



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente.

TEMA:

DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO DAULE, CANTON PICHINCHA. AÑO 2013. PLAN DE DESCONTAMINACIÓN

AUTOR:

ING. YANDRI FERNANDO SUAREZ NUÑEZ

DIRECTOR:

ING. ELIAS CUASQUER FUELL M.Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica que la tesis para la obtención del Grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente, titulado **“DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO DAULE, CANTON PICHINCHA. AÑO 2013. PLAN DE DESCONTAMINACIÓN”** del Ing. Yandri Fernando Suárez Núñez, ha sido revisado en todos sus componentes por lo que se autoriza su presentación formal ante el tribunal respectivo.

Quevedo, 5 de Mayo del 2015.

Ing. Elías Cuasquer Fuell. M.Sc
DIRECTOR

AUTORÍA

Ing. Yandri Fernando Suárez Núñez en calidad de Autor doy fé a la veracidad de la información detallada en la presente tesis y asumo la responsabilidad del mismo.

La investigación, los resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ing. YANDRI FERNANDO SUÁREZ NÚÑEZ

Quevedo, 5 de Mayo del 2015.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, mi esposa e hijas.

A dios por darme la sabiduría para emprender este camino y mantener el optimismo de saber que la confianza en sí mismo es el primer factor de éxito.

A mi esposa e hijas, por ser el pilar fundamental para seguir adelante en mi vida laboral y profesional siempre pensando en el bienestar y futuros de ellos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por permitirme realizar mis estudios profesionales de cuarto nivel.

De manera especial al Dr. Eduardo Díaz Ocampo, Director de la Unidad de Posgrado, al Coordinador de Maestría el Dr. Carlos Zambrano y a los instructores académicos por haberme guiado y orientado acertadamente en la práctica profesional.

Al Decano de la Facultad de Ciencias Empresariales Lcdo. Edgar Pastrano Quintana.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pichincha por permitir y proporcionar información necesaria para desarrollar el presente trabajo de investigación.

A mis padres y hermana por brindarme el apoyo moral.

En especial al apoyo fundamental de mi esposa e hijas por significar lo más especial de mi vida, por su comprensión y paciencia, a ustedes muchas gracias

PRÓLOGO

El cantón Pichincha de la provincia de Manabí se ha visto afectado en los últimos tiempos por una gran descarga de aguas residuales debido principalmente al desarrollo poblacional, generando un incremento significativo de personas habitando en el área céntrica y por tanto el incremento de locales comerciales y edificaciones en el lugar, conlleva a un incremento de las aguas residuales que son vertidas al río Daule sin ningún tratamiento.

Las aguas residuales son conducidas sin aplicar un tratamiento adecuado antes de ser vertidas al río Daule lo que origina la contaminación del río y la proliferación de bacterias que causan enfermedades como hongos, alergias, problemas respiratorios en los habitantes del sector producto de la emisión de malos olores originados de las alcantarillas.

Por tal razón, el estudio presenta indicadores sobre las aguas residuales y la demanda del producto para dar una solución a la problemática sin afectar la producción de la misma ni del medio ambiente. Finalmente en la tesis se propone la construcción de plantas de tratamiento que garanticen la eliminación de DBO, DQO, reducción de pH y se cumpla con la normativa del TULSMA previo a su descarga.

Ing. Oscar Prieto Benavides M.Sc.
Académico Facultad de Ciencias Ambientales (U.T.E.Q)

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como tema: “Descarga de aguas residuales y su incidencia en la calidad del agua de la microcuenca del río Daule, cantón pichincha. Año 2013. Plan de descontaminación”. La metodología empleada fue el estudio bibliográfico y trabajo de campo, el instrumento que nos permitió recoger la información fue la encuesta, observación y análisis de muestras del agua residual en laboratorio y el análisis del índice de calidad de agua *Ephemeroptera*, *Plecóptera* y *Trichóptera* (EPT).

En vista de la problemática que genera la descarga del agua residual directa al río Daule en el cantón Pichincha. Se procedió a la recopilación de la información y al análisis de las aguas residuales. Mismas que son descargadas directamente al río Daule sin dar un previo tratamiento, obteniéndose como resultado de la presente investigación que existe un alto índice de contaminación del río Daule.

Como una solución al problema, luego de concluida la investigación, se plantea un plan de descontaminación del río a través de la construcción de dos plantas de tratamiento conformada por un tanque desarenador, el de igualación o sedimentador primario, el tanque UASB, lecho de secados y el tanque de desinfección para cada planta. Con la finalidad de que las aguas residuales lleguen a los límites permisibles del TULSMA antes de la descarga al río Daule.

ABSTRACT

This research has as its theme: "Wastewater discharge and its impact on water quality of the river Daule, canton Pichincha. Year 2013. Decontamination Plan". The methodology used was the literature study and field work, the instrument that allowed us to gather the information was a survey, observation and analysis of wastewater samples and laboratory analysis of water quality index *Ephemeroptera*, *Plecoptera* and *Trichoptera*(EPT) .

In view of the problems generated direct discharge Daule River in Canton Pichincha wastewater. We proceeded to the collection of information and analysis of wastewater. Same which are discharged directly to the river without giving Daule pretreatment yield as a result of this investigation that there is a high rate of pollution Daule River.

As a solution to the problem, a review of bibliographic information, a decontamination plan raised the river through the construction of two treatment plants formed by a grit chamber, equalization or the primary settler, the UASB tank, dried bed and disinfection tank for each plant. In order that the sewage reaching the TULSMA allowable limits before discharge to the river Daule.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁG.
PORTADA	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
PRÓLOGO.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1 PROBLEMA GENERAL.....	3
1.3.2 PROBLEMAS DERIVADOS.....	4
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.5 OBJETIVOS.....	4
1.5.1 GENERAL.....	4
1.5.2 ESPECÍFICOS.....	4
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.7 CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN.....	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	8
2.1.1.	EL AGUA, SU IMPORTANCIA Y SU DISTRIBUCIÓN.....	8
2.1.2	AGUAS RESIDUALES.....	9
2.1.3	TIPOS DE AGUAS RESIDUALES.....	10
2.1.3.1	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.....	10
2.1.3.2	AGUAS RESIDUALES SANITARIAS.....	10
2.1.3.3	AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.....	11
2.1.4.	MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	11
2.1.5.	BIOINDICACIÓN.....	12
2.1.6.	BIOINDICADORES.....	12
2.1.7.	CONTAMINACIÓN ANTRÓPICA.....	12
2.2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	13
2.2.1.	AGUAS RESIDUALES URBANAS.....	13
2.2.2.	ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS.....	14
2.2.3.	RESIDUOS DOMÉSTICOS.....	14
2.2.4.	ARRASTRES DE LLUVIA.....	14
2.2.5.	INFILTRACIONES.....	15
2.2.6.	COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	15
2.2.7.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL.....	15
2.2.7.1.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	16
2.2.7.1.1.	SÓLIDOS TOTALES.....	16
2.2.7.1.2.	TEMPERATURA.....	16
2.2.7.1.3.	TURBIEDAD.....	17
2.2.7.2.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	17

2.2.7.2.1.	MEDIDA DEL CONTENIDO ORGÁNICO.....	17
2.2.7.2.2.	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO).....	18
2.2.7.2.3.	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	18
2.2.7.2.4.	MATERIA ORGÁNICA.....	19
2.2.7.2.5.	METALES PESADOS.....	19
2.2.7.2.6.	PESTICIDAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA.....	19
2.2.7.3.	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	20
2.2.7.3.1.	MICROORGANISMOS.....	20
2.2.7.3.2.	ORGANISMOS PATÓGENOS.....	20
2.2.7.3.3.	USO DE ORGANISMOS INDICADORES.....	21
2.2.8.	LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	21
2.2.9.	MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE AGUAS LIMPIAS.....	23
2.2.9.1.	ORDEN EPHEMERÓPTERA.....	23
2.2.9.2.	ORDEN PLECÓPTERA.....	24
2.2.9.3.	ORDEN TRICHÓPTERA.....	24
2.3.	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	25
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		
3.1	MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN...	
3.1.1	MÉTODOS.....	28
3.1.1.1	INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA.....	28
3.1.1.2	MÉTODOS DE OBSERVACIÓN.....	28
3.1.1.3	METODOLOGÍA PARA TOMA DE MUESTRAS.....	28
3.1.1.4	METODOLOGÍA DE LABORATORIO.....	29
3.1.1.5	MÉTODO INDUCTIVO.....	29
3.1.1.6	MÉTODO DEDUCTIVO.....	29

3.1.1.7	MÉTODO DE ANÁLISIS.....	29
3.1.1.8	MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	30
3.1.1.9	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	30
3.1.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
3.1.2.1	POBLACIÓN.....	30
3.1.2.2	MUESTRA.....	30
3.1.3	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.1.3.1	REGISTROS DE OBSERVACIÓN.....	31
3.1.3.2	CUADERNO DE NOTAS O DIARIO DE CAMPO Y LABORATORIO.....	31
3.1.3.3	RED SURBER.....	32
3.1.3.4	CÁMARA FOTOGRÁFICA.....	32
3.1.3.5	ESTEREOMICROSCOPIO.....	32
3.1.3.6	CÁMARA PARA MICROFOTOGRAFÍA.....	32
3.1.3.7	ÍNDICE EPT.....	32
3.1.3.8	CLAVES DE IDENTIFICACIÓN.....	32
3.1.3.9	ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS.....	33
3.1.4	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.1.4.1	ENCUESTA.....	33
3.1.4.2	OBSERVACIÓN EN CAMPO.....	33
3.1.4.3	TOMA DE MUESTRAS CON RED SURBER.....	33
3.1.4.4	ANÁLISIS EN LABORATORIO.....	33
3.1.4.5	COMPARACIÓN CON CLAVES.....	34
3.1.4.6	ANÁLISIS EPT.....	34
3.2	CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.3	ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	34

3.4	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	35
3.5	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	35
3.6	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	35
3.7	CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN		
4.1	ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS.....	38
4.1.1	HIPÓTESIS GENERAL.....	38
4.1.2	VARIABLE DEPENDIENTE.....	38
4.1.3	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	38
4.2	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A CADA HIPÓTESIS.....	38
4.2.1	INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.....	38
4.2.2	APLICACIÓN DE ÍNDICE EPT.....	46
4.2.3	ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA.....	47
4.3.	DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS.....	48
4.4.	CONCLUSIÓN PARCIAL.....	49
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
5.1.	CONCLUSIONES.....	51
5.2.	RECOMENDACIONES.....	51
CAPÍTULO VI PROPUESTA ALTERNATIVA		
6.1.	TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	53
6.2.	JUSTIFICACIÓN.....	53
6.3.	OBJETIVOS.....	53
6.3.1.	GENERAL.....	53

6.3.2.	ESPECÍFICOS.....	54
6.4.	IMPORTANCIA.....	54
6.5.	UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....	54
6.6.	FACTIBILIDAD.....	55
6.7.	PLAN DE TRABAJO.....	56
6.8.	ACTIVIDADES.....	57
6.9.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN.....	60
6.10.	RECURSOS.....	60
6.10.1.	HUMANOS.....	60
6.10.2	MATERIALES.....	61
6.10.3	INSTITUCIONALES.....	61
6.10.4	GASTOS FINANCIEROS.....	61
6.11	IMPACTO.....	62
6.12	EVALUACIÓN.....	62
6.13	CONTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD.....	62
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
	ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁG.
CUADRO 1 RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA <i>EPHEMERÓPTERA, PLECÓPTERA Y TRICHÓPTERA</i> , EN UN TRAMO DEL RÍO DAULE, 2013.....	46
CUADRO 2 ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA EN EL RÍO DAULE, CANTÓN PICHINCHA, 2013.....	47
CUADRO 3 PLAN DE TRABAJO A DESARROLLARSE, 2013.....	56

CUADRO 4	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN, 2013.....	60
CUADRO 5	ANÁLISIS DE GASTOS FINANCIEROS EN LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN, 2013.....	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PÁG.
GRÁFICO 1	MAPA DEL CANTÓN PICHINCHA, PROVINCIA DE MANABÍ..... 31
GRÁFICO 2	CARACTERÍSTICA DEL AGUA DEL RÍO DAULE..... 39
GRÁFICO 3	EXISTENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA..... 40
GRÁFICO 4	EL AGUA ES ADECUADA PARA EL CONSUMO HUMANO..... 40
GRÁFICO 5	DESCARGAS RESIDUALES ARROJADAS AL RÍO DAULE..... 41
GRÁFICO 6	AFECTACIÓN DE SALUD Y VIDA DE LAS ESPECIES..... 42
GRÁFICO 7	AUTORIDADES HAN TOMADO MEDIDAS DE PROTECCIÓN AL RÍO DAULE..... 42
GRÁFICO 8	PAGARÍA MÁS IMPUESTOS PARA EJECUTAR PLANTA DE TRATAMIENTO..... 43
GRÁFICO 9	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA..... 44
GRÁFICO 10	COMO SE PUEDE MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO DAULE..... 44
GRÁFICO 11	COMO SE PUEDE MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO DAULE..... 45

INTRODUCCIÓN

Existe un creciente interés por conocer la manera de proteger los sistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, lo que ha estimulado el desarrollo de criterios biológicos que permitan estimar el efecto de las intervenciones humanas en éstos. La mayoría de estos estudios se realiza con la finalidad de tomar medidas en la conservación y protección de las fuentes de agua, y mejorar la cantidad y calidad de la misma.

Cuando se evalúa un sistema acuático para diferentes fines es necesario realizar un análisis integral donde se incluyan análisis físico-químicos y biológicos, así como de los diferentes usos de suelo que forman parte de las microcuencas. La información biológica no reemplaza los registros físicos y químicos para definir la calidad del agua, especialmente la asociada al crecimiento poblacional; esta información es característica de un medio ambiente que cuantifica el nivel de exposición y el grado de respuesta ecológica ante dicha situación.

En varios estudios se evidencia que la deforestación, la ganadería extensiva y los asentamientos humanos afectan a la biota presente en los sistemas acuáticos debido al uso de agroquímicos, el aumento de sedimentos, la pérdida de la vegetación ribereña, el aumento de la temperatura del agua, la menor regulación de caudales y el daño que el ganado provoca al cauce y a los taludes, al tener un acceso directo y constante a las fuentes de agua.

Siendo el agua un elemento indispensable, su calidad es un requisito muy importante para el uso designado. Por tanto es necesario conocer la calidad del agua antes de asignar el uso y definir el uso actual o probable antes de hablar de la calidad. La contaminación de las aguas está relacionada con diversas actividades, destacándose las agrícolas y las ganaderas, ya que provocan la contaminación por medio de la escorrentía, que fluye por la superficie del suelo arrastrando y disolviendo las sustancias que han ido depositadas sobre el suelo. Los fertilizantes, productos fitosanitarios, además de la materia orgánica y otras sustancias tóxicas producidas por actividades ganaderas y por determinadas actividades industriales, son los principales compuestos contaminantes por escorrentía.

La Tesis de Grado está estructurada en seis Capítulos, que son el Marco Contextual, el Marco Teórico, la Metodología, Análisis e interpretación de resultados, Conclusiones y recomendaciones y la Propuesta Alternativa, además de las Referencias bibliográficas y los Anexos.

En el Marco Contextual se describe la ubicación, contextualización y, situación actual de la problemática; el problema de investigación, su delimitación; los objetivos generales y específicos de la misma; la hipótesis, la justificación y, los cambios esperados con la investigación. En el Marco Teórico: se elaboran las fundamentaciones conceptual, teórica y legal de la investigación.

A través del capítulo de la Metodología se describe el tipo y diseño del estudio; la población y muestra para las indagaciones; la operacionalización de las variables; los instrumentos y procedimientos de investigación; la recolección de la información y; el

procesamiento y análisis de resultados. En el capítulo IV se resume el análisis e interpretación de resultados, en el capítulo V las conclusiones y recomendaciones y por último en el capítulo VI los aspectos de la Propuesta Alternativa, planteándose un plan de descontaminación de un tramo del río Daule en el cantón Pichincha de la provincia de Manabí.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El río Daule se encuentra en el cantón Pichincha, en la provincia de Manabí, este río comprende aproximadamente entre 300 y 500 metros. El río esta lleno de vegetación secundaria de zonas intervenidas en las laderas existentes, parte de estas laderas han sido utilizadas para cultivo de ciclo corto. Sectorialmente hay playas, vegas y desprendimientos rocosos con entradas de esteros. Hay un amplio dominio visual de la extensión del río, así como del puerto y de las actividades que se realizan en sus orillas y en su superficie, esto es facilitado por orillas un tanto irregulares, suave y poco altas, las que se interrumpen para dar paso a esteros o accesos a pequeños puertos.

Las riberas del río son irregulares el cauce del río aumenta de acuerdo a la estación invernal y están constituidas por playas de arena, las mismas que no son tan extensas, pero mantienen pequeñas lavanderías y puertos artesanales. En este lugar se dedican a cultivar las orillas en parcelas de sembríos de plátano, maíz, habas; también se dedican a la captación de agua para fincas agrícolas; pesca, balneario, lavanderías y puertos artesanales.

El agua del río Daule al pasar por la zona de mayor asentamiento humano como es la Parroquia Pichincha del cantón del mismo nombre, es donde mayormente se contamina

en virtud que es en esta zona donde se produce la mayor cantidad de arrojado de desperdicios al afluente por las alcantarillas.

1.2.SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

En el Ecuador, los ríos de la costa están contaminados ya sea por causas físicas, químicas o bacteriológicas, debido a que son los receptores de las aguas servidas de las ciudades, desechos domésticos e industriales, tienen residuos de agroquímicos, detergentes y desechos orgánicos vinculados con actividades agrícolas, acumulación de sedimentos por la erosión del suelo y deforestación para ubicar poblaciones o industrias; adicionalmente, las mismas aguas de los ríos son utilizadas para la generación de energía eléctrica, presentándose otro problema, que los elementos contaminantes y sedimentos taponan las represas.

Las aguas servidas desfogadas sin tratamiento al río Daule a la altura del cantón Pichincha, al este de la provincia de Manabí. Las aguas negras también se botan de forma directa de las partes traseras de las casas que dan a este río. Aunque el afluente de 245 km de longitud nace contaminado de la represa Daule-Peripa, su situación empeora a la altura de esta población donde recién se construye un sistema de alcantarillado sanitario tras casi 25 años de cantonización. Los habitantes se han conectado a las redes del alcantarillado pluvial para desfogar las aguas negras de sus casas ante el colapso de pozos sépticos.

El uso de bioindicadores se está proponiendo como una nueva herramienta para conocer la calidad del agua, esto no quiere decir que desplace al método tradicional de los análisis fisicoquímicos. Su uso simplifica en gran medida las actividades de campo y laboratorio, ya que su aplicación solo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua.

El acelerado desarrollo poblacional y la gran demanda del recurso hídrico dan lugar a la contaminación de las aguas y por ende la pérdida de la vida acuática en ríos. Esta

problemática requiere de estudios urgentes que ayuden a tomar medidas para recuperar las aguas residuales y darles un uso productivo en el desarrollo de la vida terrestre.

1.3.PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema general

¿De qué manera las aguas residuales inciden en la contaminación del Río Daule, cantón Pichincha de la provincia de Manabí?

1.3.2. Problemas derivados

¿Qué actividades afectan la calidad del agua de la microcuenca del río Daule del cantón Pichincha?

¿Los macroinvertebrados acuáticos que habitan en las aguas del río Daule pueden determinar la calidad de sus aguas?

¿Cuál es el nivel de afectación de la calidad del agua por consecuencia de las aguas residuales?

1.4.DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

CAMPO:	CIENCIAS AMBIENTALES
ÁREA:	CONTAMINACIÓN Y CALIDAD DEL AGUA
ASPECTO:	CALIDAD DEL AGUA.
SECTOR:	CANTÓN PICHINCHA - MANABÍ
TIEMPO:	JULIO 2013 – DICIEMBRE 2013

1.5.OBJETIVOS

1.5.1. General

EVALUAR LA INCIDENCIA DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA PROVINCIA DE MANABÍ.

1.5.2. ESPECÍFICOS

- DETERMINAR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO DAULE DESDE LA PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA.
- DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA EN UN TRAMO DEL RÍO DAULE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES DE CLASIFICACIÓN.
- ELABORAR UN PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO DAULE.

1.6. JUSTIFICACIÓN

LA CUENCA FLUVIAL DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ ES EL PRINCIPAL AFLUENTE DEL SECTOR POR LO QUE ES PRIORITARIA LA ATENCIÓN A LA CONTAMINACIÓN QUE EXISTE EN SUS AGUAS, SU RESCATE Y LA APLICACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DIRIGIDAS A SU SOSTENIBILIDAD.

EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS LA POBLACIÓN QUE HABITA LA RIBERA DEL RÍO DAULE, SE HA VISTO IMPACTADA POR LA CONTAMINACIÓN PRODUCTO DE LA FALTA DE UN ORDENAMIENTO DE ESTE TERRITORIO, Y MANTENIÉNDOLOS A SU VEZ EN UN ESTADO SOCIALMENTE VULNERABLE Y MARGINADO DEBIDO AL DETERIORO AMBIENTAL EN QUE SE ENCUENTRA.

