un caudal mínimo.

3.2 DESCARGAS LÍQUIDAS PUNTUALES

Para determinar las descargas líquidas puntuales existen dentro de la cuenca media del río Puyo ramal Salome, se realizó un recorrido dentro de los cuatro puntos de monitoreo identificándolas y georreferenciando las descargas como se puede apreciar en la Gráfica 28. Cabe mencionar que existe solo una descarga directa en el río Salomé, sin embargo entre el punto uno y dos del área de estudio existen tributarios mismos que poseen descargas de las aguas residuales domesticas ya que es un centro poblado.

Gráfico 22. Descargas Líquidas Puntuales, Río salome.



Fuente: (Plantillas del Instituto Geográfico Militar ArGis, 2009)

3. CONCLUSIONES

- Los parámetros físicos – químicos previamente seleccionados posee una concentración detallada a continuación:
 - El Oxígeno Disuelto posee una concentración máxima de 8,15 mg/L, muestreados en el punto 4 el 30 de marzo y el 13 de abril de 2015 y una concentración mínima de 7,36 mg/L muestreado en el punto 2 el 4 de mayo de 2015. Estos valores se encuentran dentro de los Criterios Admisibles para la Preservación de vida Acuática y Silvestres en Aguas Dulces, Marinas y de estuarios establecidos en la Tabla 3 y en la Tabla 7 correspondientes a los Criterios de Calidad de Agua para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario. Cabe manifestar que en los resultados obtenidos en el monitoreo no existe una variación significativa entre los puntos de muestreo, ya que poseen un comportamiento similar, tal es el caso de los punto 1, que tienen los mismos resultados (7,75 mg/L) en las muestras tomadas en las fecha 30 de marzo y 13 de abril;
 - El pH posee una concentración máxima de 7,73, muestreados en el punto 4 el 30 de marzo y el 13 de abril de 2015 y una concentración mínima de 6,6 muestreado el 4 de mayo en el punto 2. Estos resultados de acuerdo a la Tabla 7. Criterios de Calidad de Agua para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario se encuentra dentro del rango admisible que corresponde a 6,5 y 8,3. Cabe manifestar que los resultados obtenidos no poseen una variación significativa esto se puede evidenciar en los punto 1 y 2 ya que lo resultados son los mismos en las fechas 3 de marzo y 13 de abril de 2015, indicando que no existe un impacto significativo en las aguas del río Salomé;
 - La temperatura cuenta con un valor máximo de 27,4 C °, en el punto 4 monitoreado en 30 de marzo y el 13 de abril de 2015 y un mínimo de 24,6C° en el punto 1 monitoreado el 04 de mayo de 2015. Este parámetro no forma parte de los límites permisibles para la Preservación de la vida Acuática y para el uso recreacionales de contacto primario, sin embargo se

puede manifestar que la temperatura se encuentra dentro del máximo admisible que corresponde a 32 C°, la temperatura regula los procesos vitales de los organismos vivos acuáticos (reproducción, crecimiento y el status fisiológico) y puede altera la concentración de saturación de oxígeno y la rapidez de las reacciones químicas y las actividades de las bacterias (Romero, 2010);

- Los nitratos poseen una concentración máxima de 0,8 mg/L en el punto 1 monitoreado el 13 de abril de 2015 y una concentración mínima de 0,4 en el punto 4 muestreado el 30 de marzo de 2015. Estos resultados de acuerdo a lo establecido en la Tabla 3 Criterios Admisibles para la Preservación de vida Acuática y Silvestres en Aguas Dulces, Marinas y de estuarios se encuentra dentro de los límites permisible que se establece en 13 mg/l. cabe manifestar que los resultados obtenidos de nitratos son mayores a los nitritos, esto debido a que el uso de fertilizantes nitrogenados y la presencia de excretas humanas y animales, puede elevar la concentración de nitratos en el agua, ya que son solubles y pueden movilizarse fácilmente por las aguas superficiales y subterráneas (Sewyer, y Graw, 2000). Sin embargo se puede manifestar que los resultados obtenidos en la presente investigación son admisibles para la preservación de la vida acuática y el uso recreacional;
- Los nitritos cuentan con una concentración máxima de 0,008 mg/L en el punto 1 y 4 muestreados el 13 de abril de 2015 y una concentración mínima de 0,003 mg/l en el punto 1 muestreado el 30 de marzo de 2015. Estos resultados de acuerdo a lo establecido en la Tabla 3 Criterios Admisibles para la Preservación de vida Acuática y Silvestres en Aguas Dulces, Marinas y de estuarios, se encuentra dentro de los límites máximos permisible que se establece en 0,2 mg/l, como límite máximo permisible. Los nitritos son sustancias tóxicas, a partir de ellas pueden formarse nitrosaminas, consideradas cancerígenas, son solubles en agua se forman a partir de los nitratos, sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en los sistemas acuáticos y terrestres o por reducción bacteriana.

