



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN AL GRADO DE  
DOCTOR EN QUÍMICA Y FARMACIA**

**TEMA**

**“INFLUENCIA QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE  
LAS AGUAS DEL RÍO GUAYAS SOBRE LA CALIDAD  
DE LAS AGUAS DEL RÍO DAULE, EN LA ZONA DE  
LA TOMA DE AGUA POTABLE DURANTE LOS  
MESES DE OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE  
AÑO 2001”.**

**AUTOR**

**Q. F. MARCOS ANTONIO PEÑAHERRERA VITERI**

**TUTOR**

**DR. MANUEL VALECIA TOURIZ.**

GUAYAQUIL ÉCUADOR

2004

## **CERTIFICO**

*El presente trabajo luego de ser revisado cumple con las normas establecidas para el desarrollo del tema investigado y por lo tanto autorizo la presentación para ser aprobado.*

**Dr. Manuel Valencia Touriz**  
**Tutor de la Tesis**

**DECLARACIÓN EXPRESA.**

***Í La responsabilidad por los hechos ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, doctoral corresponden exclusivamente a su autorÍ.***

***Marcos Peñaherrera Viteri***

***DEDICATORIA***

***A MIS PADRES Y A MIS HERMANOS QUE SIEMPRE ME HAN APOYADO  
Y HAN ESTADO JUNTO A MI.***

## **AGRADECIMIENTO**

***Un agradecimiento muy sincero a la Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Químicas,  
Al Doctor Manuel Valencia por la guía y consejo prestado para hacer posible que esta tesis se realice y,  
A mis buenos amigos Ricardo Ureta y Laura Alcívar por la ayuda y el apoyo brindados.***

# INTRODUCCION

Durante las ultimas décadas el planeta ha sufrido una serie de cambios, que han producido un aceleramiento en el proceso de consumo de ciertos recursos, el deterioro de otros y principalmente un desordenamiento de la forma de administración de los más indispensables, este desorden en la administración, está generado primordialmente por el uso indiscriminado y descontrolado de agentes químicos, que inicialmente se usaron pensando serian la solución para mejorar y aumentar la producción de alimentos, necesidad básica de la sociedad. Pero no se tomó en cuenta las consecuencias del uso y abuso excesivo de los mismos, ni su incidencia progresiva en el ambiente a largo plazo, incidencia que en ciertas regiones del planeta ya es muy notoria, dando como resultado la creación de grandes zonas desérticas y, más comúnmente improductivas.

En nuestro país también se ha observado la sobreexplotación de recursos, la contaminación de otros y principalmente el desaprovechamiento de la mayoría. Esta mezcla de factores da como resultado el deterioro progresivo del ambiente, adicionando la falta de una correcta legislación para el uso de productos químicos, los que al ser aplicados sin la visión de futuros daños y, con solo el interés del resultado momentáneo y exclusivo, han generado como consecuencia una clase especial de contaminantes, que son los resultados de esta liberación o su posterior metabolismo. Contaminantes que siguiendo el ciclo natural de recorrido, después de su aplicación, ingresan a la tierra y posteriormente, por efecto de los regadíos o de las lluvias llegan a los ríos y finalmente al mar. Estos productos químicos, para este momento habrán sufrido una serie de transformaciones, que en algunos casos los habrán descompuesto parcialmente en otros productos, generalmente distintos a su forma original, pero igual o aun más nocivos y, definitivamente alterantes para el ecosistema.

Sin embargo en cualesquiera de estas formas de aplicación, estos productos químicos llegan a incidir sobre el medio, porque aportan nuevas clases químicas, que son asimiladas en distinta forma por los organismos vegetales y animales, dependiendo de la presencia con la que se encuentren a su paso.

La presente tesis, estudia el comportamiento de cierto grupo de productos químicos, resultado de los procesos ya indicados, en el caso del medio agua, para luego, sobre la base de los resultados obtenidos tener una clara idea de la permanencia de estos factores en un ecosistema y su comportamiento con respecto a otro.

Por esta razón planteamos la interrogante sobre el grado de influencia que el Río Guayas pudiera tener sobre el Río Daule. Esto es referente a qué tipo de efectos produce el sistema hidrológico más grande del Ecuador, sobre el río que produce la mayor cantidad de agua potable. La interrogante nos conduce a situar la investigación en la zona de la planta potabilizadora de agua de la ECAPAG.

El Río Guayas, como resultado de ser el más grande sistema hidrológico de la zona oriental de Sudamérica, sería de esperar que el nivel de contaminantes que presenta sea también de considerable número y variedad, adicionando la condición de que durante el flujo de mareas, la entrada de aguas del mar se verifica con notable presencia, con ingresos que se registran kilómetros río arriba tanto en el Río Daule, como en el Babahoyo, es de preguntarse entonces, qué tanto influye el agua del río Guayas sobre los otros dos ríos que lo forman.

## **RESUMEN**

La presente tesis, tiene como objetivo principal el estudio de la influencia Química y Microbiológica, que el Río Guayas que representa el mayor sistema Hidrológico de la costa oeste de América del sur, puede tener sobre el Río Daule uno de los ríos tributarios que lo forman.