LA FINALIDAD DE ESTE TRABAJO DOCUMENTAL ES ELABORAR UN MARCO OPERATIVO QUE NOS PERMITA ENTENDER DESDE VARIOS PUNTOS DE VISTA EN QUÉ ESTADO SE ENCUENTRA EL RÍO DAULE Y CUÁLES SON LOS FACTORES TERRITORIALES QUE INFLUYEN EN SU CONTAMINACIÓN Y POR ENDE EN UN CAMBIO CULTURAL Y DE GESTIÓN QUE PERMITA LA REVERSIBILIDAD DEL PROCESO DE LA DEGRADACIÓN MEDIO AMBIENTAL.

AL RECORRER POR EL CAUCE DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA, SE PUEDE OBSERVAR LAS DIFERENTES ACTIVIDADES ANTRÓPICAS COMO EL USO DE PESTICIDAS EN LAS INMEDIACIONES DE ESTA ZONA, EL ARROJO DE AGUAS SERVIDAS Y BASURA SIN NINGÚN CONTROL POR PARTE DE LAS AUTORIDADES LOCALES Y SECCIONALES, ETC. QUE SE DESARROLLAN EN EL MARGEN DEL RÍO Y QUE PUEDEN ESTAR AFECTANDO LA SALUD DEL MISMO Y DE LAS POBLACIONES RIO ABAJO, ESTO DESPERTÓ EL INTERÉS DE INVESTIGAR CUAL ES LA AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ESTA ZONA E IDENTIFICAR QUÉ ACTIVIDADES DESARROLLADAS SON LAS MÁS CONTAMINANTES PARA LA SALUD HUMANA.

1.7. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN

LOS PRINCIPALES CAMBIOS QUE SE ESPERA OCURRIRÁN CON LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA A OBTENER, ASÍ COMO CON LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA A ELABORAR, SON LOS SIGUIENTES:

- QUEDARÁN IDENTIFICADAS LAS ACCIONES QUE PROVOCAN LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE DEL CANTÓN PICHINCHA Y QUE TENDRÍAN INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE SUS AGUAS.
- LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO DAULE, CANTÓN PICHINCHA QUEDARÁ DETERMINADA.
- DISEÑADO UN PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO DAULE CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS, PARA CONOCIMIENTO DE LA COMUNIDAD.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1. EL AGUA, SU IMPORTANCIA Y SU DISTRIBUCIÓN

EL AGUA ES EL ELEMENTO MÁS IMPRESCINDIBLE DE LA NATURALEZA Y CONSTITUYE EL 65% DE NUESTRO CUERPO POR ESTA RAZÓN, SE HA VISTO COMO A TRAVÉS DE LOS AÑOS LA PREOCUPACIÓN POR ESTE ELEMENTO TAN VITAL PARA LA SOBREVIVENCIA ESTÁ ALCANZANDO CADA DÍA MÁS IMPORTANCIA EN EL USO Y FORMA DE DISTRIBUCIÓN.

PARA ARREDONDO *ET AL.* (2005) EL MONTO TOTAL DEL AGUA EN EL PLANETA ES APROXIMADAMENTE DE 1.4 MILLARDOS DE KM^3 . DE ESTA CIFRA, SOLO 36 MILLONES CORRESPONDEN A LAS RESERVAS DE AGUA DULCE. ES DECIR EL 2.6% DE AGUA TOTAL DE

LA ORBE. ESTO SIN DUDA ES UN TEMA QUE LLAMA A LA REFLEXIÓN, DADO LOS DIVERSOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN QUE ESTE RESTANTE 2.6% DE AGUA DULCE Y ESTA A SU VEZ SE DISTRIBUYE, EL 69 POR CIENTO DEL AGUA SE USA EN LA AGRICULTURA: EL 23 POR CIENTO SE DESTINA A LAS INDUSTRIAS Y SOLO EL 8 POR CIENTO SE DESTINA A USOS DOMÉSTICOS Y URBANOS DONDE SE CORRE EL RIESGO QUE LOS RÍOS DE DONDE SE EXTRAEN ESTAS AGUAS SEAN FRECUENTEMENTE CONTAMINADOS POR VERTIDOS TÓXICOS, DESECHOS HUMANOS, ENTRE OTROS CONTAMINANTES, LO CUAL REDUCE LA POTABILIDAD DEL 2.6% SIGNIFICATIVAMENTE.

SEGÚN UN INFORME DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO) (2011) “LA ESCASEZ DE AGUA ESTÁ AUMENTANDO, ASÍ COMO LA SALINIZACIÓN, LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LA DEGRADACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA Y LOS ECOSISTEMAS RELACIONADOS CON ÉSTA, ESTA AFIRMACIÓN SE HACE EN EL MARCO DEL RIESGO QUE ESTÁN SUFRIENDO LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS A NIVEL MUNDIAL, LOS CUALES DEPENDEN DEL AGUA PARA SU ELABORACIÓN”. EL INFORME TAMBIÉN PUNTUALIZA UNA MAYOR CARGA DE NUTRIENTES EN EL AGUA COMO EL NITRÓGENO Y EL FOSFORO.

PARA CARDOSO (2010) ESTÁ PREVISTO QUE LA MADRE DE TODAS LAS GUERRAS SERÁ POR EL AGUA Y LOS ALIMENTOS. HABLA DEL IMPACTO AMBIENTAL Y DE LA LUCHA POR EL CONTROL DEL AGUA, SUMADO A ESTO EL CONSECUENTE AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR, EL DESHIELO DE LOS GLACIARES Y LAS INFILTRACIONES SALINAS AFECTARÁN EL ACCESO A LOS RECURSOS DE AGUA POTABLE. EN ESTE MISMO ORDEN, McNEILL (2009) EXPRESÓ QUE LOS CONFLICTOS INTERNACIONALES QUE SE PODRÍAN DERIVAR COMO CONSECUENCIA DE ESCASEZ DE AGUA POTABLE, SE PODRÍAN COMPARAR CON LOS QUE EN LA ACTUALIDAD EXISTEN POR EL CONTROL PETROLERO. LA SITUACIÓN NOS LLEVA A UN MOMENTO DE ANÁLISIS Y REFLEXIÓN EN TORNO A ESTE CASO. ES NECESARIO REVERTIR LOS PROCESOS DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS DE LOS RÍOS, LAS CUALES SE UTILIZAN EN LA VIDA DIARIA DE LOS SERES VIVOS, ESTO EVITARÍA LAS FUTURAS CONFRONTACIONES ENTRE NACIONES POR LO SOBREVIVENCIA DE UNO A CAUSA DEL OTRO. LA AFIRMACIÓN DE ESTOS AUTORES SE DA EN UN MARCO DONDE AÚN SE PUEDEN IMPLEMENTAR SOLUCIONES A UNA

PROBLEMÁTICA QUE TRAERÍA CONSIGO GRAVES SITUACIONES EN EL PLANO INTERNACIONAL.

VISTO ESTO, LA NECESIDAD DE LA PROTECCIÓN DEL AGUA YA ES SOLO RESPONSABILIDAD DE LOS GOBIERNOS, CADA CIUDADANO DEBE VELAR E INVOLUCRARSE EN EL CUIDADO DE ESTE LÍQUIDO TAN VITAL. SEGÚN LA OMS, MÁS DE 1.200 MILLONES DE PERSONAS CONSUMEN AGUA SIN GARANTÍAS SANITARIAS, LO QUE PROVOCA ENTRE 20.000 Y 30.000 MUERTES DIARIAS Y GRAN CANTIDAD DE ENFERMEDADES.

2.1.2. AGUAS RESIDUALES

LAS AGUAS RESIDUALES SON AQUELLAS QUE YA HAN SIDO USADAS. EN ELLAS SE ENCUENTRAN SUSPENDIDAS CIERTAS SUSTANCIAS PROCEDENTES DEL PROPIO USO QUE SE HA HECHO DEL AGUA LIMPIA. ENTRE ESTAS SUSTANCIAS PODEMOS CITAR ACEITES, JABONES, SUSTANCIAS QUÍMICAS, COMBUSTIBLES, RESTOS DE ALIMENTOS, ETC. EN LOS HOGARES ESTAS SUSTANCIAS PROCEDEN DE FREGADEROS, BAÑERAS, SERVICIOS, LAVAPLATOS, MÁQUINAS DE LAVADO, RIEGOS. LAS PARTÍCULAS CONTAMINANTES DEPOSITADAS EN LA ATMÓSFERA, TALES COMO EL CO₂, TAMBIÉN PUEDEN DAÑAR GRAVEMENTE NUESTROS RECURSOS HÍDRICOS AL CAER A LA SUPERFICIE TERRESTRE A TRAVÉS DE LA LLUVIA. DBO (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, PARÁMETRO UTILIZADO NORMALMENTE PARA CONOCER LA CANTIDAD DE OXÍGENO MOLECULAR DISUELTO, REQUERIDO PARA QUE EL PROCESO DE TRATAMIENTO SEA CORRECTO). EL OBJETIVO PRINCIPAL DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES ES ELIMINAR LA MAYOR CANTIDAD POSIBLE DE ESOS DBO ANTES DE VERTER EL AGUA RESIDUAL, LLAMADA EFLUENTE, AL MEDIO. LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PUEDEN ELIMINAR DIVERSOS NIVELES DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y DBO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ESAS AGUAS. EL NIVEL DE TRATAMIENTO ELEGIDO DEPENDE DE LA NECESIDAD DE OBTENER MAYOR O MENOR CANTIDAD DE AGUA PURIFICADA (ROMERO, 2002).

LAS AGUAS RESIDUALES SE CARACTERIZAN POR SU COMPOSICIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA. MUCHOS DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL AGUA RESIDUAL GUARDAN RELACIÓN ENTRE ELLOS. UNA PROPIEDAD FÍSICA COMO LA TEMPERATURA

PUEDE AFECTAR TANTO LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA COMO A LA CANTIDAD DE GASES DISUELTOS EN EL AGUA RESIDUAL.

PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL SE EMPLEAN TANTO MÉTODOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVOS, PARA LA DETERMINACIÓN PRECISA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA, COMO ANÁLISIS CUALITATIVOS PARA EL CONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS. LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS MÁS IMPORTANTES DEL AGUA RESIDUAL SON EL CONTENIDO TOTAL DE SÓLIDOS, EL OLOR, LA TEMPERATURA, LA DENSIDAD, EL COLOR Y LA TURBIEDAD. ENTRE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS SE ENCUENTRAN: LA MATERIA ORGÁNICA, LA MATERIA INORGÁNICA Y LOS GASES DISUELTOS. LAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS INCLUYEN LOS PRINCIPALES GRUPOS DE MICROORGANISMOS PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES TANTO AQUELLAS QUE INTERVIENEN EN LOS TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS COMO LOS ORGANISMOS PATÓGENOS (ROMERO, 2002).

2.1.3. TIPOS DE AGUAS RESIDUALES

SE HAN DADO NOMBRES DESCRIPTIVOS A LOS DIFERENTES TIPOS DE AGUAS RESIDUALES SEGÚN SU PROCEDENCIA.

2.1.3.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

SON LAS QUE CONTIENEN DESECHOS HUMANOS, ANIMALES Y CASEROS. TAMBIÉN SE INCLUYE LA INFILTRACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS. ESTAS AGUAS SON TÍPICAS DE LAS ZONAS RESIDENCIALES EN LAS QUE NO SE EFECTÚA OPERACIONES INDUSTRIALES, O SOLO EN MUY CORTA ESCALA (OROSCO, 2005).

2.1.3.2. AGUAS RESIDUALES SANITARIAS

SON LAS MISMAS QUE LAS DOMÉSTICAS, PERO QUE SE INCLUYEN NO SOLO LAS AGUAS NEGRAS DE USO DOMÉSTICO SINO QUE TAMBIÉN GRAN PARTE DE DESECHOS INDUSTRIALES DE LA POBLACIÓN (OROSCO, 2005).

2.1.3.3. AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

SE DENOMINA ASÍ AL CONJUNTO DE LÍQUIDOS RESIDUALES PROVENIENTES DE LOS DIFERENTES PROCESOS Y USOS INDUSTRIALES. PUEDEN COLOCARSE O DISPONERSE AISLADAMENTE O PUEDEN AGREGARSE Y FORMAR PARTE DE LAS AGUAS SANITARIAS (ROMERO, 2002).

2.1.4. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

EL TÉRMINO DE MACROINVERTEBRADO ACUÁTICO SE EMPLEA COMO UNA ABSTRACCIÓN QUE INCLUYE A AQUELLOS ANIMALES INVERTEBRADOS QUE POR SU TAMAÑO RELATIVAMENTE GRANDE, SON RETENIDOS POR REDES DE LUZ DE MALLA DE ENTRE 250 A 300 μ , LA GRAN MAYORÍA DE LOS MISMOS, ALREDEDOR DEL 80%, CORRESPONDE A GRUPOS DE ARTRÓPODOS, Y DENTRO DE ESTOS LOS INSECTOS Y EN ESPECIAL SUS FORMAS LARVIARIAS, SON LAS MÁS ABUNDANTES (ALBA, 1996).

SEGÚN FLOWERS (2008), LOS MACROINVERTEBRADOS SON ORGANISMOS QUE SON VISIBLES SIN USAR UN MICROSCOPIO (MACRO) Y QUE NO TIENEN ESPINA DORSAL (INVERTEBRADO). ALGUNOS MACROINVERTEBRADOS DEL FONDO DEL RIACHUELO NO PUEDEN SOBREVIVIR EN AGUAS CONTAMINADAS MIENTRAS QUE OTROS PUEDEN SOBREVIVIR E INCLUSO PROSPERAR EN AGUAS CONTAMINADAS. POR EJEMPLO, ESPECIES QUE A MENUDO SE ENCUENTRAN EN AGUAS MÁS FRÍAS Y QUE NECESITAN ALTOS NIVELES DE OXÍGENO DISUELTO SON INDICADORES DE UN RIACHUELO SALUDABLE. LAS ESPECIES QUE A MENUDO SE ENCUENTRAN EN AGUAS TIBIAS SON MÁS TOLERANTES DE NIVELES BAJOS DE OXÍGENO DISUELTO Y SON INDICADORES DE UN RIACHUELO NO SALUDABLE. ADEMÁS, LOS DATOS ÚTILES SOBRE LOS MACROINVERTEBRADOS DEL FONDO DEL RIACHUELO SON FÁCILES DE RECOPIAR SIN EQUIPO CARO.

LO MANIFESTADO POR EL AUTOR FORTALECE EL PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN, CLARAMENTE SE DETERMINA LA PRESENCIA DE ORGANISMOS TOLERANTES O SUSCEPTIBLES A LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS, POR LO QUE SE LOS PUEDE USAR

COMO INDICADORES; DE IGUAL FORMA SE VISLUMBRA EL HECHO DE QUE EL USO DE ESTA METODOLOGÍA ES RELATIVAMENTE ECONÓMICA.

2.1.5. BIOINDICACIÓN

LA EXPRESIÓN PRÁCTICA DEL CONOCIMIENTO DE LA AUTOECOLOGÍA Y LA TAXONOMÍA DE LAS ESPECIES O GRUPOS SUPRAESPECÍFICOS QUE CONFORMAN LAS COMUNIDADES ACUÁTICAS DEBE SER UN SISTEMA QUE PERMITA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE UN SITIO USANDO LOS ORGANISMOS ENCONTRADOS EN ÉL. MEDIANTE UN SISTEMA DE BIOINDICACIÓN LA INFORMACIÓN TAXONÓMICA SE TRADUCE EN UN ÍNDICE, VALOR O CLASE DE CALIDAD DE AGUA, LO QUE FACILITA LA INTERPRETACIÓN DE GRAN NÚMERO DE DATOS QUE RESULTAN DE LOS LLAMADOS “MONITOREOS BIOLÓGICOS” Y HACE LOS RESULTADOS MÁS ACCESIBLES PARA AQUELLAS PERSONAS QUE DEBEN TOMAR DECISIONES ACERCA DEL MANEJO DE LOS CUERPOS DE AGUA.

LOS AUTORES MANIFIESTAN CLARAMENTE LAS VENTAJAS DEL USO DE LA BIOINDICACIÓN PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LAS VERTIENTES Y RÍOS, SEÑALÁNDOLO COMO MÉTODO QUE TRADUCE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS PRESENTES UN ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA.

2.1.6. BIOINDICADORES

ES UN ORGANISMO O GRUPO DE ORGANISMOS, QUE POR SU SENSIBILIDAD A ELEMENTOS O SUBSTANCIAS EXTRAÑAS (CONTAMINANTES) A SU MEDIO NATURAL, SON CAPACES DE CAMBIAR LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE SUS COMUNIDADES, E INCLUSIVE PUEDEN LLEGAR A DESAPARECER DEL LUGAR DONDE HAN HABITADO POR MUCHO TIEMPO.

ENTRE LOS BIOINDICADORES MÁS ESTUDIADOS Y DE LOS QUE SE PUEDE OBTENER INFORMACIÓN EN EL CAMPO DE MANERA ÁGIL Y CON FACILIDAD, TENEMOS ALGUNAS

ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS Y UNAS POCAS ESPECIES DE PLANTAS ACUÁTICAS (ROLDÁN, 1988).

2.1.7. CONTAMINACIÓN ANTRÓPICA

SEGÚN MENDIGUCHA (2005) SE CONOCE ASÍ A LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA ACTIVIDAD HUMANA, PUEDE SER DE DIVERSOS TIPOS:

- DE ORIGEN URBANO: ES EL RESULTADO DEL USO DEL AGUA EN VIVIENDAS, ACTIVIDADES COMERCIALES Y DE SERVICIOS, LO QUE GENERA AGUAS RESIDUALES, RESIDUOS FECALES, DESECHOS DE ALIMENTOS, LEJÍAS DETERGENTES.
- DE ORIGEN INDUSTRIAL: ES LA QUE PRODUCE MAYOR IMPACTO, POR LA GRAN VARIEDAD DE MATERIALES Y FUENTES DE ENERGÍA QUE PUEDEN APORTAR AL AGUA: MATERIA ORGÁNICA, METALES PESADOS, INCREMENTO DE PH Y TEMPERATURA, ACEITES, GRASAS.
- DE ORIGEN AGRÍCOLA: DERIVA DEL USO DE PLAGUICIDAS, PESTICIDAS, BIOSIDAS, FERTILIZANTES Y ABONOS, QUE SON ARRASTRADOS POR EL AGUA DE RIEGO, LLEVANDO CONSIGO SALES COMPUESTAS DE N, P, S, QUE LLEGAN AL SUELO POR LIXIVIACIÓN Y CONTAMINAR AGUAS SUBTERRÁNEAS (EUTROFIZACIÓN).
- OTROS: VERTEDEROS DE RESIDUOS, RESTOS DE COMBUSTIBLES, MAREAS NEGRAS, ORIGINADAS POR EL VERTIDO DE PETRÓLEO CRUDO SOBRE EL MAR. COMO SE VE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN TIENEN DIVERSOS ORÍGENES; LAMENTABLEMENTE LA CONTAMINACIÓN ANTRÓPICA ES LA QUE MÁS DAÑOS CAUSA EN LA NATURALEZA, CON EL DESARROLLO Y LOS AVANCES TECNOLÓGICOS SE INCREMENTAN CADA VEZ MÁS.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. AGUAS RESIDUALES URBANAS

LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS NO ALCANZAN, EL NIVEL QUE DEBERÍAN TENER PARA COMPENSAR LA DIFERENCIA QUE EXISTE CON LA CAPACIDAD DEPURADORA DE LOS RÍOS. LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS URBES, SIN RESIDUOS INDUSTRIALES, PROVOCAN UNA PERTURBACIÓN QUE SE MANIFIESTA PRINCIPALMENTE POR LA DISMINUCIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO DEBIDO A LA MATERIA ORGÁNICA QUE AGREGAN. ÉSTAS SE ORIGINAN MEDIANTE EL APORTE DE DESECHOS HUMANOS Y ANIMALES, RESIDUOS DOMÉSTICOS, DE RESTOS VEGETALES, DE AGUAS DE LLUVIA, AGUAS DE LAVADO Y OTROS (MENA, 2004).

2.2.2. ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

SEGÚN MENA (2004) SE ENTIENDE POR AGUAS RESIDUALES A LOS LÍQUIDOS PROCEDENTES DE LA ACTIVIDAD HUMANA, QUE LLEVAN EN SU COMPOSICIÓN GRAN PARTE DE AGUA, Y QUE GENERALMENTE SON VERTIDOS A CURSOS O A MASAS DE AGUAS CONTINENTALES O MARINAS.

