



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD:  
PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:  
ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA SUBCUENCA DEL  
RÍO CARRIZAL Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA**

**AUTORES:  
TRIVIÑO ACOSTA CARLOS ANDRÉS  
ZAMBRANO LOOR ÁNGELA MARÍA**

**TUTOR:  
ING. CUMANDA PHILCO VELASCO, M. Sc,**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2018**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Ángela María Zambrano Loor y Carlos Andrés Triviño Acosta, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra 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.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

---

ÁNGELA ZAMBRANO LOOR

---

CARLOS TRIVIÑO ACOSTA

## **CERTIFICACIÓN DE TUTOR**

**ING. CUMANDA PHILCO VELASCO, MsC.** certifica haber tutelado el trabajo de titulación **ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA**, que ha sido desarrollado por **ÁNGELA MARÍA ZAMBRANO LOOR** y **CARLOS ANDRÉS TRIVIÑO ACOSTA**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE** de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. CUMANDÁ PHILCO VELASCO, M.sC.

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA**, que ha sido propuesto, desarrollado por ÁNGELA MARÍA ZAMBRANO LOOR y CARLOS ANDRÉS TRIVIÑO ACOSTA, previa la obtención del título de INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

ING. JUAN LUQUE VERA  
**MIEMBRO**

---

ING. SERGIO ALCÍVAR PINARGOTE  
**MIEMBRO**

---

ING. AGUSTÍN LEIVA PÉREZ, Ph.D  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por las bendiciones, A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Ing. Estela Cumandá Philco tutora de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, por su valioso aporte para nuestra investigación.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Angela María Zambrano Iloor  
Carlos Andrés Triviño Acosta

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres Lucita Loor y Manuel Zambrano, motor principal de mi vida, que me empuja a seguir adelante a luchar por mis sueños, por el amor incondicional, el apoyo, la comprensión y sus valores brindados, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis hermanos por su cariño y apoyo absoluto, durante este proceso, por estar siempre presentes conmigo en todo momento. A las personas especiales que se cruzaron en mi vida; amigos, compañeros, profesores y demás, llenando de recuerdos y aprendizajes inolvidables ayudándome a crecer tanto profesional como ser humano pleno de virtudes. A mi compañero de tesis por la paciencia y perseverancia en cada proceso que nos permitió culminar esta fase importante de nuestras vidas.

Ángela María Zambrano Loor

## **DEDICATORIA**

A mis padres Roberto Triviño y Betty Acosta por haberme apoyado en mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, que me ha permitido ser una persona de bien. A mis hermanos Leonardo, Bladimir, Pamela y enamorada Selena que siempre he contado con su apoyo incondicional durante todo este proceso. A mi compañera de tesis por su esfuerzo, dedicación y constancia durante la realización de nuestro trabajo de titulación.

Finalmente, a mis maestros y amigos, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que nos ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Carlos Andrés Triviño Acosta

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA .....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL .....	viii
CONTENIDO DE CUADROS .....	xi
CONTENIDO DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN .....	xiv
PALABRAS CLAVE .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
KEY WORDS .....	xv
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS.....	4
2.1.1. ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA .....	4
2.1.2. ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL.....	5
2.2. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS .....	6
2.3. CALIDAD DE AGUA .....	6
2.3.1. CALIDAD DE AGUA EN UNA CUENCA.....	7
2.3.2. CALIDAD DE AGUA MEDIANTE ÍNDICES .....	8
2.4. FORMAS DE DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA.....	8
2.4.1. INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF .....	10

2.4.2. TOMA DE MUESTRA.....	11
2.5. CALIDAD DEL AGUA EN OTROS POBLADOS.....	11
2.6. SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL.....	13
2.6.1. MANEJO DE CUENCA.....	14
2.7. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA ICA – NSF .....	14
2.7.1. PORCENTAJE DE SATURACIÓN (OXÍGENO DISUELTO).....	15
2.7.2. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH) EN AGUA .....	16
2.7.3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO).....	16
2.7.4. NITRATOS EN AGUA .....	17
2.7.5. COLIFORMES FECALES.....	17
2.7.6. TEMPERATURA DE AGUA.....	18
2.7.7. TURBIDEZ .....	19
2.7.8. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS .....	19
2.7.9. FOSFATOS TOTALES EN AGUA .....	20
2.8. ANÁLISIS DE DATOS.....	20
2.8.1. MEDIOS DE VIDA .....	20
2.8.2. TAMAÑO DE MUESTRA.....	21
2.8.3. AFIJACIÓN PROPORCIONAL .....	22
2.8.4. REGRESIÓN LINEAL.....	23
2.8.5. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.....	23
2.8.6. ANÁLISIS DE REGRESIÓN .....	23
2.8.7. SOFTWARE ICATEST V 1.0 .....	24
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	27
3.1. UBICACIÓN.....	27
3.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	27
3.2.1. MÉTODOS.....	27
3.2.2. TÉCNICAS.....	28
3.3. VARIABLES EN ESTUDIO .....	30
3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	30
3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	30
3.4. PROCEDIMIENTO .....	30
3.4.1 FASE I. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS .....	30

3.4.2. FASE II. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DEL ICA – NSF .....	32
3.4.3. FASE III. ESTABLECER LA RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES PROPUESTAS EN EL ESTUDIO .....	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS .....	35
4.1.1. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS .....	35
4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS QUE MÁS INFLUENCIA TIENEN EN LA CALIDAD DEL AGUA EN LA SUBCUENCA DEL CARRIZAL .....	36
4.2. PONDERAR LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DEL ICA – NSF.....	43
4.2.1 ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO .....	43
4.2.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LOS INDICADORES DEL ICA – NSF .....	45
4.2.3. ANALISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE SUBCUENCA DEL RIO CARRIZAL .....	57
4.3. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES PROPUESTAS EN EL ESTUDIO .....	60
REGRESIÓN LINEAL .....	60
4.4. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	65
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
5.1. CONCLUSIONES .....	69
5.2. RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA .....	71
ANEXOS .....	78

## CONTENIDO DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1.</b> Escala de clasificación de la calidad de agua .....	10
<b>Cuadro 2.2.</b> Peso relativo para cada parámetro .....	15
<b>Cuadro 3.1.</b> Coordenadas UTM de estaciones de muestreo .....	33
<b>Cuadro 4.1.</b> Número de encuestas por sitio .....	35
<b>Cuadro 4.2.</b> Porcentaje de actividades productivas de cada comunidad .....	36
<b>Cuadro 4.3.</b> Porcentaje de manejo de desechos de cada comunidad .....	38
<b>Cuadro 4.4.</b> Porcentaje de sitio de descargas de aguas residuales por comunidad .....	40
<b>Cuadro 4.5.</b> Porcentaje de veces de uso o empleo del agua del río .....	41
<b>Cuadro 4.6.</b> Porcentaje del uso que le dan al agua del río en cada comunidad .....	43
<b>Cuadro 4.7.</b> Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de estaciones de muestreo .....	44
<b>Cuadro 4.8.</b> Calidad del agua E1 "Membrillo" .....	47
<b>Cuadro 4.9.</b> Calidad del agua E2 "Severino" .....	47
<b>Cuadro 4.10.</b> Calidad del agua E3 " Embalse Sixto Durán Ballén" .....	48
<b>Cuadro 4.11.</b> Calidad del agua E4(1) " Quiroga antes" y E4(2) "Quiroga después" .....	50
<b>Cuadro 4.12.</b> Calidad del agua E5(1) " Sarampión antes" y E5(2) "Sarampión después" .....	51
<b>Cuadro 4.13.</b> Calidad del agua E6(1) " El Paraíso antes" y E6(2) "El Paraíso después" .....	52
<b>Cuadro 4.14.</b> Calidad del agua E7(1) " Calceta antes" y E7(2) "Calceta después" .....	53
<b>Cuadro 4.15.</b> Calidad del agua E8(1) " La Estancilla antes" y E8(2) "La Estancilla después" .....	55
<b>Cuadro 4.16.</b> Calidad del agua E9(1) "Tosagua antes" y E9(2) "Tosagua después" .....	56
<b>Cuadro 4.17.</b> Calidad del agua de la subcuenca del río Carrizal .....	57
<b>Cuadro 4.18.</b> Calidad del agua de la subcuenca del río Carrizal .....	59
<b>Cuadro 4.19.</b> ICA antes y después de las poblaciones y su porcentaje de importancia .....	61
<b>Cuadro 4.20.</b> ICA antes y después de las poblaciones y su porcentaje de importancia .....	63
<b>Cuadro 4.21.</b> ICA antes y después de las poblaciones y su porcentaje de importancia .....	64
<b>Cuadro 4.22.</b> Resumen del procesamiento de casos .....	65
<b>Cuadro 4.23.</b> Pruebas de normalidad .....	65
<b>Cuadro 4.24.</b> Prueba de muestras independientes .....	67

## CONTENIDO DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 2.1.</b> Función de la Calidad NSF. OD.....	16
<b>Gráfico 2.2.</b> Función de la Calidad NSF. pH.....	16
<b>Gráfico 2.3.</b> Función de la Calidad NSF.DBO.....	17
<b>Gráfico 2.4.</b> Función de la Calidad NSF.Nitratos.....	17
<b>Gráfico 2.5.</b> Función de la Calidad NSF. Coliformes fecales.....	18
<b>Gráfico 2.6.</b> Función de la Calidad NSF. Temperatura.....	19
<b>Gráfico 2.7.</b> Función de la Calidad NSF. Turbide.....	19
<b>Gráfico 2.8.</b> Función de la Calidad NSF. STD.....	20
<b>Gráfico 2.9.</b> Función de la Calidad NSF. Fosfatos.....	20
<b>Gráfico 2.10.</b> Demostración de los parámetros seleccionados por el software ICATEST V1.0.....	25
<b>Gráfico 2.11.</b> Representación de los índices calculados.....	25
<b>Gráfico 2.12.</b> Cálculo comparativo de los índices escogidos.....	26
<b>Gráfico 3.1.</b> Puntos en estudio de la Subcuenca del río Carrizal.....	27
<b>Gráfico 4.1.</b> Actividades productivas.....	36
<b>Gráfico 4.2.</b> Manejo de desechos y residuos.....	38
<b>Gráfico 4.3.</b> Sitio de descarga de aguas residuales.....	39
<b>Gráfico 4.4.</b> Veces de uso o empleo del agua.....	41
<b>Gráfico 4.5.</b> Uso del agua.....	42
<b>Gráfico 4.6.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E1 "Membrillo".....	46
<b>Gráfico 4.7.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E2 "Severino".....	46
<b>Gráfico 4.8.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E3 "Embalse Sixto Durán Ballén".....	47
<b>Gráfico 4.9.</b> Calidad según parámetro ICA – NSF de la E4(1) "Quiroga antes".....	49
<b>Gráfico 4.10.</b> Calidad según parámetro ICA – NSF de la E4(2) "Quiroga después".....	49
<b>Gráfico 4.11.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E5(1) "Sarampión antes".....	51
<b>Gráfico 4.12.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E5(2) "Sarampión después".....	51
<b>Gráfico 4.13.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E6(1) "El Paraíso antes".....	52
<b>Gráfico 4.14.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E6(2) "El paraíso después".....	52
<b>Gráfico 4.15.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E7(1) "Calceta antes".....	53
<b>Gráfico 4.16.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E7(2) "El paraíso después".....	53
<b>Gráfico 4.17.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E8(1) "La Estancilla antes".....	54

<b>Gráfico 4.18.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E8(2) "La Estancilla después" .....	54
<b>Gráfico 4.19.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E9(2) "Tosagua después" .....	56
<b>Gráfico 4.20.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la E9(1) "Tosagua antes" .....	56
<b>Gráfico 4.21.</b> Calidad según parámetros ICA – NSF de la subcuenca del río Carrizal .....	58
<b>Gráfico 4.22.</b> Calidad de agua de cada punto de muestreo analizado "antes" y "después" a nivel de la Subcuenca del río Carrizal .....	59
<b>Gráfico 4.23.</b> Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida antes y después de la afectación por las actividades de la población .....	61
<b>Gráfico 4.24.</b> Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida antes de la afectación por las actividades agrícolas de la población.....	62
<b>Gráfico 4.25.</b> Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida después de la afectación por las actividades agrícolas de la población .....	62
<b>Gráfico 4.26.</b> Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida antes de la afectación por las actividades ganaderas de la población .....	63
<b>Gráfico 4.27.</b> Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida después de la afectación por las actividades ganaderas de la población .....	63
<b>Gráfico 4.28.</b> Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida antes de la afectación por letrinas .....	64
<b>Gráfico 4.29.</b> Modelo de Regresión Lineal de a Calidad del Agua medida despúes de la afectación por letrinas .....	64
<b>Gráfico 4.30.</b> ICA antes .....	66
<b>Gráfico 4.31.</b> ICA después .....	66
<b>Gráfico 4.32.</b> Valor de las colas.....	68

## RESUMEN

Se evaluó la incidencia de las actividades antropogénicas en la calidad del agua de subcuenca del río Carrizal, a través de la aplicación de encuestas a las comunidades en estudio, mediante el muestreo de afijación proporcional. Para la ponderación de la calidad de agua se utilizó la metodología ICA – NSF estableciendo quince estaciones de muestreo a lo largo del río, tomando como punto de control el río Severino, Membrillo y el embalse Sixto Durán Ballén, siendo estos, los principales afluentes aportantes al río Carrizal. Se ponderó la calidad del agua “antes” y “después” de las comunidades: Quiroga, Sarampión, El Paraíso, Calceta, la Estancilla y Tosagua, para el cálculo del Índice, se utilizó el software ICATEST V1.0, revelando presencia de coliformes fecales en gran parte de las estaciones de monitoreo. Además de concentraciones elevadas de Nitratos y Fosfatos. Los niveles de contaminación según el ICA – NSF variaron de 54,39 a 60,62, es decir clasificación media, desarrollado por Brown (1970). Como actividades productivas se destacó a la “agricultura” y “ganadería” teniendo una afectación de un 20 % en la calidad del agua. Siendo el uso de letrinas, un efecto antropogénico que produce mayor efecto sobre la calidad del río en un 51% a las riberas de éste. Usando la prueba de “t” de Student, se acepta la hipótesis nula. Tomando como valor de cola (2,228), esto quiere decir que el valor de t se encuentra en el rango de menos 2,228 obteniendo un valor de  $t = 0,439$  es decir  $(-2,228 < 0,439 > 2,228)$ .

## PALABRAS CLAVE

Actividades antropogénicas, cuenca aportante, subcuenca, calidad del agua, ICA – NSF

## ABSTRACT

The incidence of anthropogenic activities in the water quality of the sub-basin of the Carrizal River was evaluated through the application of surveys to the communities under study, by means of proportional affixation sampling. For the weighting of the water quality, the ICA – NSF methodology was used, establishing fifteen sampling stations along the river, taking as control point the river Severino, Membrillo and the Sixto Durán Ballén reservoir, these being the main contributing tributaries to the Carrizal river. The water quality was "weighted" before and after the communities: Quiroga, Measles, El Paraíso, Calceta, La Estancilla and Tosagua, for the calculation of the Index, ICATEST software V1.0 was used, revealing the presence of coliforms fecal in a large part of the monitoring stations. In addition to high concentrations of Nitrates and Phosphates. The levels of contamination according to the ICA – NSF varied from 54.39 to 60.62, that is to say average classification, developed by Brown (1970). As productive activities, "agriculture" and "livestock" were highlighted, with a 20% impact on water quality. Being the use of latrines, an anthropogenic effect that produces greater effect on the quality of the river by 51% to the banks of it. Using the Student's "t" test, the hypothesis is accepted. taking as tail value (2,228), this means that the value of t is in the range of minus 2,228 obtaining a value of  $t = 0.439$  that is  $(-2,228 < 0,439 > 2,228)$ .

## KEY WORDS

Anthropogenic activities, contributing basin, sub-basin, water quality, ICA – NSF

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El agua es un recurso vital e insustituible que permite y potencializa la vida en la tierra (Rubio et al., 2014). La disponibilidad de agua dulce en todo el mundo es crítica y cada día es más compleja, debido a factores como la contaminación, la manipulación económica, el crecimiento demográfico, el desarrollo industrial y agrícola como también la fuente de poder que representa para quien la posee (Agudelo, 2005). Dichos factores han aumentado la presión sobre los recursos hídricos, limitando su aprovechamiento la alteración de sus características fisicoquímicas y microbiológicas. La explotación de los recursos que presentan las cuencas hidrográficas en el Ecuador se basa principalmente en las oportunidades para cubrir las necesidades sectoriales y el uso histórico de un determinado recurso o área y no por una planificación del desarrollo sustentable (Larrea, 2013).

En la Provincia de Manabí, la contaminación de la subcuenca del río Carrizal es debido a la inconsciencia de los seres humanos y la falta de cuidados por parte del hombre hacia otros seres vivos. Con frecuencia las fuentes de captación de agua se encuentran afectados por acciones antropogénicas como: la deforestación, destruyendo grandes áreas de bosque natural para convertirlos en zonas agro pastoriles y para explotación de la madera, mala práctica agrícola, en la cual se evidencia un excesivo uso de fertilizantes inorgánicos y plaguicidas, el crecimiento poblacional sin planificación teniendo como consecuencia un manejo inadecuado de aguas residuales, descargándolas en los ríos, así como también el uso de detergentes en las aguas de los cuerpos hídricos (Barahona & Tapia, 2010).

Es necesario evaluar la calidad de cuerpos de agua en todo el mundo, de manera que la evaluación sea un proceso científico válido y, al mismo tiempo, un producto útil y fácil de entender, tanto para los responsables de la gestión de los recursos hídricos como para el público en general con conocimientos técnicos limitados (Espinosa & Rodríguez, 2016). Con estos antecedentes se fórmula la siguiente interrogante: ¿Cómo inciden las actividades antropogénicas en la calidad del agua del río Carrizal, a nivel de la subcuenca?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es justificada de manera teórica de acuerdo con (Torres, 2009) el cual menciona que, el Índice de Calidad de Agua (ICA), es un tipo de índice ambiental que puede ser usado como marco de referencia único para comunicar información sobre la calidad del ambiente afectado, así como para evaluar la vulnerabilidad o la susceptibilidad del agua a la contaminación. El ICA posibilita la evaluación de los componentes que afectan la calidad del agua para sus diferentes usos y resumir esta evaluación en un simple valor que sirve como una manera de comunicar y representar la calidad en los cuerpos de agua, permitiendo la comparación en diferentes localizaciones para un mismo río. Además, se puede considerar como una forma de agrupación simplificada de algunos constituyentes indicadores del deterioro en la calidad de agua.

A su vez se justifica atendiendo a las utilidades prácticas y metodológicas, en tanto que los resultados de esta tendrán como beneficiarios a los habitantes de la Subcuenca del río Carrizal, otorgando conocimientos sobre la calidad del agua. Planteando como prioridad la conservación y el uso que den al recurso natural, que sirvan como estrategias que contribuyan a la prevención, control y mitigación de la contaminación, del consumo y post consumo sustentable.

Legalmente según lo señalado en (Constitución del Ecuador , 2008) el Art. 12 determina el derecho humano al agua como fundamental e irrenunciable. “El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”; y en el Art. 74 “Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir”. “Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado”. Respectivamente, el 3er objetivo del Plan Nacional para el Buen Vivir, (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017) busca garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y las futuras generaciones.

Metodológicamente, los procedimientos, métodos, técnicas y demás herramientas usadas en la medición de las variables con una adecuada

planificación de cada una de las actividades para el cumplimiento de los objetivos podrían ser extrapolados en estudios que presenten problemáticas parecidas.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la incidencia de las actividades antropogénicas en la calidad del agua en el río Carrizal, a nivel de la subcuenca.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las actividades antropogénicas
- Ponderar la calidad del agua a través del ICA – NSF a nivel de la subcuenca
- Establecer la relación entre las variables propuestas en el estudio

### **1.4. HIPÓTESIS**

H0: Las actividades antropogénicas no inciden negativamente en la calidad del agua del río Carrizal, a nivel de la subcuenca.

H1: Las actividades antropogénicas inciden negativamente en la calidad del agua del río Carrizal, a nivel de la subcuenca

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS**

Según Crego (2013) la contaminación antropogénica es aquella actividad producida por los asentamientos humanos, agricultura y ganadería. Muchas de estas perduran en el tiempo, alterando las historias evolutivas de ecosistemas y especies directa o indirectamente; es decir, tienen impactos evolutivos. Las actividades humanas normalmente afectan el resto de las especies del planeta debido a que el hombre modifica tanto los hábitats como las comunidades de seres vivos y su impacto se ha visto amplificado principalmente a raíz de la revolución industrial.

#### **2.1.1. ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN UNA CUENCA HIDROGRÁFICA**

Las actividades identificadas que se toman en cuenta para evaluar el alcance de sus impactos se enlistan a continuación:

Agricultura y ganadería (campos de cultivo): El sector agrícola es uno de los mayores usuarios del agua, el agua superficial se utiliza en muchos casos de manera irracional para regar los cultivos durante la época seca o para el lavado de productos durante la fase de procesamiento, además gran parte de la producción agrícola y ganadera depende de insumos químicos para garantizar su sostenibilidad económica (Bach, 2007). Debido al aumento de la población, estas han aumentado y mejorado, lo que ha ocasionado el desequilibrio entre el empleo de fertilizantes y fitosanitarios, incorporando muchas veces metales pesados. El empleo de fertilizantes lleva a efectos negativos sobre el medio ambiente, sobre todo:

- Cambios en el tipo y estructura de la vegetación natural.
- Modifica, altera y cambia la composición química de las aguas: eutrofización.
- Acidificación de suelos y aguas.

Actividades de recreación: en el agua se pueden realizar diferentes tipos de actividades. Unas son básicas en el aprendizaje y dominio del medio, y las otras deben experimentarse como complemento de las primeras. (González &

Sebastiani, 2000). El uso del agua en actividades recreativas requiere de inmersión tales como la natación y buceo, estas actividades son consideradas de contacto primario; mientras que las actividades como canotaje, remo, pesca deportiva son consideradas de contacto secundario (García, 2004).

Asentamientos humanos: La actividad doméstica produce principalmente contaminación con residuos orgánicos y desechos sólidos, además de contaminar, disminuye la capacidad hidráulica, causando problemas de inundaciones. El alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias: emisiones de los automóviles hidrocarburos, plomo, otros metales (Universidad de Costa Rica, 2013).

Para la eliminación de residuos se construyen vertederos de aguas residuales que son vertidas sin ningún tratamiento a los cauces del río lo que provoca problemas ambientales, tales como:

- Deterioro del hábitat de muchas especies
- Contaminación física, química y microbiológica del agua
- Afecta los usos que brinda el agua: para beber, para riego, entre otros.

Al aumentar la población, aumenta el agua residual, esta agua sobrepasa la capacidad depuradora de la misma (EcuRed, 2018).

### **2.1.2. ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL**

Según Menchaca & Alvarado (2011) las principales actividades antropogénicas se enlistan a continuación:

Agrícola: Siembra de cultivos, control de insectos (uso de pesticidas), control de “malas hierbas” (uso de herbicidas) aplicación de agroquímicos y método de laboreo.

Pecuaría: Cría de ganado, aves o porcinos; alimentación de animales, limpieza del área donde habitan, pastoreo y sacrificio de animales.

Forestal: Explotación de bosques madereros, tala inmoderada, reforestación y monocultivo.

Acuacultura: Método de crianza; sustancias químicas utilizadas para la alimentación o enfermedades; introducción de especies no nativas; y modificación del patrón de corriente del agua superficial.

Doméstica: Descarga de aguas residuales con alto contenido de materia orgánica, descarga de grasas y aceites, descarga de detergentes y jabones, redes de distribución, concesiones de agua para distintos usos e incineración de residuos.

Industrial: Explotación de acuíferos, descarga de aguas residuales con residuos tóxicos, derrames y escapes.

## **2.2. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS**

El cuestionario es una de las bases en que descansa el éxito de una encuesta. La encuesta es uno de los métodos más populares para recopilar información y opiniones. En el contexto de la evaluación de las necesidades de la comunidad, las encuestas pueden ser un procedimiento eficaz para determinar las fortalezas, debilidades, necesidades y actividades de la comunidad sujeta a estudio (Rotary, 2013). La sostenibilidad económica de las familias es analizada mediante la aplicación de encuestas basándose en la Teoría de Medios de Vida, este enfoque determina la cantidad y calidad de capitales con que cuentan las familias, el hecho de que esta herramienta sea tan utilizada se debe a que permite analizar las estrategias de vida y los procesos de desarrollo de las comunidades, facilitando la identificación de posibles opciones o estrategias de intervención (Valenciano, Le, & Sáenz, 2012).

## **2.3. CALIDAD DE AGUA**

La calidad del agua se define como el conjunto de características que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad y las necesidades del usuario. También se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución. La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (Mejía, 2005).

Corresponde a las propiedades físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, propiedades que al ser afectadas repercuten tanto sobre las comunidades humanas como la vida vegetal y animal (Commission for Environmental Cooperation, 2008). Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación (Aguilar, 2010).

El crecimiento demográfico y el desarrollo industrial y agrícola han aumentado la presión sobre los recursos hídricos, crecimiento demográfico fisicoquímica, microbiológica y parasitológicas que determinan la complejidad y costos de tratamiento que los haga aptos para usos; como el consumo humano. Uno de los principios que orientan el suministro de agua segura es el concepto de barreras múltiples, que involucra la protección de la fuente, la optimización de los procesos en las plantas de tratamiento de agua, y un adecuado manejo de los sistemas de distribución (Torres *et al.*, 2010).

### **2.3.1. CALIDAD DE AGUA EN UNA CUENCA**

El agua es por naturaleza un recurso múltiple que se utiliza parcialmente y que es proveedor de una variedad tan amplia de productos y servicios que algunos de ellos no siempre resultan distinguibles para la población de una cuenca (Román *et al.*, 2011). Los usos del agua son diversos y sus consecuencias son diferentes en las zonas urbana y rural.

Analizando lo que sucede en zonas rurales, el agua de una cuenca es mayormente usada por agricultores para el riego de sus cultivos, esta agua se contamina con agroquímicos y sales naturales en su paso por parcelas y arroyos, independientemente de los aforos. Muchos ambientes acuáticos tienen entradas de estos nutrientes algunos esenciales para el desarrollo y reproducción de plantas y animales. Estos suelen ser denominados nutrientes (o bioestimulantes), siendo dos de los principales, el nitrógeno y fósforo. Ambos se pueden encontrar en los ecosistemas acuáticos en diversas formas o estados de oxidación lo que ocasiona un gran incremento del crecimiento de las plantas acuáticas y cambios en los tipos de plantas y animales que viven en el cuerpo de agua (Canal de Panamá, 2015). Lo cual es un indicativo de contaminación

con producto de actividades agrícolas, y escorrentías de zonas fertilizadas, además del vertimiento aguas residuales domésticas entre otras cosas.