La interrogante para el estudio nace al saber que el Río Guayas, al poseer un volumen mucho mayor que el Río Daule posee grandes variaciones de caudal debido al movimiento propio de las mareas, por esta razón durante los estados de subida de mareas se produce la entrada de aguas de mar, lo que haría también que toda la carga de sedimentos y los demás contaminantes que arrastra el Río Guayas, tiendan a regresar corriente arriba, verificándose entonces una influencia negativa desde el Río Guayas, hacia los Ríos que lo forman.

El interés del presente estudio es verificar si esta influencia existe, de ser así, verificar el grado incidencia del Medio Contaminado como lo es el Río Guayas, sobre el Medio no contaminado, como lo es el Río Daule. Para ser más precisos en la investigación se ha tomado como punto central de análisis la zona donde reside la Planta Potabilizadora de Agua para la ciudad de Guayaquil, que es el área denominada como La Toma y, que esta ubicada en las orillas del Río Daule a 25 kilómetros río arriba de la ciudad de Guayaquil.

Se realizó un estudio prospectivo analítico tomando como referencia los parámetros obligatorios de cumplir, indicados en la Ley de Aguas vigente para la República de Ecuador, la toma de muestras se efectuó durante los meses de fin de verano estos son Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2001 y, se implementaron adicionalmente cinco estaciones de muestreo adicionales para analizar la calidad de ambos ríos.

## SUMMARY

The present thesis, has for as main objective the study of the Chemical influence and Microbiologic that the River Guayas that represents the biggest Hydrological system in the coast west of America of the south, can have on the River Daule one of the tributary rivers that form it.

The query for the study is born to the knowledge that the River Guayas, when possessing a much bigger volume that the River Daule possesses big flow variations due to the movement characteristic of the tides, for this reason during the states of ascent of tides the entrance of seawaters takes place, that would also make that the whole load of silts and the other pollutants that it drags the River Guayas, spread to return current up, being verified a negative influence then from the River Guayas, toward the River that they form it.

The interest of the present study is to verify if this influence exists, of being this way, to verify the grade incidence of the Polluted Means as it is it the River Guayas, on the non polluted Means, as it is it the River Daule. To be more necessary in the investigation has taken as central point of analysis the area where the Plant resides of treatments of Water for the city of Guayaquil that is the area denominated as The Taking and that this located in the banks of the River Daule to 25 kilometers I laugh up at the city of Guayaquil.

It was carried out an analytic prospective study, taking like reference the suitable parameters as obligatory of completing in the effective Law of Waters for the Republic of Ecuador, the taking of samples was made during the months of summer end these they are October, November and December of the year 2001 and, they were implemented five additional sampling stations additionally to analyze the quality of both rivers

# INDICE

<b><u>CAPITULO I MARCO TEORICO</u></b> .....	13
<b><u>1.1 ANTECEDENTES</u></b> .....	13
<b><u>1.2. IMPORTANCIA DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO</u></b> .....	17
<b><u>1.2.1. SÓLIDOS DISUELTOS.-</u></b> .....	18
<b><u>1.2.2. TEMPERATURA.-</u></b> .....	18
<b><u>1.2.3. OXIGENO DISUELTO.-</u></b> .....	19
<b><u>1.2.4. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO).-</u></b> .....	22
<b><u>1.2.4.1. EFECTOS DE OTROS PARÁMETROS EN LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO<sub>5</sub>)-</u></b> .....	23
<b><u>1.2.4.1.1. Tiempo.</u></b> .....	23
<b><u>1.2.4.1.2. Temperatura.</u></b> .....	23
<b><u>1.2.4.1.3. Potencial de Hidrógeno (pH).</u></b> .....	23
<b><u>1.2.4.1.4. Nutrientes.</u></b> .....	24
<b><u>1.2.4.1.5. Población Bacteriana.</u></b> .....	24
<b><u>1.2.4.1.6. Toxicidad.</u></b> .....	24
<b><u>1.2.4.2. SIGNIFICADO AMBIENTAL de la DBO.-</u></b> .....	24
<b><u>1.2.3. POTENCIAL DE HIDROGENO ( pH ).-</u></b> .....	25
<b><u>1.2.4. MICRO NUTRIENTES.-</u></b> .....	26
<b><u>1.2.4.1. ION FOSFATO.-</u></b> .....	26
<b><u>1.2.4.2. ION SILICATO .-</u></b> .....	27
<b><u>1.2.4.3. ION NITRITO.-</u></b> .....	28
<b><u>1.2.4.4. ION NITRATO.-</u></b> .....	29
<b><u>1.2.5. MICROORGNISMOS .-</u></b> .....	30
<b><u>1.2.5.1. COLIFORMES TOTALES</u></b> .....	30