LAS EXCRETAS SON LAS QUE CONTIENEN LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS QUE CONSTITUYEN LAS HECES HUMANAS FUNDAMENTALMENTE, Y TIENEN LA SIGUIENTE COMPOSICIÓN: LAS DEYECCIONES SÓLIDAS SE COMPONEN NORMALMENTE DE AGUA, CELULOSA, LÍPIDOS, PRÓTIDOS Y MATERIA ORGÁNICA EN GENERAL QUE EN FORMA DE ELEMENTOS COMPUESTOS DE INTERÉS AGRARIO CORRESPONDEN A PORCENTAJES DE HASTA 30% DE N, 3% DE PO_4H_3 Y 6% DE K_2O , ENTRE OTROS. CUANDO SON EXPULSADAS LAS HECES. APARECE UN PRINCIPIO DE PUTREFACCIÓN, QUE TIENE LUGAR SOBRE LAS PROTEÍNAS, TANTO ALIMENTICIAS COMO AQUELLAS PROVENIENTES DE SECRECIONES Y RESTOS DE LA MUCOSA INTESTINAL. ASIMISMO SE PRESENTAN DESCARBOXILACIONES DE AMINOÁCIDOS QUE PRODUCEN LESINA, TIROSINA, AMINAS, ETC., Y DESAMINACIONES CON DESPRENDIMIENTO DE NH^3 .

2.2.3. RESIDUOS DOMÉSTICOS

SON LOS QUE PROCEDEN DE LA EVACUACIÓN DE LOS RESIDUOS Y MANIPULACIONES DE COCINAS (DESPERDICIOS, ARENAS DE LAVADO, RESIDUOS ANIMALES Y VEGETALES, DETERGENTES Y PARTÍCULAS), DE LOS LAVADOS DOMÉSTICOS (JABONES, DETERGENTES SINTÉTICOS CON ESPUMANTES, SALES, ETC.), Y DE LA ACTIVIDAD GENERAL DE LAS VIVIENDAS (CELULOSA, ALMIDÓN, GLUCÓGENO, INSECTICIDAS, PARTÍCULAS ORGÁNICAS, ETC.) Y QUE SE RECOGEN EN LA LIMPIEZA DE LA HABITACIÓN HUMANA (KENNISH, 1997).

2.2.4. ARRASTRES DE LLUVIA

AL CAER LA LLUVIA SOBRE UNA CIUDAD, ARRASTRARA LAS PARTÍCULAS Y FLUIDOS PRESENTES EN LAS SUPERFICIES EXPUESTAS, ES DECIR: HOLLÍN, POLVO DE LADRILLO Y CEMENTO ESPORAS POLVO ORGÁNICO E INORGÁNICO DE LOS TEJADOS, PARTÍCULAS SÓLIDAS POLVO, HIDROCARBUROS DE LAS VÍAS PÚBLICAS, RESTOS DE VEGETALES Y ANIMALES Y PARTÍCULAS SÓLIDAS (TIERRAS) DE LOS PARQUES Y ZONAS VERDES. SI LA PRECIPITACIÓN ES SUFICIENTE, LOS ARRASTRES SE EFECTUARAN HASTA LA RED DE EVACUACIÓN Y APARTE DE LOS COMPONENTES EXTRAÑOS, EL VOLUMEN DE AGUA ES TAL QUE PRODUCE DILUCIONES A TENER EN CUENTA EN LOS PROCESOS DE DEPURACIÓN (JORDAO *ET AL.*, 2002).

2.2.5. INFILTRACIONES

A VECES EN ZONAS VERDES URBANAS, Y DEBIDO A LA COMPOSICIÓN DE SU SUELO, SE PRODUCE INFILTRACIÓN DE AGUAS HACIA LOS ACUÍFEROS, CON EL CONSIGUIENTE PELIGRO DE CONTAMINACIÓN. NORMALMENTE, LAS REDES DE EVACUACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES SON SUBTERRÁNEAS, Y EN AQUELLOS CASOS EN QUE LOS ACUÍFEROS ESTÁN PRÓXIMOS A LA SUPERFICIE POR LLUVIAS U OTRAS CAUSAS EXISTE PELIGRO DE INFILTRACIONES Y FUGAS A TRAVÉS DE TUBERÍAS EN MAL ESTADO O CON CONEXIONES DEFECTUOSAS, O SIMPLEMENTE POR PASO GRAVITATORIO NORMAL (MANZANO *ET AL.*, 1999).

2.2.6. COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

LA CONCENTRACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE UNA POBLACIÓN DEPENDE PRINCIPALMENTE DEL CONSUMO DE AGUA Y DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS PRODUCIDO A DIARIO POR HABITANTE. LA FORTALEZA CONTAMINANTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS ES USUALMENTE CARACTERIZADA POR SU DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. ESTO DETERMINA SI EL AGUA RESIDUAL EN CUESTIÓN ES DE COMPOSICIÓN FUERTE, MEDIA O DÉBIL. OTRAS CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES SON LOS SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN Y DE NITRÓGENO AMONIACAL (MANZANO *ET AL.*, 1999).

2.2.7. Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN BREVEMENTE LOS CONSTITUYENTES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES, LOS CONTAMINANTES IMPORTANTES DE CARA AL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS, LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS, Y LAS UNIDADES QUE SE EMPLEAN PARA CARACTERIZAR LA PRESENCIA DE CADA UNO DE LOS CONTAMINANTES EN EL AGUA RESIDUAL (MANZANO *ET AL.*, 1999).

2.2.7.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS MÁS IMPORTANTES DEL AGUA RESIDUAL SON EL CONTENIDO DE SÓLIDOS, TÉRMINO QUE ENGLOBA LA MATERIA EN SUSPENSIÓN, LA MATERIA SEDIMENTABLE, LA MATERIA COLOIDAL Y LA MATERIA DISUELTA. OTRAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS IMPORTANTES SON EL OLOR, TEMPERATURA, LA DENSIDAD, EL COLOR Y LA TURBIEDAD

2.2.7.1.1. SÓLIDOS TOTALES

ANALÍTICAMENTE, SE DEFINE EL CONTENIDO DE SÓLIDOS TOTALES COMO LA MATERIA QUE SE OBTIENE COMO RESIDUO DESPUÉS DE SOMETER AL AGUA A UN PROCESO DE EVAPORACIÓN ENTRE 103 Y 105 °C. NO SE DEFINE COMO SÓLIDA AQUELLA MATERIA QUE SE PIERDE DURANTE LA EVAPORACIÓN DEBIDO A SU ALTA PRESIÓN DE VAPOR. LOS

SÓLIDOS SEDIMENTABLES SE DEFINEN COMO AQUELLOS QUE SE SEDIMENTAN EN EL FONDO DE UN RECIPIENTE DE FORMA CÓNICA (CONO DE IMHOFF) EN EL TRANSCURSO DE UN PERIODO DE 60MINUTOS, LOS SÓLIDOS SEDIMENTABLES EXPRESADOS EN UNIDADES DE ML/L, CONSTITUYEN UNA MEDIDA APROXIMADA DE LA CANTIDAD DE FANGO QUE SE OBTENDRÁ EN LA DECANTACIÓN PRIMARIA DEL AGUA RESIDUAL (CRITES Y TCHOBANOGLIOUS, 2000).

2.2.7.1.2. TEMPERATURA

LA TEMPERATURA DEL AGUA ES UN PARÁMETRO MUY IMPORTANTE DADA SU INFLUENCIA, TANTO SOBRE EL DESARROLLO DE LA VIDA ACUÁTICA COMO SOBRE LAS REACCIONES QUÍMICAS Y VELOCIDADES DE REACCIÓN, ASÍ COMO SOBRE LA APTITUD DEL AGUA PARA CIERTOS USOS ÚTILES. POR EJEMPLO, EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA DEL AGUA PUEDE PROVOCAR CAMBIOS EN LAS ESPECIES PISCÍCOLAS. TAMBIÉN ES IMPORTANTE PARA INDUSTRIAS QUE EMPLEAN EL AGUA PARA REFRIGERACIÓN, DONDE ES FUNDAMENTAL LA CAPTACIÓN DEL AGUA (CRITES Y TCHOBANOGLIOUS, 2000).

POR OTRO LADO, EL OXÍGENO ES MENOS SOLUBLE EN AGUA CALIENTE QUE EN EL AGUA FRÍA. LA TEMPERATURA ÓPTIMA PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD BACTERIANA SE SITÚA ENTRE LOS 25 Y LOS 35°C. LOS PROCESOS DE DIGESTIÓN AEROBIA Y DE NITRIFICACIÓN SE DETIENEN CUANDO EL AGUA ALCANZA LOS 50°C. A TEMPERATURAS DE ALREDEDOR DE 15°C, LAS BACTERIAS PRODUCTORAS DE METANO CESAN SU ACTIVIDAD, MIENTRAS QUE LAS BACTERIAS NITRIFICANTES AUTÓTROFAS DEJAN DE ACTUAR CUANDO LA TEMPERATURA ALCANZA VALORES CERCANOS A LOS 5°C (CRITES Y TCHOBANOGLIOUS, 2000).

2.2.7.1.3. TURBIEDAD

LA TURBIEDAD, COMO MEDIDA DE LAS PROPIEDADES DE TRANSMISIÓN DE LA LUZ DE UN AGUA, ES OTRO PARÁMETRO QUE SE EMPLEA PARA INDICAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS VERTIDAS O DE LAS AGUAS NATURALES EN RELACIÓN CON LA MATERIA COLOIDAL Y RESIDUAL EN SUSPENSIÓN. LA MEDICIÓN DE LA TURBIEDAD SE LLEVA A CABO MEDIANTE

LA COMPARACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD DE LA LUZ DISPERSADA EN LA MUESTRA Y LA INTENSIDAD REGISTRADA EN UNA SUSPENSIÓN DE REFERENCIA EN LAS MISMAS CONDICIONES (STANDARD METHODS, 1989).

2.2.7.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

2.2.7.2.1. MEDIDA DEL CONTENIDO ORGÁNICO

A LO LARGO DE LOS AÑOS, SE HAN IDO DESARROLLANDO DIFERENTES ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO DE LAS AGUAS RESIDUALES. EN GENERAL, LOS DIFERENTES MÉTODOS PUEDEN CLASIFICARSE EN DOS GRUPOS, LOS EMPLEADOS PARA DETERMINAR ALTAS CONCENTRACIONES DE CONTENIDO ORGÁNICO Y LOS EMPLEADOS PARA DETERMINAR LAS CONCENTRACIONES A NIVEL TRAZA.

EL PRIMER GRUPO INCLUYE LOS SIGUIENTES ENSAYOS DE LABORATORIO: DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO), DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO), Y CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT). EN EL PASADO, SE EMPLEABAN OTROS ENSAYOS, ENTRE LOS QUE DESTACABAN NITRÓGENO TOTAL Y ALBUMINOIDE, NITRÓGENO ORGÁNICO Y AMONIACAL, Y OXÍGENO CONSUMIDO. ESTAS DETERMINACIONES AUN FIGURAN EN LOS ANÁLISIS COMPLETOS DE AGUAS RESIDUALES, EXCEPCIÓN HECHA DE LAS DETERMINACIONES RELATIVAS AL NITRÓGENO ALBUMINOIDE Y AL OXÍGENO CONSUMIDO (COHN *ET AL.*, 2002).

SIN EMBARGO, SU IMPORTANCIA YA NO ES LA MISMA. MIENTRAS QUE ANTES SE EMPLEABAN CASI EXCLUSIVAMENTE COMO INDICADORES DE LA MATERIA ORGÁNICA, ACTUALMENTE SE EMPLEAN PARA DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO PARA MANTENER LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA EN LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y PARA EVITAR INDESEABLES PROLIFERACIONES DE ALGAS EN LAS AGUAS RECEPTORAS (STANDARD METHODS, 1989).

2.2.7.2.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

LA DBO ES EL MÉTODO USADO CON MAYOR FRECUENCIA EN EL CAMPO DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES. SI EXISTE SUFICIENTE OXÍGENO DISPONIBLE, LA DESCOMPOSICIÓN BIOLÓGICA AEROBIA DE UN DESECHO ORGÁNICO CONTINUARÁ HASTA QUE EL DESECHO SE HAYA CONSUMIDO. EL PERÍODO DE INCUBACIÓN ESTÁNDAR ES DE 5 DÍAS A 20°C, PERO SE PUEDEN USAR TIEMPOS MAYORES Y OTRAS TEMPERATURAS, LA OXIDACIÓN BIOQUÍMICA ES UN PROCESO LENTO, CUYA DURACIÓN ES, EN TEORÍA, INFINITA. EN UN PERÍODO DE 20 DÍAS SE COMPLETA LA OXIDACIÓN DEL 95 A 99% DE LA MATERIA CARBONOSA, Y EN LOS 5 DÍAS QUE DURA EL ENSAYO DE LA DBO SE LLAGA A OXIDAR ENTRE EL 60 Y 70%. SE ASUME LA TEMPERATURA DE 20°C COMO UN VALOR MEDIO REPRESENTATIVO DE TEMPERATURA QUE SE DA EN LOS CURSOS DE AGUA QUE CIRCULAN A BAJA VELOCIDAD EN CLIMAS SUAVES, Y ES FÁCILMENTE DUPLICADA EN UN INCUBADOR (COHN *ET AL.*, 2002).

2.2.7.2.3. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

EL ENSAYO DE LA DQO SE EMPLEA PARA MEDIR EL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA TANTO DE LAS AGUAS NATURALES COMO DE LAS RESIDUALES. EN EL ENSAYO, SE EMPLEA UN AGENTE QUÍMICO FUERTEMENTE OXIDANTE EN MEDIO ÁCIDO PARA LA DETERMINACIÓN DEL EQUIVALENTE DE OXÍGENO DE LA MATERIA ORGÁNICA QUE PUEDE OXIDARSE. EL DICROMATO DE POTASIO PROPORCIONA EXCELENTES RESULTADOS EN ESTE SENTIDO. EL ENSAYO DEBE HACERSE A ALTAS TEMPERATURAS. PARA FACILITAR LA OXIDACIÓN DE DETERMINADOS TIPOS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS ES PRECISO EMPLEAR UN CATALIZADOR (SULFATO DE PLATA). EL ENSAYO DE LA DQO TAMBIÉN SE EMPLEA PARA LA MEDICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y MUNICIPALES QUE CONTENGAN COMPUESTOS TÓXICOS PARA LA VIDA BIOLÓGICA. EN MUCHOS TIPOS DE AGUAS RESIDUALES ES POSIBLE ESTABLECER UNA RELACIÓN ENTRE DBO Y DQO. ELLO PUDE SER DE GRAN UTILIDAD PUESTO QUE LA PRIMERA NECESITA 5 DÍAS PARA SER DETERMINADO FRENTE A LAS TRES HORAS QUE NECESITA LA DQO PARA SER DETERMINADA. UNA VEZ ESTABLECIDA LA CORRELACIÓN ENTRE AMBOS PARÁMETROS, PUEDEN EMPLEARSE LAS MEDIDAS DE LA DQO PARA EL FUNCIONAMIENTO Y CONTROL DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO (COHN *ET AL.*, 2002).

2.2.7.2.4. MATERIA ORGÁNICA

SON VARIOS LOS COMPONENTES INORGÁNICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES Y NATURALES QUE TIENEN IMPORTANCIA PARA LA DETERMINACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA. LAS CONCENTRACIONES DE LAS SUSTANCIAS INORGÁNICAS EN EL AGUA AUMENTAN TANTO POR EL CONTACTO DEL AGUA CON LAS DIFERENTES FORMACIONES GEOLÓGICAS, COMO POR LAS AGUAS RESIDUALES, TRATADAS O SIN TRATAR, QUE A ELLA SE DESCARGAN (CRITES Y TCHOBANOGLIOUS, 2000).

2.2.7.2.5. METALES PESADOS

COMO CONSTITUYENTES IMPORTANTES DE MUCHAS AGUAS, TAMBIÉN SE ENCUENTRAN CANTIDADES, A NIVEL TRAZA, DE MUCHOS METALES. ENTRE ELLOS PODEMOS DESTACAR EL NÍQUEL (Ni), EL MANGANESO (Mn), EL PLOMO (Pb), EL CROMO (Cr), EL CADMIO (Cd), EL ZINC (Zn), EL COBRE (Cu), EL HIERRO (Fe), Y EL MERCURIO (Hg). MUCHOS DE ESTOS METALES ESTÁN CATALOGADOS COMO CONTAMINANTES PRIORITARIOS.

ALGUNOS DE ELLOS SON IMPRESCINDIBLES PARA EL DESARROLLO DE LA VIDA BIOLÓGICA, Y LA AUSENCIA DE CANTIDADES SUFICIENTES DE ELLOS PODRÍA LIMITAR EL CRECIMIENTO DE LAS ALGAS, DEBIDO A SU TOXICIDAD, LA PRESENCIA DE CUALQUIERA DE ELLOS EN CANTIDADES EXCESIVAS INTERFERIRÍA CON GRAN NÚMERO DE LOS USOS DE AGUA. ES POR ELLO QUE A MENUDO, RESULTA CONVENIENTE MEDIR Y CONTROLAR LAS CONCENTRACIONES DE DICHAS SUSTANCIAS. ADEMÁS, LAS CANTIDADES DE MUCHOS DE ESTOS METALES PUEDEN DETERMINARSE, A CONCENTRACIONES MUY BAJAS, EMPLEANDO MÉTODOS INSTRUMENTALES ENTRE LOS QUE CABE DESTACAR LA POLAROGRAFÍA Y ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA (CRITES Y TCHOBANOGLIOUS, 2000).

2.2.7.2.6. PESTICIDAS Y PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA

LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS QUE SE HALLAN A NIVEL DE TRAZA, TALES COMO PESTICIDAS, HERBICIDAS Y OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA, SON TÓXICOS PARA LA MAYOR PARTE DE LAS FORMAS DE VIDA Y, POR LO TANTO, PUEDEN CONSTITUIR

PELIGROSOS CONTAMINANTES DE LAS AGUAS SUPERFICIALES. ESTOS PRODUCTOS NO SON CONSTITUYENTES COMUNES DE AGUAS RESIDUALES, SINO QUE SUELEN INCORPORARSE A LAS MISMAS, FUNDAMENTALMENTE, COMO CONSECUENCIA DE LA ESCORRENTÍA DE PARQUES, CAMPOS AGRÍCOLAS Y TIERRAS ABANDONADAS. LAS CONCENTRACIONES DE ESTOS PRODUCTOS QUÍMICOS PUEDEN DAR COMO RESULTADO LA MUERTE DE PECES, CONTAMINACIÓN DE LA CARNE DEL PESCADO Y EL EMPEORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA. MUCHOS DE ESTOS COMPUESTOS QUÍMICOS ESTÁN CATALOGADOS COMO CONTAMINANTES PRIORITARIOS (COHN *ET AL.*, 2002).

2.2.7.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

2.2.7.3.1. MICROORGANISMOS

LOS PRINCIPALES GRUPOS DE ORGANISMOS PRESENTES TANTO EN AGUAS RESIDUALES COMO SUPERFICIALES SE CLASIFICAN EN ORGANISMOS EUCARIOTAS, EUBACTERIAS Y ARQUEOBACTERIAS, LA MAYORÍA DE LOS ORGANISMOS PERTENECEN AL GRUPO DE LAS EUBACTERIAS. LA CATEGORÍA PROTISTA, DENTRO DE LOS ORGANISMOS EUCARIOTAS, INCLUYE LAS ALGAS, LOS HONGOS Y LOS PROTOZOOS. LAS PLANTAS TALES COMO LOS HELECHOS, LOS MUSGOS, LAS PLANTAS HEPÁTICAS Y LAS PLANTAS DE SEMILLA ESTÁN CLASIFICADAS COMO EUCARIOTAS MULTICELULARES. LOS VERTEBRADOS Y LOS INVERTEBRADOS ESTÁN CLASIFICADOS COMO ANIMALES EUCARIOTAS MULTICELULARES (COHN *ET AL.*, 2002).

2.2.7.3.2. ORGANISMOS PATÓGENOS

LOS ORGANISMOS PATÓGENOS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS AGUAS RESIDUALES PUEDEN PROCEDER DE DESECHOS HUMANOS QUE ESTÁN INFECTADOS O QUE SEAN PORTADORES DE UNA DETERMINADA ENFERMEDAD. LAS PRINCIPALES CLASES DE ORGANISMOS PATÓGENOS PRESENTES EN LAS AGUAS RESIDUALES SON LAS BACTERIAS, LOS VIRUS, LOS PROTOZOOS Y EL GRUPO DE LOS HELMINTOS. LOS ORGANISMOS BACTERIANOS PATÓGENOS QUE PUEDEN SER EXCRETADOS POR EL HOMBRE CAUSAN ENFERMEDADES DEL APARATO INTESTINAL COMO LA FIEBRE TIFOIDEA Y LA PARATIFOIDEA, LA DISENTERÍA, DIARREAS Y CÓLERA.

DEBIDO A LA ALTA CAPACIDAD DE INFECCIÓN DE ESTOS ORGANISMOS, CADA AÑO SON RESPONSABLES DE UN GRAN NÚMERO DE MUERTES EN PAÍSES CON ESCASOS RECURSOS SANITARIOS, ESPECIALMENTE EN ZONAS TROPICALES (MANZANO *ET AL.*, 1999).