### **2.3.2. CALIDAD DE AGUA MEDIANTE ÍNDICES**

Los índices de calidad del agua – ICA – surgen como una herramienta simple para la evaluación del recurso hídrico fundamental en procesos decisorios de políticas públicas y en el seguimiento de sus impactos, entre otros, se definen los ICA como una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que sirven como expresión de la calidad del agua; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color (Torres, Cruz, & Patiño, 2009).

El ICA como forma de agrupación simplificada de algunos parámetros, indicadores de un deterioro en calidad del agua, es una manera de comunicar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua (Ley de Gestión Ambiental, 2015). La evolución de los ICA radica en que a lo largo de los años se ha buscado un índice que permita clasificar la calidad del agua, y en los últimos 130 años muchos países principalmente europeos, han desarrollado diferentes sistemas para clasificarla (Torres *et al.*, 2014).

### **2.4. FORMAS DE DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA**

La complicada situación actual de los ríos ha aumentado el interés general por conocer los factores que influyen en su dinámica, por lo que emplear distintas herramientas metodológicas permite realizar un diagnóstico general del estado de la cuenca y a la vez establecer juicios para el análisis de la calidad de agua (Forero & Reinoso, 2013). La gestión y administración adecuada de los recursos hídricos obliga a conocer su comportamiento y respuesta ante las diferentes intervenciones antrópicas, siendo necesaria la implementación de métodos rápidos y económicos para el diagnóstico de las características de las fuentes de agua. Para este tipo de análisis se usan los bioindicadores, que son organismos puntuales y selectos de estrés ambiental que pueden evaluar y predecir los efectos de las modificaciones ambientales antes que el daño sea irreversible (Hahn-von *et al.*, 2018). Sin embargo, dada la diversidad de factores que influyen sobre la dinámica del recurso hídrico la evaluación basada en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, permite tener una visión de la calidad del agua

en los ríos, dichos indicadores muestran datos estadísticos o mediciones de una cierta condición, cambio de calidad o cambio de estado de lo que se evalúa, los cuales se expresan en diferentes magnitudes o unidades se usa para sintetizar una gran cantidad de información de muchas variables o indicadores, que se transforman en una sola variable fácil de entender e interpretar (Calvo & Mora, 2007).

### **Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas. Índices de calidad**

Un índice de calidad de agua consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros, los cuales sirven como una medida de la calidad del agua. El índice puede ser representativo por un número, por un rango, una descripción verbal, un símbolo o un color (Gil, 2014). Miden la contaminación y que poseen como herramienta de empleo variables fisicoquímicas y microbiológicas, tienen a su favor que la información resultante puede ser más fácilmente interpretada que una lista de valores numéricos, pues estos agrupan los elementos contaminantes más representativos como instrumento para determinar el deterioro de las aguas superficiales (González, Caicedo, & Aguirre, 2013).

### **Bioindicadores de la calidad de las aguas superficiales. Macroinvertebrados**

Estos índices bióticos suelen ser específicos para un tipo de contaminación y/o región geográfica, y se basan en el concepto de organismo indicador. Permiten la valoración del estado ecológico de un ecosistema acuático afectado por un proceso de contaminación. Para ello, a los grupos de una muestra, se les asigna un valor numérico en función de su tolerancia a un tipo de contaminación, los más tolerantes reciben un valor numérico menor y los más sensibles un valor numérico mayor, la suma de todos estos valores indica la calidad de ese ecosistema (Miravet *et al.*, 2016).

como un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. Este método sólo requiere llegar hasta nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia). El puntaje va

de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica (Roldan, 2016).

### 2.4.1. INDICE DE CALIDAD DEL AGUA NSF

El ICA fue desarrollado de acuerdo con las siguientes etapas:

La primera etapa consistió en crear una escala de calificación de acuerdo con los diferentes usos del agua. La segunda involucró el desarrollo de una escala de calificación para cada parámetro de tal forma que se estableciera una correlación entre los diferentes parámetros y su influencia en el grado de contaminación. Después de que fueron preparadas estas escalas, se formularon los modelos matemáticos para cada parámetro, los cuales convierten los datos físicos en correspondientes índices de calidad por parámetro ( $I_i$ ). Debido a que ciertos parámetros son más significativos que otros en su influencia en la calidad del agua, este hecho se modeló introduciendo pesos o factores de ponderación ( $W_i$ ) según su orden de importancia respectivo. Finalmente, los índices por parámetro son promediados a fin de obtener el ICA de la muestra de agua. El Índice de Calidad de Agua (ICA) se expresa de la siguiente manera: (Coello *et al.*, 2013).

$$WQI = \sum_{i=1}^n SI_i W_i \quad [2.1]$$

**Cuadro 2.1.** Escala de clasificación de la calidad de agua

	<b>EXCELENTE</b>	91 – 100
	<b>BUENA</b>	71 – 90
	<b>MEDIA</b>	51 – 70
	<b>MALA</b>	26 – 50
	<b>MUY MALA</b>	0 – 25

Las aguas con “ICA” mayor que 90 son capaces de poseer una alta diversidad de la vida acuática. Además, el agua también sería conveniente para todas las formas de contacto directo con ella.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Regular” tienen generalmente menos diversidad de organismos acuáticos y han aumentado con frecuencia el crecimiento de las algas.

Las aguas con un “ICA” de categoría “Mala” pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.

Las aguas con un “ICA” que caen en categoría “Pésima” pueden solamente poder apoyar un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella, tal como natación (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2009)

#### **2.4.2. TOMA DE MUESTRA**

Según Barreto (2010) los diferentes sitios de muestreos de calidad de agua se deben tomar según el objetivo de monitoreo o acción del fondo implementada, tomando en cuenta factores como; la facilidad de acceso, condiciones climáticas, distancia al laboratorio y costos de traslado.

Rotular los frascos, colocar el código de la estación, fecha y la hora exacta en que se está tomando la muestra.

Es importante que la toma de muestras se realice en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico, se toma primero aguas abajo y después aguas arriba.

Una de las principales dificultades del muestreo es la preservación de la representatividad de la muestra, ya que la composición química y microbiológica inicial debe ser mantenida invariable durante el periodo que transcurre desde la recolección de la muestra de agua hasta la realización de los análisis en los laboratorios respectivos. Si el tiempo transcurrido es muy largo, se pueden producir cambios significativos en la composición química y microbiológica de la muestra debido a la inestabilidad de sus diversos constituyentes (Nava *et al.*, 2011).

#### **2.5. CALIDAD DEL AGUA EN OTROS POBLADOS**

En las comunidades rurales los usuarios dan mayor prioridad a la cantidad que a la calidad; ya que, el agua no siempre es apta para el consumo humano. Por otro lado, algunos de los inconvenientes con respecto al uso del agua están en:

el aumento de la demanda del recurso, aumento de su uso en las actividades primarias y la disminución de la calidad (Toledo, 2002).

Existen claras demandas de agua en zonas de las subcuencas que están destinadas a múltiples usos “riego, ganadería, procesamiento de productos agropecuarios, utilización en el aseo del hogar, lavar ropa y trastes, preparación de alimentos” (Peña, 2012). Sin embargo, estas no cumplen con la calidad adecuada para dichos usos, a pesar de ello es utilizada a causa de no contar con otras fuentes de abastecimientos (Gil *et al.*, 2014).

La conservación de las cuencas conlleva procesos que antepone debidamente el aprovechamiento del agua y los recursos relacionados de las cuencas, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa y sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales (Aguirre, 2011). Dentro de la conservación de las cuencas hidrográficas se consideran las interacciones e interdependencias de los componentes (sociales, económicos, culturales, bióticos, abióticos) que se desarrollan en ellas. Las problemáticas ambientales relacionadas a la cuenca hidrográfica han inducido a las autoridades del gobierno nacional para tener en cuenta las graves consecuencias de situaciones conflictivas y usos inapropiados de las mismas (OAS, 2000), identificando acciones concretas que resuelvan conflictos claves para detener la degradación, en busca de proveer mejoras a la calidad de vida de las personas que viven en las cuencas hidrográficas y asegurar mayor sostenibilidad del ambiente (Spears, s/f).

En los ríos Mazar y Pindilig principales afluentes de la cuenca del río Paute en la ciudad de Cuenca-Ecuador con el objetivo de estudiar su calidad, la cual se llevó a cabo mediante el modelo de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos (ICA – NSF); dicho Índice de calidad de agua (ICA). Se realizó un análisis de los resultados de los parámetros muestreados con el fin de una mejor interpretación de los mismo. Para ello se utilizaron gráficas que relacionan la variabilidad entre los puntos de muestreo para cada río durante la campaña de monitoreo, fueron comparados los resultados obtenidos en el laboratorio para los 5 puntos de muestreo con los límites máximos permisibles, expuestos en dichos cuerpos legales vigentes. Para ello los investigadores tomaron en cuenta

que las aguas de los ríos Mazar y Pindilig, son utilizadas por las comunidades principalmente en actividades agrícolas como riego y consumo humano.

La investigación reveló que en las dos subcuencas estudiadas existen procesos y actividades que afectan la calidad del agua, entre estas están: actividades productivas no adecuadas, manejo inadecuado en la disposición de los desechos sólidos provenientes tanto de las actividades agrícolas como de las domésticas, contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar debido a la falta de sistemas adecuados de saneamiento, las malas prácticas del uso del suelo debido a la sobreutilización de productos agroquímicos, cambios en el uso del suelo y obras civiles en construcción, mismas que están contribuyendo al deterioro de los suelos y por consiguiente, a la contaminación de las fuentes superficiales. esta disminución se atribuye a altos valores de turbiedad, fosfatos y coliformes fecales que fueron registrados en la cuenca media y baja del río Pindilig debido al mayor arrastre que genera la corriente del agua (Carrillo & Urgilés, 2016).

## **2.6. SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL**

El río Carrizal es la principal cuenca hidrográfica del cantón Bolívar, cuyo territorio tiene una extensión de 552 Km<sup>2</sup>. Se ubica en el centro oriente de la provincia de Manabí. Su territorio se caracteriza por la existencia de la cadena de montañas de la cordillera conocida como costanera ubicadas hacia el oriente, con una altura media entre 400 y 600 msnm. Al pie de ellas, se extiende una plataforma levemente ondulada, que varía entre los 20 msnm y los 10 msnm, atravesada por una red hidrográfica con vertientes provenientes de la cordillera, cuyo principal río es el Carrizal, que pasa por el límite oriental de Calceta, a la que ingresa desde el sur y se desvía en dirección al oriente. Dos afluentes del Carrizal llegan a éste, en el área de Calceta, desde el sur occidente. Son el río Mosca y el estero de Mocochoal. Además, cuenta, zonas agropecuarias, asentamientos poblacionales a lo largo de los ríos, elementos necesarios para poder realizar un diagnóstico de la provincia. Debe mencionarse que en esta cuenca las aguas son utilizadas en riego y agua potable por el Sistema Regional La Estancilla (Andrade & Bravo, 2013) citado por (Corral & Macías, 2015).

### **2.6.1. MANEJO DE CUENCA**

La dependencia entre el ser humano y el agua es tan antigua como nuestra historia como especie. Desde su principio la agricultura en el hombre ha llevado a desarrollar maneras de manipular el agua y las laderas en su beneficio. (FAO, 2014) En la provincia de Manabí, alrededor del 80% del territorio de la provincia está destinado a actividades de producción agropecuaria, ocupando gran parte de la extensión con cobertura vegetal natural, siendo removida principalmente para pastoreo de ganado y cultivo agrícola. (Barahona & Tapia, 2010).

Las acciones que realiza el hombre en función a sus necesidades, sus actitudes y la forma como se desarrollan sus sistemas productivos en base a sus recursos, forma el eje principal del manejo de la cuenca (Francisco, 2000). El correcto manejo de las cuencas depende esencialmente de una plena participación de la población, reconociendo que la sostenibilidad de las políticas del manejo de las cuencas está en manos de sus habitantes, y ésta es quien debe ser concientizada para asumir el control sobre el manejo de sus propios recursos (FAO, 2007).

### **2.7. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA ICA – NSF**

El ICA – NSF es el índice más empleado en la valoración de la calidad de las aguas superficiales para consumo humano a nivel mundial. Siendo importante hay que considerar que el índice se puede modificar y adaptar de acuerdo con las condiciones prevalecientes en cada sistema acuático en particular (González et al., 2013) citado por (Carrillo & Urgilés, 2016).

Según (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2007), las variables que utiliza el índice de calidad – NSF son:

- Oxígeno disuelto
- pH
- Demanda bioquímica de oxígeno
- Nitratos
- Coliformes fecales
- Cambio de temperatura
- Turbiedad

- Sólidos disueltos totales
- Fosfatos

Cada una de estas variables tiene un peso específico de acuerdo con su importancia, relacionada con la calidad del agua.

**Cuadro 2.2.** Peso relativo para cada parámetro

#	Parámetro	Wi
1	OD	0,17
2	pH	0,11
3	DBO	0,10
4	Nitratos	0,10
5	Coliformes Fecales	0,16
6	Temperatura	0,10
7	Turbidez	0,08
8	Sólidos Totales	0,07
9	Fosfato	0,10

La ventaja de la utilización de métodos fisicoquímicos radica en que el análisis de estos parámetros suele ser más rápido, brindando información extensa de la naturaleza del agua y sus propiedades, y además pueden ser monitoreados con mayor frecuencia. La importancia del análisis microbiológico se debe a que la transmisión de estos factores es habitualmente a través del agua y están abundantemente distribuidos en la naturaleza, razón por la cual se puede decir que todas las aguas naturales contienen una variedad de estos microorganismos e influyen de forma directa en la contaminación del agua.

Este índice es ampliamente empleado entre todos los índices de calidad de agua existentes, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río, además de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río está contaminado o no (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2007).

### **2.7.1. PORCENTAJE DE SATURACIÓN (OXÍGENO DISUELTO)**

El Oxígeno Disuelto es la cantidad de oxígeno presente en el agua y que es esencial para los ríos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser

un indicador de cuán contaminada está el agua y de cuánto sustento puede dar esa agua a la vida animal y vegetal (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

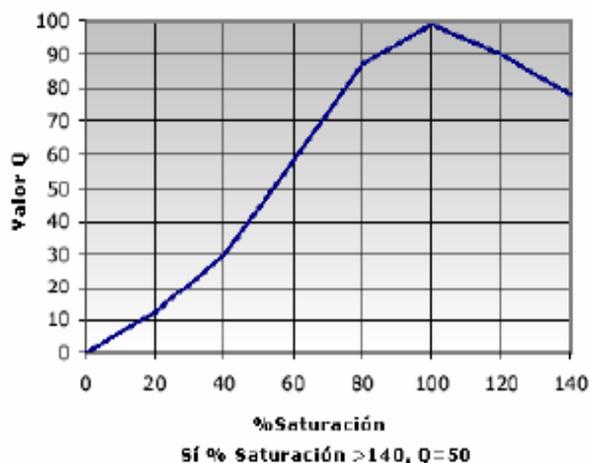


Gráfico 2.1. Función de la Calidad NSF. OD

### 2.7.2. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) EN AGUA

Según (Sepúlveda, 2014) el pH (potencial de hidrógeno) es una medida de acidez o basicidad de una solución, es la concentración de iones o cationes hidrógeno (H<sup>+</sup>) presentes en determinada sustancia. El agua pura tiene un pH neutral, o sea 7, cuando es mezclada con otros químicos se convierte en ácida o alcalina. El pH del agua afecta la vida terrestre y acuática. El agua de los lagos, lagunas y ríos sanos generalmente tiene un pH entre 6 y 8.

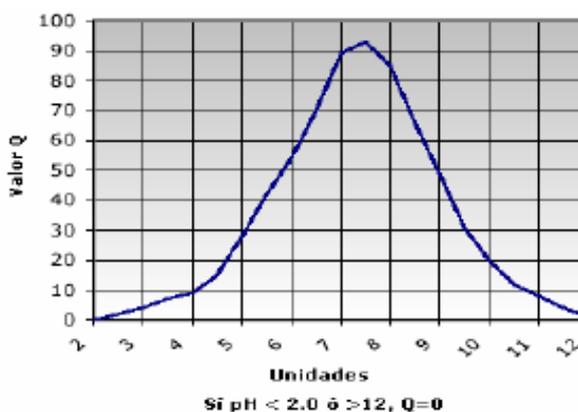


Gráfico 2.2. Función de la Calidad NSF. pH

### 2.7.3. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

Es el parámetro que se maneja para tener una medida de la materia orgánica biodegradable. La demanda bioquímica de oxígeno es una prueba usada en la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y residuales.

Representa una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica. Es afectada por la temperatura del medio, por las clases de microorganismos y por la cantidad y el tipo de elementos nutritivos presentes (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

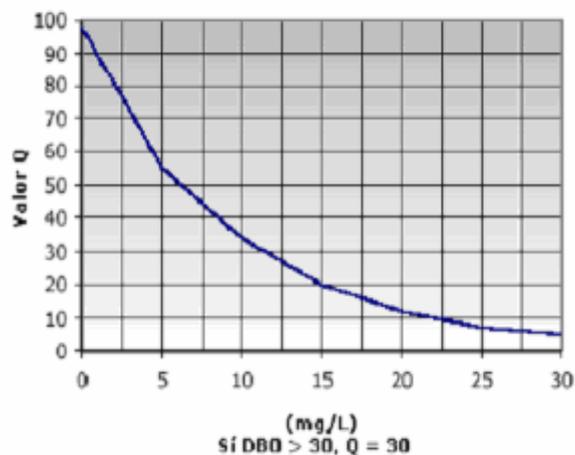


Gráfico 2.3. Función de la Calidad NSF.DBO

#### 2.7.4. NITRATOS EN AGUA

El nitrato es un compuesto inorgánico combinado por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O) cuyo símbolo químico es  $\text{NO}_3^-$ . Normalmente, el nitrato no es peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ). El origen de los nitratos en aguas subterráneas es, primordialmente, de fertilizantes, sistemas sépticos y almacenamiento de estiércol u operaciones de extensión.

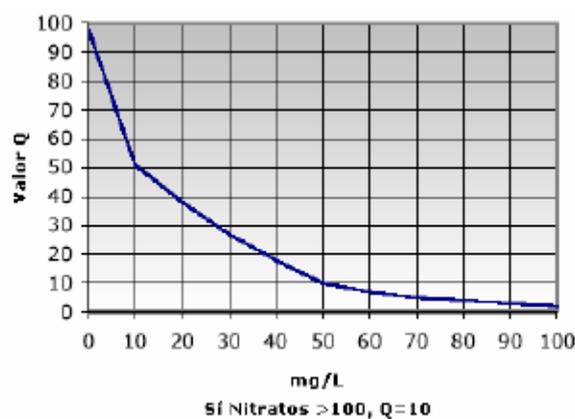


Gráfico 2.4. Función de la Calidad NSF. Nitratos

#### 2.7.5. COLIFORMES FECALES

Los Coliformes Fecales son un subgrupo de los Coliformes totales, Aproximadamente el 95% del grupo de los Coliformes presentes en heces están

formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de Klebsiella. La capacidad de los Coliformes fecales de reproducirse, es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad. Desde hace mucho tiempo se han utilizado como indicador ideal de contaminación fecal. Su presencia se interpreta como una indicación de que los organismos patógenos pueden estar presentes y su ausencia indica que el agua o el alimento estudiado se hallan exentos de organismos productores de enfermedades (Arcos et al., 2005)

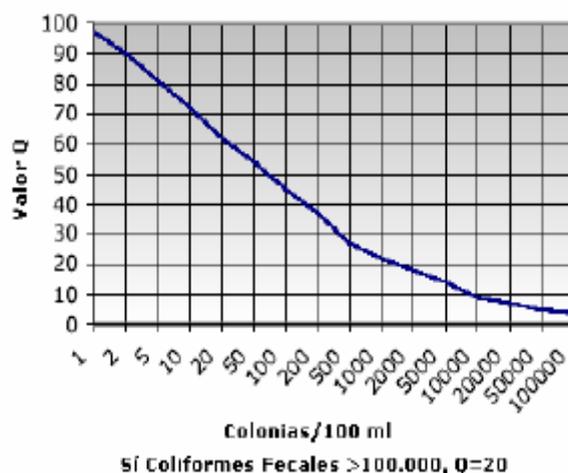


Gráfico 2.5. Función de la Calidad NSF. Coliformes fecales

### 2.7.6. TEMPERATURA DE AGUA

La temperatura mide cuan caliente o frío está un objeto o sustancia como el agua, las escalas más empleadas en la medición de temperatura son Celsius o centígrado (0C) y la escala Fahrenheit (0F). Los cambios de temperatura en el agua pueden afectar los procesos vitales que implican reacciones químicas y la velocidad de éstas, por ejemplo, un aumento de diez grados centígrados (°C) puede doblar la velocidad de una reacción.

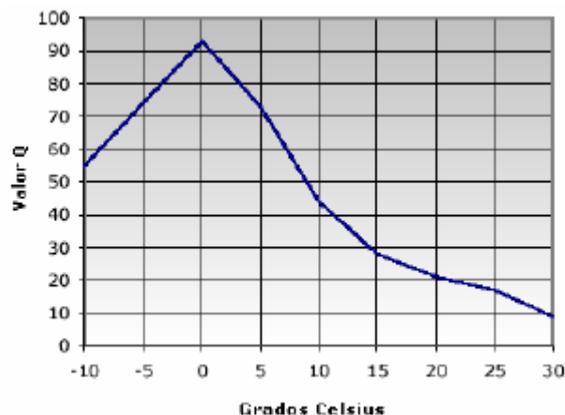


Gráfico 2.6. Función de la Calidad NSF. Temperatura

### 2.7.7. TURBIDEZ

La turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se presentan principalmente en aguas superficiales (Menorca, 2013). Según la OMS (2006) la turbidez del agua para consumo humano no debe ser más, en ningún caso, de 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU.

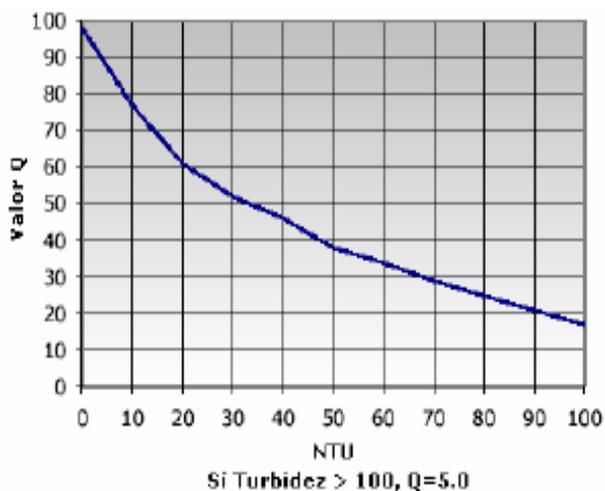


Gráfico 2.7. Función de la Calidad NSF. Turbidez

### 2.7.8. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS

Los sólidos totales son la suma de los sólidos disueltos y de los sólidos en suspensión. Según (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013), el agua que se encuentra en estado natural puede presentar varias impurezas de forma suspendida o disuelta. El contenido de sólidos disueltos puede estimarse por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos totales.

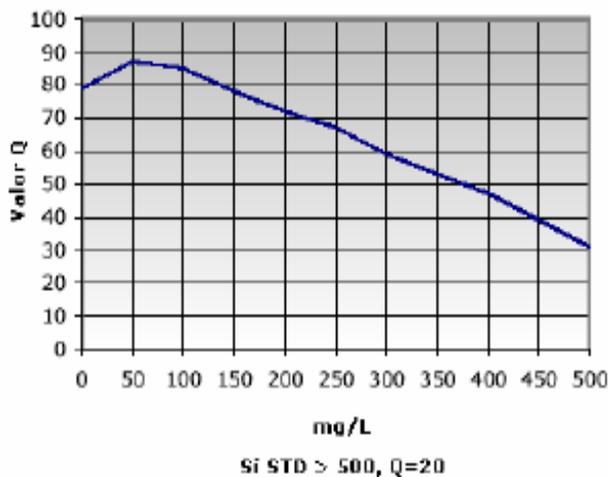


Gráfico 2.8. Función de la Calidad NSF. STD

### 2.7.9. FOSFATOS TOTALES EN AGUA

El ion fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye, como ya hemos visto, a la alcalinidad del agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes (Pütz, 2010).

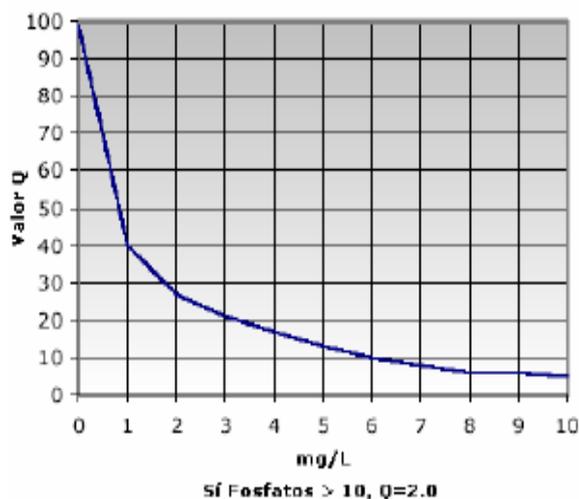


Gráfico 2.9. Función de la Calidad NSF. Fosfatos

## 2.8. ANÁLISIS DE DATOS

### 2.8.1. MEDIOS DE VIDA

Los Medios de vida son todas aquellas capacidades que tienen las personas, para realizar actividades que satisfagan algunas de sus necesidades, obteniendo una mejor calidad de vida. Un medio de vida es sustentable cuando puede soportar tensiones y recuperarse de los mismos, manteniendo y mejorando sus

posibilidades y bienes, sin dañar los recursos naturales existentes (Cevallos & Macías, 2016).

“Aquellos que comprenden los servicios y recursos naturales, las actividades y el acceso a ellos que requiere un individuo, un hogar, una familia o una comunidad para vivir bien, es decir vivir en armonía entre las personas, en equilibrio con la Naturaleza y espacios territoriales donde se exprese la identidad y se cultive la creatividad” (LIDEMA, 2011).