<b><u>Y COLIFORMES FECALES.-</u></b> .....	<b>30</b>
<b><u>1.2.5.2. ESCHERICHIA COLI.-</u></b> .....	<b>32</b>
<b><u>1.3. LEY DE AGUAS.-</u></b> .....	<b>33</b>
<b><u>1.3.1. DISPOSICIONES FUNDAMENTALES.-</u></b> .....	<b>33</b>
<u>1.3.1.1. Ley de Aguas Capitulo III, articulo 18.-</u> .....	34
<b><u>CAPITULO II PROBLEMATICA .-</u></b> .....	<b>35</b>
<b><u>2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .-</u></b> .....	<b>35</b>
<b><u>2.2. HIPÓTESIS.-</u></b> .....	<b>35</b>
<b><u>2.3. OBJETIVOS.-</u></b> .....	<b>36</b>
<u>2.3.1. Objetivo General.-</u> .....	36
<u>2.3.2. Objetivos Específicos.-</u> .....	36
<b><u>2.4. PARAMETROS ANALIZADOS.-</u></b> .....	<b>38</b>
<b><u>CAPITULO III MATERIALES Y METODOS</u></b> .....	<b>39</b>
<b><u>3.1. METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE LA INFORMACIÓN.-</u></b> ...	<b>39</b>
<b><u>3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.-</u></b> .....	<b>40</b>
<b><u>3.3. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.-</u></b> .....	<b>40</b>
<b><u>3.4. FRECUENCIA DEL MUESTREO.-</u></b> .....	<b>46</b>
<b><u>3.5. UNIVERSO.-</u></b> .....	<b>47</b>
<b><u>3.6. CRITERIO DE INCLUSIÓN.-</u></b> .....	<b>47</b>
<b><u>3.7. CRITERIO DE EXCLUSIÓN.-</u></b> .....	<b>47</b>
<b><u>3.8. MUESTRA.-</u></b> .....	<b>48</b>
<b><u>3.9. CARACTERÍSTICAS DEL AREA DE ESTUDIO.-</u></b> .....	<b>48</b>
<b><u>3.9.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.-</u></b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b><u>3.10. MATERIALES UTILIZADOS.-</u></b> .....	<b>53</b>
<b><u>3.10.1. PARÁMETROS FISICOS.-</u></b> .....	<b>53</b>
<u>3.10.1.1. TEMPERATURA.-</u> .....	53

<u>3.10.1.2. SALINIDAD.-</u> .....	54
<u>3.10.1.3. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH).-</u> .....	54
<u>3.10.1.4. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS ( STD).-</u> .....	54
<b><u>3.10.2. PARÁMETROS QUÍMICOS.-</u></b> .....	<b>54</b>
<u>3.10.2.1. OXIGENO DISUELTO (OD).-</u> .....	54
<u>3.10.2.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO).-</u> .....	55
<b><u>3.10.3. TOMA DE MICRONUTRIENTES.-</u></b> .....	<b>55</b>
<b><u>3.10.4. TOMA DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS.-</u></b> .....	<b>55</b>
<b><u>3.11. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS UTILIZADOS.-</u></b> .....	<b>55</b>
<b><u>3.11.1. OXIGENO DISUELTO.-</u></b> .....	<b>55</b>
<u>3.11.1.1. PRINCIPIO.-</u> .....	55
<u>3.11.1.2. METODO DE ANÁLISIS.-</u> .....	57
<u>3.11.1.3. CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN.-</u> .....	58
<b><u>3.11.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO<sub>5</sub>).-</u></b> .....	<b>58</b>
<u>3.11.2.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-</u> .....	59
<u>3.11.2.2. CALCULOS PARA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO.-</u> .....	59
<b><u>3.11.3. DETERMINACION DE SILICATO.-</u></b> .....	<b>59</b>
<u>3.11.3.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-</u> .....	60
<u>3.11.3.2. CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN DEL SILICATO.-</u> .....	60
<b><u>3.11.4. DETERMINACIÓN DE NITRITO.-</u></b> .....	<b>61</b>
<u>3.11.4.1. PRINCIPIO.-</u> .....	61
<u>3.11.4.2. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-</u> .....	61
<u>3.11.4.3. CALCULOS DE LA CONCENTRACIÓN DEL NITRITO.-</u> .....	62
<b><u>3.11.5. DETERMINACIÓN DE NITRATO.-</u></b> .....	<b>63</b>
<u>3.11.5.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-</u> .....	63
<u>3.11.5.2. CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN DEL NITRATO.-</u> .....	65
<b><u>3.11.6. DETERMINACIÓN DE FÓSFORO.-</u></b> .....	<b>66</b>
<u>3.11.6.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-</u> .....	66
<u>3.11.6.2. CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN DEL FOSFATO.-</u> .....	66
<b><u>3.11.7. DETERMINACIÓN DE COLIFORMES.-</u></b> .....	<b>67</b>
<u>3.11.7.1. PRUEBA PRESUNTIVA.-</u> .....	68
<u>3.11.7.2. PRUEBA CONFIRMATIVA.-</u> .....	68
<u>3.11.7.3. PRUEBA COMPLETA.-</u> .....	69
<b><u>CAPITULO IV.- RESULTADOS</u></b> .....	<b>70</b>
<b><u>4.1. RESULTADOS OBTENIDOS.-</u></b> .....	<b>70</b>