2.2.7.3.3. USO DE ORGANISMOS INDICADORES

LOS ORGANISMOS PATÓGENOS SE PRESENTAN EN LAS AGUAS RESIDUALES Y CONTAMINADAS EN CANTIDADES MUY PEQUEÑAS Y, ADEMÁS, RESULTAN DIFÍCILES DE AISLAR Y DE IDENTIFICAR. POR ELLO SE EMPLEA EL ORGANISMO CONIFORME COMO ORGANISMO INDICADOR, PUESTO QUE SU PRESENCIA ES MÁS NUMEROSA Y FÁCIL DE COMPROBAR. APARTE DE OTRAS BACTERIAS, CADA SER HUMANO EVACUA DE 100000 A 400000 MILLONES DE ORGANISMOS CONIFORMES CADA DÍA (CRAUN, *ET AL.*, 1997).

LAS BACTERIAS CONIFORMES INCLUYEN LOS GÉNEROS *ESCHERICHIA* Y *AEROBACTER*. EL USO DE LOS CONIFORMES COMO ORGANISMOS INDICADORES ES PROBLEMÁTICO DEBIDO A QUE LA *AEROBACTER* Y CIERTAS CLASES DE *ESCHERICHIA* PUEDEN CRECER EN EL SUELO. POR LO TANTO, LA PRESENCIA DE CONIFORMES NO SIEMPRE ES SINÓNIMA DE CONTAMINACIÓN CON RESIDUOS HUMANOS. NO OBSTANTE, AUNQUE PARECE SER QUE LAS *ESCHERICHIA COLI* SI SON DE ORIGEN EXCLUSIVAMENTE FECAL, LA DIFICULTAD DE DETERMINAR LE *E. COLI* SIN INCLUIR LOS CONIFORMES DEL SUELO HACE QUE SE USE TODO EL GRUPO DE LOS CONIFORMES COMO INDICADOR DE LA CONTAMINACIÓN FECAL (CRAUN, *ET AL.*, 1997).

2.2.8. LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

SEGÚN CARRERA Y FIERRO (2001), LOS MACROINVERTEBRADOS SON EXCELENTES INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA. LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS SON BICHOS QUE SE PUEDEN VER A SIMPLE VISTA. SE LLAMAN MACRO PORQUE SON GRANDES (MIDEN ENTRE 2 MILÍMETROS Y 30 CENTÍMETROS), INVERTEBRADOS PORQUE NO TIENEN HUESOS, Y ACUÁTICOS PORQUE VIVEN EN LOS LUGARES CON AGUA DULCE: ESTEROS, RÍOS, LAGOS Y LAGUNAS.

ESTOS ANIMALES PROPORCIONAN EXCELENTES SEÑALES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA, Y, AL USARLOS EN EL MONITOREO, PUEDE ENTENDER CLARAMENTE EL ESTADO EN QUE ÉSTA SE ENCUENTRA: ALGUNOS DE ELLOS REQUIEREN AGUA DE BUENA CALIDAD PARA SOBREVIVIR; OTROS, EN CAMBIO, RESISTEN, CRECEN Y ABUNDAN CUANDO HAY CONTAMINACIÓN. POR EJEMPLO, LAS MOSCAS DE PIEDRA SÓLO VIVEN EN AGUA MUY LIMPIA Y DESAPARECEN CUANDO EL AGUA ESTÁ CONTAMINADA. NO SUCEDE ASÍ CON ALGUNAS LARVAS O GUSANOS DE OTRAS MOSCAS QUE RESISTEN LA CONTAMINACIÓN Y ABUNDAN EN AGUA SUCIA.

ESTOS BICHOS, AL CRECER, SE TRANSFORMAN EN MOSCAS QUE PROVOCAN ENFERMEDADES COMO LA MALARIA, EL PALUDISMO O EL MAL DE CHAGAS. LOS MACROINVERTEBRADOS INCLUYEN LARVAS DE INSECTOS COMO MOSQUITOS, CABALLITOS DEL DIABLO, LIBÉLULAS O HELICÓPTEROS, CHINCHES O CHICAPOSOS, PERROS DE AGUA O MOSCAS DE ALISO. INICIAN SU VIDA EN EL AGUA Y LUEGO SE CONVIERTEN EN INSECTOS DE VIDA TERRESTRE. ADEMÁS DE LOS INSECTOS, OTROS MACROINVERTEBRADOS SON: CARACOLES, CONCHAS, CANGREJOS AZULES, CAMARONES DE RÍO O MINCHILLAS, PLANARIAS, LOMBRICES DE AGUA, ÁCAROS DE AGUA Y SANGUIJUELAS O CHUPA-SANGRES.

LOS MACROINVERTEBRADOS PUEDEN VIVIR:

- EN HOJAS FLOTANTES Y EN SUS RESTOS,
- EN TRONCOS CAÍDOS Y EN DESCOMPOSICIÓN,
- EN EL LODO O EN LA ARENA DEL FONDO DEL RÍO,
- SOBRE O DEBAJO DE LAS PIEDRAS,
- DONDE EL AGUA ES MÁS CORRENTOSA Y
- EN LAGUNAS, LAGOS, AGUAS ESTANCADAS, POZAS Y CHARCOS.

LOS MACROINVERTEBRADOS SE MULTIPLICAN EN GRANDES CANTIDADES, SE PUEDEN ENCONTRAR MILES EN UN METRO CUADRADO. SON PARTE IMPORTANTE EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS PECES. LOS MACROINVERTEBRADOS PUEDEN ALIMENTARSE DE: PLANTAS ACUÁTICAS, RESTOS DE OTRAS PLANTAS Y ALGAS, OTROS INVERTEBRADOS Y PECES, PEQUEÑOS RESTOS DE COMIDA EN DESCOMPOSICIÓN Y ELEMENTOS NUTRITIVOS

DEL SUELO, ANIMALES EN DESCOMPOSICIÓN, ELEMENTOS NUTRITIVOS DEL AGUA Y SANGRE DE OTROS ANIMALES (CARRERA Y FIERRO, 2001).

2.2.9. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE AGUAS LIMPIAS

EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS, TANTO DE AGUAS RÁPIDAS COMO LENTAS, VIVEN UNA GRAN VARIEDAD DE MACROINVERTEBRADOS CUYA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEPENDE DE LAS VARIACIONES DEL MEDIO DONDE SE ENCUENTREN. ESTOS MACROINVERTEBRADOS PUEDEN VIVIR SOBRE EL FONDO DE RÍOS Y LAGOS, O TAMBIÉN ENTERRADOS EN EL FANGO Y LA ARENA; SOBRE TRONCOS, VEGETACIÓN SUMERGIDA Y ROCAS; O NADANDO ACTIVAMENTE DENTRO DEL AGUA O SOBRE LA SUPERFICIE DE LA MISMA. LOS QUE VIVEN EN EL FONDO O ENTERRADOS EN ÉL RECIBEN EL NOMBRE DE “BENTOS”; LOS QUE NADAN ACTIVAMENTE DENTRO DEL AGUA SE DENOMINAN “NECTON” Y LOS QUE NADAN SOBRE LA SUPERFICIE DEL AGUA SE DENOMINAN “NEUSTON”. (TERNEUS *ET AL.*, 2003). CON ESTUDIOS REALIZADOS EN ALGUNAS PARTES DEL MUNDO SE HAN IDENTIFICADO TRES GRUPOS PRINCIPALES: LOS EFEMERÓPTEROS, TRICÓPTEROS Y PLECÓPTEROS COMO LOS ORGANISMOS ACUÁTICOS (INSECTOS) MÁS SENSIBLES A LA CONTAMINACIÓN SEGÚN LOS VALORES DE SENSIBILIDAD.

A CONTINUACIÓN DESCRIBAMOS ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES QUE NOS PUEDEN AYUDAR A IDENTIFICAR A LOS BICHOS MÁS REPRESENTATIVOS DE CADA UNO DE LOS GRUPOS MENCIONADOS.

2.2.9.1. ORDEN EPHEMERÓPTERA

LOS EFEMERÓPTEROS RECIBEN ESTE NOMBRE DEBIDO A SU VIDA CORTA O “EFÍMERA” QUE LLEVAN COMO ADULTOS. ALGUNOS DE ESTOS PUEDEN VIVIR APENAS CINCO MINUTOS, PERO LA MAYORÍA VIVEN ENTRE TRES Y CUATRO DÍAS, TIEMPO EN EL CUAL ALCANZAN LA MADUREZ SEXUAL Y SE REPRODUCEN. LOS EFEMERÓPTEROS VIVEN POR LO REGULAR EN

AGUAS CORRIENTES, LIMPIAS Y BIEN OXIGENADAS. PONEN SUS HUEVOS GENERALMENTE SOBRE LA SUPERFICIE DEL AGUA Y ESTOS ESTÁN RECUBIERTOS POR UNA SUSTANCIA GELATINOSA QUE LOS PROTEGE DE LAS INCLEMENCIAS DEL TIEMPO.

UNA VEZ NACIDAS LAS LARVAS ESTAS SE FIJAN AL SUSTRATO POR MEDIO DE TRES CERDAS LOCALIZADAS EN LA PARTE TRASERA DEL ANIMAL. ÉSTOS BICHOS RESPIRAN A TRAVÉS DE UNAS AGALLAS LATERALES, LAS CUALES VARÍAN EN FORMA Y NÚMERO SEGÚN LA ESPECIE. PARA DIFERENCIAR A LAS ESPECIES QUE CONFORMAN ESTE GRUPO HAY QUE REFERIRSE A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA BOCA, Y EN EL NÚMERO, LA DISPOSICIÓN Y LA FORMA DE LAS AGALLAS, ENTRE OTRAS COSAS (TERNEUS *ET AL.*, 2003).

2.2.9.2. ORDEN PLECÓPTERA

EL GRUPO DE LOS PLECÓPTEROS ES EL MÁS EXIGENTE DE TODOS LOS GRUPOS POR VIVIR EN AGUAS LIMPIAS Y BIEN OXIGENADAS. EL GÉNERO MÁS EXTENDIDO A NIVEL MUNDIAL ES *ANACRONEURIA* SP. Y POSIBLEMENTE SEA EL MÁS COMÚN EN AMÉRICA DEL SUR. LAS LARVAS DE LOS PLECÓPTEROS SE CARACTERIZAN POR TENER ÚNICAMENTE DOS CERDAS EN LA PARTE TRASERA DEL ANIMAL, LO QUE LES DIFERENCIA DE LOS EFEMERÓPTEROS. ADEMÁS, POSEE UN PAR DE ANTENAS LARGAS EN LA CABEZA Y ALGUNAS AGALLAS LATERALES Y VENTRALES O ANALES DE ACUERDO A LA ESPECIE. LA RESPIRACIÓN LA REALIZAN POR MEDIO DE AGALLAS Y A TRAVÉS DE SU PIEL Y LOS HUEVOS LOS DEPOSITAN SOBRE EL AGUA DURANTE SU VUELO Y RECUBIERTOS DE UNA CAPA PROTECTORA. PARA DIFERENCIAR A LAS ESPECIES QUE CONFORMAN ESTE GRUPO HAY QUE TOMAR EN CUENTA LA DISTRIBUCIÓN Y FORMA DE LAS AGALLAS, LA PRESENCIA DE ALMOHADILLAS ALARES Y LA POSICIÓN DE LOS OJOS COMPUESTOS.

2.2.9.3. ORDEN TRICHÓPTERA

LOS TRICÓPTEROS SON INSECTOS ACUÁTICOS QUE SE CARACTERIZAN POR HACER CASAS O REFUGIOS, QUE CONSTRUYEN DURANTE SU ESTADO LARVAL COMO MECANISMO DE PROTECCIÓN Y QUE SIRVEN AL FINAL COMO UN CRITERIO DE CLASIFICACIÓN. LAS LARVAS DE LOS TRICÓPTEROS PUEDEN VIVIR TANTO EN AGUAS RÁPIDAS COMO LENTAS, PERO EN LOS RÍOS RÁPIDOS DE ALTURA Y CON AGUAS LIMPIAS SE PRESENTA SU MAYOR

DIVERSIDAD. LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES DE TRICÓPTEROS REQUIEREN DE UNO A DOS AÑOS PARA SU DESARROLLO A TRAVÉS DE LOS CUALES PASAN POR CINCO O SIETE ESTADIOS, LO QUE DIFICULTA MUCHAS VECES SU IDENTIFICACIÓN.

LA MAYORÍA DE LOS TRICÓPTEROS VIVEN EN AGUAS CORRIENTES, LIMPIAS Y OXIGENADAS, DEBAJO DE TRONCOS, PIEDRAS Y MATERIAL VEGETAL. ALGUNAS ESPECIES VIVEN EN AGUAS QUIETAS Y REMANSOS DE RÍOS Y QUEBRADAS. EN GENERAL SON BUENOS INDICADORES DE AGUAS PURAS Y LIMPIAS. PARA IDENTIFICARLOS SE TOMA EN CUENTA LA PRESENCIA O NO DE PLACAS EN LOS SEGMENTOS TORÁCICOS, LA PRESENCIA O AUSENCIA DE AGALLAS BRANQUIALES EN EL ABDOMEN Y SOBRE TODO, LA FORMA Y EL MATERIAL DE LAS CASAS O REFUGIOS QUE UTILIZAN (TERNEUS *ET AL.*, 2003).

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

LA BASE DE ESTA INVESTIGACIÓN SE FUNDAMENTARA EN: LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA MEDIO AMBIENTAL, LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL, EL CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN.

EN LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008) BAJO EL TÍTULO III, QUE HABLA DEL “RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR”, CAPÍTULO SEGUNDO, SOBRE LA “BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES”, EN LA SECCIÓN SEXTA “AGUA”, EN LOS ARTÍCULOS 411 Y 412, TANTO EL ESTADO COMO LA AUTORIDAD A CARGO DE LA GESTIÓN DEL AGUA GARANTIZAN LA CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DEL HÍDRICO. ADEMÁS ESTÁN EN LA OBLIGACIÓN DE REGULAR LAS ACTIVIDADES QUE PUEDAN AFECTAR LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA Y EL EQUILIBRIO DE LOS ECOSISTEMAS, EN ESPECIAL EN LAS FUENTES Y ZONAS DE RECARGA DE AGUA.

EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA MEDIO AMBIENTAL (TULSMA). ANEXO I DEL LIBRO IV, ESTABLECE LOS LÍMITES PERMISIBLES DEL AGUA RESIDUAL ANTES

DE SER VERTIDOS A UN CAUCE NATURAL, ADEMÁS RECOMIENDA QUE LAS AGUAS RESIDUALES DEBEN SER ANALIZADAS MEDIANTE UN LABORATORIO PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE AFECTACIÓN Y DAR SU DEBIDO TRATAMIENTO A LAS AGUA PARA QUE NO ALTERE EL ECOSISTEMA Y GARANTICE UN EQUILIBRIO DE VIDA.

LA LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL (2004-019) EN EL CAPÍTULO II “DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL”, EN EL ART 9 ESTABLECE QUE LE CORRESPONDE AL MINISTERIO DEL RAMO A COORDINAR CON LOS ORGANISMOS COMPETENTES SISTEMAS DE CONTROL PARA LA VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL REFERENTES AL AIRE, AGUA, SUELO, RUIDO, DESECHOS Y AGENTES CONTAMINANTES. MIENTRAS QUE EN EL ART. 23 ESTABLECE REALIZAR UNA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL MEDIANTE UNA ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS CAUSADOS POR LA POBLACIÓN HUMANA, LA BIODIVERSIDAD, EL AGUA, EL PAISAJE Y LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS PRESENTES EN EL ÁREA PREVISIBLEMENTE AFECTADA.

EL CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD - 2010), EN EL ART. 54 LITERAL “K” INDICA QUE SE DEBERÁ REGULAR, PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN EL TERRITORIO CANTONAL DE MANERA ARTICULADA CON LAS POLÍTICAS AMBIENTALES NACIONALES; MIENTRAS QUE EN EL LITERAL “L” DEL MISMO ARTÍCULO MANIFIESTA QUE SE DEBE PRESTAR SERVICIOS QUE SATISFAGAN NECESIDADES COLECTIVAS RESPECTO DE LOS QUE NO EXISTA UNA EXPLÍCITA RESERVA LEGAL A FAVOR DE OTROS NIVELES DE GOBIERNO, ASÍ COMO LA ELABORACIÓN, MANEJO Y EXPENDIO DE VÍVERES; SERVICIOS DE FAENAMIENTO, PLAZAS DE MERCADO Y CEMENTERIOS.

EN EL ART. 55 DE LAS COMPETENCIA DEL GOBIERNO, LITERAL “D” INDICA QUE SE DEBERÁ PRESTAR LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO, DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, ACTIVIDADES DE SANEAMIENTO AMBIENTAL Y AQUELLOS QUE ESTABLEZCA LA LEY.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. MÉTODOS

PARA ESTÁ INVESTIGACIÓN SE UTILIZÓ LOS SIGUIENTES MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN:

3.1.1.1. MÉTODO EXPLORATORIO

ESTA PERMITIÓ LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN POR LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES, ASÍ COMO LA FAMILIARIZACIÓN CON LOS GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS QUE SE ENCONTRABAN PRESENTES Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA. SUS ALCANCES SERÁN PRÁCTICOS EN LA MEDIDA QUE SEAN APLICADOS PARA MONITOREAR LA CALIDAD DEL AGUA.

3.1.1.2. MÉTODO DE OBSERVACIÓN

SE PROGRAMARON Y REALIZARON SALIDAS DE CAMPO CON EL OBJETIVO DE OBSERVAR LAS CONDICIONES Y ACTIVIDADES QUE SE LLEVAN A CABO EN EL TRAMO DE ESTUDIO.

LUEGO DEL RECORRIDO SE DEFINIERON TRES ESTACIONES DE MUESTREO, UNA AL INICIO DEL RECORRIDO ES DECIR DONDE COMIENZA LA ZONA AFECTADA, LA SEGUNDA EN LA PARTE MEDIA Y LA TERCERA EN LA PARTE FINAL DEL TRAMO AL CRUZAR EL PUENTE QUE ATRAVIESA EL CANTÓN.

3.1.1.3. METODOLOGÍA PARA TOMA DE MUESTRAS

SE CONSIDERÓ LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR ROLDÁN (1992) PARA ECOSISTEMAS LÓTICOS. EN CADA UNO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO, USANDO LA RED SURBER, SE TOMARON SEIS MUESTRAS EN LA ZONA DE ESTUDIO PARA LO CUAL SE UTILIZÓ LA RED SURBER, EL MARCO SE COLOCÓ SOBRE EL SUSTRATO Y SEGUIDAMENTE CON LAS MANOS SE REMOVIÓ EL MATERIAL DENTRO DEL ÁREA ENMARCADA POR UN LAPSO DE TIEMPO (5 A 10 MINUTOS) LAS ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS QUEDARON ATRAPADAS EN LA RED COLOCADA CONTRACORRIENTE, SE UTILIZÓ PINZAS Y PINCELES PARA DESPRENDER LOS ESPECÍMENES QUE QUEDAN ATRAPADOS EN LA RED.

3.1.1.4. METODOLOGÍA DE LABORATORIO

UNA VEZ TOMADAS LAS MUESTRAS SE LIMPIÓ Y SEPARO EL MATERIAL, SE COLOCARON LOS ESPECÍMENES EN PEQUEÑOS FRASCOS PLÁSTICOS PARA SER CONSERVADOS EN FORMA INDIVIDUAL EN ALCOHOL AL 75%, CADA FRASCO DEBIDAMENTE ETIQUETADO CON LA FORMACIÓN DEL LUGAR DE RECOLECCIÓN, FECHA, RECOLECTOR Y NÚMERO DE LA MUESTRA.

POSTERIORMENTE SE UTILIZÓ UN ESTEREOMICROSCOPIO PARA TOMAR FOTOS A LA MICROFAUNA DE CADA ESPÉCIMEN Y SE PROCEDIÓ A CLASIFICARLOS USANDO PARA ELLO UN MANUAL.

A TRAVÉS DE ESTE PROCESO SE OBTUVO LA INFORMACIÓN DIRECTAMENTE EN EL ÁREA OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN DETERMINANDO LAS CARACTERÍSTICAS QUE PERMITIERON DESARROLLAR LA PROPUESTA ALTERNATIVA.

3.1.1.5. MÉTODO INDUCTIVO

ESTE MÉTODO PERMITIÓ OBSERVAR FENÓMENOS PARTICULARES LLEGANDO A CONCLUSIONES Y PREMISAS GENERALES, PARA DEFINIR LOS PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN Y PODER DETERMINAR ALTERNATIVAS.

3.1.1.6. MÉTODO DEDUCTIVO

POR MEDIO DE ESTE MÉTODO SE OBSERVÓ LOS CASOS GENERALES QUE OCURREN EN LA ZONA DE ESTUDIO CON EL PROPÓSITO DE DEFINIR PARTICULARIDADES DE LA INVESTIGACIÓN, PARA FORTALECER LA PROPUESTA ALTERNATIVA.

3.1.1.7. MÉTODO DE ANÁLISIS

ES EL QUE PERMITIÓ IDENTIFICAR CADA UNA DE LAS PARTES QUE CARACTERIZAN AL FENÓMENO A INVESTIGAR, ESTABLECIENDO LA RELACIÓN CAUSA-EFECTO ENTRE SUS ELEMENTOS.