En la encuesta utilizada por (Soares *et al.*, 2011) utilizada para identificar los capitales en una comunidad mediante la percepción social de las personas que habitan San Felipe sobre su vulnerabilidad social ante los fenómenos naturales extremos, se aplicaron 98 encuestas en la cabecera municipal de San Felipe—Yucatán.

Para la determinación de la muestra aplicada en la encuesta se buscó cubrir dos objetivos: contar con un porcentaje representativo de las viviendas existentes en el municipio; y, por el otro, distribuyendo aleatoriamente las 98 encuestas a lo largo de la cabecera municipal.

Para garantizar que la muestra fuera representativa de la diversidad socioeconómica y cultural de los habitantes de San Felipe, se dividió el pueblo en zonas que abarcaron alrededor de 70 casas cada una y se aplicó el mismo número de encuestas en cada una, permitiendo reconocer los medios de vida y la vulnerabilidad de los habitantes antes posibles catástrofes naturales.

### **2.8.2. TAMAÑO DE MUESTRA**

El tamaño muestral dependerá de decisiones estadísticas y no estadísticas, pueden incluir por ejemplo la disponibilidad de los recursos, el presupuesto o el equipo que estará en campo (Passionate People Creative Solutions, 2015).

Antes de calcular el tamaño de la muestra necesitamos determinar varias cosas:

Tamaño de la población: Una población es una colección bien definida de objetos o individuos que tienen características similares. Hablamos de dos tipos: población objetivo, que suele tener diversas características y también es

conocida como la población teórica. La población accesible es la población sobre la que los investigadores aplicaran sus conclusiones.

Margen de error (intervalo de confianza): El margen de error es una estadística que expresa la cantidad de error de muestreo aleatorio en los resultados de una encuesta, es decir, es la medida estadística del número de veces de cada 100 que se espera que los resultados se encuentren dentro de un rango específico.

Nivel de confianza: Son intervalos aleatorios que se usan para acotar un valor con una determinada probabilidad alta. Por ejemplo, un intervalo de confianza de 95% significa que los resultados de una acción probablemente cubrirán las expectativas el 95% de las veces.

La desviación estándar: Es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos (o población). Mientras mayor es la desviación estándar, mayor es la dispersión de la población.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad [2.2]$$

### 2.8.3. AFIJACIÓN PROPORCIONAL

Este muestreo se utiliza cuando la población es posible conformarla en estratos o conjuntos homogéneos, con respecto a la característica o variable que se estudia. Dentro de cada estrato o área, se puede aplicar el muestreo aleatorio o sistemático, consistente en subdividir la población en subgrupos o estratos con arreglo a la/s característica/s que se consideren, y en elegir la muestra de modo que los diferentes estratos queden representados.

$$n_i = n * \frac{N_i}{N} \quad [2.3]$$

Con respecto a lo anterior, se debe señalar, que la utilización de estratos entrega proporcionalidad, a todos los elementos de la población, ordenada para la conformación de la muestra. Asimismo, este tipo de muestreo presenta la ventaja que cada estrato, aporta en proporción al tamaño de la muestra, en función de lo que ese espacio representa, por ende, estratificar no significa obtener un tamaño de muestra menor (Contraloría General de la República Chile, 2012).

#### **2.8.4. REGRESIÓN LINEAL**

La regresión lineal consiste en obtener una expresión matemática o función lineal de varias variables independientes, que permiten explicar o predecir el valor de una variable dependiente, la aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección de este método exista un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo (Ingeniería Industrial, 2015).

Un modelo de predicción de la calidad del agua por regresión lineal se da a menos que se efectúe aproximaciones numéricas (Calvo & Mora, 2007).

#### **2.8.5. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN**

Un diagrama de dispersión ofrece una idea bastante aproximada sobre el tipo de relación existente entre dos variables. Pero, además, un diagrama de dispersión también puede utilizarse como una forma de cuantificar el grado de relación lineal existente entre dos variables: basta con observar el grado en el que la nube de puntos se ajusta a una línea recta.

Aunque un diagrama de dispersión permite formarse una primera impresión muy rápida sobre el tipo de relación existente entre dos variables, utilizarlo como una forma de cuantificar esa relación tiene serio inconveniente: la relación entre dos variables no siempre es perfecta o nula; de hecho, habitualmente no es ni lo uno ni lo otro (Universidad Carlos III de Madrid, 2003).

#### **2.8.6. ANÁLISIS DE REGRESIÓN**

Según (Ingeniería Industrial, 2015) el objetivo de un análisis de regresión es determinar la relación que existe entre una variable dependiente y una o más variables independientes. Para poder realizar esta relación, se debe postular una relación funcional entre las variables. Cuando se trata de una variable independiente, la forma funcional que más se utiliza en la práctica es la relación lineal. El análisis de regresión entonces determina la intensidad entre las variables a través de coeficientes de correlación y determinación.

Una medida de ajuste que ha recibido gran aceptación en el contexto de análisis de regresión es el coeficiente de determinación  $R^2$ : el cuadrado del coeficiente de correlación múltiple. Se trata de una medida estandarizada que toma valores entre 0 y 1 (0 cuando las variables son independientes y 1 cuando entre ellas existe relación perfecta).

### **2.8.7. SOFTWARE ICATEST V 1.0**

Es una herramienta Informática para el análisis y valoración de la calidad del Agua. Este software está diseñado para asistir a expertos, académicos, agencias del sector e inclusive al público en general en la evaluación de la calidad del agua del sistema o recurso hídrico de su escogencia, con la atenuante de presentar la información de una manera sencilla, amable y fácilmente entendible por los distintos usuarios, en consideración a su marco unificado de criterios.

Este programa, está diseñado para correr bajo plataforma Windows 9x, Me, XP y permite acceder, introducir, modificar y eliminar datos analíticos de las variables fisicoquímicas de las muestras, contenidas en plantillas preestablecidas dentro del mismo programa o desde Microsoft Excel, este también permite al usuario seleccionar entre un conjunto de índices organizados por países, según su origen (Fernández, Ramos, & Solano, 2003).

Luego de que el programa presenta una matriz principal (aparecen las banderas de los países con sus índices), luego de que se escoge la formulación deseada, el ingreso de datos de las muestras se realiza a través de una interfase de ventanas que son muy fácil manejo, en un formulario predeterminado en la que se discriminan los parámetros, cada uno de los cuales cuenta con información breve en forma de pequeños mensajes. En esta ventana se realiza el ingreso de parámetros descriptivos de la muestra, por ejemplo: lugar de extracción, fecha y hora, analista.



**Gráfico 2.10.** Demostración de los parámetros seleccionados por el software ICATEST V1.0

Al ingresar los parámetros determinados en el laboratorio de análisis, en forma directa se puede obtener la representación gráfica en cada índice, lo que permite observar el comportamiento comparativo de los valores de calidad (valor Q) o en su defecto de los subíndices. Una vez representados los datos en un gráfico de barras, esta puede guardarse en un archivo en formato “.bmp” cuyo nombre es elegido por el usuario.



**Gráfico 2.11.** Representación de los índices calculados

Es decir, ICATEST V 1.0 permite guardar los datos respectivos a la muestra y cada una de las variables ingresadas en cada sesión en formato Excel, en un reporte o en un historial discriminado por índice. Además, es posible observar este comportamiento en modo gráfico.

Adicionalmente, en el menú principal se puede correr la rutina para un estudio comparativo lo que constituye una de las grandes ventajas de ICATEST V 1.0, pues en ella se pueden elegir la cantidad de estaciones y de muestreos para

analizar el comportamiento espacio/temporal de la calidad de agua respecto de cada formulación.

Seguidamente el programa solicita al usuario llenar una tabla preestablecida de 41 parámetros, lo que posteriormente permite al programa, informar al usuario sobre los índices que ha podido calcular a partir de esta información. Una vez mostrado el cálculo por estación y muestreo, el usuario puede realizar multiplicidad de graficas respecto de cada índice por estación o por muestreo, de tal manera que puede visualizar de forma comparativa el comportamiento de la calidad del agua según las necesidades del usuario.



**Gráfico 2.12.** Cálculo comparativo de los índices escogidos

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

La subcuenca del río Carrizal es la mayor cuenca hidrográfica de la provincia de Manabí. El área de drenaje de esta cuenca es de aproximadamente 2597 km<sup>2</sup>. El caudal del río Carrizal es regulado por el embalse Sixto Durán Ballén (La Esperanza) por lo que su caudal del 95% es 10 m<sup>3</sup> /s. El área de estudio está comprendida desde el afluente ubicado en Severino y Membrillo aguas arriba de la represa la Esperanza hasta Tosagua. Se encuentra ubicada en el extremo oriental de la Provincia de Manabí, tiene un clima de sabana (seco) con temperaturas medias anuales de 25,7 °C. Aunque tiene máximos relativos que llegan a 36° C.

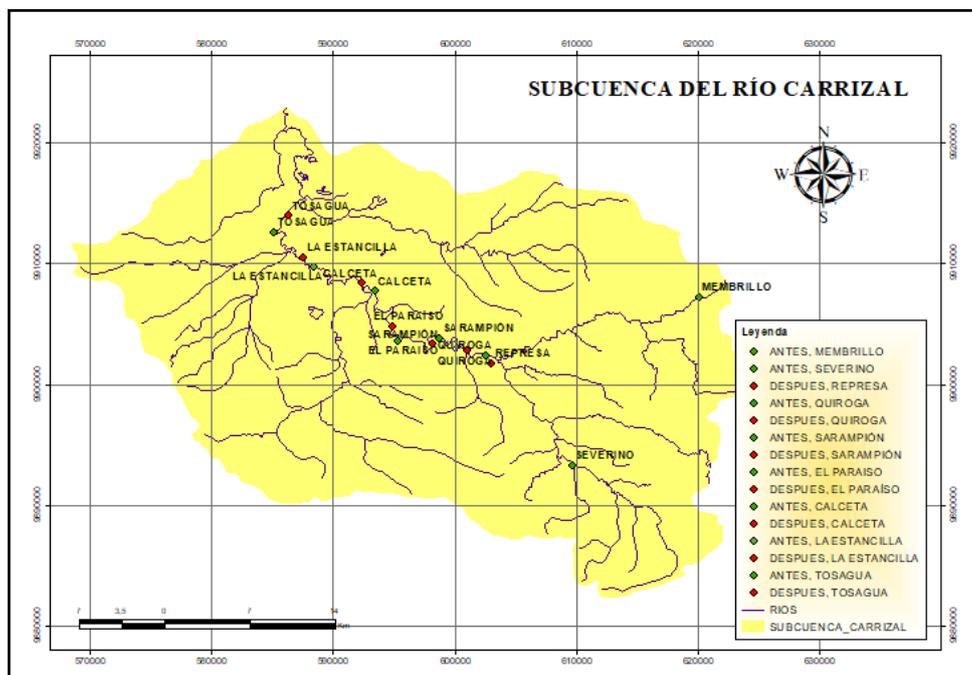


Gráfico 3.1. Puntos en estudio de la Subcuenca del río Carrizal

### 3.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS

#### 3.2.1. MÉTODOS

Se aplicó el método cualitativo, (descriptivo no experimental), el cual tuvo como propósito describir las variables de estudio, y el análisis de su incidencia e interrelación en un momento dado y proporcionar una visión de la realidad (Rojas, 2015). Los datos cualitativos provienen de una mirada muy profunda a un fenómeno, la investigación cualitativa explora las experiencias de la gente en su vida cotidiana. Es conocida como indagación naturalística, en tanto que se

usa para comprender la naturalidad de los fenómenos que ocurren. En consecuencia, el investigador no intenta manipular el escenario de la investigación al controlar influencias externas. Se trata de hacer sentido de la vida cotidiana tal cual se despliega, sin interrumpirla (Mayan, 2001).

### **3.2.2. TÉCNICAS**

**OBSERVACIÓN DIRECTA:** Dentro de la visita al área de estudio la observación se utilizó para visualizar las características del sitio, se analizó con el fin de poseer la información original y no perder la efectividad y/o exactitud al realizar la investigación, siendo vital para el reconocimiento de esta y para hacer visible la realidad del problema existente (Berguría, 2010).

**ENCUESTAS:** La técnica cuantitativa más habitual en la recolección de datos es la encuesta. Esta técnica, permitió obtener información sobre la población a partir de una muestra. Las preguntas del cuestionario fueron cerradas en su mayoría, esto no se da opción a quien responde se exprese con sus propias palabras (como en una entrevista) sino que se marcan unas opciones de respuesta limitadas entre las que elegir (Hueso & Cascant, 2012).

Esta técnica estuvo destinada a obtener datos de los habitantes de la Subcuenca del río Carrizal para analizar las actividades antrópicas que afectan a la cuenca del Carrizal, a través de sus medios de vida.

**BIBLIOGRÁFICA:** Igualmente, se empleó estrategias bibliográficas donde se utilizó información establecida por diferentes autores o instituciones, con el fin de referenciar un dato importante en la información. El método tomo como herramientas: libros, revistas científicas, noticias, tesis o documentos electrónicos (Maya, 2014).

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG):** Sistemas informáticos orientados a la gestión de datos espaciales que constituyen la herramienta informática más adecuada y extendida para la investigación y el trabajo profesional en Ciencias de la Tierra y Ambientales (Olaya, 2009). Los SIG se utilizaron en la investigación para el procesamiento de la información geográfica.

**ANÁLISIS DE LABORATORIO:**

PARÁMETRO	MÉTODO DE ENSAYO	REFERENCIA
Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH8311
Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237
Fosforo	ITE-AQLAB-51	HACH8048
Nitratos	ITE-AQLAB-17	HACH8039
Solidos Totales disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B
DBO	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D
PH	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H B
Temperatura	ITE-AQLAB-01	SM 1660
Coliformes fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D

Fuente: Laboratorio AQLAB

**ICA TEST:** A partir de resultados obtenidos de investigaciones en valoración de la calidad del agua; el Grupo de Investigación en Recursos Naturales y con el apoyo del Grupo de Investigación en Ciencias Computacionales de la universidad de Pamplona, diseñó el Software ICATEST V 1.0. Herramienta computacional programada en Microsoft Visual Basic 6.0®, a partir de una metodología de desarrollo orientada a componentes. Cada uno de los índices fue programado y perfeccionado por separado en, consideración a la escasa homogeneidad en lo que a sus diferentes formas de cálculo y tipo de información disponible se refiere. Los componentes fueron posteriormente ensamblados en un solo paquete de software capaz de utilizar estas rutinas de diferente manera, como el cálculo separado de los índices ó la ejecución de cálculos comparativos. facilitando el cálculo de gran variedad y cantidad de índices de calidad del agua e índices de contaminación, los cuales se presentan discriminados por país (Fernández, 2004).

**IBM SPSS STATISTIC:** Este software estadístico líder en el mundo se utiliza para resolver problemas empresariales y de investigación, ejecutando pruebas, ya sean estadísticos descriptivos, regresiones, ANOVAs, series temporales o análisis clúster. IBM SPSS Statistics mostrará los resultados en un visor aparte junto a los gráficos. Desde allí se pueden copiar y pegar a otros programas o

exportar en formato PDF o DOC (International Business Machines Corporation, 2016).

**SOFTWARE EXCELL:** Es un programa informático, que sirve para realizar cálculos numéricos o matemáticos con utilidades y funciones amplias, que van desde una simple suma, hasta resolver integrales, pasando por crear gráficos, ordenar y agregar información no numérica, resolver programas matemáticos (Cuesta, 2016).

### **3.3. VARIABLES EN ESTUDIO**

#### **3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Actividades antropogénicas

#### **3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad de agua

### **3.4. PROCEDIMIENTO**

A continuación, se describe el procedimiento utilizado, para la determinación de las actividades antropogénicas y su incidencia en la calidad del agua del río Carrizal, a nivel de la Subcuenca, basados mediante la metodología ICA – NSF.

#### **3.4.1 FASE I. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS**

**Actividad 1.** Diagnóstico Rural Rápido. - Se visitaron los respectivos grupos poblacionales cercanos a los puntos de muestreo para la recogida rápida de información derivada de los conocimientos que tienen sus habitantes sobre sus propias condiciones de vida, lo cual se efectuó mediante la observación directa, acompañados por guías locales, con el fin de conocer información clave.

Para el cálculo del tamaño de la muestra sobre los habitantes que fueron encuestados, se tiene:

La muestra para la aplicación de las encuestas fue obtenida utilizando la técnica de muestreo de afijación proporcional, según Departamento de Matemáticas (2016) esta es utilizada cuando en la población se pueden distinguir subgrupos o subpoblaciones claramente identificables. Mediante este método de muestreo,

la selección de los elementos que van a formar parte de la muestra se realiza por separado dentro de cada estrato, sin dejar ningún estrato sin muestrear.

Se estratificó según la observación de mapas satelitales a las familias que tenían influencia directa en el punto de muestreo del agua.

### Cálculo para el tamaño de la muestra

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

$$n = \frac{47385 (0,5)^2 (1,96)^2}{(47385 - 1) (0,05)^2 + (0,5)^2 (1,96)^2} = 386$$

$n$ = Tamaño de la muestra

$N$ = Tamaño de la población

$\sigma$ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5

$Z$ = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma con relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o con relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

$e$ = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

### Cálculo de afijación proporcional

Comunidad	$n$	$N_i$	$N$	Fórmula	Nº Muestra
Membrillo	386	3553	47385	$n_i = n * \frac{N_i}{N}$	29
Severino		1200			10
La Represa		1200			10
Quiroga		3767			31
Ángel Pedro Giler		6282			51
Tosagua		10751			87
Sarampión		1200			10
El paraíso		1800			15
Calceta		17632			143

**Dónde:**

$n$  = Tamaño de la muestra

$N_i$  = es el tamaño del estrato

$N$  = es el tamaño de la población

**Actividad 2.** Aplicación de una encuesta estructurada para determinar las actividades antropogénicas. - Dentro de esta actividad se aplicaron encuestas a los pobladores, la cual fue previamente estructurada y diseñada acorde a los nuestros intereses basados en las encuestas aplicadas en el diagnóstico los medios de vida y los capitales de las comunidades (Soares *et al.*, 2011) (Ver anexo 1), con el propósito de conocer información relevante a nuestra investigación, acerca de las actividades antropogénicas realizadas dentro del área de estudio, para ello se seleccionó a un grupo de encuestados, moradores cercanos al río Carrizal y de modo estratégico aplicando el muestreo de afijación proporcional se determinó a los pobladores que habitan en los puntos de estudio, con el fin de recopilar información indispensable en la investigación que permitió establecer un enfoque de la realidad.

**Actividad 3.** Identificación de actividades antropogénicas en la subcuenca del río Carrizal. - Esta actividad consistió en realizar la respectiva tabulación de los datos en base a la información obtenida a partir de las encuestas realizadas, con el fin de la describir e identificar las actividades antropogénicas desarrolladas en las zonas de estudio.

**Actividad 4.** IBM SPSS statistics. - En esta actividad se hizo uso de este software, específicamente la opción “generador de gráficos” escogiendo las actividades productivas que realizan en cada zona de estudio, como resultado de las encuestas aplicadas, para así poder calcular el porcentaje total de cada actividad de la leyenda (con el mismo color de relleno).

### **3.4.2. FASE II. PONDERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DEL ICA – NSF**

**Actividad 5.** Toma de muestras de los puntos seleccionados. - Las muestras fueron tomadas en la mitad del río, a contracorriente y a 0,50 m siendo esta la

profundidad considerada para el muestreo realizadas de forma manual, de tal manera que no existan factores que pudieran alterar la muestra. Se siguieron los pasos que recomienda la norma NTE INEN 2 (Anexo 2).

En lo que corresponde a la selección de los puntos de muestreo, estos se designaron por medio de un reconocimiento del terreno, por observación directa en campo, a través de un recorrido en el territorio, tomando en cuenta: las características morfológicas del sitio, las descargas, la sinuosidad del río, la velocidad de la corriente, los asentamientos y actividades humanas dadas en la zona de estudio y a su vez, considerando la accesibilidad de los mismo, lo que nos permitió determinar los tramos más representativos del río, de tal manera, ubicar el sitio de los puntos de toma de muestra, se eligieron en total 15 puntos de muestreo, tomando como puntos de control los ríos Severino y Membrillo que son cuencas aportantes al embalse Sixto Durán Ballén, otro punto de control. De la misma forma se siguió un recorrido aguas abajo, desde embalse Sixto Durán Ballén, pasando por Quiroga, Sarampión, El Paraíso, Calceta, La Estancilla hasta Tosagua. Tomando de cada estación dos puntos de muestreo, uno tomado antes de la población y el segundo después de la misma, con el fin de establecer la variación de las muestras.

**Cuadro 3.1.** Coordenadas UTM de estaciones de muestreo

Estaciones de muestreo	Ubicación respecto a la población	Coordenadas	
		X	Y
Severino	Antes	608158	9895098
Membrillo	Antes	619095	9906557
Represa	--	602830	9901695
E1 "Quiroga"	Antes	601518	9902206
	Después	600344	9902650
E2 "Sarampión"	Antes	598432	9901519
	Después	598148	9903296
E3 "El Paraíso"	Antes	594704	9903778
	Después	594146	9905640
E4 "Calceta"	Antes	594667	9905640
	Después	591232	9908540
E5 "Estancilla"	Antes	586637	9909135
	Después	587780	9910447
E6 "Tosagua"	Antes	585564	9912524
	Después	585722	9913553

Fuente. Los autores

**Actividad 6.** Análisis de la calidad del agua mediante el ICA – NSF a través del laboratorio de análisis y evaluación ambiental AqLab. - Dentro de esta actividad

se realizaron los análisis del ICA respectivo, para el que se determinaron 9 parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tanto in situ (en campo) como ex situ (en laboratorio) tomados en los puntos seleccionados del río Carrizal.

Parámetros analizados:

- Oxígeno Disuelto
- Variación de temperatura
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Nitratos
- Fosfatos
- Turbidez
- Sólidos Disueltos
- pH
- Coliformes fecales

**Actividad 7.** Evaluación y síntesis de la interpretación de los datos del ICA – NSF. - Se evaluaron los datos del ICA de los 15 puntos en estudio, realizado por los autores de este trabajo, bajo la utilización del software ICA test, de esta manera se representó la variación de la calidad del agua causada por el nivel de contaminación.

### **3.4.3. FASE III. ESTABLECER LA RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES PROPUESTAS EN EL ESTUDIO**

**Actividad 8.** Excel. – Se hizo uso de esta aplicación de hoja de cálculo con el fin de realizar las regresiones entre las variables expuestas en la investigación.

**Actividad 9.** Regresión lineal. – Se utilizó esta herramienta estadística con los datos del ICA – NSF antes y después de los puntos de muestreo para medir si las variables se relacionan entre sí, estableciendo la influencia de las actividades antropogénicas en la calidad del agua.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS

#### 4.1.1. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS APLICADAS

Los puntos seleccionados, llamados para el efecto estaciones de muestreo, de acuerdo con el esquema fueron:

Tomando en cuenta los 9 sitios establecidos en la subcuenca del río Carrizal, se aplicó la encuesta a 386 personas de la zona rural y urbana considerando una zona de influencia de 100 m (Ley recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua Art. 64, 2015) desde la ribera del río a las viviendas, para que sean ellos quienes expresen sus experiencias (Cuadro 4.1.)

**Cuadro 4.1.** Número de encuestas por sitio

Estaciones de Muestreo	Sitios/población	N° encuestas
E1 "Membrillo"	Membrillo	29
E2 "Severino"	Severino	10
E3 "Represa"	Represa	10
E4 "Quiroga"	Quiroga	31
E5 "Sarapión"	Sarapión	10
E6 "El Paraíso"	El Paraíso	15
E7 "Calceta"	Calceta Platanales San Bartolo El morro San Felipe	143
E8 "La Estancilla"	La Estancilla	51
E9 "Tosagua"	Tosagua	87
<b>TOTAL</b>		<b>386</b>

Fuente. Los autores

## 4.1.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS QUE MÁS INFLUENCIA TIENEN EN LA CALIDAD DEL AGUA EN LA SUBCUENCA DEL CARRIZAL

### a) Actividades productivas

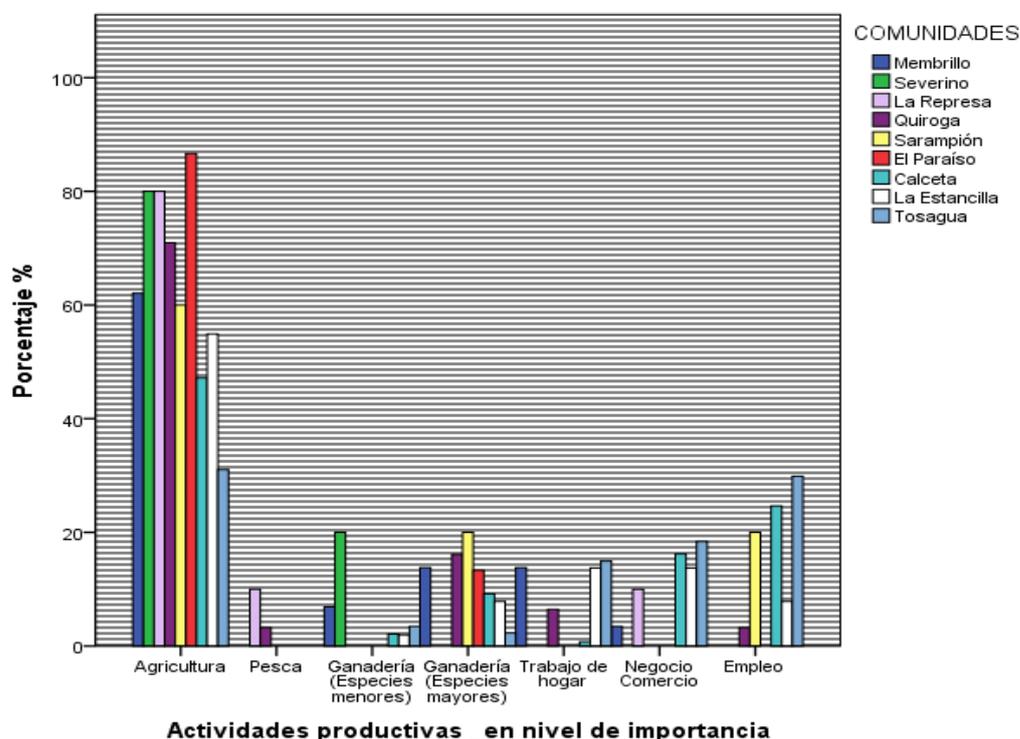


Gráfico 4.1. Actividades productivas

Fuente: Los Autores

Cuadro 4.2. Porcentaje de actividades productivas de cada comunidad

COMUNIDAD	AGRICULTURA	PESCA	GANADERIA (MENORES)	GANADERIA (MAYORES)	TRABAJO DE HOGAR	NEGOCIO O COMERCIO	EMPLEO
	%	%	%	%	%	%	%
MEMBRILLO	62,07	0	6,9	13,79	13,79	3,45	0
SEVERINO	80	0	20	0	0	0	0
LA REPRESA	80	10	0	0	0	10	0
QUIROGA	70,97	3,23	0	16,13	6,45	0	3,23
SARAMPIÓN	60	0	0	20	0	0	20
EL PARAISO	86,67	0	0	13,33	0	0	0
CALCETA	46,85	0	2,10	9,09	0,70	16,08	24,48
LA ESTANCILLA	54,9	0	1,96	7,84	13,73	13,73	7,84
TOSAGUA	31,03	0	3,45	2,3	14,94	18,39	29,89

Fuente. Los autores

Considerando el nivel de importancia de las actividades productivas en toda la subcuenca del río Carrizal se obtuvo que, la “agricultura” especialmente cultivos de ciclo corto como maíz, arroz, haba, pepino, fréjol, entre otros y de ciclos largos cacao, plátano, es la actividad que más se realiza con 86,76 % correspondiente

a El Paraíso y Severino, alrededor del embalse en 80 % respectivamente, en estas comunidades consideradas como zonas rurales, donde las personas mantienen esta actividad como único sustento de vida. Según Dirven (2001) citado por (Guadalupe, 2017), la agricultura se consolida como la principal actividad en el sector rural debido a la disponibilidad de los recursos naturales. Se diferencia del resto de actividades, debido a su particular necesidad de tierra y mano de obra para la producción. Por otra parte, la “ganadería” dedica a la crianza de especies mayores como ganado vacuno, porcino, etc., un 16,13 % de las actividades en la comunidad de Quiroga; en Sarampión el 20% y El Paraíso con 13,33 %. La Subcuenca del Carrizal es una zona que ha sido transformada por intervención humana, las personas que habitan en este lugar utilizan esta área para la agricultura, ganadería y de esta manera obtener recursos económicos para poder subsistir (Corral & Macías, 2015). La problemática relacionada a la actividad ganadera es la contaminación de las fuentes de agua, la mayoría de los ganaderos no cuentan con bebederos y llevan al ganado a que tomen el líquido vital directamente de la fuente (río), lo que se refleja en el alto grado de contaminación que indican los estudios realizados por la ESPAM (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Membrillo, 2014) y actualmente.