<b><u>4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.-</u></b> .....	<b>60</b>
4.2.1. Sobre la incidencia de los Sólidos totales Disueltos.- .....	79
4.2.3. Sobre el análisis de la Temperatura.- .....	81
4.2.4. Sobre el análisis de la Salinidad.-.....	82
4.3.5. Sobre el análisis del Potencial de Hidrógeno.- .....	83
4.3.6. Sobre el análisis del Oxígeno Disuelto.-.....	84
4.3.7. Sobre el análisis de la Demanda Biológica de Oxígeno.-.....	86
4.3.8. Sobre el análisis de los Nitritos.-.....	88
4.3.9. Sobre el análisis de los nitratos.-.....	90
4.3.10. Sobre el análisis de los Fosfatos.- .....	91
4.3.11. Sobre el análisis de los Silicatos.- .....	93
4.3.12. Sobre el Análisis de COLIFORMES TOTALES.- .....	95
4.3.13. Sobre el Análisis de COLIFORMES FECALES.-.....	96
<b><u>CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u></b> .....	<b>98</b>
<b><u>5.1. CONCLUSIONES.-</u></b> .....	<b>98</b>
<b><u>5.2. RECOMENDACIONES.-</u></b> .....	<b>101</b>
<b>ANEXOS.....</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	

# **CAPITULO I MARCO TEORICO**

## **1.1 ANTECEDENTES**

Durante el proceso de recolección de información para la presente tesis, se hizo presente la ausencia de estudios que vincularan ambos medios en consideración, es decir. el Río Guayas en comparación con el Río Daule o, viceversa. Los estudios realizados por los distintos organismos interesados en el tema no han abarcado la temática como lo está planteado en el presente trabajo, es más la mayoría se han limitado a estudiar o investigar un medio sin ingresar

directamente en el otro, desde el punto de vista de la formación o por lo menos de la influencia.

Sin embargo, para el presente trabajo se ha podido recolectar información muy importante pero de forma aislada, como es el caso de las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Pesca (INP) y, que son resumidas en su publicación sobre Deterioro Ambiental y Problemas en el Golfo de Guayaquil, aquí nos indica en su documento Programa Integral de la Calidad de Agua para promover el uso sostenible de los Recursos Naturales en el Golfo de Guayaquil (INP) 1995 que: La calidad de aguas del golfo está en deterioración. Los deterioros localizados han sido considerados como eutróficos (Ormaza González 1986, Ayarza 1993 y Solórzano 1993. Una gran Variedad de contaminantes ingresan al Golfo y pueden estar afectando a los recursos marinos y a la salud de los que los consumen. Los efectos producidos por el Síndrome de Taura sobre el camarón son atribuidos como influencia directa de esta contaminación, (Jiménez 1992, Jiménez 1994, Intriago 1994, Ormaza González 1994), sin embargo los investigadores concluyen que los problemas encontrados podrían ser de mayor gravedad+.

Debido a la falta de facilidades de tratamiento de desechos, entre el 70 . 80 % de los desechos domésticos totales de la ciudad de Guayaquil, ingresan actualmente al Río Guayas y al Estero Salado (Twilley, 1989), introduciendo nitrógeno, fósforo, bacterias fecales, blanqueadores, cloraminas, metales pesados, aceites, plásticos, compuestos Orgánicos de alto peso molecular, y demás contaminantes, creando una alta demanda bioquímica de Oxígeno (DBO) y variando considerablemente la química original del medio.

La información recopilada por los investigadores del INP demuestran que la calidad de agua y de sedimentos se están deteriorando debido a cambios

antropogénicos. Que los ríos Guayas, Daule y Babahoyo, demuestran fuertes evidencias de eutrofización (Rendón 1993, Solórzano 1993, Ayarza 1993) y una marcada reducción de peces y moluscos.

Los niveles de nutrientes inorgánicos disueltos en el Golfo generalmente habían sido altos en comparación a las concentraciones promedio de ríos y estuarios a nivel mundial (Burton 1976; Olausson y Cato 1980, Ormaza González y Statham 1991). Sin embargo datos más recientes de Ormaza González 1995, nos daban rangos para fosfatos de 1,0 a 2,5 ug y para nitritos de 0,1 a 1,0 ug en aguas superficiales y tomando muestras cerca de los sitios de descarga de aguas servidas los valores se incrementaban a rangos de 5 a 13 ug para los fosfatos y de 10 a 15 para los nitritos.

Los datos obtenidos por el Programa de Control de las características del Agua del Embalse en los estudios realizados en el río Daule en el sitio de ingreso y en el embalse Daule . Peripa y, en el Sitio de la Toma de agua potable para Guayaquil, durante los años 1987 y 1992 ofrecen los siguientes resultados:

<b>Parámetro</b>	<b>Antes del llenado del Embalse</b>	<b>Después del llenado del Embalse</b>
Oxígeno Disuelto	7 a 8 mg/l	4 mg/l
Potencial de Hidrogeno	6,8 a 7,4	6,6 a 7,5
Sólidos Totales	202 mg/l	202 mg/l
Coliformes Totales	< 1000 NMP/100 ml	< 1000 NMP/100 ml en la Toma
Coliformes Fecales	<300 NMP/100 ml	<300 NMP/100 ml en la Toma

CEDEGE en su informe final de 1992 indicaba que las características microbiológicas del Río Daule, no habían variado mayormente en la zona de la planta de La Toma, aquí aun se mostraban niveles de Coliformes Totales que generalmente eran menores a 1.000 por cada 100 ml, y un conteo de Coliformes Fecales de menos de 300 por cada 100 ml.