3.1.1.8. MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

SE REALIZARON POLÍGONOS DE FRECUENCIA E HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y RIQUEZA DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS, SE DETERMINARON TAMBIÉN MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL (MEDIA Y MEDIANA) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

3.1.1.9. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

SE CARACTERIZA POR LA TOMA DE INFORMACIÓN ESCRITA, GRÁFICA Y AUDIO VISUAL QUE SE ENCUENTRAN EN DIFERENTES ARCHIVOS O CENTROS DE INFORMACIÓN, QUE CONSTAN EN LIBROS, REVISTAS, FOLLETOS, INTERNET ETC.

3.1.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.2.1. POBLACIÓN

LA POBLACIÓN ESTUVO CONSTITUIDA POR UN TRAMO DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA PROVINCIA DE MANABÍ, ES DECIR, SE CONSIDERÓ LA ZONA MAYORMENTE POBLADA PARA ESTE ESTUDIO DONDE EXISTEN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN MAYOR ESCALA.

3.1.2.2. MUESTRA

NO SE APLICÓ UNA FORMULA DEFINIDA PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE MUESTRA EN RELACIÓN AL NÚMERO DE SECTORES, PUESTO QUE ESTO SE DEFINIÓ MÁS BIEN POR LOS AMBIENTES DE INTERÉS EN FUNCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN RUTINARIA QUE SE SUCEDE EN LOS MÁRGENES DEL RIO EN EL TRAMO DE ESTUDIO, ES DECIR LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN LAS INMEDIACIONES DEL POBLADO YA QUE ES ALLÍ DONDE EXISTE MAYOR CANTIDAD DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES. SE CONSIDERARON SEIS ESTACIONES DE MUESTREO, A LO LARGO DE 500 M APROXIMADAMENTE

3.1.3. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.1.3.1. REGISTRO DE OBSERVACIÓN

SE REALIZÓ UN RECORRIDO POR EL TRAMO DEL RÍO OBJETO DEL ESTUDIO (500 M APROXIMADAMENTE), EN DONDE SE UBICARON LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

3.1.3.2. CUADERNO DE NOTAS O DIARIO DE CAMPO Y LABORATORIO

EN EL QUE SE REGISTRARÁN TODAS LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZARÁN TANTO EN CAMPO COMO EN LABORATORIO.

3.1.3.3. RED SURBER

CONSTA DE DOS MARCOS DE LATÓN CUADRADO DE 30.5 CM UNIDOS POR BISAGRAS EN UNO DE LOS LADOS. CUANDO SE USA, LOS DOS MARCOS ESTÁN ABIERTOS EN ÁNGULO RECTO, UNO DE ELLOS MARCA EL ÁREA DE SUSTRATO DONDE SE TOMÓ LAS MUESTRAS Y EL OTRO SOPORTA UNA RED QUE DETUVO LOS ORGANISMOS PROCEDENTES DE LA ZONA DE TOMA DE MUESTRAS. LA RED TIENE 69 CM DE LARGO Y LA MALLA ES DE TAMAÑO ESTÁNDAR DE 9 HILOS/CM. ESTE APARATO ES ESPECÍFICO PARA MACROBENTOS.

3.1.3.4. CÁMARA FOTOGRÁFICA

INSTRUMENTO QUE PERMITIRÁ REGISTRAR TODOS LOS EVENTOS QUE SE DEN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN, ASÍ COMO EL REGISTRO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

3.1.3.5. ESTEREOMICROSCOPIO

ESTE IMPLEMENTO SE UTILIZÓ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES ESPECÍMENES RECOLECTADOS.

3.1.3.6. CÁMARA PARA MICROFOTOGRAFÍA

SE REGISTRARON LAS IMÁGENES DE LOS ESPECÍMENES OBSERVADOS EN EL ESTEREOMICROSCOPIO.

3.1.3.7. ÍNDICE EPT

ÍNDICE DESCRITO POR ROLDÁN (1988), QUE YA VIENE SIENDO UTILIZADO EN OTROS PAÍSES, EN TRABAJOS CON BIOINDICADORES ACUÁTICOS (VER ANEXOS 2).

3.1.3.8. CLAVES DE IDENTIFICACIÓN

PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS ESPECÍMENES ENCONTRADOS SE UTILIZÓ LAS CLAVES TAXONÓMICAS PROPUESTAS POR ROLDÁN (1988).

3.1.3.9. ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS

SE ENVIARON MUESTRAS DE AGUA AL INSTITUTO NACIONAL DE PESCA (INP), PARA EL ANÁLISIS DE COLIFORMES FECALES, POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), OXÍGENO DISUELTO, DBO5, DQO, SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, SOLIDOS SEDIMENTABLES Y TEMPERATURA.

3.1.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.4.1. ENCUESTA

SE LA UTILIZÓ PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EMPÍRICA, SE FORMULARON MEDIANTE UNA ENTREVISTA UN TOTAL DE DIEZ PREGUNTAS DESTINADAS A LA POBLACIÓN MORADORA DEL SECTOR, TODAS LAS PREGUNTAS FUERON HECHAS EN FUNCIÓN DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA PARA LA INVESTIGACIÓN. EN TOTAL SE ENTREVISTARON A 150 PERSONAS ENTRE HOMBRES Y MUJERES.

3.1.4.2. OBSERVACIÓN EN CAMPO

SE DEFINIÓ MEDIANTE ESTA TÉCNICA LAS ESTACIONES DE MUESTREO, EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE ESTÁN AFECTANDO LA CALIDAD DEL AGUA.

3.1.4.3. TOMA DE MUESTRAS CON RED SURBER

LA RED SE COLOCÓ EN EL RÍO SUMERGIÉNDOLA EN AGUA CORRIENTE A UNOS 30 CM APROXIMADAMENTE, CONTRA LA CORRIENTE, EL SUSTRATO DENTRO DEL ÁREA DE LA RED SE LAVÓ BAJO EL AGUA DE MANERA QUE LOS ORGANISMOS ARRASTRADOS FUERON ATRAPADOS EN LA MALLA, SE REMOVIÓ EL SUSTRATO PARA LIBERAR LA BIOTA PRESENTE POR UN LAPSO DE 5 - 10 MINUTOS.

3.1.4.4. ANÁLISIS EN LABORATORIO

SE UTILIZÓ UN ESTEREOMICROSCOPIO PARA VISUALIZAR PARTES DE LOS INSECTOS PARA SU IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN.

3.1.4.5. COMPARACIÓN CON CLAVES

SE COMPARARON LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS DE LOS ESPECÍMENES CON LAS CLAVES PARA LA IDENTIFICACIÓN.

3.1.4.6. ANÁLISIS EPT

SE DETERMINÓ LA ABUNDANCIA Y PRESENCIA DE LOS EPT (EPHEMERÓPTERA, PLECÓPTERA Y TRICHÓPTERA) EN LAS MUESTRAS.

3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

ESTA INVESTIGACIÓN SE REALIZÓ EN LA PROVINCIA DE MANABÍ, EN EL CANTÓN PICHINCHA, Y BUSCÓ DETERMINAR QUE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN EL RÍO DAULE ESTÁN AFECTANDO LA CALIDAD DE AGUA DEL SECTOR.

ESTÁ BASADA FUNDAMENTALMENTE EN METODOLOGÍAS DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA, OBSERVACIÓN, MUESTREO Y EXPERIMENTACIÓN; UTILIZANDO LOS DIFERENTES INSTRUMENTOS PARA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN COMO SON ENCUESTAS A LOS HABITANTES DEL SECTOR, IDENTIFICACIÓN EN LABORATORIO, ETC.

3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

SE ANALIZÓ Y RECOPILO LA INFORMACIÓN RELACIONADA CON LA INVESTIGACIÓN, QUE PERMITIÓ SUSTENTAR Y MANTENER LOS ENFOQUES, CONOCER ANTECEDENTES DE INVESTIGACIONES SIMILARES REALIZADAS A FIN DE FORTALECER Y DESARROLLAR EL PROCESO INVESTIGATIVO CON LOS ARGUMENTOS NECESARIOS A FIN DE EVITAR OMISIONES.

SE ELABORÓ LA FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL A FIN DE TENER CLARIDAD EN LA INTERPRETACIÓN DE LOS TÉRMINOS USADOS. ADEMÁS, LOS CONTENIDOS TEÓRICOS Y CIENTÍFICOS, NOS PERMITIERON OBTENER DE FORMA SIGNIFICATIVA TODA LA INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA, DE CAMPO, Y EXPERIMENTAL CONSIGUIENDO EL ENLACE ENTRE LA TEORÍA Y LA PRÁCTICA DE LA INVESTIGACIÓN, A FIN DE DAR RESPUESTA A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS Y LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.

FINALMENTE LA FUNDAMENTACIÓN LEGAL DA SUSTENTO JURÍDICO A LA INVESTIGACIÓN, EN BASE A LO QUE ESTABLECE EL ARTÍCULO 425 DE LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.

3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

LAS TÉCNICAS APLICADAS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN PARA SELECCIONAR LA INFORMACIÓN SE DIERON DE LA FORMA SIGUIENTE: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA, APLICACIÓN DE ENCUESTAS A LOS MORADORES DEL SECTOR, DETERMINACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES OBSERVADAS EN EL TRAYECTO, TOMA DE MUESTRAS, ANÁLISIS Y DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN COLECTADA. TODOS LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS APLICADAS HAN DADO FACTIBILIDAD A LA ELABORACIÓN DE PROPUESTA ALTERNATIVA DE REALIZAR UN PLAN DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN

SE RECOPILO LA INFORMACIÓN OBTENIDA A TRAVÉS DE LAS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL RESPECTIVO ANÁLISIS Y ESTUDIO, PARA FINALMENTE INTERPRETARLA EN TABLAS Y GRÁFICOS QUE PERMITIERON LLEGAR A LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

EL PROCESAMIENTO DE DATOS SE LO HIZO EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, EN DONDE CON LA AYUDA DE CLAVES DE IDENTIFICACIÓN SE REGISTRARON LOS DIFERENTES GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS PRESENTES Y LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR FAMILIA.

LOS DATOS FUERON PROCESADOS EN TABLAS DE EXCEL 2010, SE APLICÓ EL ÍNDICE EPT (EPHEMERÓPTERA, PLECÓPTERA, Y TRICHÓPTERA) QUE CONSISTE EN EL USO DE ESTOS TRES GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS QUE SON INDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA POR SER MÁS SENSIBLES A LOS CONTAMINANTES; SE RELACIONÓ LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS (NÚMERO DE INDIVIDUOS) CON LA PRESENCIA DE LOS EPT; SE DIVIDIÓ EN NÚMERO TOTAL DE LOS EPT PARA LA ABUNDANCIA TOTAL Y ESTE VALOR DE LO EXPRESÓ EN PORCENTAJE PARA LUEGO RELACIONARLO CON LA ESCALA DE CALIDAD.

EN CUANTO A LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA DONDE SE DETERMINÓ LOS SIGUIENTES PARÁMETROS COLIFORMES FECALES, POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH), OXÍGENO DISUELTO, DBO5, DQO Y SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, SOLIDOS SEDIMENTABLES Y TEMPERATURA, SE PROCEDIÓ A REALIZAR LA COMPARACIÓN DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DICTADOS POR TULAS (1999). LIBRO VI (ANEXO 1).

Con los datos se realizaron polígonos de Frecuencia e Histogramas de distribución de la población, riqueza de familias y abundancia de macroinvertebrados.

3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN

LA NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN PLANTEADA FUE DETERMINAR SI LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA DE ESTUDIO AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA, ESTA AFECTACIÓN FUE MEDIDA POR LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA ASÍ COMO A TRAVÉS DE LA PRESENCIA O AUSENCIA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS QUE SON INDICADORES QUE SIRVEN COMO GUÍA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA Y SI LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DETERMINA LA PRESENCIA DE UNA U OTRA FAMILIA DE MACROINVERTEBRADOS SEGÚN EL GRADO QUE PRESENTE.

EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS PERMITIÓ REALIZAR UN ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DE LOS DATOS MEDIANTE LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS INVESTIGATIVAS PROPUESTAS PARA CADA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN, LO QUE NOS LLEVÓ A OBTENER LOS RESULTADOS.

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL INFORME SE DESCRIBIÓ TODO LOS PROCESOS DE LA INVESTIGACIÓN, REALIZÁNDOSE LA PRESENTACIÓN DE TODOS LOS RESULTADOS ALCANZADOS EN FORMA GRÁFICA Y SE EFECTUÓ LA DISCUSIÓN EN FUNCIÓN DE LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS, LA COMPROBACIÓN DE LAS MISMAS, PARA ASÍ DEFINIR LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARCIALES Y FINALES. FINALMENTE SE DESCRIBIÓ LA PROPUESTA ALTERNATIVA EN FORMA DETALLADA CON INDICACIONES PARA SU APLICACIÓN.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETECIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON LAS HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. ENUNCIADO DE LAS HIPÓTESIS

PARA ESTA INVESTIGACIÓN SE PLANTEÓ LA SIGUIENTE HIPÓTESIS:

4.1.1. HIPÓTESIS GENERAL

LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN EL RÍO DAULE, DEL CANTÓN PICHINCHA INCIDEN EN LA CALIDAD DEL AGUA.

4.1.2. VARIABLE DEPENDIENTE

DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES

4.1.3. VARIABLE INDEPENDIENTE

CALIDAD DEL AGUA

4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A CADA HIPÓTESIS

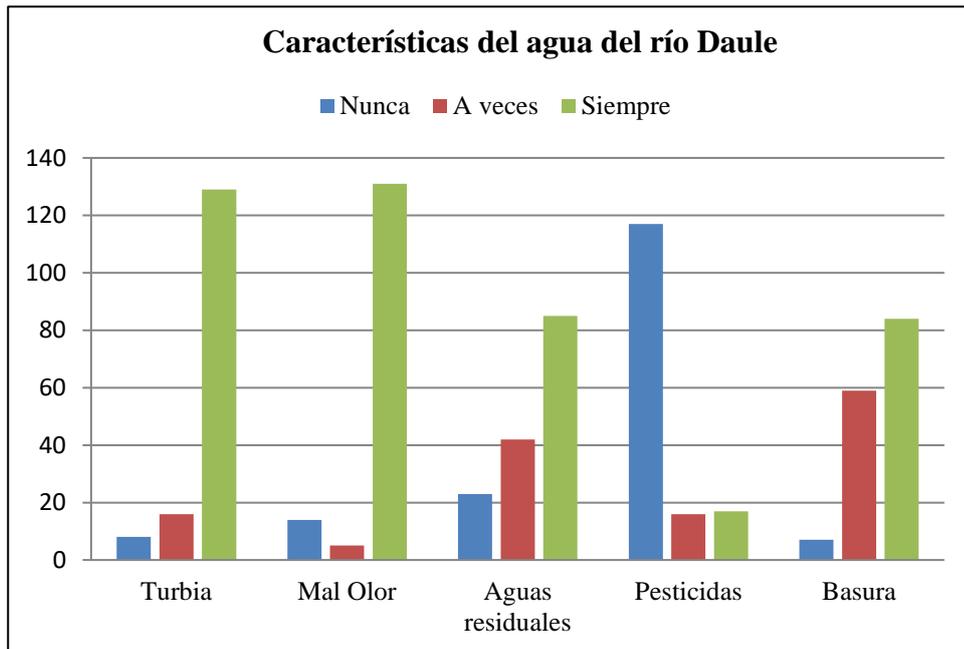
HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

EL RÍO DAULE ES CONTAMINADO PRINCIPALMENTE POR LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LOS HOGARES.

4.2.1. INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

LOS HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ RESPONDIERON DIEZ PREGUNTAS DE LAS CUÁLES SE OBTUVO SU APRECIACIÓN EN RELACIÓN A LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE. LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS QUE SE REALIZARON SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN:

PREGUNTA 1. CALIFIQUE DEL 1 AL 3 UNA O MÁS OPCIONES SI CREE QUE EL AGUA DEL RÍO DAULE PRESENTA ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS.



DÓNDE: (1 = NUNCA), (2 = A VECES), (3 = SIEMPRE)

GRÁFICO 2. CARACTERÍSTICA DEL AGUA DEL RÍO DAULE

EN EL GRÁFICO 2, SE MUESTRAN LOS RESULTADOS DE LA APRECIACIÓN DE LAS PERSONAS RESPECTO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA, SEGÚN LA MAYORÍA DE LOS 150 ENCUESTADOS EL AGUA DE ESTE RÍO SIEMPRE SE ENCUENTRA TURBIA Y CON MAL OLOR, EN CUANTO A LA CONTAMINACIÓN POR AGUAS RESIDUALES MÁS DE 80 PERSONAS RESPONDIERON QUE SIEMPRE LO ESTÁ, MIENTRAS QUE OTRAS 42 PERSONAS DIJERON QUE A VECES SE CONTAMINA POR AGUAS RESIDUALES. RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN POR PESTICIDAS O AGROQUÍMICOS LA MAYORÍA DE LOS ENCUESTADOS RESPONDIÓ QUE NUNCA SE CONTAMINA POR ESTE FACTOR. EN TANTO QUE 82 PERSONAS DIJERON QUE EL RÍO DAULE SIEMPRE ESTÁ CONTAMINADO POR BASURA SIENDO LA MAYORÍA DE LOS ENCUESTADOS.

PREGUNTA 2. ¿SABE USTED SI EN EL CANTÓN PICHINCHA EXISTEN PLANTAS DE TRATAMIENTOS PARA AGUAS RESIDUALES?

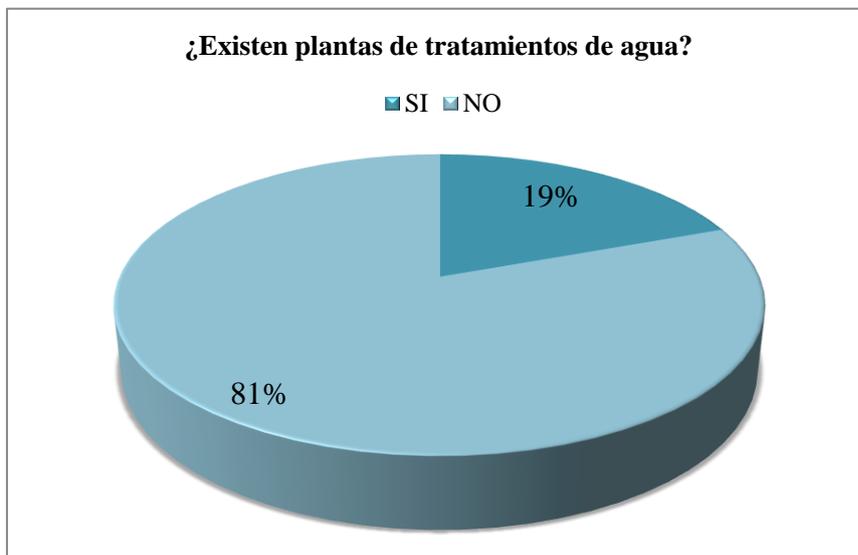


GRÁFICO 3. EXISTENCIA DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

CUANDO SE PREGUNTÓ A LOS HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ ACERCA DE SI EXISTÍAN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, EL

81 % MENCIONÓ QUE NO EXISTÍAN ESTE TIPO DE PLANTAS, MIENTRAS QUE EL 19 % RESTANTE DIJO QUE SÍ (GRÁFICO 3).

PREGUNTA 3. ¿CONSIDERA QUE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO DAULE ES ADECUADA PARA EL CONSUMO HUMANO?

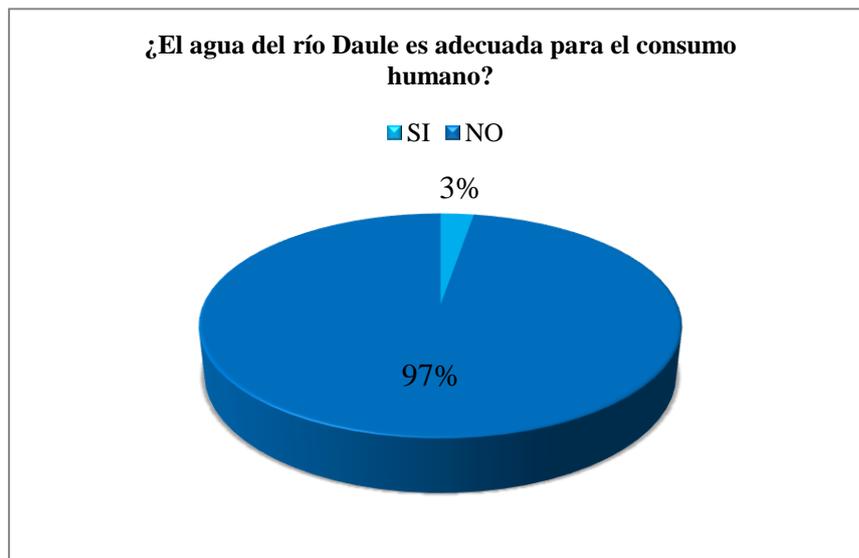


GRÁFICO 4. EL AGUA ES ADECUADA PARA EL CONSUMO HUMANO

EN EL GRÁFICO 4, SEGÚN LA APRECIACIÓN DE LAS PERSONAS REFIRIÉNDOSE AL ESTADO DEL AGUA DEL RÍO DAULE PARA EL CONSUMO HUMANO, SE PUEDE APRECIAR QUE EL 97 % DE LAS PERSONAS CONSIDERÓ QUE NO ES CONSUMIBLE PARA EL SER HUMANO EL AGUA DEL RÍO DAULE, MIENTRAS QUE UN 3 % CREÉ QUE SI SE PUEDE CONSUMIR.