La actividad productiva “empleo”, se manifiesta en zonas urbanas, como Calceta con el 24,48 % y Tosagua el 28,89 %, donde se facilita el empleo formal y existen suficientes oportunidades de autoempleo razonablemente remunerado en los centros urbanos (North, 2008). Por último, la “pesca artesanal” de tilapias, resultó ser la actividad que menos se realiza ya que solamente representa un 10 % y 3,23 % alrededor del embalse y en Quiroga, respectivamente como se encuentra detallado (cuadro 4.2).

## b) Manejo de desechos y residuos

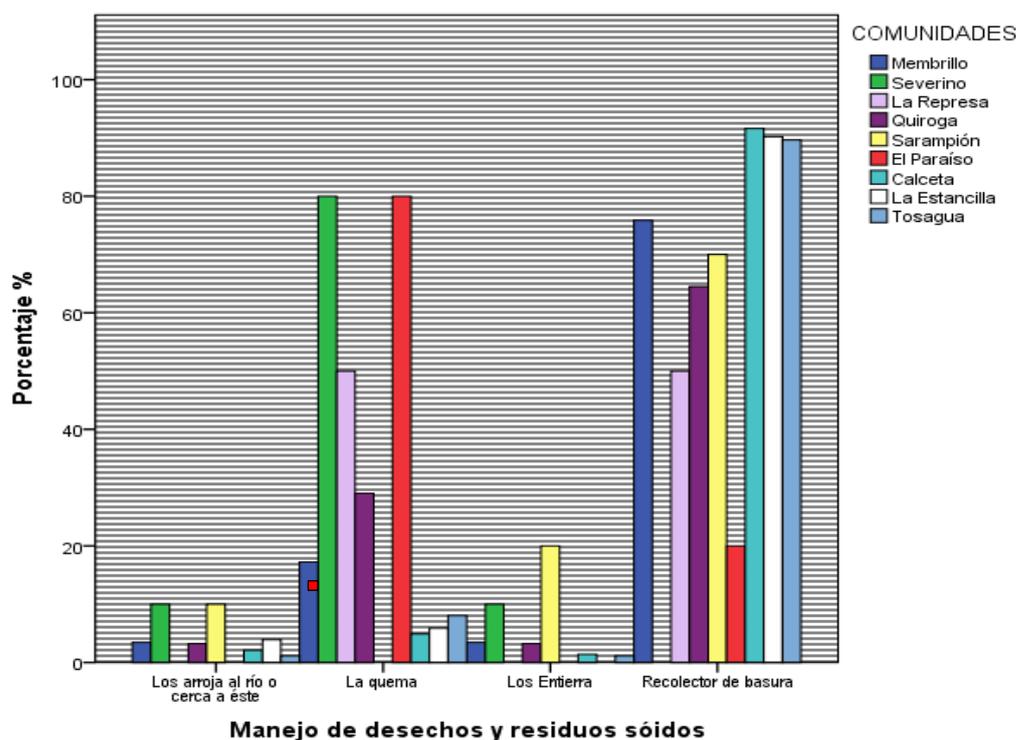


Gráfico 4.2. Manejo de desechos y residuos  
Fuente: Los autores

Cuadro 4.3. Porcentaje de manejo de desechos de cada comunidad

COMUNIDAD	LOS ARROJA AL RÍO	LA QUEMA	LOS ENTIERRA	RECOLECTOR DE BASURA
	%	%	%	%
MEMBRILLO	3,45	17,24	3,45	75,86
SEVERINO	10	80	10	0
LA REPRESA	0	50	0	50
QUIROGA	3,23	29,03	3,23	64,52
SARAMPIÓN	6	0	24	70
EL PARAISO	5,2	74,8	0	20
CALCETA	2,1	4,9	1,4	91,61
LA ESTANCILLA	3,92	5,88	0	90,2
TOSAGUA	1,15	8,05	1,15	89,65

Fuente. Los autores

Los resultados encontrados en esta investigación son parecidos a los emitido por el Ministerio de Ambiente del Ecuador (2015) en donde se determina que, lo que el Censo de Población y Vivienda registró en el año 2010, esto es 77% de los hogares elimina la basura a través de carros recolectores y el restante 23% lo hace de diversas formas, ya sea, arroja a terrenos baldíos o quebradas, quema, entierra o deposita en ríos acequias o canales, etc.

En este trabajo, el manejo de los desechos y residuos en la familia de los encuestados arrojó lo siguiente: comunidades que tienen acceso al servicio del recolector de basura por encontrarse en lugares que permiten aquello, como Sarampión con el 70 %, Calceta un 91,61 %, La Estancilla 90,2 % y Tosagua 89,65 %; mientras que, las comunidades que incineran sus desechos son: Las comunidades alrededor del embalse 50 %, Severino y El Paraíso con el 74,8 % cada una, y que carecen de servicios de recolección de basura ya sea municipal o comunitario; eligiendo otras medidas como el enterramiento o arrojando al río los desechos y residuos, como ha sido detallado respectivamente (Cuadro 4.3).

### c) Sitios de descargas de aguas residuales

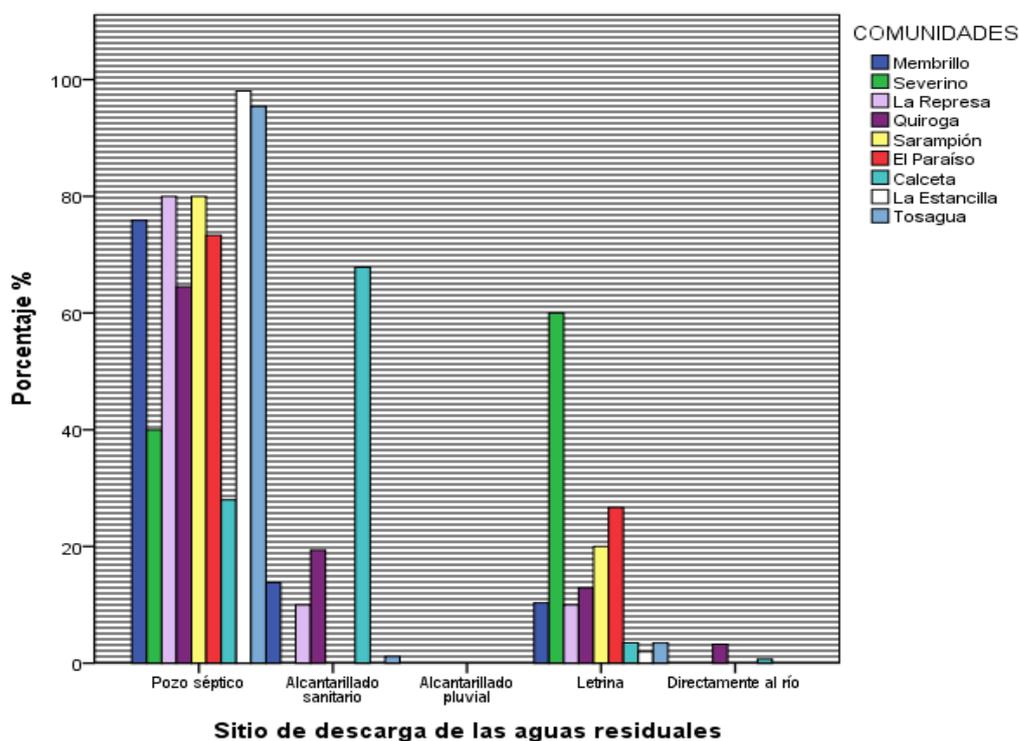


Gráfico 4.3. Sitio de descarga de aguas residuales  
Fuente: Los autores

**Cuadro 4.4.** Porcentaje de sitio de descargas de aguas residuales por comunidad

COMUNIDAD	POZO SÉPTICO	ALCANTARILLADO SANITARIO	ALCANTARILLADO PLUVIAL	LETRINA	DIRECTAMENTE AL RÍO
	%	%	%	%	%
MEMBRILLO	75,86	13,79	0	10,34	0
SEVERINO	40	0	0	60	0
LA REPRESA	80	10	0	10	
QUIROGA	64,52	19,35	0	12,9	3,23
SARAMPIÓN	80	0	0	20	0
EL PARAISO	73,33	0	0	26,67	0
CALCETA	27,97	67,83	0	3,5	0,7
LA ESTANCILLA	98,04	0	0	1,96	0
TOSAGUA	95,4	1,15	0	3,45	0

Fuente. Los autores

En cuanto al manejo de las descargas provenientes de las aguas residuales (aguas negras, aguas de cocina, aguas de lavado) los resultados fueron, a partir del total de las encuestas realizadas se recalca que en los sitios como Sarampión un 80% tiene pozo séptico, La Estancilla en un 98,04 % y Tosagua con el 95,4 %. Esto sucede porque no hay sistemas de saneamiento básico, al no contar con alcantarillado sanitario, cámaras sépticas, peor aún, planta de tratamiento de aguas residuales; aspectos que provocan problemas que se hacen evidentes a lo largo de los años. A este problema se añade la inadecuada impermeabilización de las cámaras, lo que provoca que las aguas servidas contaminen las napas subterráneas (Terrazas, 2011).

Del mismo modo, la población de Calceta registra el 67,83 % que descarga sus aguas residuales conectados al alcantarillado sanitario; sin embargo, en el sitio Quiroga el 3,23 % de los encuestados al carecer de descargas seguras optan por enviarlas directamente al río; por consiguiente, las aguas servidas que son descargadas sin tratamiento previo son causantes de polución y supone una limitación para una gestión adecuada del agua en la cuenca hidrográfica del Carrizal (Vidal & Araya, 2014). Por otra parte, el uso de letrinas en las comunidades de El Paraíso en un 26,67 %, Sarampión 20%, Quiroga 12,9 %, es la mejor opción optada por los encuestados, principalmente en las comunidades donde no existe alcantarillado; sin embargo, la mayoría de letrinas se encuentran en mal estado, es decir, los sistemas de eliminación de excretas y desechos es deficiente y peligroso al determinar la presencia de colibacilos, situación determinante en la calidad de vida de la población (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Membrillo, 2014), (Cuadro 4.4).

#### d) Distribución del uso o empleo del agua del río Carrizal

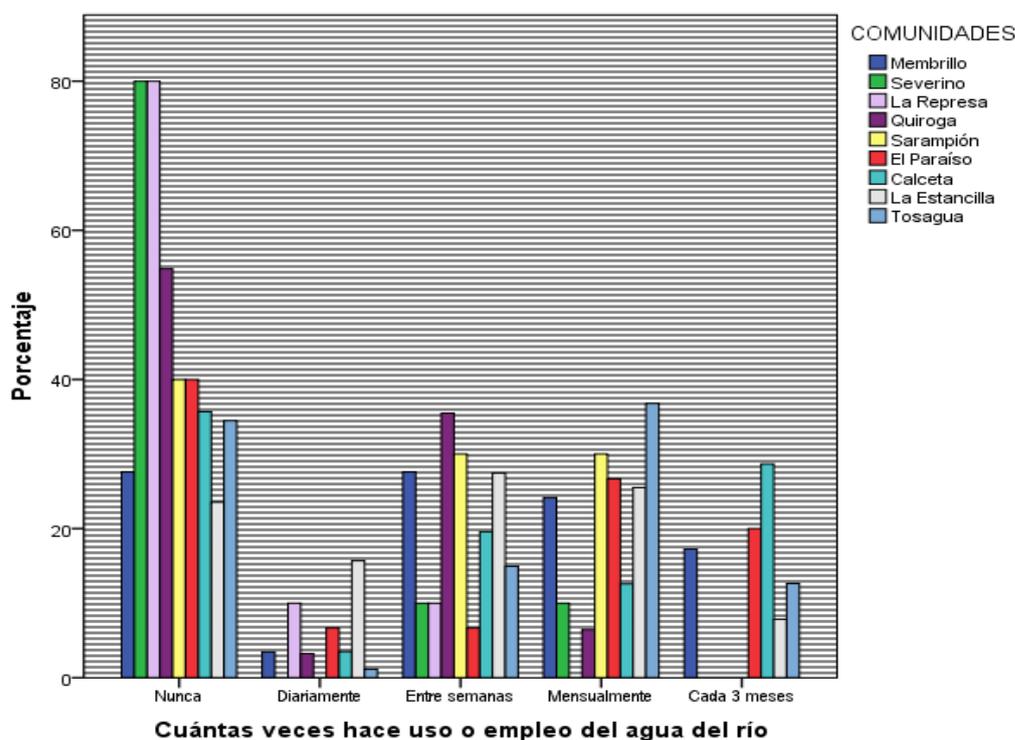


Gráfico 4.4. Veces de uso o empleo del agua  
Fuente: Los autores

Cuadro 4.5. Porcentaje de veces de uso o empleo del agua del río

COMUNIDAD	NUNCA	DIARIAMENTE	ENTRE SEMANAS	MENSUALMENTE	CADA 3 MESES
	%	%	%	%	%
MEMBRILLO	27,59	3,45	27,59	24,14	17,24
SEVERINO	80	0	10	10	0
LA REPRESA	80	10	10	0	0
QUIROGA	54,84	3,23	35,48	6,45	0
SARAMPIÓN	40	0	30	30	0
EL PARAISO	40	6,67	6,67	26,67	20
CALCETA	35,66	3,5	19,58	12,59	28,67
LA ESTANCILLA	23,53	15,69	27,45	25,49	7,84
TOSAGUA	34,48	1,15	14,94	36,78	12,64

Fuente. Los autores

Durante la investigación se pudo notar que hay diversos “usos” de agua por parte de los pobladores dependiendo de varios criterios, ya sea destinada a la agricultura (principalmente el riego), ganadería (como parte de la alimentación y otras instalaciones dedicadas a la cría del ganado) los usos no consuntivos (recreativos o de navegación). De igual manera, el “empleo” del agua en consumo doméstico (alimentación, limpieza de viviendas, lavado de ropa, la higiene y el aseo personal) es: en Severino el 80 % y en el embalse 80 %, las

personas “nunca” han hecho uso; mientras que, en Sarampión el 30 % y Quiroga con un 35,48 % suelen usarla “entre semanas”, debido a que no cuentan con el abastecimiento de agua considerada como potable en su totalidad a causa de que existen cortes o desabastecimiento del líquido vital. Según Gil *et al.*, (2014) en las comunidades rurales los usuarios dan mayor prioridad a la cantidad que a la calidad, ya que tienden a ser muy pobres y sufren limitaciones para el desarrollo como resultado de la infraestructura deficiente, las oportunidades de ingreso limitadas sobre lo que funciona y lo que no funciona en los proyectos rurales de abastecimiento de agua (Osorio, 2012). A diferencia, de lo que sucede en comunidades como El Paraíso con 26,67 % y Tosagua 36,78 % que suelen usarla “mensualmente”. Por otra parte, cabe considerar que en Calceta el 28,67 % la utiliza “cada 3 meses” (Cuadro 4.5).

#### e) Uso del agua del río Carrizal

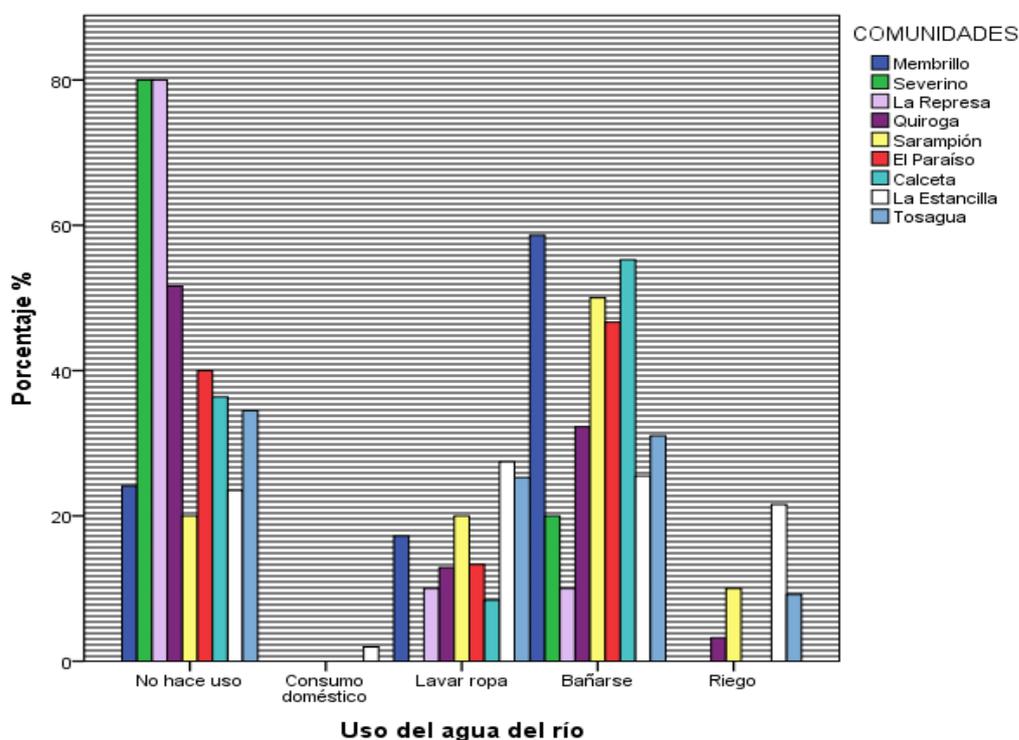


Gráfico 4.5. Uso del agua  
Fuente: Los autores

**Cuadro 4.6.** Porcentaje del uso que le dan al agua del río en cada comunidad

COMUNIDAD	NO HACE USO	CONSUMO DOMÉSTICO	LAVAR ROPA	BAÑARSE	RIEGO
	%	%	%	%	%
MEMBRILLO	24,14	0	17,24	58,62	0
SEVERINO	80	0	0	20	0
LA REPRESA	80	0	10	10	0
QUIROGA	51,61	0	12,9	32,26	3,23
SARAMPIÓN	20	0	20	50	10
EL PARAISO	40	0	13,33	46,67	0
CALCETA	36,36	0	8,39	55,24	0
LA ESTANCILLA	23,53	1,96	27,45	25,49	21,57
TOSGUA	34,48	0	25,29	31,03	9,2

Fuente. Los autores

En cuanto al uso que le dan al agua del río Carrizal las personas encuestadas se tiene que: en Sarampión el 50 %, Calceta 55,24 % y Membrillo un 56,62 % utilizan el agua del río para uso recreativo de contacto primario (Almazán *et al.*, 2016) como “bañarse y nadar”. Las comunidades de La Estancilla un 27,45 %, Tosagua el 25,29 % “lavan su ropa” en las aguas del río, porque las familias no cuentan con conexión al servicio público de agua, mientras que en otros casos por tradición o por formas de apropiación del espacio público e interacción familiar con las fuentes de agua (Martínez, 2015).

Según Bagai (2013) citado por (Prado, 2015), una de las principales fuentes de polución química de las aguas, son los detergentes cotidianos, ya que poseen elementos nocivos y compuestos de magnesio o calcio que afectan al agua. Del mismo modo, en los sitios de La Estancilla el 21,67 % y Sarampión un 10 %, los agricultores “riegan” sus plantaciones con esta agua, contaminándola con agroquímicos y sales naturales en su paso por parcelas y arroyos, independientemente de los caudales (Román *et al.*, 2011) (Cuadro 4.6).

## 4.2. PONDERAR LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DEL ICA – NSF

### 4.2.1 ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Se realizó los análisis físicos, químicos y microbiológico en cada una de las estaciones establecidas, ubicadas a nivel de la subcuenta del río Carrizal, utilizando la metodología del índice de calidad de agua ICA – NSF basada en la evaluación de nueve parámetros (Quiroz, Izquierdo, & Menéndez, 2017). Las variables respuesta son: potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto,

turbiedad, coliformes fecales (de forma cuantitativa), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), fósforo total, nitratos y sólidos suspendidos totales (Aguirre, Vanegas, & Garcia, 2016).

Se tomaron como referencia las 9 comunidades en estudio siendo las estaciones: E1, E2, E3 puntos de control, ya que pertenece a cuencas aportantes del Río Carrizal. Siguiendo los puntos de muestreo aguas abajo, se procedió el análisis de las estaciones antes (1) y después (2) de cada población de los siguientes puntos designados como son: E4(1), E4(2), E5(1), E5 (2), E6(1), E6 (2), E7 (1), E7 (1), E8(1), E8(2), (Cuadro. 4.7.) por medio del laboratorio de análisis y evaluación ambiental **AqLab**. Dicho índice aplicado es utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo-espacio, comparando la calidad del agua de diferentes tramos de este río además de compararlo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular o en general de dicho río es saludable o no (Bonilla *et al.*, 2010).

**Cuadro 4.7.** Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de estaciones de muestreo

Comunidad en estudio	Estación de muestreo	Parámetros								
		OD	$\Delta T$	Turbidez	Fosfato	Nitratos	STD	DBO5	PH	Coliformes fecales
		% de Sat.	°C	UFT	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		Col/100ml
Membrillo	E1	123,56	4,4	6	36,38	3,99	164,5	25	8,1	17x10 <sup>2</sup>
Severino	E2	92,02	1	15	35,25	5,76	110,9	20	7,76	<1
La Represa	E3	78,65	-0,3	16	30,96	5,76	114,9	15	8,59	<1
Quiroga	E4 (1)	79,66	1	7	33,11	4,43	111,1	15	7,2	10x10 <sup>1</sup>
Quiroga	E4 (2)	91,91	1	5	52,85	5,31	109,9	20	6,9	20x10 <sup>1</sup>
Sarampión	E5 (1)	118,73	1	7	48,84	5,31	116,8	15	7,11	23x10 <sup>2</sup>
Sarampión	E5 (2)	104,04	1,1	7	62,11	5,76	122,7	15	6,95	18x10 <sup>2</sup>
El Paraíso	E6 (1)	89,13	1	7	71,1	6,2	120,1	20	7,07	50x10 <sup>1</sup>
El Paraíso	E6 (2)	96,46	1	6	80,97	5,76	116,6	20	7,17	50x10 <sup>1</sup>
Calceta	E7 (1)	94,13	0,3	8	64,32	6,64	203	20	7,6	500
Calceta	E7(2)	91,69	0,9	8	82,23	7,09	130,1	15	6,99	12x10 <sup>2</sup>
La Estancilla	E8 (1)	94,53	-0,3	11	59,11	7,97	225	15	7,11	15x10 <sup>2</sup>
La Estancilla	E8 (2)	74,63	-0,2	4	59,2	8,86	246	20	6,95	12x10 <sup>2</sup>
Tosagua	E9 (1)	75,89	1	3	48,9	8,86	202	20	7,06	11x10 <sup>2</sup>
Tosagua	E9 (2)	89,35	0,8	4	56,16	7,97	209	15	8	70x10 <sup>1</sup>
<b>Promedio</b>		92,96	0,91	7,6	54,77	6,38	153,51	18	7,37	1023,08

(1): Antes (2): Después

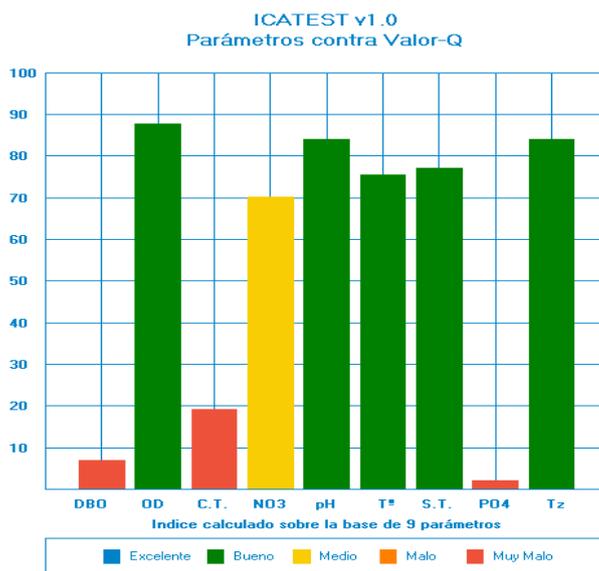
Fuente. Los autores

Es así que obtenemos de manera general los resultados analizados de cada estación, destacando en algunas de ellas altos índices de contaminación de los parámetros estudiados, debido a la incorporación de elementos o condiciones

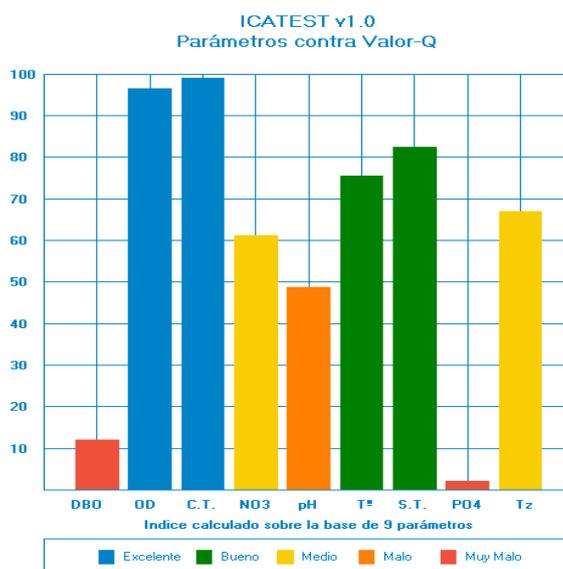
extrañas que generan un daño ya sea sanitario, ecológico, social y estético evidenciando cambios indeseables en las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, que puede incidir de manera diversa en la salud humana y los ecosistemas (Secretaría nacional del agua, 2012). Entre los principales procesos que afectan a los medios acuáticos se incluyen el enriquecimiento de nutrientes, la contaminación hídrica, las alteraciones hidrológicas y la modificación de la vegetación ribereña. Como resultado las condiciones de flujo o la calidad del agua no son sólo indicadores del estado de los sistemas fluviales, sino también de los ecosistemas terrestres adyacentes (Elordi, Colman, & Porta, 2016).