Ocasionalmente se habían detectado niveles mayores, pero estos se encontraban dentro de un rango que aun podían ser tratados usando métodos convencionales, como el uso del cloro como desinfectante en el proceso de potabilización del agua ( Trasvase a la península de Santa Elena (CEDEGE, 1992+).

Otros estudios sobre nuestros medios en observación como lo son el de Capacidad de Dilución del Río Guayas para contrarrestar el Impacto por Vertientes Industriales Terrestres por Pablo Suárez (Acto Oceanográfica del Pacífico INOCAR 1998), indican elevadas concentraciones de Coliformes Totales y Fecales, mucho mayores que los permitidos por la Legislación Vigente y localizados mayoritariamente en los sitios de descarga de aguas servidas sobre la corriente del Río Guayas según estos estudios los valores encontrados ya no se limitan a la zona de muestreo y se está generalizando en todo el sistema, obteniéndose como conclusión que los valores de DBO y OD se encuentran muy por encima de los rangos ambientales admisibles, aunque y para ese momento los valores de OD no se veían afectados por las descargas de aguas servidas.

Posteriormente en el Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR 10 año 2000, en el estudio de la Calidad Físico Química y Microbiológica de las Aguas

Alrededor de la ciudad de Guayaquil por Manuel Valencia, se indica valores distintos, ya que estos estudios fueron realizados posteriormente al fenómeno de El Niño del año 97 . 98, dando como resultados valores que insinúan cierta recuperación. Las aguas estudiadas presentaban buen oxigenación con valores superiores a 5,1 mg/l, no se observó valores anómalos de micro nutrientes. Sin embargo los valores obtenidos para Coliformes Totales y Fecales seguían por encima de lo que estipula el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Ecuador

## **1.2. IMPORTANCIA DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO**

### **1.2.1. SÓLIDOS DISUELTOS.-**

El análisis de sólidos es importante para el control biológico y físico en procesos de tratamiento de aguas, así como para evaluar complicaciones que tienen que ver con efluentes de desperdicios domésticos, aguas negras, desperdicios industriales y agrícolas, estos últimos por el abuso en la utilización de pesticidas, funguicidas y fertilizantes que son arrastrados por las lluvias hacia los ríos y estuarios.

Aguas con concentraciones elevadas de sólidos disueltos, generalmente son de inferior calidad, y podrían provocar diferentes reacciones fisiológicas al ingerirlas o al estar en contacto primario o secundario con ellas. De otra forma, materia particulada suspendida incrementa el área de crecimiento de hongos y bacterias (Cairns, 1967) y podría incrementar el potencial de enfermedades en el sistema acuático. Además las partículas suspendidas también absorben varias sustancias químicas, como en el caso de los fosfatos. Así la fertilización podría ser menos efectiva en aguas turbias, no solo por el medio oscuro creado por los sólidos suspendidos sino, porque los nutrientes podrían no estar libres para incorporarse a la textura de las plantas. Un límite de 500 mg. de sólidos disueltos por litro ( mg/l) son aceptables para el consumo humano (Standard Métodos) año 1985.

### **1.2.2. TEMPERATURA.-**

Debe considerarse también que la temperatura es un factor determinante para el tipo de especies que habitan en un medio acuático, ya que regula la actividad química que ocurre en el agua. También se debe considerar que, la actividad bacteriológica es a menudo más alta en aguas cálidas que en frías, la descomposición de sustancias orgánicas es favorecida por el calor, el que aumenta también la demanda de oxígeno.

Este parámetro es muy importante no solo por lo anteriormente mencionado, si no que además esta involucrado en forma determinante en la estructura de diferentes procesos como son:

FLOCULACIÓN, DILUCIÓN, ADVECCIÓN, CONVECCION.

Sin embargo es un factor secundario en el control de la densidad de aguas estuarinas. El aumento en la temperatura provoca la disminución en la capacidad del agua para retener oxígeno al mismo tiempo que aumenta la actividad fisiológica de los organismos acuáticos produciendo la asfixia de los mismos, siendo éste el efecto más nocivo de la contaminación térmica.

### **1.2.3. OXIGENO DISUELTO.-**

Reconocidos estudios han demostrado que la solubilidad del oxígeno en agua dulce varía directamente con la presión atmosférica, a una temperatura dada, y sigue el comportamiento de los gases ideales, pudiéndose calcular por medio de la ley de Henry, además varía inversamente con la temperatura a una presión dada. Esto es muy importante pues la actividad biológica y por consiguiente la demanda de oxígeno varía directamente con la temperatura.

Entonces, la mayoría de las condiciones críticas relacionadas con la diferencia de OD ocurren durante los meses de invierno, cuando la temperatura es alta. Por esto se suele considerar un nivel mínimo de 4 mg/l., de OD durante tales épocas.