PREGUNTA 4. ¿SABÍA USTED QUE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CANTÓN PICHINCHA SON VERTIDAS DIRECTAMENTE AL RÍO DAULE GENERANDO CONTAMINACIÓN AL MISMO?

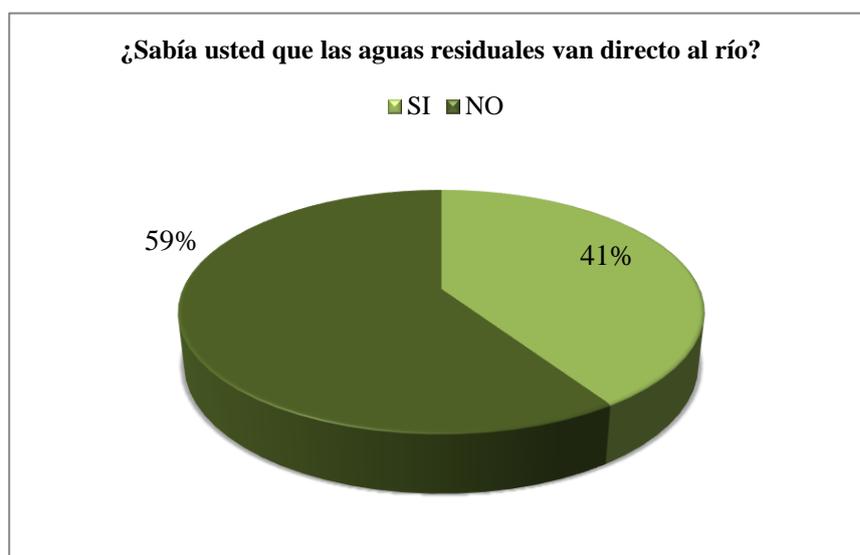


GRÁFICO 5. DESCARGAS RESIDUALES ARROJADAS AL RÍO DAULE

EXISTE UN GRAN PORCENTAJE DE DESCONOCIMIENTO EN LAS PERSONAS DEL CANTÓN PICHINCHA EN LA PROVINCIA DE MANABÍ, ACERCA DE DÓNDE SON VERTIDAS LAS AGUAS RESIDUALES DE DICHO CANTÓN. EL 41 % DE LOS ENCUESTADOS MANIFESTÓ NO CONOCER QUE LAS AGUAS RESIDUALES VAN DIRECCIONADAS AL RÍO OCASIONANDO CONTAMINACIÓN, SIN EMBARGO EL 59 % MENCIONÓ QUE SI SABÍA ACERCA DE ESTA PROBLEMÁTICA TAL COMO SE PUEDE OBSERVAR EN EL GRÁFICO 5.

PREGUNTA 5. ¿HA AFECTADO EN SU SALUD Y EN LA VIDA DE LAS ESPECIES PROPIAS DEL LUGAR LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE?



GRÁFICO 6. AFECTACIÓN DE SALUD Y VIDA DE LAS ESPECIES

DENTRO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS QUE SURGEN CON LA CONTAMINACIÓN DE LOS AFLUENTES PRINCIPALES, EXISTE LA AFECTACIÓN A LA SALUD HUMANA Y LA VIDA DE LAS ESPECIES NATIVAS DEL SECTOR, POR TAL MOTIVO SE PREGUNTÓ A LOS HABITANTES SOBRE ESTA PROBLEMÁTICA OBTENIÉNDOSE QUE EL 89 % CREÉ QUE SI HAN SIDO AFECTADOS POR EL MAL ESTADO DEL AGUA, MIENTRAS QUE EL 11 % ASEGURA NO HABER TENIDO NINGUNA AFECTACIÓN (GRÁFICO 6).

PREGUNTA 6. ¿LAS AUTORIDADES LOCALES HAN TOMADO MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MINIMIZAR LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE?

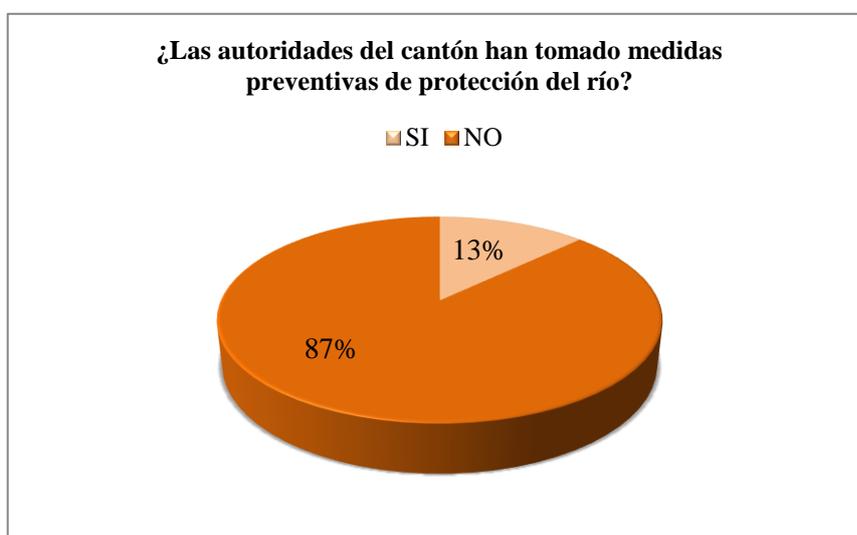


GRÁFICO 7. AUTORIDADES HAN TOMADO MEDIDAS DE PROTECCIÓN AL RÍO DAULE EN EL GRÁFICO 7, SE OBSERVA LA APRECIACIÓN DE LOS LUGAREÑOS AL PREGUNTARLES SOBRE SI LAS AUTORIDADES LOCALES HAN TOMADO MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA MINIMIZAR LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE, EL 13 % DE LOS ENCUESTADOS PIENSA QUE LAS AUTORIDADES SI HAN TOMADO MEDIDAS DE PROTECCIÓN, SIN EMBARGO, EL 87 % RESTANTE CREEN QUE NO SE HAN TOMADO MEDIDAS PRECAUTELARÍAS RESPECTO A ESTA PROBLEMÁTICA.

PREGUNTA 7. ¿PAGARÍA USTED MÁS IMPUESTO CON LA FINALIDAD DE QUE SE EJECUTE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CANTÓN PICHINCHA?



GRÁFICO 8. PAGARÍA MÁS IMPUESTOS PARA EJECUTAR PLANTA DE TRATAMIENTO

LA PRINCIPAL PROBLEMÁTICA DEL CANTÓN PICHINCHA RESPECTO AL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES, ES QUE NO CUENTA CON PLANTAS DISEÑADAS PARA SOLUCIONAR ESTE PROBLEMA, POR TAL RAZÓN SE PREGUNTÓ A LOS MORADORES SI ESTARÍAN DISPUESTOS A PAGAR MÁS IMPUESTOS PARA LA EJECUCIÓN DE DICHAS PLANTAS, OBTENIÉNDOSE COMO RESULTADO QUE EL 91 % DE LAS PERSONAS NO ESTÁ DISPUESTA A PAGAR MÁS IMPUESTOS, EN VIRTUD QUE CON LO QUE PAGAN SE DEBERÍA REALIZAR LOS ARREGLOS NECESARIOS Y TAN SOLO EL 9 % MENCIONÓ QUE SÍ LO HARÍA YA QUE SERÍA PARA EL PROGRESO DEL CANTÓN (GRÁFICO 8).

PREGUNTA 8. ¿SABE USTED SI SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO DAULE PARA OBSERVAR SUS CARACTERÍSTICAS?

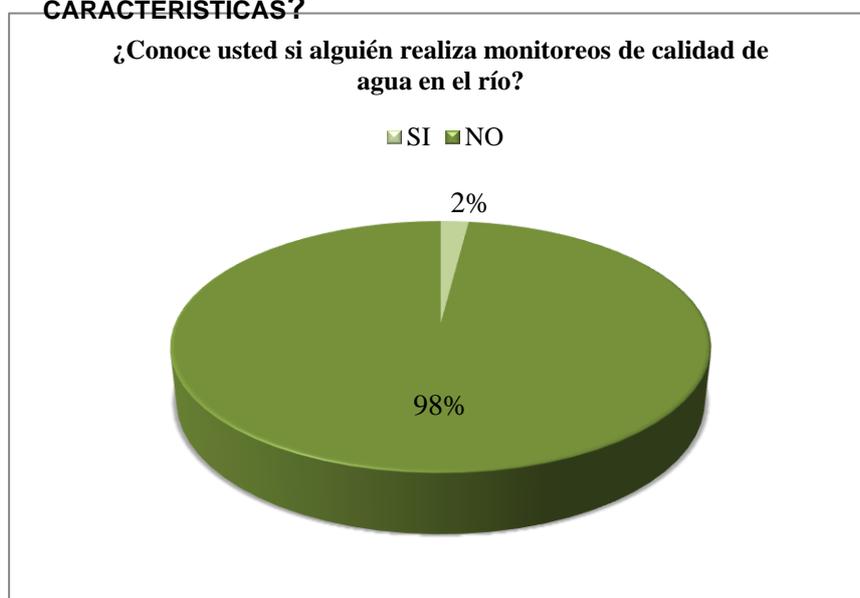


GRÁFICO 9. MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

AL PREGUNTAR SI SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MONITOREO PARA OBSERVAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO DAULE POR ALGUNA ENTIDAD PÚBLICA O PRIVADA, EL 98 % DE LAS PERSONAS MENCIONÓ DESCONOCER ESTE ASUNTO, EN TANTO QUE EL 2 % DIJO SI CONOCER (GRÁFICO 9).

PREGUNTA 9. ¿CÓMO CREE USTED SE PUEDE MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO DAULE?

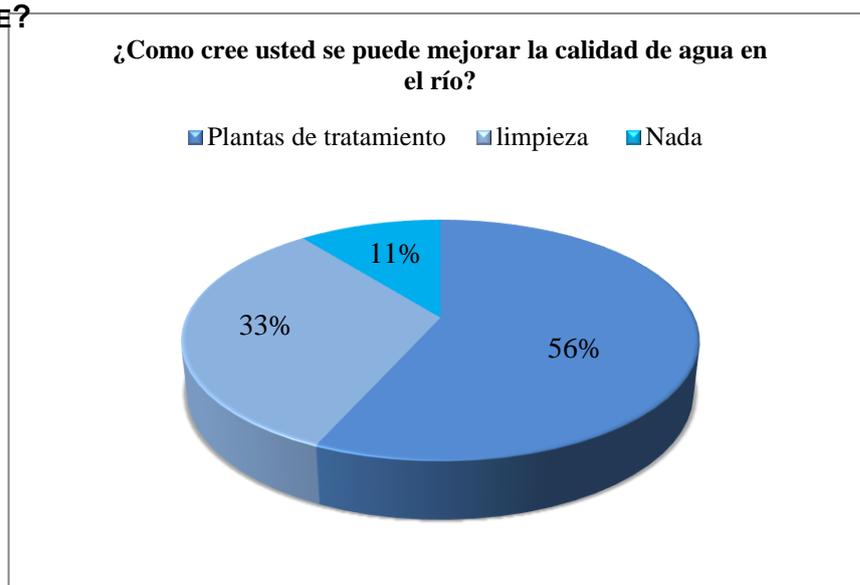


GRÁFICO 10. COMO SE PUEDE MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO DAULE

EN EL GRÁFICO 10, SE OBSERVAN LAS IDEAS QUE EXPRESA LA CIUDADANÍA ACERCA DE CÓMO MEJORAR EL AGUA DEL RÍO DAULE, EL 56 % DE LOS ENCUESTADOS PIENSA QUE EJECUTANDO VARIAS PLANTAS DE TRATAMIENTO EN EL CANTÓN PICHINCHA LOGRARÁ SOLUCIONAR ESTE PROBLEMA, EN ESTE MISMO CONTEXTO, EL 33 % CREE QUE EL REALIZAR UNA LIMPIEZA TOTAL EN EL RÍO TERMINARÁ CON LA CONTAMINACIÓN

EXISTENTE A LA FECHA, POR ÚLTIMO EL 11 % MENCIONÓ QUE LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO ES IRREVERSIBLE.

PREGUNTA 10. ¿QUÉ INSTITUCIÓN CREE USTED DEBA HACERSE CARGO DE PROTEGER EL AGUA DEL RÍO DAULE?

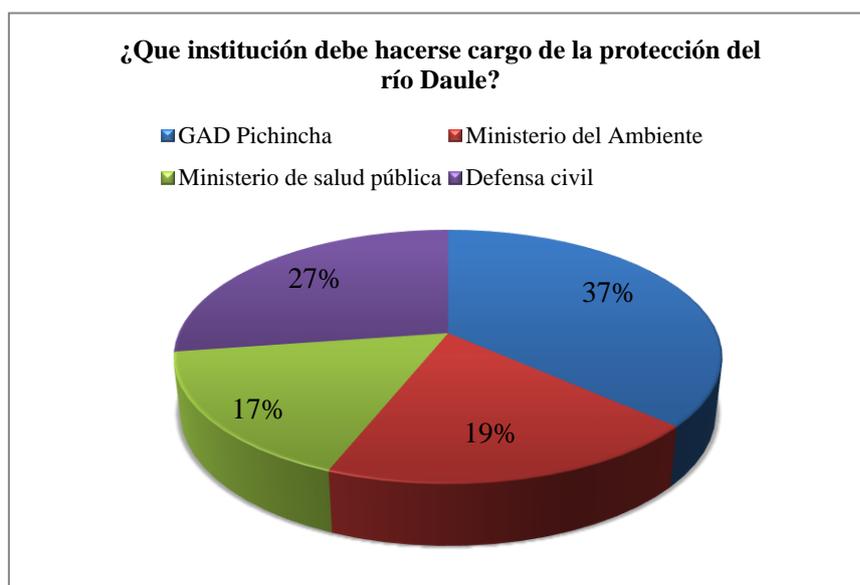


GRÁFICO 11. COMO SE PUEDE MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO DAULE

LA PROTECCIÓN DEL PRINCIPAL AFLUENTE DEL CANTÓN PICHINCHA ES SIN DUDA LA MÁXIMA PREOCUPACIÓN DE LOS HABITANTES DEL SECTOR, AL PREGUNTAR ACERCA DE QUE INSTITUCIÓN DEBERÍA HACERSE CARGO DE LA PROTECCIÓN DEL RÍO DAULE, UN 37 % MENCIONÓ QUE EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PICHINCHA ES QUIEN DEBE HACERSE CARGO, MIENTRAS QUE EL 27 % PIENSA QUE AL SER UN FOCO CONTAMINANTE ES EL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, EN TANTO QUE EL 19 % CREE QUE QUIEN DEBERÍA PROTEGER EL AFLUENTE ES EL MINISTERIO DEL AMBIENTE Y POR ÚLTIMO EL 17 % DE LOS ENCUESTADOS DIJO QUE ES LA DEFENSA CIVIL QUE DEBERÍA MANTENER EL RÍO EN LOS ESTÁNDARES NORMALES (GRÁFICO 11).

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

LOS INDICADORES EPT SON EFICIENTES BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA, EN UN TRAMO DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA.

4.2.2. APLICACIÓN DE ÍNDICE ETP

LA APLICACIÓN DE LOS ÍNDICE ETP PERMITIÓ DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA EN UN TRAMO DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA (ANEXOS 1).

SE PUEDE APRECIAR EN EL CUADRO 1, EL ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA *EPHEMERÓPTERA TRICHÓPTERA* Y *PLECÓPTERA* (ETP) EN LOS SEIS PUNTOS DE MUESTREO A LO LARGO DE 500 M EN UN TRAMO DEL RÍO DAULE, DONDE SE PUEDE OBSERVAR UN ALTO PORCENTAJE DE CONTAMINACIÓN EN EL AFLUENTE, EL ÍNDICE EPT MOSTRÓ RESULTADOS INFERIORES AL 24 % LO QUE SIGNIFICA UNA PÉSIMA CALIDAD DE AGUA PARA ESTE TRAMO DEL RÍO, LOS VALORES ENCONTRADOS SEGÚN EL ÍNDICE OSCILARON ENTRE 3,66 % Y 11,83 % UBICÁNDOSE EN LA ESCALA DE CALIDAD DEL AGUA MALA.

CUADRO 1. RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA *EPHEMERÓPTERA*, *PLECÓPTERA* Y *TRICHÓPTERA*, EN UN TRAMO DEL RÍO DAULE, 2013.

CALIDAD DEL AGUA POR INDICE DE ETP				
PUNTOS DE MUESTREO	MUY BUENA 75 A 100%	BUENA 50 A 74%	REGULAR 25 A 49 %	MALA 0 A 24%
1				3,66
2				6,25
3				10,91
4				8,93
5				8,01
6				11,83

ELABORADO POR EL AUTOR

4.2.3. ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA

EN CUANTO A LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA EN UN TRAMO DEL RÍO DAULE DEL CANTÓN PICHINCHA, SE ENCONTRÓ QUE LOS PARÁMETROS EVALUADOS TANTO COLIFORMES FECALES, OXÍGENO DISUELTO, DBO5, DQO, SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES Y SOLIDOS SEDIMENTABLES, AL SER COMPARADOS CON EL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA MEDIO AMBIENTAL (TULSMA) SE ENCUENTRAN FUERA DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES. EN LO QUE RESPECTA A PH DEL AGUA Y TEMPERATURA SON LOS DOS ÚNICOS PARÁMETROS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES.

CUADRO 2. ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA EN EL RÍO DAULE, CANTÓN PICHINCHA, 2013.

PÁRAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE POR EL TULSMA
COLIFORMES FECALES	UFC/100 mL	>1x10⁶	REMOCIÓN < AL 99,9%
PH	---	6,31	5-9
OXÍGENO DISUELTO (OD)	MG/L	10,15	6,0
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO (DBO₅)	MG/L	3,27	2,0
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)	MG/L	9,84	5,0
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	MG/L	115	100
SOLIDOS SEDIMENTABLES	ML/L	1,1	1,0
TEMPERATURA	°C	19	<35

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE PESCA. 2013

ELABORADO POR EL AUTOR

4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS

LA CONTAMINACIÓN DE UN RÍO CUALQUIERA QUE SEA SE ENTIENDE A LA ACCIÓN O EFECTO DE INTRODUCIR EN EL AGUA, ELEMENTOS, COMPUESTOS, MATERIALES O FORMAS DE ENERGÍA, QUE ALTERAN LA CALIDAD DE ESTA PARA USOS POSTERIORES, QUE INCLUYEN USO HUMANO Y SU FUNCIÓN ECOLÓGICA. LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA ALTERA SUS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE FORMA QUE PUEDE PRODUCIR DAÑO DIRECTO O INDIRECTO A LOS SERES HUMANOS Y AL MEDIO AMBIENTE.

EN ESTE SENTIDO VILLALVA *ET AL.* (1995) MENCIONA QUE LAS AGUAS RESIDUALES, SON LAS QUE HAN PERDIDO SU CALIDAD COMO RESULTADO DE SU USO EN DIVERSAS ACTIVIDADES. SE TRATA DE AGUAS CON ALTO CONTENIDO DE ELEMENTOS CONTAMINANTES, QUE A SU VEZ CONTAMINAN RÍOS, LAGOS, QUEBRADAS DONDE SON EVACUADAS, TAL ES EL CASO DEL RÍO DAULE QUE PASA POR UNA ZONA ALTAMENTE POBLADA COMO ES EL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ.

EN ESTE CONTEXTO ROMERO (2002), MENCIONA QUE EXISTEN DIFERENTES TIPOS DE AGUAS RESIDUALES Y QUE CAUSAN CONTAMINACIÓN SEGÚN SU PROCEDENCIA, ENTRE LAS PRINCIPALES SE ENCUENTRAN LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, AGUAS RESIDUALES SANITARIAS, AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES ENTRE OTRAS, ESTAS AGUAS RESIDUALES SON LAS QUE CONTIENEN DESECHOS HUMANOS, ANIMALES Y CASEROS, TAMBIÉN SE INCLUYE LA INFILTRACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS. ESTAS AGUAS SON TÍPICAS DE LAS ZONAS RESIDENCIALES EN LAS QUE SE EFECTÚA OPERACIONES INDUSTRIALES. EN EL RÍO DAULE PRINCIPALMENTE SE DESCARGAN ESTE TIPO DE AGUAS RESIDUALES, POR TAL MOTIVO SE ASUME QUE LA FUENTE DE CONTAMINACIÓN PRINCIPAL ESTÁ ENMARCADA EN ESE SENTIDO.