#### **4.2.2 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LOS INDICADORES DEL ICA – NSF**

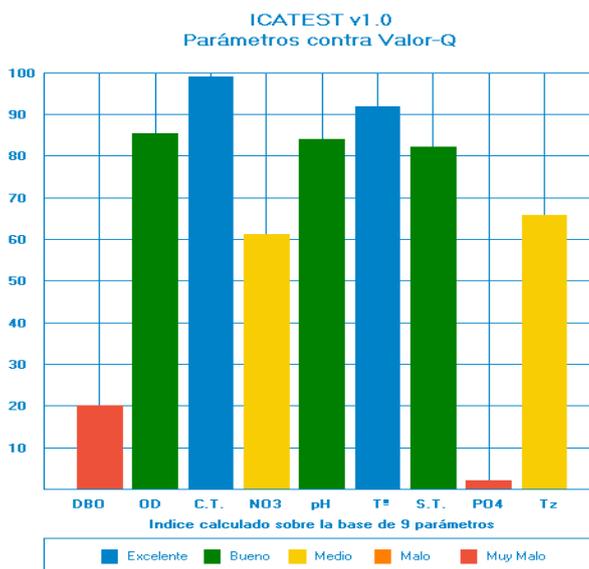
En el Ecuador la metodología que se utiliza para el cálculo del ICA – NSF es la propuesta por Brown (1970), basada en la evaluación de nueve parámetros (Quiroz, Izquierdo, & Menéndez, 2017), la cual presenta una cualificación general como forma de agrupación simplificada de dichos parámetros; es una manera de comunicar y evaluar el estado del agua (León, s.f), y resulta un instrumento que permite identificar el deterioro o mejora de la calidad en un cuerpo de agua (Aguirre, Vanegas, & Garcia, 2016) por ello, el aumento en los niveles de contaminación de las aguas superficiales ha generado la necesidad de cuantificar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua (León, s.f) Para esto, se evaluó la calidad del agua de manera individual es decir de cada una de las estaciones de muestreo previamente mencionadas, obteniendo los siguientes resultados:



**Gráfico 4.6.** Calidad según parámetros ICA NSF de la E1 "Membrillo"  
**Fuente.** Los autores



**Gráfico 4.7.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E2 "Severino"  
**Fuente.** Los autores



**Gráfico 4.8.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E3 "Embalse Sixto Durán Ballén"  
**Fuente.** Los autores

**Cuadro 4.8.** Calidad del agua E1 "Membrillo"

E1 "MEMBRILLO"				
Parámetro	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	25	7	0,11	0,77
Oxígeno disuelto	123,56	87,8	0,17	14,93
Coliformes fecales	1700	19,2	0,16	3,07
Nitratos	3,99	70,2	0,1	7,02
Ph	8	84	0,11	9,24
°T	4,4	75,4	0,1	7,54
Sólidos totales	164,5	77,11	0,07	5,4
Fosfatos totales	36,38	2	0,1	0,2
Turbidez	6	84	0,08	6,72
<b>TOTAL</b>				<b>54,89</b>

Fuente. Los autores

**Cuadro 4.9.** Calidad del agua E2 "Severino"

E2 "SEVERINO"				
Parámetro	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	20	12	0,11	1,32
Oxígeno disuelto	92,02	96,52	0,17	16,41
Coliformes fecales	1	99	0,16	15,84
Nitratos	5,76	61,2	0,1	6,12
Ph	8	48,75	0,11	5,36
°T	4,4	75,4	0,1	7,54
Sólidos totales	110,9	82,42	0,07	5,77
Fosfatos totales	35,25	2	0,1	0,2
Turbidez	15	67	0,08	5,36
<b>TOTAL</b>				<b>63,92</b>

Fuente. Los autores

**Cuadro 4.10.** Calidad del agua E3 " Embalse Sixto Durán Ballén"

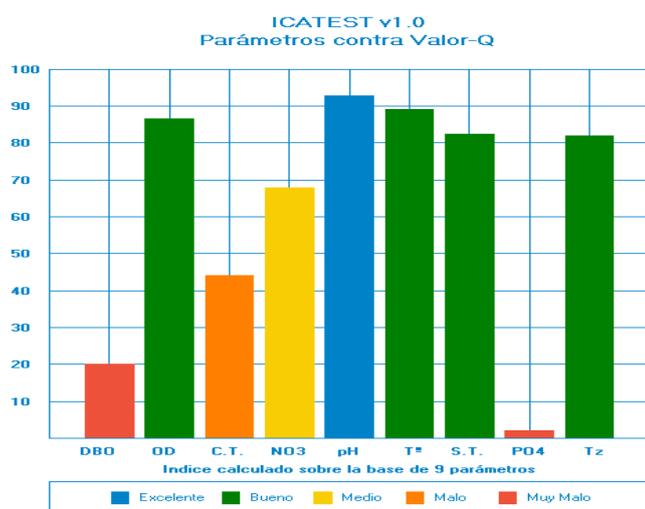
E3 "EMBALSE SIXTO DURÁN BALLEÑ"				
Parámetro	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	15	20	0,11	2,2
Oxígeno disuelto	78,65	85,43	0,17	14,52
Coliformes fecales	1	99	0,16	15,84
Nitratos	5,76	61,2	0,1	6,12
Ph	7,7	84	0,11	9,24
°T	-0,3	91,86	0,1	9,19
Sólidos totales	114,9	82,07	0,07	5,74
Fosfatos totales	30,96	2	0,1	0,2
Turbidez	16	65,8	0,08	5,26
<b>TOTAL</b>				<b>68,31</b>

Fuente. Los autores

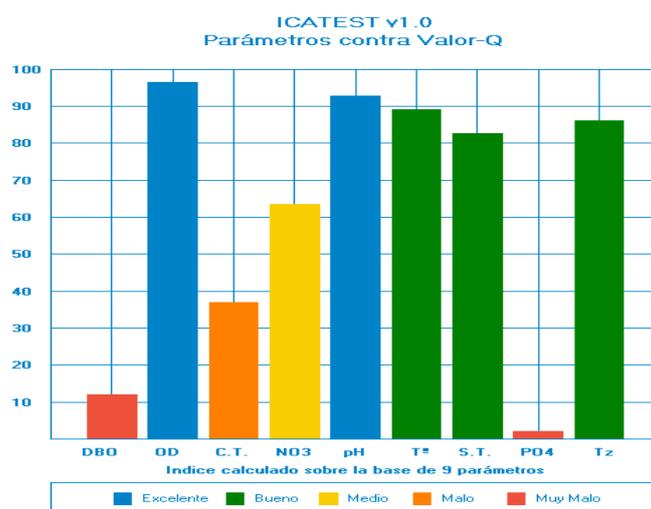
Las estaciones tomadas como puntos de control para determinar la calidad de agua que se integra a la subcuenca del río Carrizal como cuencas aportantes a la misma, identificadas como: (E1) "Membrillo" se localizó a una distancia de 19,72 Km a la estación (E3) siendo esta correspondiente al embalse "Sixto Duran Ballén" donde se integra dicho efluente, de la misma forma la estación "Severino" (E2) alcanzó un recorrido de 1,5 km llegando al mismo embalse. La calidad de agua de las tres estaciones mencionadas anteriormente, se cualificaron con un índice de calidad ICA – NSF medio; sin embargo, se observó detalladamente cada una de ellas: en la estación (E1) la calidad del agua disminuye debido a los fosfatos dominantes llegando a niveles de 36,38 mg/l ocasionando estancamientos eutróficos con elevadas cantidades de nutrientes que con frecuencia tienen una importante productividad fotosintética y, por lo tanto presencia ingente de materia orgánica (MO) - lechuguinos (*Eichhornia crassipes*)- (Hansen *et al.*, 2013). La DBO<sub>5</sub> con un 25mg/l, y coliformes fecales de hasta 1700 col/100 presentes en el agua correspondiente a las descargas residuales directas al río, seguido de actividades porcinas y ganaderas que se realizan en las riberas del río en este punto disminuye la calidad del agua para consumo humano que de acuerdo al reglamento de la (Ley de Gestión Ambiental, 2015) la DBO<sub>5</sub> debe ser <2 mg/l.

De acuerdo a autores que escriben en la publicación del Canal de Panamá (2015) el grupo de los coliformes totales está distribuido ampliamente en la naturaleza; encontrándose en las heces humanas, de animales, en el suelo, plantas sumergidas y otros lugares. En concordancia con Larrea *et al.*, (2013) menciona que *E. coli* es una especie de bacteria coliforme fecal específica de los

excrementos de origen humano o de animales homeotermo; la presencia de ambos en la vegetación, suelo y en especial en corrientes de aguas sugiere que pueden estar presentes microorganismos patógenos como bacterias, virus y protozoarios, los cuales si pudieran ser perjudiciales a la salud de las personas. Por otra parte, en la estación E2 perteneciente al sitio Severino, se pudo determinar que la calidad del agua es disminuida debido a parámetros como:  $DBO_5$  en 20mg/l, pH con 9 y fosfatos con el 35,25 mg/l. En este punto, se visualizó la presencia de actividades agrícolas en la zona, situación que justifica las concentraciones altas de fosfatos ya que como lo manifiesta (Lavie, *et al.*, 2010) una de las razones de la presencia de este compuesto en el agua, es la actividad agrícola por los agroquímicos utilizados que mediante escorrentía llegan a los cuerpos de agua. En la estación E3 al igual que la estación anterior se observan valores altos de fosfatos 30,96 mg/l,  $DBO$  15 mg/l; este punto, a diferencia de los anteriores se encontró un nivel medio de turbidez 16 UFT según Universidad de Puerto Rico (2012) los sedimentos depositados en el fondo son una causa del aumento de turbidez, los mismos que llegan a los cuerpos de agua mediante escorrentía que arrastra el suelo erosionado y la deforestación originada por actividades antrópicas incrementa este proceso.



**Gráfico 4.9.** Calidad según parámetro ICA – NSF de la E4(1) "Quiroga antes"  
**Fuente.** Los autores



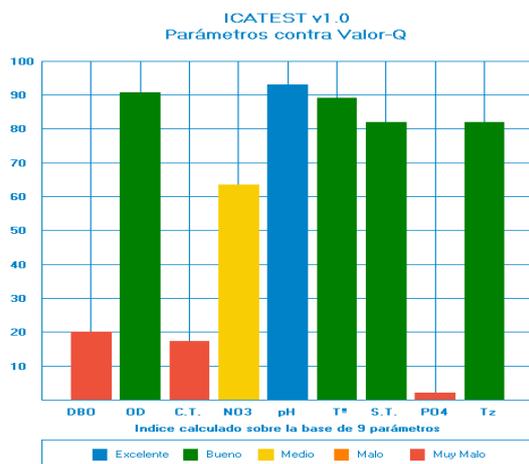
**Gráfico 4.10.** Calidad según parámetro ICA – NSF de la E4(2) "Quiroga después"  
**Fuente.** Los autores

**Cuadro 4.11.** Calidad del agua E4(1) " Quiroga antes" y E4(2) "Quiroga después"

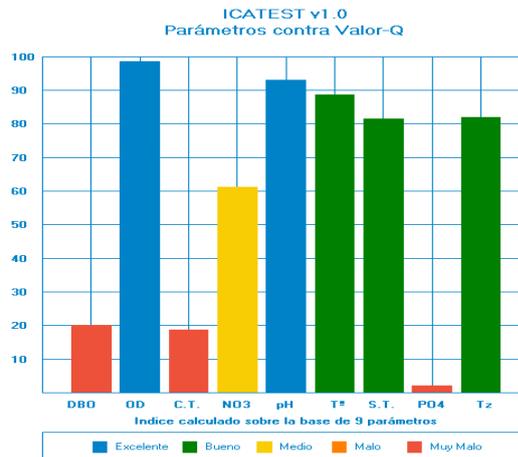
Parámetro	E4 "QUIROGA" (ANTES)				E4 "QUIROGA" (DESPÚES)			
	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	15	20	0,11	2,2	20	12	0,11	1,32
Oxígeno disuelto	79,66	86,6	0,17	14,72	91,91	96,43	0,17	16,39
Coliformes fecales	100	44	0,16	7,04	200	37	0,16	5,92
Nitratos	4,43	67,85	0,1	6,78	5,31	63,45	0,1	6,35
pH	7,45	92,75	0,11	10,2	7,36	92,8	0,11	10,21
°T	1	89	0,1	8,9	1	89	0,1	8,9
Sólidos totales	111,1	82,4	0,07	5,77	109,9	82,51	0,07	5,78
Fosfatos T	33,11	2	0,1	0,2	52,85	2	0,1	0,2
Turbidez	7	82	0,08	6,56	5	86	0,08	6,88
	TOTAL			62,37	TOTAL			61,95

Fuente. Los autores

1 km aguas abajo, se encuentra la estación correspondiente a Quiroga "antes" identificadas como E4 (1) siguiendo el tramo del río al pasar por la población la estación E4(2) "después" con una distancia entre estas estaciones de 1,54 km, En la estación E4(1) se encontró la presencia de fosfatos a 33,11 mg/l, que al seguir con el recorrido E4(2) se evidenció un aumento a 52,85 mg/l, un exceso de fosfatos, en combinación con temperaturas altas y luz solar, estimula el crecimiento de algas. Es decir, si las actividades humanas permiten que un exceso de fosfatos y nitratos alcance los cuerpos de agua dulce, estos nutrientes pueden provocar un gran aumento en la producción de algas, el cual se conoce como "florecimiento de algas" (Lida & Shock, 2009) así mismo, los niveles de DBO<sub>5</sub> en la estación E4 (1) antes de pasar por la población fueron de 15 mg/l llegando a alcanzar 20 mg/l, después del recorrido frente al espacio de la población. A pesar de los contrastes de contaminación, en ambas estaciones se evidenció una ligera disminución de la calidad de índice ICA – NSF de 62,37 a 61,95 lo que corresponde a una clasificación media de calidad del agua, de acuerdo con ese indicador.



**Gráfico 4.11.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E5(1) "Sarampión antes"  
Fuente. Los autores



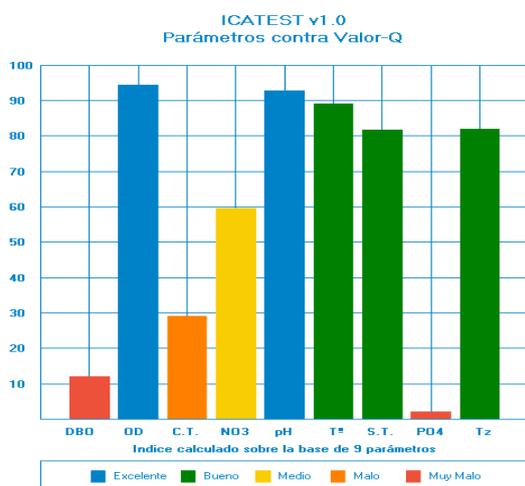
**Gráfico 4.12.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E5(2) "Sarampión después"  
Fuente. Los autores

**Cuadro 4.12.** Calidad del agua E5(1) "Sarampión antes" y E5(2) "Sarampión después"

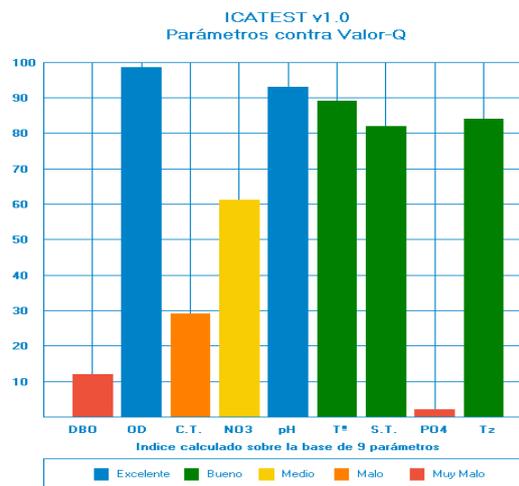
Parámetro	E5 "SARAMPIÓN" (ANTES)				E5 "SARAMPIÓN" (DESPUÉS)			
	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	15	20	0,11	2,2	15	20	0,11	2,2
Oxígeno disuelto	118,73	90,61	0,17	15,4	104,04	98,49	0,17	16,74
Coliformes fecal	2300	17,4	0,16	2,78	1800	18,8	0,16	3,01
Nitratos	5,31	63,45	0,1	6,35	5,76	61,2	0,1	6,12
Ph	7,4	93	0,11	10,23	7,42	92,9	0,11	10,22
°T	1	89	0,1	8,9	1,1	88,6	0,1	8,86
Sólidos totales	116,8	81,9	0,07	5,73	122,7	81,39	0,07	5,7
Fosfatos T	48,84	2	0,1	0,2	62,11	2	0,1	0,2
Turbidez	7	82	0,08	6,56	7	82	0,08	6,56
<b>TOTAL</b>				<b>58,35</b>	<b>TOTAL</b>			<b>59,61</b>

A 3,96 km de la estación anterior, la estación E5(1) "antes" y E5(2) "después" con una distancia entre las dos de 1,89 km, perteneciente a la población Sarampión, se observó la autodepuración debido a un proceso inherente a la naturaleza misma, apoyada por la existencia de biomasa acuática especialmente el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) ya que los parámetros evaluados de las corrientes superficiales, dieron como resultado del ICA – NSF 58,35 "antes" de la población y un 59,61 "después" de la misma. (Quiroz, Izquierdo, & Menéndez, 2017) menciona que en los ríos y otros cuerpos receptores esta autodepuración, se manifiesta cuando, de forma espontánea, sin participación directa del hombre, se restituyen de manera natural las características que existían inicialmente y que se habían modificado debido a la intrusión de un agente contaminante. Debido a esto, cabe destacar que el curso del agua del río

que atraviesa a la comunidad en estudio es de un recorrido corto, ya que se mueve lejos de las actividades antrópicas de la población. A pesar de esto, la calidad del agua es relativamente la misma y se encuentra en una clasificación media.



**Gráfico 4.13.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E6(1) "El Paraíso antes"  
Fuente. Los autores



**Gráfico 4.14.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E6(2) "El paraíso después"  
Fuente. Los autores

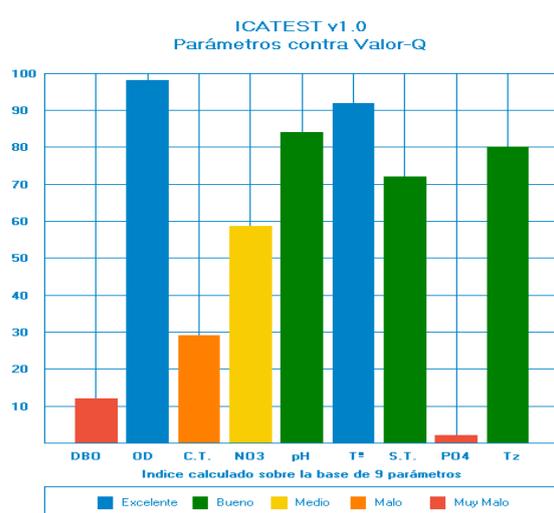
**Cuadro 4.13.** Calidad del agua E6(1) " El Paraíso antes" y E6(2) "El Paraíso después"

Parámetro	E6 "EL PARAÍSO" (ANTES)				E6 "EL PARAÍSO" (DESPÚES)			
	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	20	12	0,11	1,32	20	12	0,11	1,32
Oxígeno disuelto	89,13	94,28	0,17	16,03	96,46	98,62	0,17	16,77
Coliformes fecal	500	29	0,16	4,64	500	29	0,16	4,64
Nitratos	6,2	59,55	0,1	5,96	5,76	61,2	0,1	6,12
pH	7,43	92,85	0,11	10,21	7,39	92,95	0,11	10,22
°T	1	89	0,1	8,9	1	89	0,1	8,9
Sólidos totales	120,1	81,62	0,07	5,71	116,6	81,92	0,07	5,73
Fosfatos totales	71,1	2	0,1	0,2	80,97	2	0,1	0,2
Turbidez	7	82	0,08	6,56	6	84	0,08	6,72
		TOTAL		59,53		TOTAL		60,62

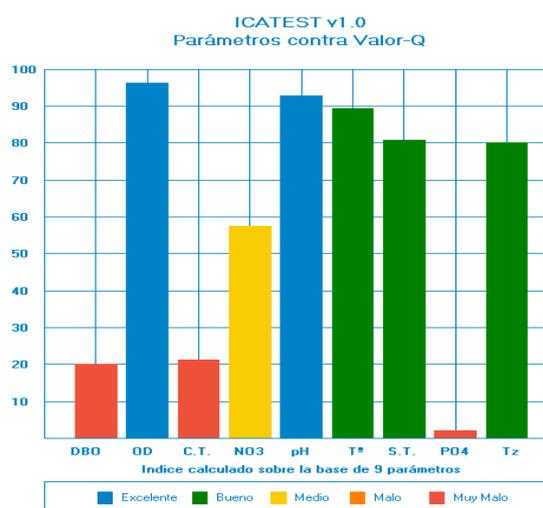
Fuente. Los autores

4,54 km más abajo se encuentran la estación perteneciente a la comunidad de El paraíso E6(1) "antes" y E6(2) "después" con una distancia al pasar la población de 1,98 km. Se observó en los cuerpos de agua un excelente estado de OD con 89,13 % Sat., al inicio y al pasar por la población de 96,46 % Sat., la oxigenación ocurre principalmente debido al contacto con la atmósfera y, su depuración por las plantas acuáticas (Canal de Panamá, 2015). Este fenómeno

también se debe a la turbulencia del río y a la mezcla vertical en los embalses. Por otro lado, al igual que los puntos muestreados anteriormente se encuentra la presencia de coliformes fecales en ambas estaciones estudiadas, de 500 col/100 que según (Coello *et al.*, 2013) la contaminación fecal se debe a existencia de actividad ganadera cercana al río, evidenciada por su consecuente variación en los valores obtenidos en los puntos de muestreo. Otro factor que puede ser también un aportante de este contaminante es la falta de tratamiento de aguas negras debido al uso de letrinas en la población cercana al río, lo cual demuestra la necesidad de un monitoreo de las descargas de agua provenientes de las actividades domésticas



**Gráfico 4.14.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E7(1) "Calceta antes"  
Fuente. Los autores



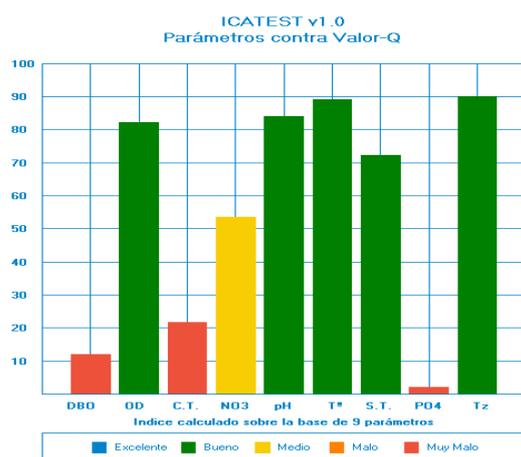
**Gráfico 4.13.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E7(2) "El paraíso después"  
Fuente. Los autores

**Cuadro 4.14.** Calidad del agua E7(1) "Calceta antes" y E7(2) "Calceta después"

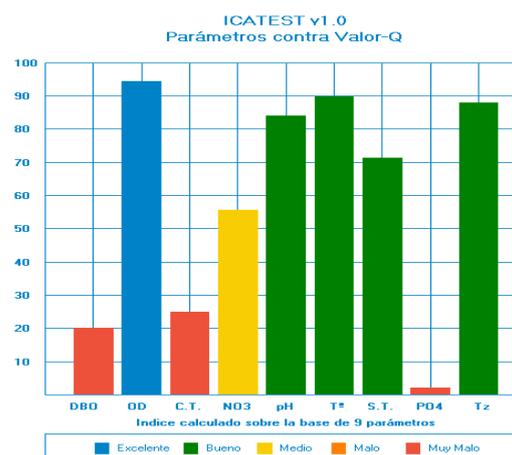
Parámetro	E7 "CALCETA" (ANTES)				E7 "CALCETA" (DESPUÉS)			
	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	20	12	0,11	1,32	15	20	0,11	2,2
Oxígeno disuelto	94,13	98,03	0,17	16,67	91,69	96,27	0,17	16,37
Coliformes fecales	500	29	0,16	4,64	1200	21,2	0,16	3,39
Nitratos	6,64	58,56	0,1	5,86	7,09	57,55	0,1	5,76
pH	8	84	0,11	9,24	7,45	92,75	0,11	10,2
°T	0,3	91,8	0,1	9,18	0,9	89,4	0,1	8,94
Sólidos totales	203	72,11	0,07	5,05	130,1	80,74	0,07	5,65
Fosfatos totales	64,32	2	0,1	0,2	82,23	2	0,1	0,2
Turbidez	8	80	0,08	6,4	8	80	0,08	6,4
	TOTAL			58,56	TOTAL			59,11

Fuente. Los autores

En el transcurso del río a una distancia de 5,94 km se ubican las estaciones E7(1) “antes” de la ciudad de Calceta E7(2) “después” con una distancia entre estas de 2,05 km. Se puede observar cierta elevación de los parámetros como nitratos de 6,2 mg/l “antes” de la población y un 5,76 mg/l después de esta, y fosfatos por encima del 71.1 mg/l; todo esto, debido a las actividades agropecuarias y al uso de agroquímicos (plataneras) también por los restos de sustancias de diversos tipos usadas por los pobladores ciudadanos de Calceta. Por medio de infiltración se produce la contaminación de los cuerpos de agua cercana, Spellman y Joanne (2000) citados por el Canal de Panamá (2015). El río Carrizal tiene entradas de nutrientes en forma de ortofosfatos ( $PO_4$ ) y nitratos ( $NO_3$ ) (uso de agroquímicos y detergentes) que puede causar problemas de eutrofización lo que se observa que en realidad ha provocado el crecimiento de estas plantas acuáticas, cambio en los tipos de plantas y animales que viven en este cuerpo de agua. En tanto a los niveles de coliformes fecales presentes, asociamos el problema a los deficientes procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en la zona de Calceta.