Además puede actuar como agente oxidante y reductor, por no estar en condiciones de baja oxigenación, provocando además que los nitritos se transforman rápidamente en nitratos (Sewyer, y Graw, 2000);

- Los fosfatos tienen una concentración máxima de 1,38 en el punto 3 muestreado el 13 de abril de 2015 y una mínima de 0,07 en el punto 2 muestreado el 30 de marzo de 2015. Este parámetro no es considerado en la Tabla 3 y 7 del Anexo 1 del TULAS, sin embargo su presencia indica que en las aguas del río Salomé existe detergentes producto de actividades domésticas. Este producto es considerado un tensoactivo, que poseen como componente los fosfatos, mismos que en exceso causan la eutrofización. (Quintero, *et al.*, 2010).
- Los sólidos totales poseen una concentración máxima de 68 mg/L en el punto 1 muestreados el 30 de marzo y el 13 de abril de 2015 y una mínima de 25,33 en el punto 2 muestreado el 4 de mayo de 2015. Este parámetro no es considerado en la Tabla 3 y 7 del Anexo 1 del TULAS. Sin embargo la causa de la Turbiedad en el agua es la presencia de sólidos suspendidos que forman sistemas coloidales de 1 a 1.000 milimicrómetros, que al estar en reposo precipitan rápidamente, facilitando el tratamiento de las aguas (Castro y Luisa, 1987).
- Los sólidos sedimentables, tienen una concentración constante en los cuatro puntos de monitoreo muestreados el 30 de marzo, el 24 de abril y el 04 de mayo de 2015;
- Los sólidos totales disueltos, poseen una concentración máxima de 58 mg/L en el punto 2 muestreado el 4 de mayo de 2015 y una mínima de 26 mg/L en el punto 2 y 4 muestreados el 13 de abril de 2015. Este parámetro no es considerado en la Tabla 3 y 7 del Anexo 1 del TULAS. Los sólidos disueltos totales son catalogados como un contaminante secundario. Físicamente no influyen en la turbiedad del agua, pero sí puede definir su color u olor, están constituidos por sales y residuos orgánicos, afectan el ingreso de la luz en el agua y la absorción selectiva de los diferentes largos de onda que integran el espectro visible (Mejía, 2005). Cabe manifestar

que en los resultados se puede apreciar una disparidad, esto debido a la presencia de asentamientos humanos establecidos en el área de investigación.

- En relación al Caudal tenemos que el mayor caudal se monitorea el 30 de marzo de 2015 en el punto 2 con $9,14 \text{ m}^3/\text{s}$, debido a que en trayecto del punto 1 al 2 existe 8 afluentes y una descarga puntual mismos que aportan mayor cantidad de agua al río Salome y permiten que el caudal se incremente en el punto dos, sin embargo el 04 de mayo de 2015 existe un caudal de $3,15 \text{ m}^3/\text{s}$, en el punto 4, este valor que representa un caudal mínimo, esto debido a que las características del río salome cambian, el área en este punto es plana y el río se extiende más.
- Con respecto a los límites permisibles establecidos en la Legislación Ambiental vigente, podemos manifestar que los Oxígeno Disuelto, pH, Nitrito, Nitrato, Fosfato, Solidos Totales, Solidos Disueltos, Turbiedad y Conductividad eléctrica se encuentran dentro de lo establecido en la Tabla 3 y la Tabla 7. del Anexo 1 del TULAS, del Acuerdo Ministerial 028, publicado mediante Registro Oficial N° 270, el 13 de febrero de 2015, vigente a la elaboración de la presente investigación.
- En relación las descargas líquidas puntuales existentes, en el área de estudio de la cuenca media del río Puyo ramal Salome, se verifico y evidencio la presencia de una descarga directa en el río Salomé, sin embargo entre el punto uno y dos del área de estudio existen tributarios mismos que poseen descargas de las aguas residuales domesticas que generan los centro poblado.

4. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con el monitoreo de la calidad de agua de la cuenca media del río Puyo, ramal Salomé, debido a que esto permitirá establecer políticas o medidas que mitiguen los impactos que las diversas actividades antrópicas generan en el río Salomé.
- Además se recomienda que para una próxima evaluación de la calidad de agua se considere el parámetro Demanda química de Oxígeno 5 (DBO5), debido a que en el Acuerdo Ministerial 028, publicado el Registro Oficial 270, el 13 de febrero de 2015, en el Anexo 1, Tabla 3, existe una tabla adicional que permite conocer si la vida acuática no está impactada o posee un impacto moderado, y de esta manera aportar a los estudios que se realicen realizados.