EL ANÁLISIS DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS CON SU APLICACIÓN DEL ÍNDICE EPT SE CONSTITUYÓ EN UNA BASE FUNDAMENTAL PARA LA CONSECUCCIÓN DE ESTE

ESTUDIO, A TRAVÉS DE LOS CUALES SE PUDO DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA EN UN TRAMO DEL RÍO DAULE.

AL REALIZAR UNA COMPARACIÓN DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES QUE CONTEMPLA EL TULSMA SOBRE LOS ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS EN EL AGUA DEL RÍO DAULE, DEMUESTRAN UN ALTO PORCENTAJE DE CONTAMINACIÓN YA QUE TODOS LOS PARÁMETROS MEDIDOS ESTUVIERON FUERA DEL RANGO QUE PERMITE EL TULSMA A EXCEPCIÓN DE LOS PARÁMETROS PH Y TEMPERATURA DEL AGUA

4.4. CONCLUSIÓN PARCIAL

EN FUNCIÓN DE LA COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL SE CONCLUYE QUE: LAS AGUAS RESIDUALES QUE SON DEPOSITADAS EN EL RÍO DAULE DEL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ ESTÁN CAUSANDO UNA SEVERA CONTAMINACIÓN AL MISMO. EN VIRTUD DE LA APRECIACIÓN DE LAS PERSONAS ENCUESTADAS, EL ANÁLISIS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y LOS ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO REALIZADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO SE APRUEBA LA HIPÓTESIS PLANTEADA PARA ESTA INVESTIGACIÓN.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

LAS DESCARGAS RESIDUALES QUE SE PRODUCEN EN EL TRAMO DEL RÍO DAULE QUE PASA POR EL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ CAUSAN ALTOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN.

LA APRECIACIÓN DE LOS HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA RESPECTO AL ESTADO DEL AGUA DEL RÍO ENFATIZA SU ALTO GRADO DE CONTAMINACIÓN.

EL RESULTADO DE LOS ANÁLISIS DE COLIFORMES FECALES, OXÍGENO DISUELTO, DBO₅, DQO, SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES Y SÓLIDOS SEDIMENTABLES DEMUESTRAN QUE EL RÍO DAULE SE ENCUENTRA CONTAMINADO.

BASADO EN LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE EPT, LOS ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO REALIZADOS AL AGUA Y LA APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS SE PUEDE CONCLUIR QUE SE ACEPTA LA HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICA PLANTEADA EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN, EN LA CUAL LAS AGUAS RESIDUALES CONTAMINAN EL RÍO DAULE.

5.2. RECOMENDACIONES

LOS PARÁMETROS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO REALIZADOS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN DEBEN SER ANALIZADOS PERIÓDICAMENTE POR LAS AUTORIDADES DEL CANTÓN PARA OBSERVAR SU PROGRESIÓN Y TOMAR MEDIDAS CORRECTIVAS QUE DISMINUYAN LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE Y GARANTICE LA RECUPERACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA.

SE RECOMIENDA IMPLANTAR UN SISTEMA DE MONITOREO COMO UNA HERRAMIENTA NECESARIA CON EL FIN DE TENER UNA BASE DE DATOS QUE PERMITA EN UN FUTURO REALIZAR TRABAJOS ENCAUSADOS EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS AL RÍO DAULE POR ESTAR COMPUESTA DE ALTOS GRADOS CONTAMINANTES TANTO EN DBO, DQO, SÓLIDOS TOTALES, SÓLIDOS SEDIMENTABLES SE RECOMIENDA REALIZAR UNA PLANTA DE TRATAMIENTO QUE AYUDE A

DEVOLVER AL AGUA SUS PROPIEDADES REGLAMENTARIAS QUE NO GENEREN CONTAMINACIÓN.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA ALTERNATIVA

6.1. TITULO DE LA PROPUESTA

Plan de descontaminación de un tramo del río Daule en el cantón Pichincha de la provincia de Manabí.

6.2. JUSTIFICACIÓN

Dado a los requerimientos actuales y a las exigencias de las normativas ambientales, el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Pichincha se ve en la necesidad de profundizar un estudio de las aguas residuales vertidas al río Daule y plantear una solución al problema. Es así que se plantea realizar el diseño de plantas de tratamiento que garantice la eliminación de DBO, DQO, reducción del pH y además si es necesario la adición de nutrientes con la finalidad de que las aguas residuales cumplan con la normativa del TULSMA previo a su descarga.

La factibilidad y la necesidad de la ejecución de este proyecto son primordial, dadas las actuales circunstancias en las que se realiza la evacuación de aguas negras, siendo claro el efecto contaminante sobre los recursos, agua y suelo. El proyecto tiene una base sólida cuyos resultados de la encuesta a la población de Pichincha, resaltan la ausencia de una estructura sanitaria u obra de ingeniería que permita la depuración de las aguas residuales. Además la normativa a favor del medio ambiente es muy rígida, pues establece que es de vital importancia rescatar los recursos naturales, disminuyendo la contaminación y garantizando la vida del ecosistema. Por lo cual es necesario el diseño y construcción de la planta de tratamiento de las aguas residuales del cantón Pichincha.

6.3. OBJETIVOS

6.3.1. General

Elaborar un plan de descontaminación del río Daule afectado por la descarga de aguas residuales del cantón Pichincha provincia de Manabí.

6.3.2. Específicos

- Determinar las condiciones topográficas respecto a la ubicación de los componentes de la planta de tratamiento.
- Establecer el esquema de la planta de tratamiento de las aguas residuales.
- Socializar plan del río Daule con los habitantes del cantón Pichincha.

6.4. IMPORTANCIA

EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE ES FUNDAMENTAL POR LO SIGUIENTE:

MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES VERTIDAS AL RÍO DAULE, SE HA DETERMINADO LA NECESIDAD DE REALIZAR PLANTAS DE TRATAMIENTO. OBRAS QUE SE DARÁN PASO YA QUE EXISTE EL RECURSO ECONÓMICO POR PARTE DEL GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN PICHINCHA PARA SU EJECUCIÓN.

EXISTE LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA REALIZAR EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES, Y ADEMÁS A TRAVÉS DE LA PREPARACIÓN ACADÉMICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, SE TIENE EL DEBIDO CONOCIMIENTO PARA DAR SOLUCIÓN AL PROBLEMA.

EL SITIO DEL PROYECTO EN ESTUDIO ES DE FÁCIL ACCESO, PARA EL INGRESO DE MATERIALES QUE SE UTILIZARÁ PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA Y ADEMÁS CUENTA CON EL ÁREA NECESARIA PARA SU EJECUCIÓN.

6.5. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

LA PROPUESTA PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE VA DIRIGIDA A LOS HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA PROVINCIA DE MANABÍ.

PARA LA EJECUCIÓN DE DOS PLANTAS DE TRATAMIENTO EL SECTOR ESTARÁ UBICADO EN LAS PARROQUIAS BARRAGANETE Y SAN SEBASTIÁN DEL CANTÓN PICHINCHA, ES DECIR, EN LOS LUGARES MENOS POBLADOS PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERARÍA LA OBRA.

6.6. FACTIBILIDAD

LA PROPUESTA DE EJECUCIÓN DE UN PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA ES FACTIBLE POR LO SIGUIENTE: DESDE EL PUNTO DE VISTA ASOCIATIVO, LOS GOBIERNOS SECCIONALES Y LOCALES COMO MUNICIPIOS Y JUNTAS PARROQUIALES, PROMOVERÁN, SUGERIRÁN Y MOTIVARÁN A LOS POBLADORES A PARTICIPAR ACTIVAMENTE.

EN BASE A LAS ENTREVISTAS REALIZADAS SE OBSERVÓ QUE DESDE LO SOCIAL, EXISTE CONCIENCIA DE QUE SE DEBERÍA REALIZAR UN PLAN DE RECUPERACIÓN DEL RÍO LO QUE REDUNDA EN EL MEJORAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES Y LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES. EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO DAULE, PROMOVERÁ EL FORTALECIMIENTO ORGANIZACIONAL, INSTITUCIONAL Y LA GENERACIÓN DE CAPACIDADES PARTICULARES, EN DIFERENTES SECTORES, LO CUAL NO DEPENDERÁN DE LAS INSTITUCIONES PARA PROTEGER Y CUIDAR EL RECURSO AGUA.

6.7. PLAN DE TRABAJO

CUADRO 3. PLAN DE TRABAJO A DESARROLLARSE, 2013.

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	RESULTADOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS	RESPONSABLES
-------------------------	------------------------------	-----------------------------	--------------------	---------------------

ELABORAR UN PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE AFECTADO POR LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DEL CANTÓN PICHINCHA PROVINCIA DE MANABÍ.	1. EVALUAR LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	OBTENER SITIOS IDÓNEOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DOS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. QUE LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DE LOS SECTORES SEAN ACTAS PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.	LAS AUTORIDADES COMPETENTES PROVEAN DE SITIOS IDÓNEOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DOS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. REALIZAR ESTUDIOS DE CAMPO DE INGENIERÍA. ESTABLECER BAJO ORDENANZA MUNICIPAL EL OTORGAMIENTO DE LOS SITIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA.	GOBIERNO PARROQUIAL Y MUNICIPAL.
	2. DISEÑAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.	DISEÑOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTOS EFECTIVAS Y CON EL MENOR IMPACTO AMBIENTAL POSIBLE.	REALIZAR DISEÑOS ESTRATÉGICOS Y AMIGABLES CON EL AMBIENTE PARA REDUCIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES	EQUIPO EJECUTOR A TRAVÉS DE GOBIERNOS LOCALES Y/O MUNICIPIO.
	3. SOCIALIZAR EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE CON LOS HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA.	MOTIVAR A LA POBLACIÓN PARA EJECUTAR EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE.	GESTIÓN PARTICIPATIVA COMUNITARIA. CONFORMAR UN BLOQUE FACILITADOR DEL PROCESO QUE ACUDA A LA PRENSA Y DIFUNDIR EL PROYECTO.	EQUIPO FACILITADOR DEL ASUNTO. GOBIERNO PARROQUIAL Y MUNICIPAL.

6.8. ACTIVIDADES

EN LA EJECUCIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN EL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ SE REALIZARÁN LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:

- **DETERMINACIÓN DEL CAUDAL:** PARA DETERMINAR EL CAUDAL DE AGUA RESIDUAL, SE PROCEDERÁ A CALCULAR EL TIEMPO DE LLENADO DEL AGUA EN UN RECIPIENTE CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS.

DATOS DEL RECIPIENTE:

$$\text{DIÁMETRO (D)} = 0.24\text{M}$$

$$\text{ALTURA (H)} = 0.15\text{M}$$

$$\text{VOLUMEN} = \Pi * D^2 * H/4$$

$$\text{VOLUMEN} = 3.14 * (0.24\text{M})^2 * (0.15\text{M})/4$$

$$\text{VOLUMEN} = 0.00678 \text{ M}^3$$

- **DESBASTE:** LOS DESBASTES SON DISPOSITIVOS CON ABERTURAS DE TAMAÑO UNIFORME, DONDE QUEDAN RETENIDAS LAS PARTÍCULAS GRUESAS DEL EFLUENTE. EL PASO LIBRE ENTRE BARRAS, SE RECOMIENDA SEA DE 50 A 100 MM PARA SÓLIDOS GRUESOS Y DE 12 A 20 CM PARA SÓLIDOS FINOS. LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DE DISEÑO SON: TIPO DE RESIDUO A TRATAR, FLUJO DE DESCARGA, PASO LIBRE ENTRE BARRAS, VOLUMEN DE SÓLIDOS RETENIDOS Y PERDIDA DE CARGA.

LA LONGITUD DE LAS REJILLAS DE LIMPIEZA MANUAL NO DEBE EXCEDER DE LA QUE PERMITA SU LIMPIEZA CONVENIENTE POR EL APERADOR. EN LA PARTE SUPERIOR DE LA REJILLA DEBE PROVEERSE UNA PLACA DE DRENAJE O PLACA PERFORADORA, CON EL OBJETO DE PERMITIR EL DRENAJE TEMPORAL DEL MATERIAL REMOVIDO.

EL CANAL DE ACCESO AL A REJILLA DEBE DISEÑARSE PARA PREVENIR LA ACUMULACIÓN DE ARENA U OTRO MATERIAL PESADO, ANTES Y DESPUÉS DE LA REJILLA. EL CANAL DEBE PREFERIBLEMENTE SER HORIZONTAL, RECTO Y PERPENDICULAR A LA REJILLA, PARA PROMOVER UNA DISTRIBUCIÓN UNIFORME DE LOS SÓLIDOS RETENIDOS POR ELLA.

- **DESARENADOR:** EL DESARENADO ES MUY IMPORTANTE UN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO LA CUAL ESTÁ CONSTITUIDA POR CUATRO PARTES PRINCIPALES QUE SON:

ZONA DE ENTRADA: TIENE COMO FUNCIÓN EL CONSEGUIR UNA DISTRIBUCIÓN UNIFORME DE LAS LÍNEAS DE FLUJO DENTRO DE LA UNIDAD, UNIFORMIZANDO A SU VEZ LA VELOCIDAD.

ZONA DE DESARENACIÓN: PARTE DE LA ESTRUCTURA EN LA CUAL SE REALIZA EL PROCESO DE DEPÓSITO DE PARTÍCULAS POR ACCIÓN DE LA GRAVEDAD.

ZONA DE SALIDA: CONFORMADA POR UN VERTEDERO DE REBOSE DISEÑADO PARA MANTENER UNA VELOCIDAD QUE NO ALTERE EL REPOSO DE LA ARENA SEDIMENTADA.

ZONA DE DEPÓSITO Y ELIMINACIÓN DE LA ARENA SEDIMENTADA: CONSTITUIDA POR UNA TOLVA CON PENDIENTE MÍNIMA DE 10% QUE PERMITA EL DESLIZAMIENTO DE LA ARENA HACIA EL CANAL DE LIMPIEZA DE LOS SEDIMENTOS.

- **TANQUE DE IGUALACIÓN:** SE EMPLEA LA IGUALACIÓN PARA EQUILIBRAR LOS CAUDALES. ESTE PROCESO SE EFECTÚA EN TANQUES DE COMPENSACIÓN, DE MODO QUE LA PLANTA DE TRATAMIENTO RECIBA UNA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE CAUDAL MÁS O MENOS CONSTANTE. LA IGUALACIÓN SE RECOMIENDA PARA CAUDALES INFERIORES A 20 LPS, ES DECIR CUANDO LAS VARIACIONES HORARIAS PORCENTUALES SON MAYORES, DEBIDO A QUE SIRVEN A POBLACIONES PEQUEÑAS CON COSTUMBRES MÁS HOMOGÉNEAS, Y POR TANTO CON CONSUMOS DE AGUA MÁS CONCENTRADOS A CIERTAS HORAS, EL TANQUE DE IGUALACIÓN TENDRÁ TAMBIÉN LA FUNCIÓN DE UN TANQUE SEDIMENTADOR PRIMARIO PUESTO QUE EL TIEMPO DE RETENCIÓN ES DE 2 HORAS.

- **TRATAMIENTO ANAEROBIO:** EL TRATAMIENTO ANAEROBIO ES UNA ALTERNATIVA MUY BUENA PARA EFECTUAR TRATAMIENTO GRUESO, ES DECIR CON REMOCIONES DE DBO HASTA DEL 80%. LA RELACIÓN DQO/DBO DETERMINA LA BIODEGRADABILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES, SI LA RELACIÓN DQO/DBO ES <2 , LAS AGUAS SON FÁCILMENTE BIODEGRADABLES PUDIENDO EMPLEARSE SISTEMAS DE LODOS ACTIVOS O DE LECHOS BACTERIANOS, MIENTRAS QUE SI LA DQO/DBO ES > 4 , EL AGUA ES POCO BIODEGRADABLE, Y NO SE RECOMIENDAN LOS TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS.
- **REACTORES UASB:** EL SISTEMA DE TRATAMIENTO MÁS COMÚNMENTE UTILIZADO PARA EL TRATAMIENTO ANAEROBIO ES EL REACTOR UASB (POR UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET REACTOR, O REACTOR ANAEROBIO DE MANTO DE LODOS DE FLUJO ASCENDENTE) QUE CONSTA DE UN TANQUE CON UNA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA RESIDUAL UNIFORME EN EL FONDO, Y DE UNA UNIDAD DE SEPARACIÓN DE GAS-SÓLIDO-LÍQUIDO. PARA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES MODERNAS DE TRATAMIENTO, ES NECESARIO HACER UN MANEJO DE LODOS CON CONTROL DE OLORES DE LOS GASES SUPERFICIALES Y METANOGENÉTICOS.
- **DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN TANQUE UASB:** DADAS LAS CONDICIONES DE LAS NECESIDADES DEL CANTÓN PICHINCHA. SE DISEÑARÁ UN TANQUE DE HORMIGÓN ARMADO PARA UN LÍMITE DE FLUENCIA DEL ACERO DE 42000 KG/CM^2 Y LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN A LOS 28 DÍAS DE 240 KG/CM^2 . SE CONSIDERARÁ UN PESO ESPECÍFICO DEL AGUA DE 1.00 KG/CM^3 POR SER UN SUELO COMPACTADO DONDE SE VA A REALIZAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO.
- **LECHO DE SECADO:** LA ESTABILIZACIÓN BIOLÓGICA SE EFECTÚA POR MEDIO DE LA DIGESTIÓN DE LODOS, LA DIGESTIÓN CONSISTE EN LA DEGRADACIÓN BIOLÓGICA DE LA MATERIA ORGÁNICA. ES EL MÉTODO MÁS UTILIZADO EN LATINOAMÉRICA DEBIDO A QUE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS SON MUY ACEPTABLES PARA ESTE PROCESO. SE DEBE ESTABLECER UN BALANCE DE EVAPOTRANSPIRACIÓN/PRECIPITACIÓN, SI EL LECHO ES ABIERTO O DE EVAPOTRANSPIRACIÓN SI ES CERRADO.

- **PLANTA DE RETORNO AL RÍO:** UNA VEZ QUE LAS AGUAS RESIDUALES HAYAN TENIDO UN TRATAMIENTO PREVIO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO, ESTAS SERÁN DEVUELTAS AL RÍO CON LAS ESPECIFICACIONES QUE RIGE EL TULSMA.

6.9. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN

CUADRO 4. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN, 2013.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TRIMESTRES			
		1T	2T	3T	4T
MEDICIÓN DEL CAUDAL	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PICHINCHA.	X			
DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL DESBASTE			X		
DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL DESARENADOR			X		
DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL TANQUE DE IGUALACIÓN	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PICHINCHA.		X	X	
DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL TANQUE Y REACTORES UASB			X	X	X
DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LECHOS DEL SECADO				X	X
PLAN DE RETORNO DEL AGUA AL RÍO.					X

ELABORADO POR: F. SUÁREZ, 2013.

6.10. RECURSOS

6.10.1. HUMANOS

- INGENIEROS CIVILES Y ARQUITECTOS, MAESTRO MAYOR (ALBAÑIL), CORTADORES, CERRAJEROS, PEONES, PLOMEROS, ETC.
- HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ.

6.10.2. MATERIALES

- MATERIAL DIDÁCTICO
- MATERIAL DE OFICINA
- MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

6.10.3. INSTITUCIONALES

- UNIVERSIDADES
- MUNICIPIOS
- JUNTAS PARROQUIALES

6.10.4. GASTOS FINANCIEROS

CUADRO 5. ANÁLISIS DE GASTOS FINANCIEROS EN LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN, 2013.