**Gráfico 4.16.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E8(1) "La Estancilla antes"  
Fuente. Los autores



**Gráfico 4.15.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E8(2) "La Estancilla después"  
Fuente. Los autores

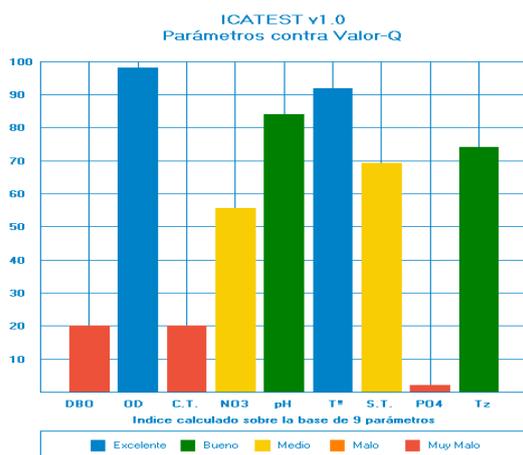
**Cuadro 4.15.** Calidad del agua E8(1) " La Estancilla antes" y E8(2) "La Estancilla después"

Parámetro	E8 "LA ESTANCILLA" (ANTES)				E8 "LA ESTANCILLA" (DESPUÉS)			
	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	15	20	0,11	2,2	20	12	0,11	1,32
Oxígeno disuelto	89,35	94,46	0,17	16,06	75,89	82	0,17	13,97
Coliformes fecales	700	25	0,16	4	1100	21,6	0,16	3,46
Nitratos	7,97	55,57	0,1	5,56	8,86	53,56	0,1	5,36
pH	8	84	0,11	9,24	8	84	0,11	9,24
°T	0,8	89,8	0,1	8,98	1	89	0,1	8,9
Sólidos totales	209	71,33	0,07	4,99	202	72,24	0,07	5,06
Fosfatos totales	56,16	2	0,1	0,2	48,9	2	0,1	0,2
Turbidez	4	88	0,08	7,04	3	90	0,08	7,2
	TOTAL			58,27	TOTAL			54,71

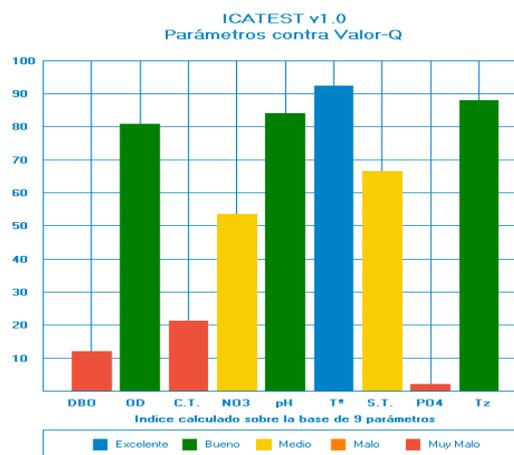
Fuente. Los autores

Los centros poblados son fuentes de la disminución de la calidad del agua como se está observando. Por esta razón la estación que se encuentra frente a la población de La Estancilla no es la excepción. A 7,55 km de la estación anterior E8(1) "antes" y a 2,03 km a la estación E8(2) "después" de la población, se observa la presencia de fosfatos por encima de 64,32 mg/l al realizar el recorrido por la población con un 82,23 mg/l y coliformes fecales con afectaciones significativas al pasar por la población con 1100 col/100. Cuando hay transmisión por contacto, el riesgo de infección con patógenos presentes en las aguas contaminadas aumenta de acuerdo con el grado de exposición. En actividades como la natación que ocurre en esta área, hay un alto riesgo de transmisión de microorganismos patógenos por medio del contacto con la piel y membranas mucosas, además de la probabilidad de inhalar accidentalmente e incluso, ingerir agua (Barrantes *et al.*, 2012).

En el caso del OD, Bellingham (2009) citado por Rubio *et al.*, (2014) señaló que esta variable tiene una alta dependencia con las horas de sol, ya que la actividad fotosintética de algunas plantas acuáticas provoca un aumento en el OD durante el día lo que significa que los cuerpos de agua con esta concentración de oxígeno son capaces de sostener organismos vivos, de acuerdo con lo indicado por Sperling (2001). El nivel de OD depende de las actividades físicas, químicas y biológicas que se llevan a cabo en la parte alta de la cuenca y está en función también de la temperatura, la composición fisicoquímica, la salinidad y la materia orgánica presente (Rubio *et al.*, 2014).



**Gráfico 4.18.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E9(1) "Tosagua antes"  
Fuente. Los Autores



**Gráfico 4.17.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la E9(2) "Tosagua después"  
Fuente. Los Autores

**Cuadro 4.16.** Calidad del agua E9(1) "Tosagua antes" y E9(2) "Tosagua después"

Parámetro	E9 "TOSAGUA" (ANTES)				E9 "TOSAGUA" (DESPÚES)			
	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	15	20	0,11	2,2	20	12	0,11	1,32
Oxígeno disuelto	94,53	98,13	0,17	16,68	74,63	80,74	0,17	13,73
Coliformes fecales	1500	20	0,16	3,2	1200	21,2	0,16	3,39
Nitratos	7,97	55,57	0,1	5,56	8,86	53,56	0,1	5,36
pH	8	84	0,11	9,24	8	84	0,11	9,24
°T	-0,3	91,86	0,1	9,19	-0,2	92,24	0,1	9,22
Sólidos totales	225	69,25	0,07	4,85	246	66,52	0,07	4,66
Fosfatos totales	59,11	2	0,1	0,2	59,2	2	0,1	0,2
Turbidez	11	74	0,08	5,92	4	88	0,08	7,04
				<b>57,04</b>				<b>54,16</b>

Fuente. Los autores

Durante el análisis de las estaciones E9(1) "antes" con una distancia de 5,47km a la estación anterior y con un recorrido 2,04 km al pasar por la población se encuentre la estación E9(2) "después" donde se puede determinar que uno de los elementos emergentes en la transformación del medio ambiente especialmente en el deterioro y disponibilidad del agua corresponde a los procesos productivos relacionados con la categoría de trabajo en el territorio. Dentro de estos se encuentra la producción, agrícola y pecuaria (Acosta *et al.*, 2015); sin embargo, entre ellas se encuentra la contaminación fecal humana (letrinas) y animal (porcinocultura y ganadería bovina) de las aguas superficiales el cual es un problema que incide directamente en la salud humana dada la

transmisión de microorganismos patógenos como virus, bacterias, protozoarios y otros parásitos (Barrantes *et al.*, 2012).

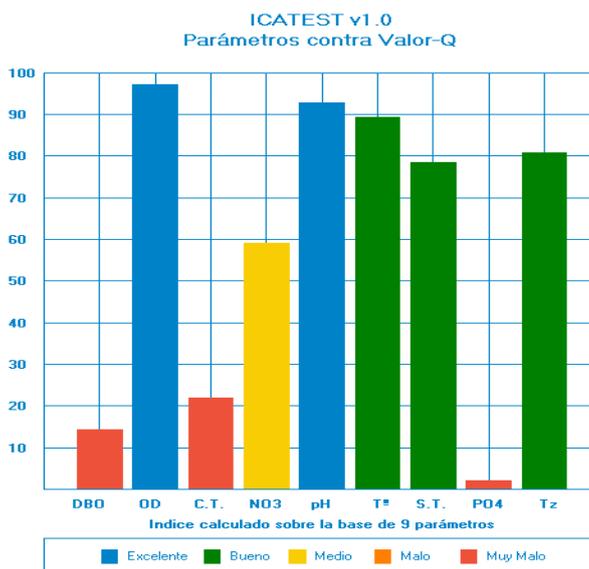
#### 4.2.3. ANALISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE SUBCUENCA DEL RIO CARRIZAL

Este análisis se realizó considerando el espacio del río en donde se ubican los puntos de nacimiento (E1 “Membrillo”, E2 “Severino” y E3 “El embalse”) seguido de las estaciones “antes” (1) y “después” (2) estudiadas en las poblaciones: Quiroga E4(1) E4(2), Sarampión E5(1) E5 (2), El Paraíso E6(1) E6 (2), Calceta E7 (1) E7 (2), La Estancilla E8(1) E8(2), Tosagua E9(1) E9(2). Esta actividad permite ponderar la calidad del agua a lo largo de la subcuenca del río Carrizal hasta la población de Tosagua, en donde parte otro ecosistema que es el humedal La Segua.

**Cuadro 4.17.** Calidad del agua de la subcuenca del río Carrizal

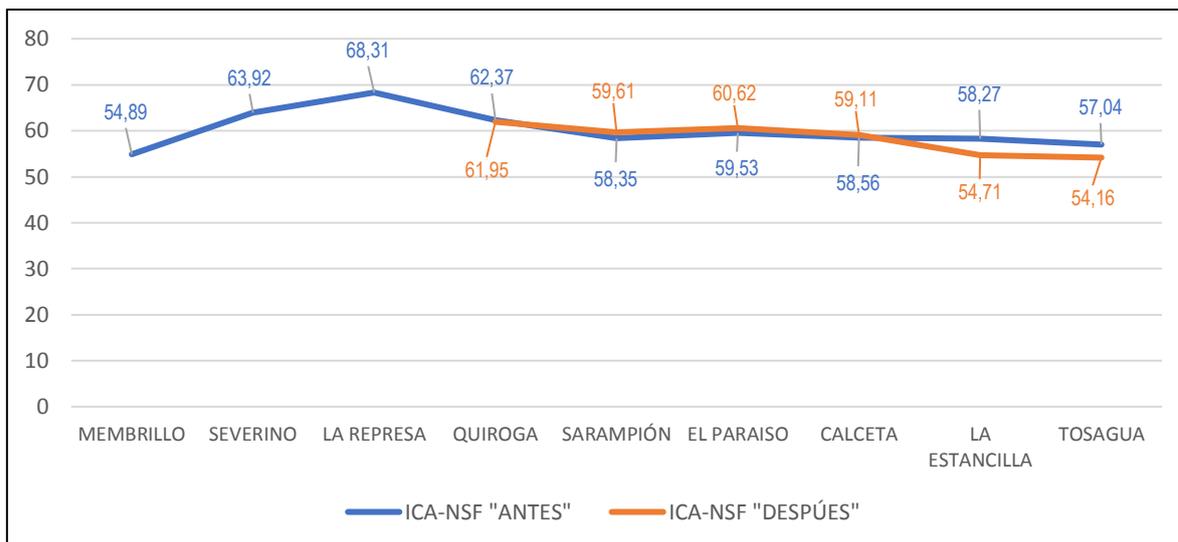
SUBCUENCA DEL RÍO CARRIZAL				
Parámetro	Resultado	V-Q	F. de pond.	Subíndice
DBO	18	14,4	0,11	1,58
Oxígeno disuelto	92,96	97,22	0,17	16,53
Coliformes fecales	1023,08	21,91	0,16	3,51
Nitratos	6,38	59,14	0,1	5,91
pH	7,37	92,85	0,11	10,21
°T	0,91	89,36	0,1	8,94
Sólidos totales	153,51	78,54	0,07	5,5
Fosfatos totales	54,77	2	0,1	0,2
Turbidez	7,6	80,8	0,08	6,46
	<b>TOTAL</b>			<b>58,84</b>

Fuente. Los autores



**Gráfico 4.19.** Calidad según parámetros ICA – NSF de la subcuenca del río Carrizal  
**Fuente.** Los autores

A medida que la interacción hombre-naturaleza se ha intensificado, ha avanzado el deterioro de esta relación y la generación de ambientes no saludables. De manera general, la calidad del agua de la subcuenca del río Carrizal se encuentra en un rango medio 58,84. Los factores que alteran su calidad son los nitratos de 6,38 mg/l, fosfatos 54,77 mg/l y coliformes fecales 1023,08 col/100. De acuerdo con el análisis realizado en cada estación, se puede determinar que las causas principales de contaminación de la subcuenca son: el vertido de aguas residuales, las actividades agrícolas, ganaderas y el depósito de residuos sólidos a las riberas del río.



**Gráfico 4.20.** Calidad de agua de cada punto de muestreo analizado “antes” y “después” a nivel de la Subcuenca del río Carrizal

**Fuente.** Los autores

**Cuadro 4.18.** Calidad del agua de la subcuenca del río Carrizal

ICA-NSF SUBCUENCA		
COMUNIDAD	ICA-ANTES	ICA DESPUÉS
Membrillo	54,89 (MEDIA)	
Severino	63,92 (MEDIA)	
La represa	68,31 (MEDIA)	
Quiroga	62,37 (MEDIA)	61,95 (MEDIA)
Sarampión	58,35 (MEDIA)	59,61 (MEDIA)
El Paraíso	59,53 (MEDIA)	60,62 (MEDIA)
Calceta	58,56 (MEDIA)	59,11 (MEDIA)
La Estancilla	58,27 (MEDIA)	54,71 (MEDIA)
Tosagua	57,04 (MEDIA)	54,16 (MEDIA)

**Fuente.** Los autores

El río presentó coliformes fecales en gran parte de las estaciones de monitoreo a nivel de la subcuenca siendo las más baja en la localidad de “Severino” y “El embalse Sixto Duran Ballén” (en donde no se encontraron). Los niveles de magnitud de contaminación según el ICA – NSF variaron de 54,39 a 60,62, es decir clasificación media ocurriendo este daño específicamente por presencia de materia fecal, nitratos y fosfatos. Se determinaron valores altos de nitratos que variaron entre 3,99 a 8,86 mg/l. mientras que los fosfatos varían entre 30,96 mg/l a 82,23 mg/l. El punto de muestreo “antes” y “después” desde la estación “Quiroga” presentó valores de DBO<sub>5</sub> siempre por arriba de los 15 mg/l, llegando a alcanzar valores superiores a los 20 mg/l. A 3,96 kilómetros aguas abajo, en la estación “Sarampión” y a 4,54 kilómetros a la estación “El paraíso”, no mejora la calidad del agua encontrándose valores incluso más altos que en “Quiroga”, lo

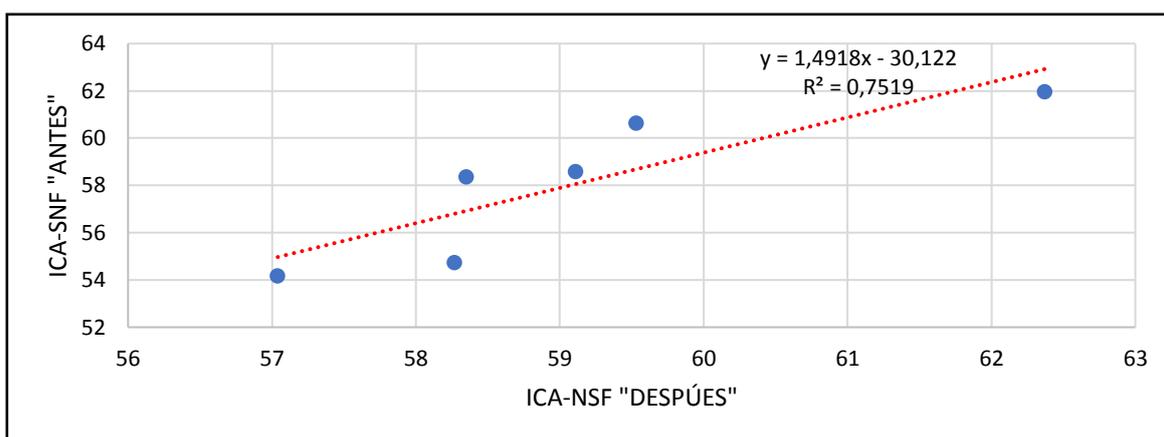
que indica que en este trayecto el río es continuamente contaminado por fuentes puntuales y no puntuales. Río abajo, la estación de “Calceta” (Platanales) tiene poca influencia de localidades rurales bajando levemente la  $DBO_5$ . La estación de “La Estancilla” tiene influencia de la localidad del mismo nombre, sin embargo, no se ve una mejoría significativa en la calidad del agua. El último punto de muestreo “Tosagua”, tiene influencia de la localidad anterior a esta “La Estancilla”. Este es el último punto monitoreado a nivel de toda la subcuenca y en todos los puntos se detectó presencia de contaminación fecal, materia orgánica, nitratos y fosfatos.

### **4.3. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES PROPUESTAS EN EL ESTUDIO**

#### **REGRESIÓN LINEAL**

El modelo de regresión lineal se usó para comparar la relación existente entre las variables calidad del agua respecto a otras como: distancia entre puntos, número de residentes, manejo de desechos, uso de la corriente agua (lavar, bañarse, consumo doméstico, riego) que, por ejemplo, arrojaron estas  $R^2$ : 0,15 (manejo de desechos–arroja al río) 0,38 (lavar ropa) 0,03 (bañarse). Se encontró que las variables reveladoras fueron: las actividades agrícolas, actividades ganaderas, uso de letrinas.

Utilizando también este modelo de Regresión Lineal para determinar si existe una relación entre el ICA “antes” y “después” (Gráfico 4.23), se demuestra que existen variables que afectan en conjunto un 25% la calidad del agua en el río, puesto que el flujo de agua posee, como es evidente, una calidad que disminuye conforme aumenta la proximidad a los núcleos de población.



**Gráfico 4.21.** Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida antes y después de la afectación por las actividades de la población

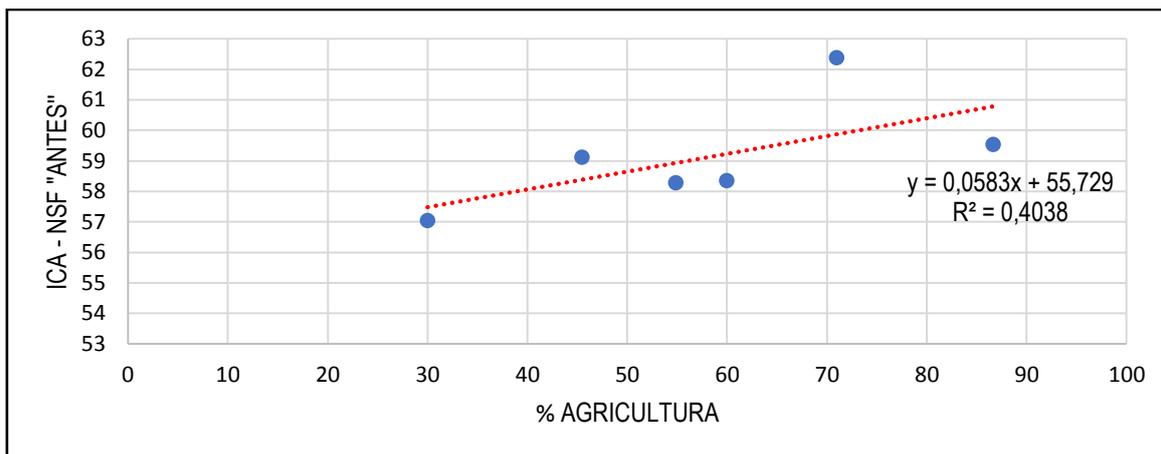
Sin embargo, existen tramos donde el agua mejora su calidad, debido principalmente a los escasos vertidos y a su capacidad de autodepuración. Adicional a esto, se esperaría que a medida que el río hace su recorrido la calidad del agua mejore.

#### a) Índice de calidad del agua respecto a la actividad agrícola

**Cuadro 4.19.** ICA antes y después de las poblaciones y su porcentaje de importancia

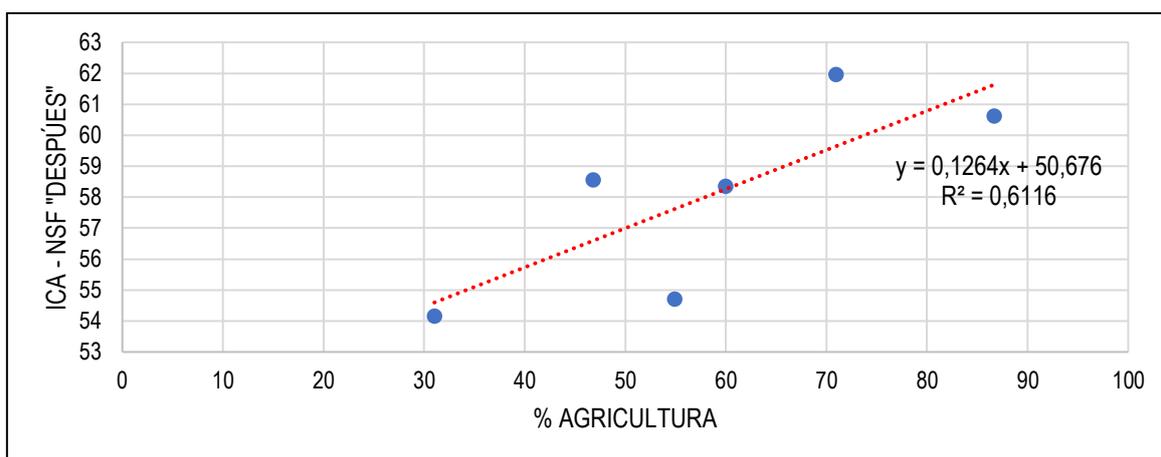
ACTIVIDAD EN NIVEL DE IMPORTANCIA "% DE AGRICULTURA"			
COMUNIDAD	ICA ANTES	% AGRICULTURA	ICA DESPÚES
QUIROGA	62,37	70,97	61,95
SARAMPIÓN	58,35	60	59,61
EL PARAISO	59,53	86,67	60,62
CALCETA	58,59	46,85	59,11
LA ESTANCILLA	58,27	54,9	54,71
TOSAGUA	57,04	31,03	54,16

Fuente. Los autores



**Gráfico 4.22.** Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida antes de la afectación por las actividades agrícolas de la población

**Fuente.** Los autores



**Gráfico 4.23.** Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida después de la afectación por las actividades agrícolas de la población

**Fuente.** Los autores

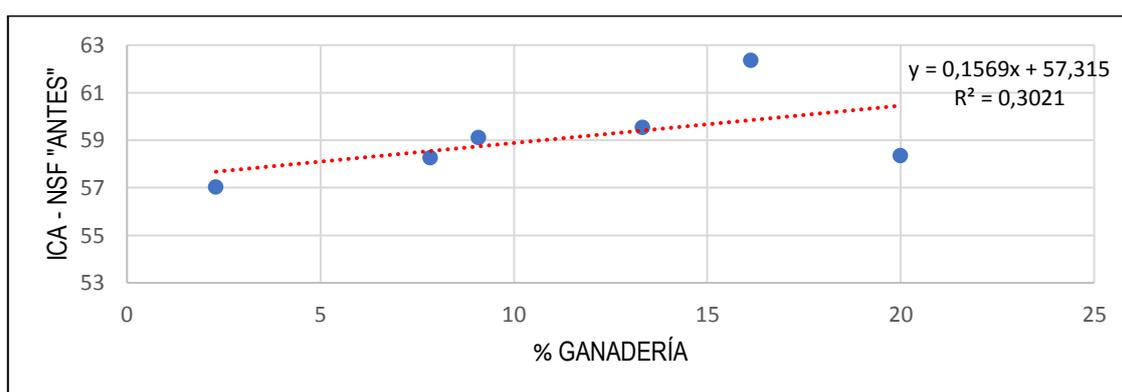
Igualmente se usó regresión lineal para establecer la relación entre las variables del Índice de Calidad de Agua (ICA – NSF), con respecto a las diferentes actividades agrícolas. En este análisis, se observa que se presenta un bajo coeficiente de variación en relación con la actividad agrícola (gráfico 4.24. y 4.25). Dado que la diferencia entre los estadísticos  $R^2$ , de los diferentes modelos, es aproximadamente 20% en la variabilidad en los índices de calidad –medida después de pasar por la población– estos datos se deben probablemente al porcentaje de la actividad agrícola que se realiza en cada sitio poblacional. Se determinó que la diferenciación entre estas variables no influye representativamente en la calidad de las aguas superficiales de la subcuenca del Carrizal, analizadas en un contexto general expresado a través del ICA – NSF “antes” y “después”.