Este elemento sea solo o formando compuestos como el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) es controlado principalmente por la acción combinada de diversos procesos físicos y biológicos como son:

- ❖ **a.-** Intercambio directo entre la superficie del agua y el agua sobre ésta. El oxígeno entra al cuerpo de agua cuando el consumo a causa de procesos respiratorios ha disminuido su concentración provocando niveles de sub. - saturación. En cambio la difusión de oxígeno a la atmósfera ocurre cuando su producción por organismos foto sintetizadores causan sobresaturación.
- ❖ **b.-** Mezcla turbulenta con capas de aguas adyacentes. Durante la estación en que se produce mayor estratificación este proceso se incrementa por efecto de las corrientes siendo este el principal proceso que suministra oxígeno a aguas bajo la zona eufótica.
- ❖ **c.-** Fotosíntesis llevada a cabo por plantas, principalmente el fitoplancton.

La baja solubilidad del oxígeno en aguas es el factor principal que limita la capacidad de auto purificación de las aguas naturales, En los desechos líquidos, el OD indica el tipo de transformación biológica que tiene lugar en su seno efectuadas por microorganismos aerobios y anaerobios, según haya presencia o ausencia de oxígeno.

La presencia de OD previene o reduce el inicio de la putrefacción y la producción de cantidades objetables de sulfuros, mercaptanos y otros compuestos de mal olor ya que la bioxidación aerobia produce sustancias finales inofensivas

tales como  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . En cambio, los microorganismos anaerobios efectúan la oxidación utilizando el oxígeno de ciertas sales inorgánicas, formándose productos malolientes.

Aguas con alta demanda de oxígeno y por consiguiente bajo o nulo contenido de OD se asocian, en general con aguas de mala calidad en cambio aguas de baja o nula demanda de oxígeno y alto contenido de oxígeno son considerados como de buena calidad.

Según el criterio de calidad de aguas estuarinas se tiene que el Artículo N° 25 del Registro Oficial N° 204 dice: El Oxígeno Disuelto (OD) medido en mg/l deberá ser no menor a 5 mg/l.

También el Oxígeno Disuelto es esencial para la estabilización final de las aguas residuales. Los cambios que sufra con respecto al tiempo, distancia, profundidad, o sección de un cuerpo de agua son útiles para indicar el grado de estabilidad o las características de mezclado.

En agua cruda ayuda a la eliminación de constituyentes indeseables como el hierro, y el manganeso mediante la precipitación de la forma oxidada.

Entonces se puede observar que las mediciones de Oxígeno Disuelto son vitales para conocer las condiciones aerobias o anaerobias de las aguas naturales que reciben materia de desecho. Por eso, una meta de cualquier programa de control de la contaminación de recurso hídrico es poder garantizar un mínimo de Oxígeno Disuelto en el agua, según el uso que se asigne a ésta.

Sin embargo, también se debe considerar que su presencia en el caso de las industrias, puede contribuir con la corrosión del hierro y del acero particularmente en los sistemas de distribución y en calderas, por lo que se debe remover mediante tratamientos físicos y químicos.

#### **1.2.4. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO).-**

Dentro de los principales parámetros encaminados a definir la fracción orgánica de las aguas residuales se encuentran: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es producto de la respiración del zooplancton y bacterias .

La prueba analítica de la DBO estima la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en estudio por medio de una población microbiana heterogénea. La información obtenida en la prueba de la DBO es de la materia orgánica biodegradable que se encuentra en el agua estudiada.

La DBO es una medida del oxígeno requerido para la estabilización Química y Biológica de la materia orgánica en un intervalo específico.

Entre mayor sea la cantidad de materia orgánica vertida a un cuerpo de agua, mayor será la necesidad de oxígeno para su descomposición, por lo tanto habrá una baja de oxígeno disuelto creando condiciones que van en detrimento de la vida acuática y otros usos benéficos.

En ciertos casos provoca la completa extinción del oxígeno disuelto en las corrientes, dando por resultado la muerte de los peces y otras formas acuáticas. En tales condiciones el cuerpo de agua es antiestético.

Un alto valor de la DBO puede indicar un incremento en la microflora presente e interferir en el equilibrio de la vida acuática, además de favorecer el crecimiento excesivo de algas, y de ocasionar olores y sabores desagradables.

### **1.2.4.1. EFECTOS DE OTROS PARÁMETROS EN LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO<sub>5</sub>).-**

#### **1.2.4.1.1. Tiempo.**

Cuanto más tiempo transcurre la reacción estará mas cerca de sus término. Como se mencionó con anterioridad la Demanda Bioquímica de Oxígeno es solo parte de la Demanda Ultima de Oxígeno (DBOu).

#### **1.2.4.1.2. Temperatura.**

La temperatura es uno de los más importantes factores en un sistema biológico, Principalmente los cambios en temperaturas producirán un aumento o reducción de la velocidad de reacción .

#### **1.2.4.1.3. Potencial de Hidrógeno (pH).**

Los organismos responsables de la degradación de la materia orgánica generalmente ejercen su acción dentro de un ámbito muy pequeño de pH, el cual es alrededor de 6.5 y 8.3

#### **1.2.4.1.4. Nutrientes.**

Las bacterias requieren de nutrientes orgánicos e inorgánicos para su metabolismo. En la prueba estándar de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, es el agua de dilución la que incluye los nutrientes inorgánicos. De estos nutrientes el nitrógeno y el fósforo son los más importantes en la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

#### **1.2.4.1.5. Población Bacteriana.**

La aclimatación de la siembra es probablemente el aspecto que mayormente se olvida. La mayor parte de los desechos industriales no cuentan con organismos perfectamente aclimatados y muchos menos al agua de dilución que se utiliza.