N.	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
A	DESBASTE				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	GLOBAL	1,00	45,00	45,00
2	EXCAVACIÓN MANUAL Y DESALOJO	M3	3,00	15,00	45,00

4	MURO DE HORMIGÓN ARMADO, MALLA CON VARILLA CORRUGADA 12 MM. C/15 CM., E=10 CM.	M3	0,33	350,00	115,50
7	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE, E=10 CM. CON VARILLA DE TEMPERATURA, PULIDO	M2	2,50	19,00	47,50
9	FILOS Y CUADRADA DE BOQUETE PARA REJILLA	GLOBAL	1,00	55,00	55,00
2	REJILLA DE HIERRO CORRUGADO Ø 16 MM. PARA RETENCIÓN DE SÓLIDOS, 1,5 M. X 1,0 M.	M2	5,00	115,00	575,00
S U B - T O T A L					883,00
B DESARENADOR					
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	90,00	0,50	45,00
2	EXCAVACIÓN MANUAL Y DESALOJO	M3	120,00	15,00	1.800,00
4	MURO DE HORMIGÓN ARMADO, MALLA CON VARILLA CORRUGADA 12 MM. C/15 CM., E=10 CM.	M3	20,00	350,00	7.000,00
7	CONTRAPISO DE HORMIGÓN SIMPLE, E=12 CM. CON VARILLA DE TEMPERATURA, PULIDO	M2	95,00	21,00	1.995,00
9	ENLUCIDO DE MUROS Y FILOS	M2	180,00	12,00	2.160,00
S U B - T O T A L					13.000,00
C TANQUE DE IGUALACIÓN					
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	80,00	0,50	40,00
2	EXCAVACIÓN A MAQUINA Y DESALOJO	M3	223,00	15,00	3.345,00
4	MEJORAMIENTO DE PISO CON MATERIAL PETREO GRUESO	M3	23,00	11,00	253,00
5	REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE. E=5 CM.	M2	72,00	9,00	648,00
6	PISO HORMIGÓN ARMADO, DOBLE MALLA DE HIERRO CORRUGADO 12 MM. C/15 CM., INCLUIDO IMPERMEABILIZANTE	M3	12,00	350,00	4.200,00
7	PAREDES DE HORMIGÓN ARMADO, DOBLE MALLA DE HIERRO CORRUGADO 12 MM. VERTICAL C/15 CM Y 8 MM. HORIZONTAL C/20 CM., INCLUIDO IMPERMEABILIZANTE	M3	21,00	350,00	7.350,00
8	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO, DOBLE MALLA DE HIERRO CORRUGADO 12 MM. VERTICAL C/15 CM., INCLUIDO IMPERMEABILIZANTE	M3	12,00	420,00	5.040,00
9	ENLUCIDO CON IMPERMEABILIZANTE	M2	119,60	5,00	598,00
10	BOQUETES DE REGISTRO, INCLUYE TAPAS DE TOOL GALVANIZADO	U	3,00	50,00	150,00
11	CAJAS DE REGISTRO INCLUYE TAPA DE HORMIGÓN ARMADO	U	3,00	95,00	285,00
12	TUBERIA DE DESAGUE, PVC D=4"	M	80,00	5,50	440,00
S U B - T O T A L					22.349,00
D REACTOR UASB					
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	90,00	0,50	45,00

2	EXCAVACIÓN A MAQUINA Y DESALOJO	M3	244,80	15,00	3.672,00
4	MEJORAMIENTO DE PISO CON MATERIAL PETREO GRUESO	M3	26,00	11,00	286,00
5	REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE. E=5 CM.	M2	80,00	9,00	720,00
6	PISO HORMIGÓN ARMADO, DOBLE MALLA DE HIERRO CORRUGADO 12 MM. C/15 CM., INCLUIDO IMPERMEABILIZANTE	M3	18,00	350,00	6.300,00
7	PAREDES DE HORMIGÓN ARMADO, DOBLE MALLA DE HIERRO CORRUGADO 12 MM. VERTICAL C/15 CM Y 8 MM. HORIZONTAL C/20 CM., INCLUIDO IMPERMEABILIZANTE	M3	23,00	350,00	8.050,00
8	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO, DOBLE MALLA DE HIERRO CORRUGADO 12 MM. VERTICAL C/15 CM., INCLUIDO IMPERMEABILIZANTE	M3	16,00	420,00	6.720,00
9	ENLUCIDO CON IMPERMEABILIZANTE	M2	133,00	5,00	665,00
10	BOQUETES DE REGISTRO, INCLUYE TAPAS DE TOOL GALVANIZADO	U	3,00	50,00	150,00
11	CAJAS DE REGISTRO INCLUYE TAPA DE HORMIGÓN ARMADO	U	3,00	95,00	285,00
12	TUBERIA DE DESAGUE, PVC D=4"	M	80,00	5,50	440,00
13	TUBERIA DE DESAGUE, PVC D=2"	M	30,00	2,50	75,00
S U B - T O T A L					27.408,00
T O T A L					63.640,00

ELABORADO POR: F. SUÁREZ, 2013.

6.11. IMPACTO

EL IMPACTO DE ESTE PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE SERÁ POSITIVO, EN LO AMBIENTAL, SOCIAL, Y ECONÓMICO.

- **SOCIAL:** EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO DAULE ESTÁ DIRIGIDA A LOS HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, LO QUE PERMITIRÁ A LAS PERSONAS OBTENER UN AFLUENTE DESCONTAMINADO Y DARLE UN USO MÁS PRODUCTIVO.

- **AMBIENTAL:** ESTE PLAN ESTÁ DISEÑADO PARA CUIDAR Y RECUPERAR EL RECURSO AGUA, A TRAVÉS DE LA EJECUCIÓN DE DOS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UBICADAS ESTRATÉGICAMENTE, REDUCIENDO LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE UNA OBRA DE ESTA MAGNITUD GENERA.
- **ECONÓMICO:** LA CONSTRUCCIÓN Y EJECUCIÓN DE DOS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CANTÓN PICHINCHA TIENE UN COSTO ECONÓMICO COMPARADO CON LA MAGNITUD DEL DESASTRE ACTUAL.

6.12. EVALUACIÓN

PARA LA EVALUACIÓN DE LA OBRA DE CONSTRUCCIÓN DE DOS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SE TENDRÁ QUE TENER EN CUENTA VARIOS ASPECTOS IMPORTANTES Y DICHAS EVALUACIONES SERÁN PERIÓDICAS, ENTRE LOS PRINCIPALES ASPECTOS A CONSIDERAR SON: CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO, LIMPIEZAS DE REJILLAS, CAPACITACIÓN A OPERARIOS, ETC.

6.13. CONTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD

LA DESCONTAMINACIÓN DE UN TRAMO DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA CONTRIBUYE SIGNIFICATIVAMENTE A LA COMUNIDAD, EN VIRTUD DE QUE OBTENDRÁN UNA CALIDAD DE AGUA MÁS LIMPIA Y SE REACTIVARÁ LA VIDA ACUÁTICA NATIVA EN EL RÍO, ADEMÁS, CON LA PARTICIPACIÓN DE LAS COMUNIDADES Y ORGANIZACIONES SE ESPERA GENERAR PLANES Y PROYECTOS QUE TIENEN QUE VER CON LA CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DEL RÍO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBA, J. 1996. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y CALIDAD DE LAS AGUAS DE LOS RÍOS. DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA ANIMAL Y ECOLOGÍA. UNIVERSIDAD DE GRANADA 18071- GRANADA. IV SIMPOSIO DEL AGUA EN ANDALUCÍA. ALMERIA. VOL II 203-213. 1996.

ARREDONDO, T; SALMÓN, C; VENEGAS, R; CORONA, E; ARREDONDO, J; BAEZA, O; ROJAS, R. 2005. PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL: UN ENFOQUE HACIA LA SUSTENTABILIDAD. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA. EDITORES PLAZA Y VALDEZ. MÉXICO.

CARDOSO, L. 2010. PRONOSTICAN LA GRAN GUERRA POR EL AGUA POTABLE. (EN LÍNEA) CONSULTADO EN DICIEMBRE DEL 2013. DISPONIBLE EN: WWW.SP.RIAN.RU

CARRERA, C; FIERRO, K. 2001. MANUAL DE MONITOREO: LAS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA. EcoCIENCIA. QUITO.

COHN, D; COX, M; BEGER, P. 2002. ASPECTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA, SALUD Y ESTÉTICA, Mc GRAW- HILL. MADRID.

CRAUN, F; BERGER, L; CALDERON, P. 1997. COLIFORM BACTERIA AND WATERBORNE DISEASE OUTBREAKS. JOURNAL AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, VOL. 89.

CRITES, R; Y TCHOBANOGLIOUS, G. 2000. SISTEMAS DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES PARA NÚCLEOS PEQUEÑOS Y DESCENTRALIZADOS. ED. POR EMMA ARIZA H. COLOMBIA. TOMO 1, 1043 P

FAO, 2011. ESCASEZ Y DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS Y EL AGUA: CRECIENTE AMENAZA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA. (EN LÍNEA). CONSULTADO EN NOVIEMBRE DEL 2013. DISPONIBLE EN: WWW.FAO.ORG

FLOWERS, W. 2008. A NEW SPECIES OF THRAULODES (EPHEMEROPTERA, LEPTOPHLEBIIDAE, ATALOPHBIINAE) FROM A HIGHLY ALTERED RIVER IN WESTERN ECUADOR, FLORIDA, USA.

JORDAO, C; PEREIRA, M; PEREIRA, J. 2002. METAL CONTAMINATION OF RIVER WATERS AND SEDIMENTS FROM EFFLUENTS OF KAOLIN PROCESSING IN BRASIL. WATER, AIR AND SOIL POLLUTION 140, 119-138.

KENNISH, M. 1997. ESTUARINE AND MARINE POLLUTION. CRC PRESS, BOCA RATÓN.

MANZANO, M; AYORA, C; DOMENECH, C; NAVARRETE, P; GARRAFÓN, A; TURMERO, M. 1999. THE IMPACT OF THE AZNALCÓLLAR MINING TAILING SPILL ON GROUNDWATER. THE SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT 242, 189-211.

MCNEILL, J. 2009. LA ESCASEZ DEL AGUA PROVOCARÁ CONFLICTOS INTERNACIONALES. REVISTA HABLA, P.4 SECC. MEDIO AMBIENTE.

MENA, M. 2004. DIAGNÓSTICO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y PREDISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA LA PARROQUIA GONZÁLEZ SUÁREZ. IBARRA. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. PAG 9-13.

MENDIGUCHIA, C. 2005. UTILIZACIÓN DE ULTRATRAZAS DE METALES PESADOS COMO TRAZADORES DE LOS EFECTOS ANTROPOGÉNICOS PRODUCIDOS EN SISTEMAS ACUÁTICOS. TESIS PH. D. CÁDIZ, ES. UNIVERSIDAD DE CÁDIZ. 373 P.

OROSCO, A. 2005. BIOINGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES. EDITORIAL ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SANITARIA. BOGOTÁ. COLOMBIA.

ROLDÁN G., 1992 GUÍA PARA EL ESTUDIO DE LOS MACROINVERTEBRADOS DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA, FONDO FEN.

ROLDÁN, G., 1988. GUÍA PARA EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS. DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. FONDO PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. BOGOTÁ, COLOMBIA. P. 217.

ROMERO, J. 2002. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. EDITORIAL ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA. BOGOTÁ. COLOMBIA.

STANDARD METHODS. 1995. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 19TH. ED., AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, WASHINGTON, DC.

TERNEUS, E; VÁSCONEZ, J; CARRASCO, C; ROSERO, D. 2003. MANUAL BÁSICO APLICADO AL ESTUDIO DE LA HIDROBIOLOGÍA. FUNDACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS. QUITO-ECUADOR.

VILLALBA, M; DELAROSA, F; RODRÍGUEZ, M; SÁNCHEZ, J. 1995. *HIDROCHEMICAL STUDY OF AN AQUIFER SYSTEM IN AN AGRICULTURAL AREA IN SOUTH-WEST SPAIN*. WATER RESEARCH 29, 1361-1372.

ANEXOS

ANEXO 1. APLICACIÓN DE ÍNDICE EPT EN UN TRAMO DEL RÍO DAULE.

PUNTO DE MUESTREO N° 1			
SECTOR:	RÍO DAULE, CANTON PICHINCHA		
FECHA DE RECOLECCION:	22/12/2013		
CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
ANISÓPTERA	LIBELLULIDAE	8	
AMPHIPODA	HYALELLIDAE	1	
COLEOPTERA	ELMIDAE	2	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	2	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	32	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	0	
DIPTERA	SIMULIIDAE	1	
DIPTERA	TIPULIDAE	0	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	2	2
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	129	
PLECOPTERA	PERLIDAE	6	6
PULMONATA	LYMNAEDIDAE	16	
RHYNCHOBDELLIDA	GLOSSIPHONIIDAE	18	

SERIATA	PLANARIIDAE	1	
TOTAL		218	8
EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL		8/218	0,036
		0,036*100	3,66%
CALIDAD DE AGUA		0-24%	MALA

PUNTO DE MUESTREO N° 2			
SECTOR:		RÍO DAULE, CANTON PICHINCHA	
FECHA DE RECOLECCION:		22/12/2013	
CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
ANISÓPTERA	LIBELLULIDAE	14	
AMPHIPODA	HYALELLIDAE	0	
COLEOPTERA	ELMIDAE	5	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	7	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	19	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	5	
DIPTERA	SIMULIIDAE	7	
DIPTERA	TIPULIDAE	4	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	14	14
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	217	
PLECOPTERA	PERLIDAE	6	6
PULMONATA	LYMNAEDIDAE	11	
RHYNCHOBDELLIDA	GLOSSIPHONIIDAE	9	
SERIATA	PLANARIIDAE	0	
TOTAL		320	20

EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	20/320	0,0625
	0,0625*100	6,25%
CALIDAD DE AGUA	0-24%	MALA

PUNTO DE MUESTREO N° 3			
SECTOR:	RÍO DAULE, CANTON PICHINCHA		
FECHA DE RECOLECCION:	22/12/2013		
CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
ANISÓPTERA	LIBELLULIDAE	8	
AMPHIPODA	HYALELLIDAE	15	
COLEOPTERA	ELMIDAE	9	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	0	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	28	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	12	
DIPTERA	SIMULIIDAE	10	
DIPTERA	TIPULIDAE	7	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	28	28
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	194	
PLECOPTERA	PERLIDAE	9	9
PULMONATA	LYMNAEDIDAE	19	
RHYNCHOBDELLIDA	GLOSSIPHONIIDAE	0	
SERIATA	PLANARIIDAE	0	

TOTAL	339	37
EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	37/339	0,1091
	0,1091*100	10,91%
CALIDAD DE AGUA	0-24%	MALA

PUNTO DE MUESTREO N° 4			
SECTOR:	RÍO DAULE, CANTON PICHINCHA		
FECHA DE RECOLECCION:	23/12/2013		
CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
ANISÓPTERA	LIBELLULIDAE	15	
AMPHIPODA	HYALELLIDAE	7	
COLEOPTERA	ELMIDAE	13	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	15	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	2	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	16	
DIPTERA	SIMULIIDAE	17	
DIPTERA	TIPULIDAE	8	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	22	22
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	249	
PLECOPTERA	PERLIDAE	13	13
PULMONATA	LYMNAEDIDAE	9	
RHYNCHOBDELLIDA	GLOSSIPHONIIDAE	4	

SERIATA	PLANARIIDAE	1	
TOTAL		391	35
EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL		35/391	0,089
		0,089*100	8,93%
CALIDAD DE AGUA		0-24%	MALA

PUNTO DE MUESTREO N° 5			
SECTOR:	RÍO DAULE, CANTON PICHINCHA		
FECHA DE RECOLECCION:	23/12/2013		
CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
ANISÓPTERA	LIBELLULIDAE	5	
AMPHIPODA	HYALELLIDAE	14	
COLEOPTERA	ELMIDAE	1	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	6	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	42	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	14	
DIPTERA	SIMULIIDAE	3	
DIPTERA	TIPULIDAE	12	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	19	19
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	129	
PLECOPTERA	PERLIDAE	3	3
PULMONATA	LYMNAEDIDAE	6	

RHYNCHOBDELLIDA	GLOSSIPHONIIDAE	2	
SERIATA	PLANARIIDAE	6	
	TOTAL	262	21
	EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	21/262	0,080
		0,080*100	8,01%
	CALIDAD DE AGUA	0-24%	MALA

PUNTO DE MUESTREO N° 6			
SECTOR:	RÍO DAULE, CANTON PICHINCHA		
FECHA DE RECOLECCION:	23/12/2013		
CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
ANISÓPTERA	LIBELLULIDAE	13	
AMPHIPODA	HYALELLIDAE	9	
COLEOPTERA	ELMIDAE	3	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	17	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	18	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	8	
DIPTERA	SIMULIIDAE	6	
DIPTERA	TIPULIDAE	21	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	26	26
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	207	
PLECOPTERA	PERLIDAE	16	16

PULMONATA	LYMNAEDIDAE	8	
RHYNCHOBDELLIDA	GLOSSIPHONIIDAE	0	
SERIATA	PLANARIIDAE	3	
	TOTAL	355	42
	EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	42/355	0,1183
		0,1183*100	11,83%
	CALIDAD DE AGUA	0-24%	MALA

ANEXO 2. CLASES DE CALIDAD DE AGUA SEGÚN ÍNDICE EPT.

PORCENTAJE EPT	CALIDAD DE AGUA
75 – 100 %	MUY BUENA
50 – 74 %	BUENA
25 – 49 %	REGULAR
0 – 24 %	MALA

FUENTE: ROLDÁN 1992

ANEXO 3. ENCUESTA APLICADA A LOS HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSTGRADO
MAESTRIA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE
ENCUESTA N°.....

FECHA: SEXO:

ENCUESTADOR: ING. FERNANDO SUÁREZ N.

OBJETIVO:

EXAMINAR LAS AGUAS RESIDUALES QUE INCIDEN EN LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE EN EL CANTÓN PICHINCHA PROVINCIA DE MANABÍ.

1. CALIFIQUE DEL 1 AL 3 UNA O MÁS OPCIONES SI CREE QUE EL AGUA DEL RÍO DAULE PRESENTA ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS.

Nº	INDICADOR	PUNTAJE
1	TURBIA	
2	TRANSPARENTE	
3	MAL OLOR	
4	CONTAMINADAS POR (BASURA Y ANIMALES MUERTOS)	
5	CONTAMINADAS POR (ALCANTARILLA O AGUAS RESIDUALES)	

CALIFIQUE: (1 = NUNCA), (2 = A VECES), (3 = SIEMPRE)

2. ¿SABE USTED SI EN EL CANTÓN PICHINCHA EXISTEN PLANTAS DE TRATAMIENTOS PARA AGUAS RESIDUALES?

1. Si

2. No

3. ¿CONSIDERA QUE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO DAULE ES ADECUADA PARA EL CONSUMO HUMANO?

1. Si

2. No

4. ¿SABÍA USTED QUE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CANTÓN PICHINCHA SON VERTIDAS DIRECTAMENTE AL RÍO DAULE GENERANDO CONTAMINACIÓN AL MISMO?

1. Si

2. No

5. ¿HA AFECTADO EN SU SALUD Y EN LA VIDA DE LAS ESPECIES PROPIAS DEL LUGAR LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE?

1. Si

2. No

EN QUÉ FORMA.....

6. ¿LAS AUTORIDADES LOCALES HAN TOMADO MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MINIMIZAR LA CONTAMINACIÓN DEL RÍO DAULE?

1. Si

2. No

7. ¿PAGARÍA USTED MÁS IMPUESTO CON LA FINALIDAD DE QUE SE EJECUTE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CANTÓN PICHINCHA?

1. Si

2. No

8. ¿SABE USTED SI SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO DAULE PARA OBSERVAR SUS CARACTERÍSTICAS?

1. Si

2. No

QUIÉN LO REALIZA.....

9. ¿CÓMO CREE USTED SE PUEDE MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO DAULE?

10. ¿QUÉ INSTITUCIÓN CREE USTED DEBA HACERSE CARGO DE PROTEGER EL AGUA DEL RÍO DAULE?

ANEXO 4. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO



INSTITUTO NACIONAL DE PESCA

PROCESO INVESTIGACIÓN

SUBPROCESO ELABORACIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS

Fecha: 17 de diciembre del 2013

Tipo de análisis solicitado: Análisis físico, químico y microbiológico de agua

Muestra colectada por: Personal INP Solicitante

Solicitado por: Sr. Fernando Suárez Núñez

Numero de muestras: 6 (seis) agua

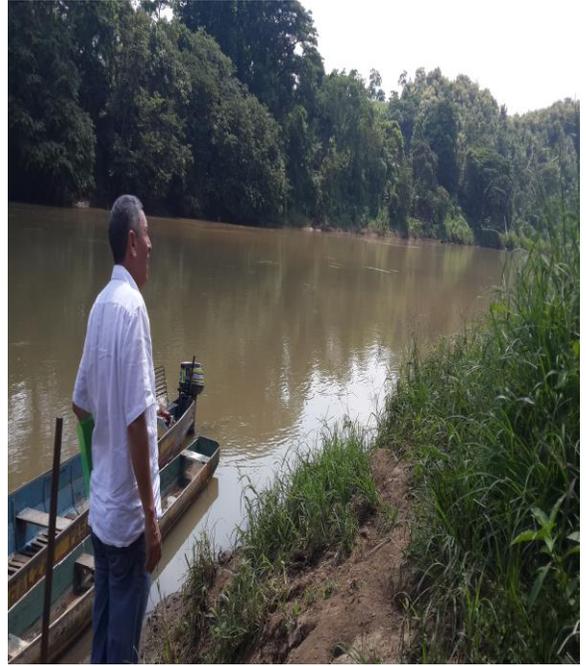
RESULTADOS

PARÁMETRO	UNIDAD	PROMEDIO/ MUESTRAS RÍO DAULE	METODOLOGÍA APLICADA
Coliformes fecales	UFC/100 mL	$>1 \times 10^6$	-----
pH	---	6,31	-----
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	10,15	SM 4500-O.B
Demanda biológica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3,27	SM 5210 B
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	9,84	SM 5220 D
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	115	SM 2540 D
Sólidos sedimentables	ml/L	1,1	SM 2540 D
Temperatura	°C	19	-----

ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

OBSERVACIÓN DEL ÁREA AFECTADA (DESCARGAS RESIDUALES)





REALIZACIÓN DE ENCUESTAS A LOS HABITANTES DEL CANTÓN PICHINCHA.