## b) Índice de calidad del agua respecto a la actividad ganadera

**Cuadro 4.20.** ICA antes y después de las poblaciones y su porcentaje de importancia

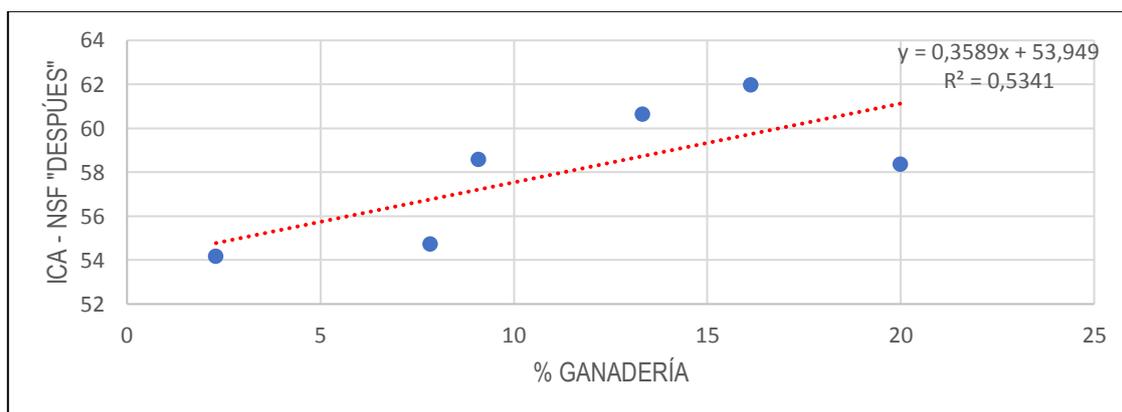
ACTIVIDAD EN NIVEL DE IMPORTANCIA “% DE GANADERÍA”			
COMUNIDAD	ICA-NSF ANTES	% GANADERÍA	ICA-NSF DESPÚES
QUIROGA	62,37	16,13	61,95
SARAMPIÓN	58,35	20	58,35
EL PARAISO	59,53	13,33	60,62
CALCETA	58,59	9,09	59,11
LA ESTANCILLA	58,27	7,84	54,71
TOSAGUA	57,04	2,3	54,16

Fuente. Los autores



**Gráfico 4.24.** Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida antes de la afectación por las actividades ganaderas de la población

Fuente. Los autores



**Gráfico 4.25.** Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida después de la afectación por las actividades ganaderas de la población

Fuente. Los autores

De igual manera, con respecto a la diferenciación entre las variables del Índice de Calidad de Agua (ICA – NSF) y las actividades ganaderas, con regresión lineal  $R^2$  medida después de pasar por la población; se observó, un bajo coeficiente de variación en relación a dicha actividad (gráficos 4.26. y 4.27) de 23%. Estos datos se reflejan probablemente, debido al porcentaje encontrado de

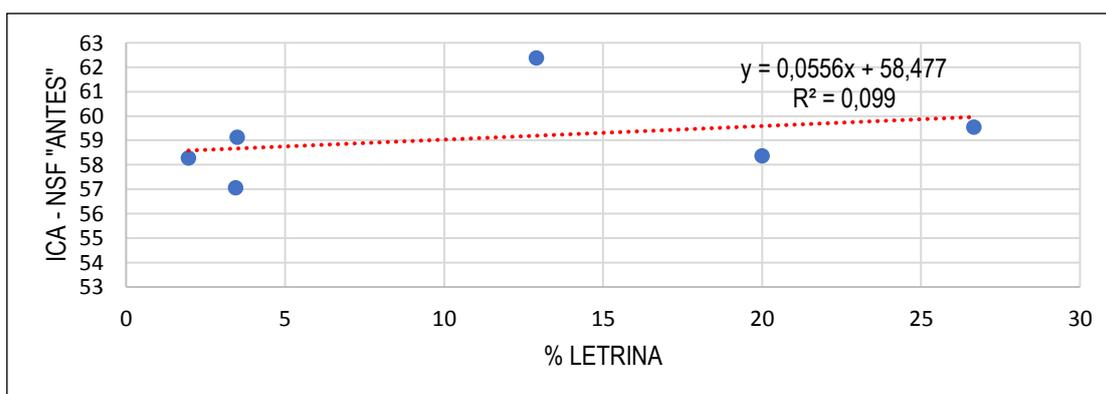
actividad ganadera que es realizada en la zona; ya que, entre los indicadores de contaminación más importantes se encuentran compuestos inorgánicos, microorganismos y compuestos orgánicos degradables o no degradables. Igualmente, se observa que la variación entre estas variables no influye representativamente en la calidad de las aguas superficiales de la subcuenca, analizadas en el contexto señalado.

### c) Índice de calidad del agua respecto a la presencia de letrinas

**Cuadro 4.21.** ICA antes y después de las poblaciones y su porcentaje de importancia

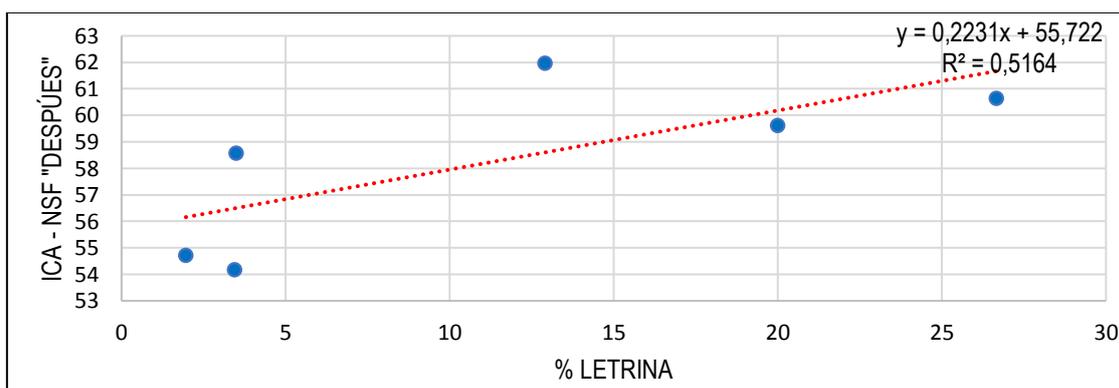
DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES “% DE USO DE LETRINA”			
COMUNIDAD	ICA-NSF ANTES	% LETRINA	ICA-NSF DESPÚES
QUIROGA	62,37	12,9	61,95
SARAMPIÓN	58,35	20	58,35
EL PARAISO	59,53	26,67	60,62
CALCETA	58,59	3,5	59,11
LA ESTANCILLA	58,27	1,96	54,71
TOSAGUA	57,04	3,45	54,16

Fuente. Los autores



**Gráfico 4.26.** Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida antes de la afectación por letrinas

Fuente. Los autores



**Gráfico 4.27.** Modelo de Regresión Lineal de la Calidad del Agua medida después de la afectación por letrinas

Fuente. Los autores

La calidad del agua en cuanto al uso de letrinas se evidencio con el parámetro de Coliformes Fecales (de 500 hasta 2300 col/100 ml) obtenidos después del paso del río por del área poblacional. El coeficiente de determinación fue elevado entre las variables, de  $R^2 = 0.51$  (Gráficos 4.28 y 4.29). Esta fuerte contaminación se debe a que el agua residual de tipo urbana y rural es vertida al río con deficiente o ningún tratamiento previo, que incide en su calidad clasificándola como muy mala. La presencia de bacterias coliformes imposibilita el uso para consumo directo en humanos y con ello el riesgo que representan para la salud pública y el medio ambiente. La cantidad muy alta de coliformes fecales implica además tratamientos específicos no convencionales para eliminar los organismos patógenos, del agua que fluye por el río Carrizal.

#### 4.4. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Antes de realizar la prueba de t-student se comprobó la distribución de los datos:

**Cuadro 4.22.** Resumen del procesamiento de casos

Grupos	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
ICA Antes	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Después	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Fuente. Los autores

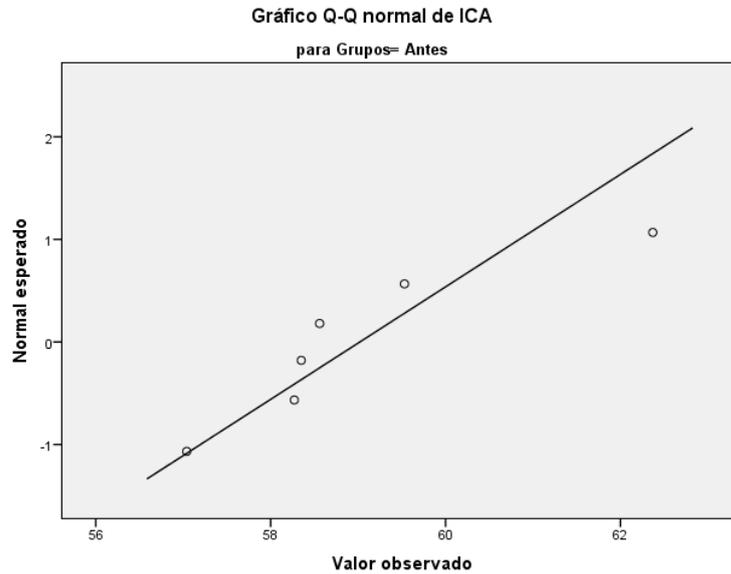
Como se observa en el cuadro 4.22 se tiene 6 casos de evaluación del ICA antes y 6 casos después, se aceptaron el 100% de los casos.

**Cuadro 4.23.** Pruebas de normalidad

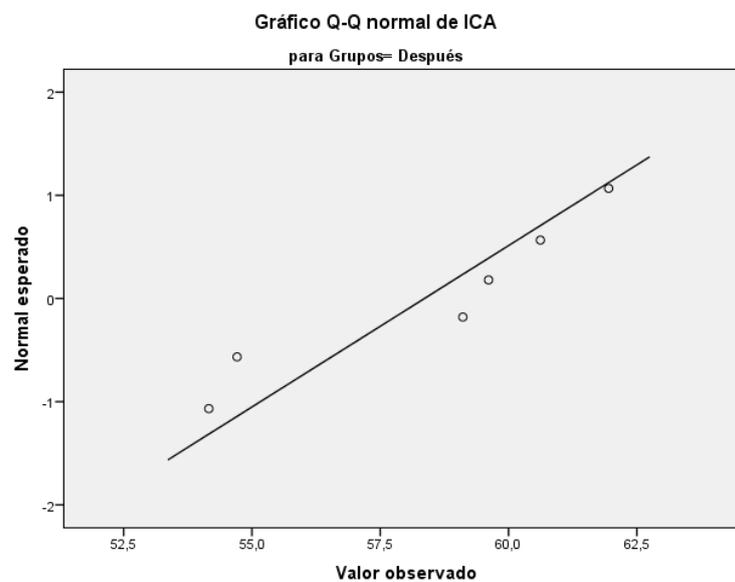
Grupos	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ICA Antes	,266	6	,200*	,868	6	,219
Después	,259	6	,200*	,882	6	,278

Fuente. Los autores

En el cuadro 4.23 se muestra la prueba de normalidad, como el número de datos es menor a 30 se tomarán los resultados de Shapiro-Wilk en donde claramente se tiene que p-valor o Sig (0,219) es mayor a el error estimado (0,05) por lo que se valida que la distribución de los datos sigue una normalidad. Con ello se puede plantear la prueba t-student para el caso en concreto.



**Gráfico 4.30. ICA antes**  
**Fuente. Los autores**



**Gráfico 4.31. ICA después**  
**Fuente. Los autores**

En los gráficos 4.30 y 4.31, se puede demostrar como los datos obtenidos para el ICA antes y después de atravesar los puntos planteados en la investigación siguen una línea recta y en donde la pendiente de la recta está ligada a la función

$$Y = a + bX$$

Una vez comprobada la normalidad de la distribución se da paso a la prueba de la hipótesis

**H0:** Las actividades antropogénicas no inciden negativamente en la calidad del agua del río Carrizal, a nivel de la subcuenca.

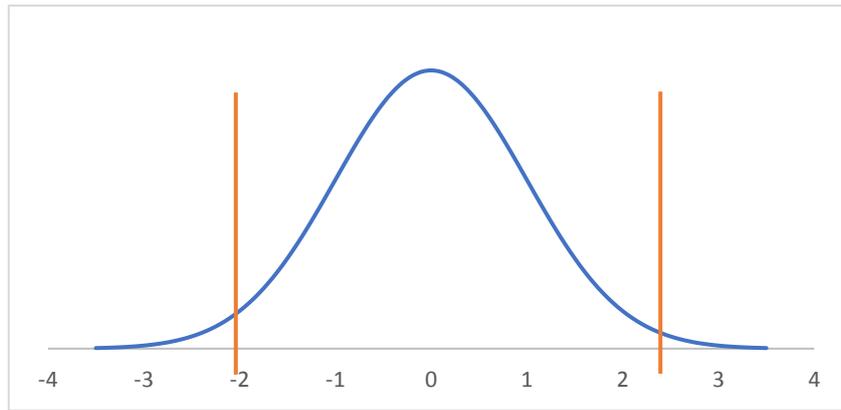
**H1:** Las actividades antropogénicas inciden negativamente en la calidad del agua del río Carrizal, a nivel de la subcuenca.

**Cuadro 4.24.** Prueba de muestras independientes

Prueba de muestras independientes									
	Prueba de Levene para la igualdad de variaciones		Prueba de T para la igualdad de medias						
	F	Sig	t	Gl	Sig (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
<b>ICA se han asumido varianzas iguales</b>	3,179	,105	,439	10	,670	,66000	1,50232	2,68738	4,00738
<b>No se han asumido varianzas iguales</b>			,439	7,943	,672	,66000	1,50232	-2,80870	4,12870

Fuente. Los autores

En el cuadro 4.24 se tomó los datos en los que se asumen varianzas iguales ya que la prueba de Levene muestra que Sig (0,105) está por encima del porcentaje de error (0,05), la prueba t mostrada da un valor de 0,439 con 10 grados de libertad; como el valor-p o Sig es mayor que el porcentaje de error en la prueba t, se acepta la hipótesis nula para este índice de calidad de agua aplicado donde  $p\text{-valor} > \alpha = H_0$ : Las actividades antropogénicas no inciden negativamente en la calidad del agua del río Carrizal, a nivel de la subcuenca. Tomando en cuenta el valor de Sig (bilateral) como valor de cola (2,228), esto quiere decir que para aceptar la hipótesis nula el valor de t debe estar en el rango de menos 2,228 a 2,228 ( $-2,228 < t < 2,228$ ) reemplazando ( $-2,228 < 0,439 < 2,228$ ).



**Gráfico 4.32.** Valor de las colas  
**Fuente.** Los autores

En el gráfico 4.32 se muestra el valor de las colas dado anteriormente al igual que el rango de aceptación de la hipótesis nula.

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que las actividades antropogénicas identificadas considerando el nivel de importancia en toda la subcuenca del río Carrizal fueron las relacionadas con la agricultura ya sea intensiva o extensiva, la ganadería dedicada a la crianza de ganado vacuno y porcino, presencia de letrinas a la ribera del río. No incide el manejo de los desechos ya que se lo realiza mediante el servicio de recolección de basura.
- A pesar de la presencia importante de agentes contaminantes como coliformes fecales, fosfatos y nitratos, se puede concluir que mediante la aplicación del índice ICA – NSF, el río Carrizal mostró una clasificación de la calidad de agua de categoría media.
- Las actividades antropogénicas que se realizan en las riberas del río Carrizal luego de los puntos de control afectan un 25% la calidad del agua, esto demuestra que las poblaciones dispersas, consideradas en la subcuenca del Carrizal, son asentamientos del tipo primario de la economía es decir basan su actividad en la agricultura–pecuaria y la explotación de otros recursos como el bosque; por este motivo, los habitantes dentro de la comunidad se han establecido en forma diseminada. Sin embargo, estos grupos constituyen puntos de influencia sobre la calidad del agua en igualdad de circunstancias porque en territorio se observó una similitud de acceso a los recursos naturales (pequeñas propiedades de tierra). La presencia de letrinas en varias poblaciones tiene un efecto decisivo en la calidad del agua del río Carrizal, de allí el alto número de coliformes fecales. No obstante, existen variables que no se visualizan (diferentes a las anotadas) que interactúan en sinergias complejas difíciles de predecir y evaluar modificando, temporal y espacialmente, la calidad del agua. Mediante la prueba de hipótesis t – student tomando en cuenta el valor de Sig (bilateral) como valor de cola (2,228) se acepta la hipótesis nula mostrando un valor de 0,439.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda incentivar sobre buenas prácticas agroecológicas, el uso de sistemas inteligentes para el riego es esencial para el uso eficiente del agua y no afectar el ciclo hidrológico, manteniendo así, los ecosistemas, además de ganadería climáticamente inteligente, de modo que sean un nuevo enfoque para mejorar la capacidad de los sistemas agrícolas, reduciendo la emisión de los gases de efecto invernadero y mejorando la resiliencia del sector ganadero frente a la degradación de la tierra y al cambio climático.
- Para determinar la calidad del agua de consumo humano, se puede hacer uso de otras metodologías como la planteada por Dinius de un ICA que incluye 9 variables físico-químicas y 2 microbiológicas. Por otro lado, está el uso de macroinvertebrados que es un método sencillo, rápido y barato, ya que la cuenca del Carrizal no tiene actividades industriales que afecten seriamente las características de sus aguas. De allí que se recomienda el emplazamiento de plantas de tratamiento convencionales y no convencionales que sean gestionadas en forma adecuada para mejorar rápidamente la calidad de agua y enviar efluentes depurados al río.
- Se debe analizar las fuentes de descargas puntuales que se encuentran a las riberas del río Carrizal con el fin de conocer los focos puntuales de contaminación que influyen en la calidad de agua, que corresponderían a variables que no se visualizan en esta investigación y que interactúan en sinergias complejas difíciles de predecir.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C. (2015). Análisis cualitativo del deterioro de la calidad del agua y la infección por *Helicobacter Pylori* en una comunidad de alto riesgo de cáncer de estómago. *Salud colectiva Colombia*, 11 (4). Recuperado el 28 de Mayo de 2018
- Agudelo, R. (2005). El agua, recurso estratégico del siglo XXI. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, Vol. 23(no. 1), 91-102. Recuperado el 14 de Dic. de 2017
- Aguilar, A. (2010). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado el 6 de Agosto de 2018, de <http://ru.iiec.unam.mx/>
- Aguirre, M. (2011). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. *Revista Virtual REDESMA*, Vol. 5(no. 1), 10-19. Recuperado el 15 de Ene. de 2018, de <http://www.siagua.org>
- Aguirre, M; Vanegas, E y Garcia, N. (2016). aplicación del índice de calidad del agua (ICA) Cosa de estudio: Lago Izabal, Guatemala. *Revista ciencia técnica agropecuarias*, 25(2), 39-43. Recuperado el 23 de julio de 2018
- Almazán, M., Almazán, Á., Carreto, B., Hernández, E., Damián, A., & Almazán, C. (2016). Calidad y clasificación de usos del agua en la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 293-305.
- Arcos, M., Ávila, S., Estupiñán, S., & Gomez, A. (12 de Diciembre de 2005). *NOVA*. Recuperado el 25 de julio de 2018, de <http://www.unicolmayor.edu.co>
- Bach, O. (2007). *Agricultura e implicaciones ambientales con énfasis en algunas cuencas hidrográficas*. Costa Rica: Estado de la Nación.
- Barahona, M., & Tapia, R. (2010). *Calidad y tratabilidad de agua provenientes de rios de llanura y embalses eutrofizados, caso de estudio: Carrizal-Chone La Esperanza*. Sangolquí: Escuela Politecnica del Ejercito. Recuperado el 21 de Oct. de 2017, de <https://repositorio.espe.edu.ec/>
- Barrantes, K; Chacón, L; Solano, M y Achí, R. (2011). Contaminación fecal del agua superficial de la microcuenca del río Purries, Costa Rica. *revista de la sociedad Venezolana de microbiología*, 1(33), 40-45. Recuperado el 20 de julio de 2018
- Barreto, P. (2010). *Protocolo de Monitoreo de agua*. Huaraz, Perú: Universidad Nacional "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO". Recuperado el 15 de Feb. de 2018, de <http://biorem.univie.ac.at/>
- Berguría, S., Martín, B., Valdés, M., Pastellides, P., & Gómez, L. (2010). *Métodos de investigación en educación especial. Observación*. España : Universidad Autonoma de Madrid . Recuperado el 15 de Oct. de 2017, de <https://www.uam.es/>
- Bonilla de Torres, B; Carranza, F; Flores, J; Gonzáles, C; Arias de Linare, A y Chávez, J. (2010). Metodología analítica para la determinación del índice de calidad del agua (ICA) . *Editoria Universitaria UES San Salvador*, 19. Recuperado el 21 de julio de 2018, de <http://ri.ues.edu.sv/>

- Bustos, F. (2016). *Manual de gestión y control ambiental*. Ecuador: ACIERTO GRÁFICO.
- Calvo, G. (2013). Nueva metodología para valorar la calidad de las aguas superficiales para su uso como clase 2 en Costa Rica. *Tecnología en marcha*, 10-19.
- Calvo, G., & Mora, J. (2007). Evaluación y clasificación preliminar de la calidad del agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón Parte I: Análisis de la contaminación de cuatro ríos del área metropolitana. *Tecnología en marcha*, Vol. 20(no.2), 3-9. Recuperado el 16 de Feb. de 2018, de <http://revistas.tec.ac.cr/>
- Canal de Panamá. (2015). <https://micanaldepanama.com/>. Recuperado el 21 de julio de 2018, de <https://micanaldepanama.com/>
- Carrillo, M., & Urgilés, P. (2016). *Determinación del índice de calidad de agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig*. Cuenca, Ecuador. : Universidad de Cuenca . Recuperado el 15 de Ene. de 2018, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/>
- Cevallos, J., & Macías, D. (2016). *Medios de vida y su incidencia en los capitales de las comunidades Guabal, Matapalo y la Palizada*. Calceta: ESPAM MFL. Recuperado el 16 de Oct. de 2017, de <http://repositorio.espam.edu.ec/>
- Coello, J., Ormaza, R., Déley, Á., Recalde, C., & Rios, A. (2016). Aplicación del Índice de calidad de agua (ICA). Caso de estudio: lago de Izabal, Guatemala. *Revista ciencias técnicas agropecuarias* , vol. 25(2), 29-43.
- Coello, J., Ormaza, R., Déley, Á., Recalde, C., & Rios, A. (2013). Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, Vol. 15(no.30), 66-71. Recuperado el 13 de Ene. de 2018, de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/>
- Commission for Environmental Cooperation. (2008). *El mosaico de América del Norte panorama de los problemas ambientales más relevantes*. Canadá: Comisión para la Cooperación Ambiental. Recuperado el 12 de Oct. de 2017, de <http://www.cec.org/>
- Constitución del Ecuador . (19 de Nov de 2008). OEA. Obtenido de <http://www.oas.org>
- Contraloría General de la República Chile. (Abril de 2012). Recuperado el 25 de Julio de 2018, de <http://www.oas.org>
- Corral, G., & Macías, S. (Julio de 2015). *Influencia del uso del suelo en el aprovechamiento de recursos naturales de la microcuenca del río Carrizal, caso Julián y Severino*. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec>
- Corral, G., & Macías, S. (Julio de 2015). *Repositorio ESPAM*. Recuperado el 6 de Agosto de 2018, de <http://repositorio.espam.edu.ec>
- Crego, V. (2013). *Universidad de Oviedo*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://www.uniovi.es>

- Cuesta, Y. (24 de Abril de 2016). *About Español*. Obtenido de <https://www.aboutespanol.com>
- Departamento de Matemáticas. (Julio de 2016). *Universidad de Las Palmas de Gran Canaria*. Obtenido de <http://www.dma.ulpgc.es>
- EcuRed. (2018). *www.ecured.cu*. Recuperado el 16 de Feb. de 2018, de <https://www.ecured.cu/>
- Elordi, M; Colman, J; & Porta, A. (2016). Evaluación del impacto antrópico sobre la calidad del agua del arroyo Las piedras, Quilmes, Buenos Aires, Argentina. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*(50 (4)), 669-677. Recuperado el 21 de Julio de 2018
- Espinosa, T., & Rodríguez, C. (Agosto de 2016). Índice de calidad del agua (ICA), de los ríos Aroa y Yaracuy de los estados Falcon y Yaracuy, en Venezuela. *Revista Ingeniería UC, Vol. 23*(no.3). Recuperado el 10 de Oct. de 2017
- FAO. (2007). *Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala*. Guatemala: La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado el 15 de Oct. de 2017, de [www.fao.org/](http://www.fao.org/)
- FAO. (2014). *Experiencias de Manejo y Gestión de Cuencas en el Ecuador*. Quito: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 15 de Oct. de 2017, de <http://www.fao.org/>
- Fernández, N., Ramos, G., & Solano, F. (2003). Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de <http://www.unipamplona.edu.co>
- Fernández, N., Ramos, G., & Solano, F. (2004). Una herramienta Informática para el análisis y valoración de la calidad del Agua. *Bistua, Vol. 2*(no. 2), 88-97. Recuperado el 16 de Oct. de 2017
- Forero, A., & Reinoso, G. (2013). Evaluación de la calidad del agua del río Opía (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros físico-químicos. *Caldasía, Universidad Nacional de Colombia*, 371-387.
- Francisco, J. (2000). *Manejo de cuencas hidrográficas*. Turrialba, Costa Rica: Centro agronómico y tropical de investigación y enseñanza. Área de cuencas y sistemas agroforestales. Costa Rica. Recuperado el 15 de Oct. de 2017, de <https://books.google.com.ec>
- García, L. (2004). Nuevos usos de los recursos hídricos en la Península Ibérica. Enfoque General. *Dialnet*, 239-256.
- Gil, M., Reyes, H., Márquez, L., & Cardona, A. (2014). Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. *Investigación y Ciencia*, 22, 67-73.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Membrillo. (2014). Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.fao.org>
- González, V., Caicedo, O., & Aguirre, N. (2013). Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP. *Gestión y ambiente*, 97-108.
- González, B., & Sebastiani, E. (2000). *Actividades acuáticas recreativas*. Zaragoza: INO Reproducciones, S.A.