5. BIBLIOGRAFÍA:

- Albert, L. 1997. Contaminación Ambiental, origen, clases, fuentes y efectos. En: Albert, L. (ed.) Introducción a la toxicología Ambiental. Organización Panamericana de la Salud y Gobierno del Estado de México, México.
- Bucher, E. Catro, G. Floris, V. 1997. Conservación de ecosistemas de agua dulce: Hacia una estrategia de manejo integrado de recursos hídricos. Washington, D. C. - No. ENV-114
- Castro, E., María, L. 1987. Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua. Lima, CEPIS.
- Concejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). 2006. Gestión Integral de recursos Hídricos del Ecuador. Quito.
- Crespi, R.; O. Plevich; A. Thuar; L. Grosso; C. Rodríguez; D. Ramos; O. Barotto Custodio, E. y Llamas, M. 2011. Hidrología Subterránea. Segunda Edición. Tomo I y II. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.
- Goyenola. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras –Oxígeno Disuelto. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos -RED MAPSA.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pastaza (GADPZ). 2014. Parroquia Tarqui. Disponible en: <http://www.pastaza.gob.ec/pastaza/tarqui>. Accedido en 15 de enero 2015
- García & Campos. 2005. Definición de Cuenca Hidrográfica. 2da. Edición. Barcelona España.
- García, M. 2013. PROTOCOLO PARA LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS FIJOS Y VOLÁTILES A 550°C. Universidad de la Guajira-

- Gonzales, V., O. Caicedo & N. Aguirre. 2013. Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP. Colombia.
- JIMÉNEZ F. 2002. Manejo de Cuencas y Prevención de Desastres. Curso Corto. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Managua Nicaragua
- Mejía, M. 2005. Tesis Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Centro Agronomico Tropical de Investigación (CATIE). Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Costa Rica.
- .M. Sartori; M. Covinich & J. Boehler. S/f. Manejo de aguas residuales urbanas. Argentina
- Modreno, S. 2006. Manejo Integral de Cuencas hídricas. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza Tropical Agriculture Research and Higher Education Center. Costa Rica.
- Morales, P. 2008. Estadística aplicada a las Ciencias Sociales. Madrid.
- Pérez, J. 1981. Manual de tratamiento de aguas. Medellin
- Quinteros, L. Agudelo, E. Quintana, Y. Cardona, A. y Osorio, A. 2010. Determinación de Indicadores de Calidad de Agua, Sedimentos y Suelos, Marinos y Costeros en Puestos Colombianos. Volumen 13. No. 3. Medellín ISSN0124.17X.
- Ramírez, A. y Viña. G., 1998. Limnología Colombiana aporte a su conocimiento y estadística de análisis. Primera Edición. Fundación universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia.

- RAPAL Uruguay. 2010. Contaminación y eutrofización del agua. Uruguay.
- Rodier, J. 1981. Análisis de las aguas naturales, aguas residuales y aguas de mar. Química, Física – Química, Bacteriológica y Biología. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia.
- Sewyer, C. y Graw, M. 2000. Química Para Ingeniería Ambiental Cuarta Edición.
- Soto, C. & E. Reina. 2012. Estudio técnico: DNCA-DHN-12-01; “Análisis de la calidad de agua en la subcuenca del río Coca”. Ecuador.
- Tulas. 2003. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria Libro VI, Anexo 1.
- Wetzel, R. 1981. Limnología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España.

6. ANEXOS:

6.1 Anexo 1: Cronograma de trabajo

ACTIVIDADES	M	A	M	J	J	A
Revisar y analizar trabajos previos sobre estudios hidrológicos de calidad de agua.	X					
Reconocimiento del área de estudio para la identificación de los puntos de muestreo	X					
Georeferenciación de los afluentes y de los puntos de muestreo en el cauce del río Salomé	X					
Recolección de muestras in situ en el área seleccionada para realizar el muestreo con réplicas.		X	X	X		
Análisis de las muestras recopiladas en el campo para la obtención de la concentración de los parámetros físico-químicos.		X	X	X		
Se establecerá el índice de calidad ambiental, para el análisis estadístico se estimará la desviación estándar con respecto a los parámetros establecidos para por cada punto de muestreo a diferente tiempo. Se realizará comparaciones de r ² de Pearson para definir las correlaciones entre los parámetros estadísticos					X	
Con todos los datos e información recolectada se procederá a realizar el procesamiento, análisis e interpretación de los datos para la obtención de los resultados.					X	X

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

6.2 Anexo 2. Presupuesto

“ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO PUYO RAMAL SALOME”		
Nº	PROGRAMA/PLAN	PRESUPUESTO
1	Movilización	350
2	Alimentación	300
4	Materiales e insumos	250
TOTAL: <i>Novecientos dólares americanos</i>		900