#### **1.2.4.1.6. Toxicidad.**

Son muchos los compuestos tóxicos a los microorganismos. Concentraciones altas de estos compuestos pueden matar la población microbiana o reducirla considerablemente. Será necesario pruebas especiales cuando se tengan dudas de la inhibición de la reacción en determinados análisis.

### **1.2.4.2. SIGNIFICADO AMBIENTAL de la DBO.-**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es una medida del oxígeno requerida para la estabilización química y biológica de la materia orgánica en un intervalo específico. Entre mayor sea la cantidad de materia orgánica vertida a un cuerpo de agua, mayor será la necesidad de oxígeno para su descomposición, por lo

tanto habrá una disminución de Oxígeno Disuelto creando condiciones que van en detrimento de la vida acuática y otros usos benéficos.

En ciertos casos provoca la completa extinción del Oxígeno Disuelto en las corrientes, dando por resultado la muerte de los peces y otras formas acuáticas. En tales condiciones el cuerpo de agua es antiestético.

Un alto valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno puede indicar un incremento en la microflora presente e interferir en el equilibrio de la vida acuática, favorecer el crecimiento excesivo de algas, además de ocasionar olores y sabores desagradables.

### **1.2.3. POTENCIAL DE HIDROGENO ( pH ).-**

Los organismos responsables de la degradación de la materia orgánica generalmente ejercen su acción dentro de un ámbito muy pequeño de Potencial de Hidrógeno (pH), el cual está alrededor de 6,5 y 8,3.

Un Potencial de Hidrogeno que va de 6.5 a 9.5 es el rango permisible para aguas estuarinas y marinas, según las normas de control de calidad (registro oficial N° 204 1989) ya que aguas de baja alcalinidad tienen poca capacidad de resistir cambios en pH.

Por otro lado el conocimiento de la distribución horizontal y vertical del pH en un estuario puede indicar el grado de descomposición y remineralización de los

compuestos orgánicos y la subsiguiente liberación de los micro nutrientes necesarios para las diferentes formas de vegetación.

Los valores de pH aumentan cuando el fitoplancton experimenta una fotosíntesis activa y disminuyen por la respiración de animales o por concentraciones grandes de material orgánico y la descomposición de detritos (bajo la zona eufórica), este último introducido al estuario por el aporte de los ríos (en este caso supondremos que es el Río Guayas), haciendo que se incremente el consumo de oxígeno disuelto y la evolución de CO<sub>2</sub>.

Así mismo bajas concentraciones de pH durante épocas lluviosa, están relacionadas con altas concentraciones de detritos orgánicos que sufren oxidación

## **1.2.4. MICRO NUTRIENTES.-**

### **1.2.4.1. ION FOSFATO.-**

El Ion fosfato puede ser de origen mineral, orgánico ó producido por la industria El fósforo se encuentra en las aguas naturales y residuales casi exclusivamente en forma de fosfato. Se presenta en solución, partículas o detritus, o en los cuerpos de organismos acuáticos.

Estas formas de fosfato surgen de una diversidad de fuentes, cantidades pequeñas de fosfato condensadas se añaden a algunos suministros de aguas durante el tratamiento, y se pueden añadir cantidades mayores de los mismos compuestos, cuando el agua se utiliza para lavar ropa o en otras limpiezas, ya

que son los componentes principales de muchos preparados comerciales para la limpieza.

Los fosfatos se utilizan ampliamente en el tratamiento de aguas de calderos. Los ortofosfatos aplicados como fertilizantes de la tierra cultivada agrícola o residencial son arrastrados a las aguas superficiales con las lluvias. Los fosfatos orgánicos se forman principalmente en procesos biológicos. Son aportados al alcantarillado por los residuos corporales y de alimentos y, también se pueden formar a partir de los ortofosfatos durante el proceso de tratamiento biológico o, por recibir la carga biológica del agua. El fósforo se emplea en la agricultura como abono, restituyendo el fósforo a las tierras empobrecidas por anteriores cosechas bajo la forma de fosfatos minerales o sustancias orgánicas complejas.

El fósforo esta presente en el agua como Ion fosfato, es otro de los constituyentes esenciales de organismos vivos. El fosfato es considerado como una de las sustancias que pueden limitar la producción de la vida de las plantas, El fósforo es esencial para el crecimiento de los organismos y puede ser el nutriente limitador de la productividad primaria de un cuerpo en el Agua. En los casos en que constituye un nutrientes limitador del crecimiento, la descarga de aguas residuales brutas o tratadas, drenados agrícolas o ciertos residuos industriales a esa agua puede estimular el crecimiento de micro y macroorganismos acuáticos fotosintéticos en cantidades molestas.

#### **1.2.4.2. ION SILICATO .-**

Los silicatos comprenden alrededor de un tercio del total de especies químicas conocidas, constituyendo además alguno de ellas la parte fundamental en la corteza terrestre, formada de silicato en un 95%. En todas las estructuras

estudiadas hasta la actualidad en esos minerales, el silicio esta en coordinación con el oxígeno. El silicato es estudiado extensivamente porque es usado por diatomeas y otros organismos secretores de silicato. Muestras superficiales son usualmente bajas, propio del desarrollo de los organismos secretores de silicato, pero un incremento progresivo en silicato tiene lugar con el incremento de la profundidad, el cual es atribuido a la disolución de silicatos solubles.