- Guadalupe, M. (4 de Agosto de 2017). *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Obtenido de <https://www.puce.edu.ec>
- Hahn-von, H., Toro, M., Grajales, A., Duque, & Serna. (2018). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, municipio de Palestina, Colombia. *Boletín científico, Centro de museos*, 89-105.
- Hansen, A; Mahé, F y Corzo, C. (2013). Metodología para determinar la liberación de metales del sedimento al agua en lagos y embalses. *Revista internacional de contaminación ambiental*(29(3)), 179-190. Recuperado el 21 de Julio de 2018
- Hueso, A., & Cascant, M. (2012). *Metodología y técnicas cuantitativas de investigación*. (Vol. no. 1). València: Universidad Politécnica de València. Recuperado el 12 de Ene. de 2018, de <https://riunet.upv.es/>
- Ingeniería Industrial. (2015). Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com>
- International Business Machines Corporation. (26 de Mayo de 2016). *IBM Support*. Obtenido de <http://www-01.ibm.com>
- Larrea, J., Rojas, M., Romeu, B., Rojas, N., & Heydrich, M. (Enero de 2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 44(3), 24-34. Recuperado el 23 de Agosto de 2018
- Lavie, E., Morábito, J., Salatino, S., Bermejillo, A., & Filippini, M. (2010). Contaminación por fosfatos en el oasis bajo riego del río Mendoza. *Revista de la facultad de ciencias agrarias*, 169-184.
- León. (s.f). Indices de calidad del agua (ICA), forma de estimarlos y aplicaciones en la cuenca Lerma Chapala. Recuperado el 21 de Julio de 2018, de <https://www.dspace.edu.ec/>
- Ley de Gestión Ambiental. (2015). *Libro VI Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua*. Recuperado el 2018 de julio de 21
- Ley recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua. (2015) Art. 64. Recuperado el 21 de Julio de 2018, de <https://www.agua.gob.ec>
- Lida, C y Shock, C. (2009). Técnica para la agricultura sostenible. El dilema del fósforo. Recuperado el 21 de julio de 2018, de <https://ir.library.oregonstate.esdu/>
- LIDEMA. (2011). (*Liga de Defensa del Medio Ambiente*). *Medios de vida y cambio climático*. La Paz, Bolivia. Recuperado el 21 de Ene. de 2018, de <http://www.bivica.org/>
- March, I., Carvajal, M., Vidal, R., San Román, J., & Ruiz, G. (2009). *Planificación y desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad* (Vol. 2). Mexico. Recuperado el 16 de Oct. de 2017, de <http://www.biodiversidad.gob.mx>
- Martínez, A. (19 de Agosto de 2015). *IAGUA*. Obtenido de <https://www.iagua.es>

- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas*. . Mexico D.F: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 15 de Oct. de 2017, de [arquitectura.unam.mx](http://arquitectura.unam.mx)
- Mayan, M. (2001). Una introducción a los métodos cualitativos: módulo de entrenamiento para estudiantes y profesionales. *Alberta: International Institute for Qualitative Metethodology*. Recuperado el 23 de Julio de 2018
- Mejía, C. (2005). *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza* . Recuperado el 4 de Agosto de 2018
- Menchaca, M., & Alvarado, E. (2011). Efectos antropogénicos provocados por los usuarios del agua en la microcuenca del Río Pixquiac. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Vol. 2*(no. 1), 85-96. Recuperado el 16 de Feb. de 2018
- Menorca, B. (2013). Recuperado el 26 de Julio de 2018, de <http://www.bonsaimenorca.com>
- Ministerio de Ambiente del Ecuador. (Julio de 2015). Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec>
- Miravet, B., García, A., López, P., Alayón, G., & Salinas, E. (2016). Calidad de las aguas del río Ariguanabo según índices físico-químicos y bioindicadores. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 108-122.
- Nava, G., Vargas, A., Cruz, M., Molina, J., & Jiménez, M. (2011). *Manual de instrucciones para toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio* . Bogotá: Subdirección Red Nacional de Laboratorios Instituto Nacional de Salud. Recuperado el 13 de Ene. de 2018, de <https://formularios.dane.gov.co/>
- North, L. (2008). El desarrollo rural: sine qua non del desarrollo nacional. *Revista del centro andino de estudios internacionales*, 188-204.
- Olaya, V. (2009). Sistemas de Información Geográfica libres y geodatos libres como elementos de desarrollo. *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano*, 2-6.
- Organización Mundial de la Salud. (2006). Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://www.who.int>
- Osorio, C. (Julio de 2012). *Organización de Estados Iberoamericanos*. Obtenido de <https://www.oei.es>
- Pardo, C., & Del Campo, P. (2007). Combinación de métodos factoriales y de análisis de conglomerados en R: paquete FactoClass. *Revista Colombiana de Estadística*, 231-245.
- Passionate People Creative Solutions. (04 de Noviembre de 2015). Recuperado el 26 de Julio de 2018, de <http://www.psymba.com>
- Peña, J. (2012). *Crisis del agua en Monterrey, Guadalajara, San Luis Potosí, León y la ciudad de México*. Mexico D.F : Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 15 de Ene. de 2018, de <https://agua.org.mx/>
- Prado, E. (3 de Enero de 2015). *Repositorio digital PUCESE*. Obtenido de <https://repositorio.pucese.edu.ec>

- Pütz, P. (16 de Febrero de 2010). *Interempresas*. Recuperado el 25 de Julio de 2018, de <http://www.interempresas.net>
- Quiroz, L; Izquierdo, E; & Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Revista Ingeniería hidráulica y ambiental*.(38(3)), 41-51. Recuperado el 21 de Julio de 2018
- Rojas, M. (2015,). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria.*, vol. 16(no. 1), 1-14.
- Roldan, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 254-274.
- Román, A., Mendoza, M., Velázquez, A., Martínez, M., Torres, J., & Ramírez, H. (2011). Usos y riesgos del agua en la cuenca La Antigua, Veracruz, México. *Madera y bosques*, 29-48.
- Rotary. (2013). Recuperado el 10 de Julio de 2018, de <http://www.rotary.org>
- Rubio, H., Ortiz, R., Quintana, R., Saucedo, R., Ochoa, J., & Rey, N. (2014). Índice de calidad de agua (ICA) en la presa la boquilla en Chihuahua, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, vol.1(no.2), 139-150. Recuperado el 10 de Oct. de 2017
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 172-181.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. Quito, Pichincha, Ecuador: SENPLADES. Recuperado el 19 de octubre de 2017, de <http://www.planificacion.gob.ec/>
- Secretaria nacional del agua. (2012). [www.agua.gob.ec/](http://www.agua.gob.ec/). Recuperado el 21 de julio de 2018, de [www.agua.gob.ec/](http://www.agua.gob.ec/)
- Sepulveda, M. (2014). *Escuela Normal Juan Pascal Pringles*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://server-enjpp.unsl.edu.ar>
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales. (2007). *Ministerio de Ambiente y Recursos*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://portafolio.snet.gob.sv>
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales. (Enero de 2009). <http://www.snet.gob.sv>. Recuperado el 21 de Oct. de 2017, de <http://mapas.snet.gob.sv/>
- Severiche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). *Biblioteca virtual eumed.net*. Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://www.eumed.net>
- Soares, D., Gutiérrez, I., Romero, R., López, R., Rivas, G., & Pinto, G. (2011). *Capitales de la comunidad, medios de vida y vulnerabilidad social ante huracanes en la costa yuateca*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

- Terrazas, A. (31 de Juio de 2011). Riesgo de contaminación por falta de alcantarillado. *El Día*, págs. 1-3.
- Toledo, A. (2002). El agua en México y el mundo. *Gaceta Ecológica*(no. 64), 9-18. Recuperado el 16 de Feb. de 2018
- Torres, F. (2009). *Desarrollo y Aplicación de un Índice de Calidad de Agua para ríos en Puerto Rico*. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayaguez. Recuperado el 21 de Ene. de 2018, de <http://prwreri.uprm.edu/>
- Torres, M., Basulto, Y., Cortés, J., García, K., Koh, Á., Puerto, F., & Ávila, J. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de contaminación del agua subterránea en Yucatán. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, Vol. 3(no. 1), 189-203. Recuperado el 12 de Ene. de 2018
- Torres, P., Cruz, C., & Patiño, J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revision critica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 80-92. Recuperado el 10 de Oct. de 2017, de <http://revistas.udem.edu.co/>
- Torres, P., Cruz, C., Patiño, P., Escobar, J., & Pérez, A. (2010). Aplicación de índices de calidad de agua - ICA orientados al uso de lafuente para consumo humano. *Ingeniería e Investigación*, Vol. 30(no. 3), 85-95. Recuperado el 10 de Dic. de 2017
- Universidad Carlos III de Madrid. (2003). Recuperado el 10 de Agosto de 2018, de <http://halweb.uc3m.es>
- Universidad de Costa Rica. (2013). Recuperado el 10 de Julio de 2018, de <https://www.ucr.ac.cr>
- UPRM Universida de Puerto Rico, R. d. (2012). *Universidad de Puerto Rico*. Recuperado el 2018 de agosto de 28, de [academic.uprm.edu](http://academic.uprm.edu)
- Valenciano, A., Le, J., & Sáenz, F. (24 de Septiembre de 2012). *Universidad de Costa Rica*. Recuperado el 6 de Agosto de 2018, de <https://revistas.ucr.ac.cr>
- Vidal, G., & Araya, F. (2014). *Las aguas servidas y su depuración en zonas rurales: situación actual y desafíos*. Concepción: Editorial Universidad de Concepción.

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Encuesta

Señor habitante del sector \_\_\_\_\_ Solicitamos muy encarecidamente colabore con nosotros estudiantes de la ESPAM MFL, entregando la información aquí solicitada, la misma que será utilizada para determinar la calidad del agua del Río Carrizal y que corresponde a un trabajo de titulación.

### UBICACIÓN GEOGRAFICA E IDENTIFICACIÓN DEL CUESTIONARIO

Localidad:	
N° de cuestionario:	
Fecha:	
Encuestador:	
Nombre del encuestado:	

1) ¿Cuántas personas viven en su hogar?

2) ¿Qué actividades productivas realizan como familia dentro de su propiedad?, si realizan más de una marcar en orden de importancia

Actividades	Nivel de importancia	Especifique	Tamaño de su actividad
1. Agricultura			
2. Acuicultura			
3. Pesca			
4. Ganadería (esp. Mayores)			
5. Ganadería (esp. Menores)			
6. Turismo			
7. trabajo del hogar			
8. Negocio o comercio			
9. Oficios			
10. Empleo			
11. Otros Especifique			
12. Ninguna			

3). ¿En cuáles de las actividades mencionadas anteriormente, cree Ud que generan aguas residuales, o residuos que se depositen en el río?

<b>Actividades</b>	
1. Agricultura	
2. Acuicultura	
3. Pesca	
4. Ganadería (esp. Mayores)	
5. Ganadería (esp. Menores)	
6. Turismo	
8. Ninguna	

4). ¿Cómo maneja su familia y la comunidad los desechos (Basuras)?

<b>Valor</b>	<b>Nominación</b>
1	Los arroja al río o cerca a éste
2	La quema
3	Los entierra
4	Depósito de basura
5	Otros

5). ¿En dónde son descargadas las aguas residuales de su vivienda o negocio y de la comunidad?

<b>Valor</b>	<b>Nominación</b>
1	Pozo séptico
2	Alcantarillado sanitario
3	Alcantarillado pluvial
4	Letrina
5	Directamente al río
6	Otros

6). ¿Cuál es su consumo diario de agua para las siguientes actividades?

<b>Valor</b>	<b>Actividad</b>	<b>Litros</b>
1	Agricultura	
2	Ganadería	
3	Pesca	
4	Consumo domestico	
5	Otros	

7) . ¿Cuántas veces hace uso o empleo del agua del río?

Valor	Nominación
1	Diariamente
2	Entre semanas
3	Mensualmente
4	Una vez cada tres meses
5	Nunca

8). ¿Qué uso le da al agua del río usted o su familia?

Valor	Nominación
1	Consumo domestico
2	Lavar ropa
3	Bañarse

9.) ¿Enfermedades más frecuentes en su familia en los últimos 6 meses?

Valor	Enfermedades
1	Diarreas
2	Paludismo
3	Dengue
4	Hepatitis A
5	Otros

10). ¿Si es agricultor; ¿qué tipo de plaguicidas usa, y sus cantidades por área?

Valor	Tipos de plaguicidas	Área
1	Lannate	
2	Glifosato	
3	Puñal	
4	Cipermetrina	
5	Gramoxone	
6	Otros	

## **Anexo 2. NTE INEN 2 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras**

### **Consideraciones generales**

El tiempo durante el cual la muestra conservada está almacenada antes del análisis puede variar. Esta norma indica los métodos de análisis a ser ejecutados, y cuando es posible los métodos de preservación recomendados para ese análisis.

### **Manejo y conservación**

El uso de recipientes apropiados:

Es muy importante escoger y preparar los recipientes.

El recipiente que va a contener la muestra, y la tapa, no deben:

- a) ser causa de contaminación (por ejemplo: recipientes de vidrio borosilicato o los de sodio-cal, pueden incrementar el contenido de silicio y sodio);
- b) absorber o adsorber los constituyentes a ser determinados (por ejemplo: los hidrocarburos pueden ser absorbidos en un recipiente de polietileno; trazas de los metales pueden ser adsorbidas sobre la superficie de los recipientes de vidrio, lo cual se previene acidificando las muestras);
- c) reaccionar con ciertos constituyentes de la muestra (por ejemplo: los fluoruros reaccionan con el vidrio).

### **Preparación de recipientes**

Recipientes de muestras para análisis químicos:

Para el análisis de trazas de constituyentes químicos, de agua superficial o residual, es necesario lavar los recipientes nuevos con el fin de minimizar la contaminación de la muestra; el tipo de limpiador usado y el material del recipiente varían de acuerdo con los constituyentes a ser analizados.

El recipiente nuevo de vidrio se debe lavar con agua y detergente para retirar el polvo y los residuos del material de empaque, seguido de un enjuague con agua destilada o desionizada.

### **Recipientes de muestras para análisis microbiológico**

Deben ser aptos para resistir la temperatura de esterilización de 175 °C durante 1 h y no deben producir o realizar cambios químicos a esta temperatura que inhiban la actividad biológica; inducir la mortalidad o incentivar el crecimiento.

Los recipientes deben estar libres de ácidos, álcalis y compuestos tóxicos. Los recipientes de vidrio se deben lavar con agua y detergente seguido de un enjuague con agua destilada; luego deben ser enjuagados con ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) 10% (v/v), seguido de un enjuague con agua destilada para remover cualquier residuo de metales pesados o de cromatos.

### **Llenado del recipiente**

En muestras que se van a utilizar para la determinación de parámetros físicos y químicos, llenar los frascos completamente y taparlos de tal forma que no exista aire sobre la muestra. Esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte (así se evita la modificación del contenido de dióxido de

carbono y la variación en el valor del pH, los bicarbonatos no se conviertan a la forma de carbonatos precipitables; el hierro tienda a oxidarse menos, limitando las variaciones de color, etc.).

En las muestras que se van a utilizar en el análisis microbiológico, los recipientes, no deben llenarse completamente de modo que se deje un espacio de aire después de colocar la tapa. Esto permitirá mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental.

#### **Identificación de las muestras**

Los recipientes que contienen las muestras deben estar marcados de una manera clara y permanente, que en el laboratorio permita la identificación sin error.

Anotar, en el momento del muestreo todos los detalles que ayuden a una correcta interpretación de los resultados (fecha y hora del muestreo, nombre de la persona que muestreó, naturaleza y cantidad de los preservantes adicionados, tipo de análisis a realizarse, etc.).

#### **Transporte de las muestras**

Los recipientes que contienen las muestras deben ser protegidos y sellados de manera que no se deterioren o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte.

El empaque debe proteger los recipientes de la posible contaminación externa y de la rotura, especialmente de la cercana al cuello y no deben ser causa de contaminación.

Durante la transportación, las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable.

Si el tiempo de viaje excede al tiempo máximo de preservación recomendado antes del análisis, estas muestras deben reportar el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis; y su resultado analítico debe ser interpretado por un especialista.

#### **Recepción de las muestras en el laboratorio**

Al arribo al laboratorio, las muestras deben, si su análisis no es posible inmediatamente, ser conservadas bajo condiciones que eviten cualquier contaminación externa y que prevengan cambios en su contenido.

Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradoras o de lugares fríos y oscuros.

### Anexo 3. Aplicación de encuestas a las comunidades



#### Anexo 4. Toma de muestras



## Anexo 5. Resultado de análisis de laboratorio



Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

Laboratorio de ensayo  
acreditado por el SAE con  
acreditación  
Nº OAE LE C 14-009

## INFORME DE ENSAYO Nº: 10666

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-546

Dirección: Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 08:45	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/13	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	08:50

**Código de Muestra:** a 8681.**Identificación:** Agua de Río, M1.

<b>Coordenadas</b>	X 619095
UTM 18M	Y 9906557

**Parámetros, métodos y resultados:**

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible ®	Unidad	a 8681	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	6,3	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	6	~
*Fosfatos	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	36,38	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	3,99	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	164,5	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	25	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H+ B	6 - 9	~	7,60	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	22,6	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	17X10 <sup>2</sup>	± 10%

**Fuente:** Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO Nº: 10667

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-546

Dirección: Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 08:45	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/13	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	11:28

**Código de Muestra:** a 8682.

**Identificación:** Agua de Río, M2.

<b>Coordenadas</b>	X 602830
UTM 18M	Y 9901312

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible <sup>®</sup>	Unidad	a 8682	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	6,1	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	15	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	35,25	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	5,76	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	110,9	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	20	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	8,06	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	< 2	± 29%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



  
Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO N°: 10668

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-546

Dirección: Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 08:45	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/13	<b>T máx:</b> 32°C
				<b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	10:06

**Código de Muestra:** a 8683.

**Identificación:** Agua de Río, M3.

<b>Coordenadas</b>	X 608158
<b>UTM 18M</b>	Y 9895098

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible ®	Unidad	a 8683	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	5,7	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	16	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	30,96	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	5,76	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	114,9	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	15	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,70	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	27,3	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	< 2	± 29%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 Julio 2015.

Tabla I Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



  
Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO N°: 10669

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-546

Dirección: Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 08:45	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/13	<b>T máx:</b> 32°C
				<b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Looor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	12:43

**Código de Muestra:** a 8684.

**Identificación:** Agua de Río, M4 (1).

<b>Coordenadas</b>	X 601518
<b>UTM 18M</b>	Y 9902206

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible ®	Unidad	a 8684	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	4,8	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	7	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	33,11	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	4,43	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	111,1	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	15	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,45	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	10x10 <sup>1</sup>	± 10%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 Julio 2015.

Tabla I Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



  
Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO N°: 10670

**E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".**

SAS: 18-546

Dirección: Manabi.

Fecha y hora de ingreso al laboratorio:	2018/07/05 08:45	Fecha final de Análisis	2018/07/13	T máx: 32°C T mín: 22°C
Toma de muestra:	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Looor Angela.	Fecha y Hora	2018/07/04	12:53

Código de Muestra: a 8685.

Identificación: Agua de Río, M4 (2).

Coordenadas	X 600344
UTM 18M	Y 9902650

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible Ⓢ	Unidad	a 8685	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	4,4	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	5	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	52,85	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	5,31	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	109,9	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	20	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,36	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	20x10 <sup>3</sup>	± 10%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



  
Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (Ⓢ) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO Nº: 10671

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-546

Dirección: Manabí.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 08:45	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/13	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Looor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	13:15

**Código de Muestra:** a 8686.

**Identificación:** Agua de Río, M5 (1).

<b>Coordenadas</b>	X 598432
UTM 18M	Y 9903519

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible ®	Unidad	a 8686	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	5,2	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	7	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	48,84	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	5,31	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	116,8	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	15	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,40	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	23x10 <sup>2</sup>	± 10%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Aluminia, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO N°: 10672

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-546

Dirección: Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 08:45	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/13	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	13:25

**Código de Muestra:** a 8687.

**Identificación:** Agua de Río, M5 (2).

<b>Coordenadas</b>	X 598402
<b>UTM 18M</b>	Y 9903577

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible <sup>®</sup>	Unidad	a 8687	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	5,7	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	7	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	62,11	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	5,76	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	122,7	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	15	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,42	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	25,9	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	18x10 <sup>2</sup>	± 10%

**Fuente:** Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



  
Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO Nº: 10673

**E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".**

**SAS: 18-546**

Dirección: Manabi.

Fecha y hora de ingreso al laboratorio:	2018/07/05 08:45	Fecha final de Análisis	2018/07/13	T máx: 32°C T mín: 22°C
Toma de muestra:	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	Fecha y Hora	2018/07/04	13:22

Código de Muestra: a 8688.

Identificación: Agua de Río, M6 (1).

Coordenadas	X 594704
UTM 18M	Y 9903778

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible Ⓢ	Unidad	a 8688	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	4,9	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	7	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	71,10	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	6,20	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	120,1	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	20	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,43	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	50x10 <sup>1</sup>	± 10%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



*Armando Meléndrez*  
Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (Ⓢ) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com · Teléfono.: (593) 6 2881715 · Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO N°: 10674

**E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".**  
Dirección: Manabi.

SAS: 18-546

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 08:45	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/13	T máx: 32°C T mín: 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	14:08

**Código de Muestra:** a 8689.  
**Identificación:** Agua de Río, M6 (2).

<b>Coordenadas</b>	X 594146
UTM 18M	Y 9905640

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permissible ®	Unidad	a 8689	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	5,2	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	6	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	80,97	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	5,76	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	116,6	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	20	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,39	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	50x10 <sup>1</sup>	± 10%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.  
Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 Julio 2015.  
Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.  
\*\* No establecido en la Tabla.



  
Ing. Armando Meléndez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.  
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.  
Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.  
e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO N°: 10675

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-546

Dirección: Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 08:45	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/13	T máx: 32°C T mín: 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	15:50

**Código de Muestra:** a 8690.

**Identificación:** Agua de Río, M7 (1).

<b>Coordenadas</b>	X 594667
<b>UTM 18M</b>	Y 9905936

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible ®	Unidad	a 8690	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	5,1	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	8	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	82,23	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	7,09	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	130,1	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	15	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,45	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26,1	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	12x10 <sup>2</sup>	± 10%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



Ing. Armando Meléndrez  
**DIRECTOR TÉCNICO**

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO Nº: 10676

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-546

Dirección: Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 08:45	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/13	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	15:16

**Código de Muestra:** a 8691.

**Identificación:** Agua de Río, M7 (2).

<b>Coordenadas</b>	X 591232
<b>UTM 18M</b>	Y 9908540

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permissible ®	Unidad	a 8691	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	5,7	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	8	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	64,32	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	6,64	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	203	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	20	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,60	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26,7	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	50x10 <sup>3</sup>	± 10%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



  
Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 288 1715 Celular: 0991666858

**INFORME DE ENSAYO Nº: 11019**  
**REEMPLAZO AL INFORME Nº: 10686**

**E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".**

**SAS: 18-549**

Dirección: Manabí.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 09:00	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/16	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	12:00

**Código de Muestra:** a 8696.

**Identificación:** Agua de Río, M8 (1).

<b>Coordenadas</b>	X 537780
<b>UTM 18M</b>	Y 9910747

**Parámetros, métodos y resultados:**

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible <sup>®</sup>	Unidad	a 8696	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	5,8	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	4	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	59,20	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	8,86	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	246	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	20	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,60	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	27,2	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	12x10 <sup>2</sup>	± 10%

**Fuente:** Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.

**Comentario:** Por solicitud del cliente se modifica la identificación de la muestra M8 (2) a M8(1), por la expuesta a este informe.



  
Ing. Armando Meléndrez  
**DIRECTOR TÉCNICO**

Francisco de Orellana, 03 de agosto de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO N°: 11018 REEMPLAZO AL INFORME N° 10685

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-549

Dirección: Manabi.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/05 09:00	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/16	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	11:30

**Código de Muestra:** a 8695.

**Identificación:** Agua de Río, M8 (2).

<b>Coordenadas</b>	X 586637
UTM 18M	Y 9909135

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible ®	Unidad	a 8695	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	6,1	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	11	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	59,11	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	7,97	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	225	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	15	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,60	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	27	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	15X10 <sup>2</sup>	± 10%

**Fuente:** Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.

**Comentario:** Por solicitud del cliente se modifica la identificación de la muestra M8 (1) a M8(2), por la expuesta a este informe.



  
Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 03 de agosto de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.  
El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.  
Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.  
e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO Nº: 10687

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-549

Dirección: Manabí.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/06 09:00	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/16	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos y Zambrano Loor Angela	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	10:08

**Código de Muestra:** a 8697.

**Identificación:** Agua de Río, M9 (1).

<b>Coordenadas</b>	X 585564
<b>UTM 18M</b>	Y 9912524

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permissible ®	Unidad	a 8697	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	4,7	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	3	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	48,90	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	8,86	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	202	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	20	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,59	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	11x10 <sup>2</sup>	± 10%

**Fuente:** Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial Nº 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



Ing. Armando Meléndrez  
**DIRECTOR TÉCNICO**

Francisco de Orellana, 19 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858

## INFORME DE ENSAYO N°: 10688

E.S.P. AGROPECUARIA DE MANABI "MANUEL FELIX LOPEZ".

SAS: 18-549

Dirección: Manabí.

<b>Fecha y hora de ingreso al laboratorio:</b>	2018/07/06 09:00	<b>Fecha final de Análisis</b>	2018/07/16	<b>T máx:</b> 32°C <b>T mín:</b> 22°C
<b>Toma de muestra:</b>	Triviño Acosta Carlos.	<b>Fecha y Hora</b>	2018/07/04	10:39

Código de Muestra: a 8698.

Identificación: Agua de Río, M9 (2).

<b>Coordenadas</b>	X 585722
UTM 18M	Y 9917563

### Parámetros, métodos y resultados:

Parámetros	Método de Ensayo	Referencia	Límite Máximo Permisible ®	Unidad	a 8698	Incertidumbre (K = 2)
*Oxígeno disuelto	ITE-AQLAB-09	HACH 8311	**	mg/L	5,6	~
*Turbiedad	ITE-AQLAB-22	HACH8237	100	UFT	4	~
*Fosfato	ITE-AQLAB-51	HACH 8048	**	mg/L	56,16	~
*Nitratos (NO <sub>3</sub> )	ITE-AQLAB-17	HACH 8039	50,0	mg/L	7,97	~
Sólidos Totales Disueltos	ITE-AQLAB-02	SM 2510 B	**	mg/L	209	± 3%
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	ITE-AQLAB-08	SM 5210 D	< 2	mg/L	15	~
Potencial hidrógeno	ITE-AQLAB-01	SM 4500-H <sup>+</sup> B	6 - 9	~	7,66	± 0,05
*Temperatura	ITO-AQLAB-01	SM 1660	**	°C	26,2	~
Coliformes Fecales	ITE-AQLAB-29	SM 9222 D	1 000	Col/100 ml	70x10 <sup>1</sup>	± 10%

Fuente: Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la Contaminación Ambiental.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Acuerdo Ministerial N° 097-A 30 Julio 2015.

Tabla 1 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano.

\*\* No establecido en la Tabla.



Ing. Armando Meléndrez  
DIRECTOR TÉCNICO

Francisco de Orellana, 18 de julio de 2018

Los límites permisibles de las Normativas (®) y los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Calle Juan Huncite y Fray Gregorio de Alumina, detrás de Concesionario Mazda. Barrio Con Hogar.

e-mail: laboratorio@aqlabec.com · web: www.aqlabec.com Teléfono.: (593) 6 2881715 Celular: 0991666858