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

6.3 Anexo 3. Registro Fotográfico de la Fase de campo

Fotografía 1. Caracterización del caudal del río Salomé.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Fotografía 2. Estimación de la pendiente del cauce del río Salomé



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

6.4 Anexo 4. Registro Fotográfico de la Fase de Laboratorio

Foto 3. Muestras de aguas tomadas en el río Salome.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Foto 4. Muestras de agua del río Salomé, para determinar los sólidos sedimentables.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Foto 5. Determinación de los sólidos sedimentables a partir de las muestras de agua del río Salomé.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Foto 6. Equipo Multiparamétrico.

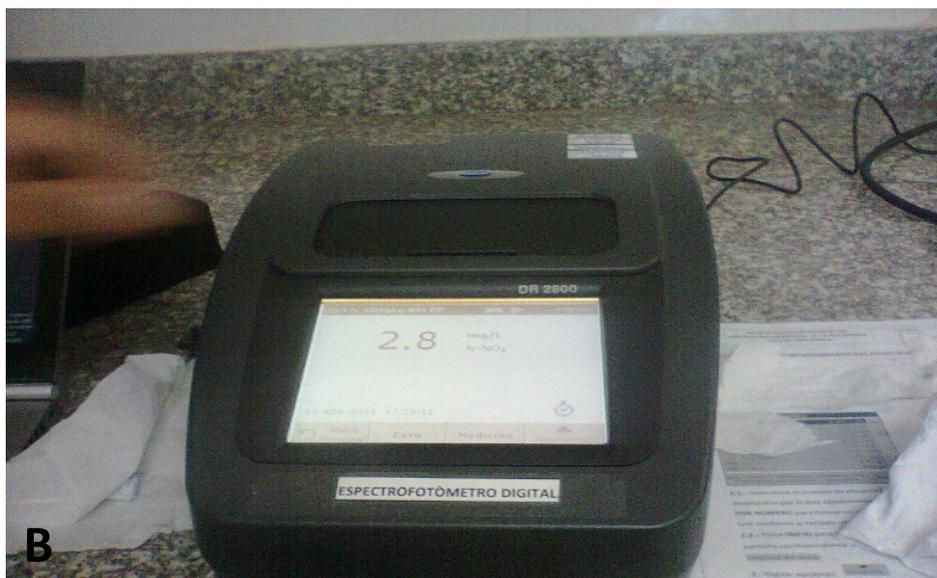


Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

Foto 7. Determinación de la concentración de Nitritos, Nitratos y Fosfatos (A, B, C, D, E).



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.



Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.



C

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.



D

E

Fuente: Elaboración propia del Autor, 2015.

6.5 Anexo 5. Tabla 3. Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces, Marinas y de Estuarios.

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Aguadulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ¹	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoniaco Total ²	NH ₃	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	Hg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ³		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l	-	2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como Fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,05	0,05
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto ⁴	OD	%de saturación	>80	>60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	M-g/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados Totales	Mg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	PH	unidades de pH	6,5-9	6,5-9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/l	13	200
DBO ₅ ⁽⁴⁾	DBO ₅	mg/l	-	
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	no aplica

1 Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/L.

2 Aplicar la Tabla 3a como criterio de calidad para agua dulce

3 Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0,2 ug/L.

4 Aplicar la Tabla 3b como criterio de calidad para agua dulce

Fuente: Acuerdo Ministerial 028, publicado mediante Registro Oficial N° 270.

6.6 Anexo 6. Tabla 3b. Criterios de Calidad Admisible de la DB05 para la Protección de la Vida Acuática.

Objetivos de calidad	DB05 (mg/l)	Condición de la vida acuática
I	1	Vida acuática no impactada
II	1-2	Vida acuática no impactada
II	2-6	Vida acuática con impacto moderado

Fuente: Acuerdo Ministerial 028, publicado mediante Registro Oficial N° 270.

6.7 Anexo 7. Tabla 7. Criterios de Calidad de Aguas para Aguas para Fines Recreativos Mediante Contacto Primario.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Parásitos Nemátodos Intestinales			Ausencia
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	200
Coliformes Totales	NMP	NMP/100ml	2000
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Grasas y aceites	Película visible		Ausencia
Material Flotante		Visible	Ausencia
Oxígeno Disuelto	OD	%de saturación	>80
PH	PH		6,5 - 8,3
Relación Nitrógeno-Fósforo Total			15:1
Fenosoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
La visibilidad al disco Secchi será de por lo menos 2m c			de profundidad

- Siempre y cuando no se refiera a piscinas.

Fuente: Acuerdo Ministerial 028, publicado mediante Registro Oficial N° 270.