El contenido de sílice en aguas naturales varia considerablemente dependiendo de la localidad . En aguas con alta dureza y alta alcalinidad el contenido de sílice es más alto que en otro tipo de agua, ya que en aguas alcalinas están presentes un gran número de iones de sodio que se combinan con la sílice para formar silicatos de sodio solubles.

El silicio está presente en el agua fundamentalmente en forma de iones silicato y posiblemente en forma de sílice coloidal de la que se encuentran trazas, es un constituyente de la pared celular de las diatomeas, el esqueleto de algunos radiolarios y las púas de algunas esponjas.

### **1.2.4.3. ION NITRITO.-**

En el proceso de regeneración de los micro nutrientes, se considera que el nitrito es un forma intermedia entre el amoniaco y el nitrato. Consecuentemente, la concentración de nitrito, puede ser considerada como un índice de la cantidad de nitrógeno orgánico intermedio potencialmente disponible para la remineralización.

Las más importante sales de nitrito son las de amilo y las de sodio. El nitrito tiene una distribución peculiar y es generalmente encontrado en un estrato, pequeño en, ó bajo la termoclina. Los compuestos de nitrógeno son también aportados al agua de los ríos en estudio, por descargas eléctricas por la atmósfera, a parte de la descomposición propia de materias orgánicas. Posiblemente una cierta cantidad de nitrógeno fijado en el agua es liberado como nitrógeno libre y retornado a la atmósfera.

#### **1.2.4.4. ION NITRATO.-**

Los nitratos son sólidos cristalizados, los nitratos neutros son solubles en el agua, todos se descomponen por el calor. La distribución del nitrato en los océanos mares y ríos ha sido estudiada ampliamente ya que puede limitar la producción del fitoplancton, cuando éste es reducido a mínima cantidad en la capa superficial.

El nitrato usualmente muestra una máxima o elevada concentración a profundidades a varios cientos de metros. También forma parte del ciclo de descomposición orgánica, está estrechamente ligado a la producción de amoniaco y nitrito. Un grupo especial de bacterias, las bacterias productoras de nitritos, utilizan la energía de los enlaces químicos del Amoniaco, degradando este a nitrito y, luego otro grupo de bacterias, las llamadas productoras de nitratos, realizan la misma operación de utilización de energía y transforman los nitritos en nitratos.

Los nitratos son la forma más común por la que las plantas obtienen nitrógeno del suelo, de esta forma se completa un ciclo de nitrógeno sin la formación de nitrógeno gaseoso. La reserva principal de nitrógeno en el agua está constituida por los nitratos y, en menor cantidad por el amoníaco y los nitritos.

## **1.2.5. MICROORGANISMOS .-**

### **1.2.5.1. COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES.-**

Según nuestra legislación vigente los Coliformes son bacterias de origen entérico que normalmente son capaces de fermentar la lactosa con producción de gas. Sin embargo este comportamiento dista mucho de ser indiscutible.

Existen Coliformes que no acumulan gas e incluso no fermentan la lactosa. Los gémenes de entero bacterias incluidos en el grupo de los Coliformes a efectos de análisis de aguas son: Citrobacter, Klebsiella y Enterobacter.

El significado de estos análisis se basa en el supuesto de que los Coliformes tienen una relación directa con la contaminación de aguas por materias fecales.

Por esta circunstancia es útil su detección ya que su presencia puede indicar una contaminación fecal relativamente lejana. En cambio la presencia de *Escherichia coli* demuestra a nivel crítico una contaminación fecal reciente. A la inversa, la falta de Coliformes implica una ausencia de contaminación fecal próxima o remota.

Para el presente estudio se escogió estos dos parámetros como los más representativos para el análisis microbiológico de los ecosistemas elegidos, esto es debido a que la familia enterobacteriace se compone de un gran número de especies bacterianas muy relacionadas huéspedes naturales del intestino grueso del ser humano y de animales, suelo y agua .

Por su habitud normal en el ser humano suele denominarse a estas bacterias BACILOS ENTERICOS están asociados con muchos tipos de infecciones como neumonía, abscesos, meningitis, septicemia, infección intestinal, entre otras, y son las causas principales de infecciones intra hospitalarias.

Las entero bacterias son bacilos gran negativos ( $0,5 \mu\text{m} \times 3.0 \mu\text{m}$ ) anaerobios facultativos, no formadores de esporas. Pueden ser móviles e inmóviles, cápsulados o no. Muchos producen fimbrias o cilios, los cuales facilitan la adherencia a otras bacterias fagos y células del huésped, así como la transferencia de material genético. Carecen de enzima citocromo oxidasa característica que permite diferenciar esta familia de los demás bacilos gram negativos fermentadores y no fermentadores de glucosa.

Estos organismos bioquímicamente diversos son, por definición, fermentadores de la glucosa, reductores de nitratos a nitritos. Su contenido de guanina más citosina (G + C) en el DNA es de 39 a 59 moles por 100. Poseen una estructura antigénica que permite relacionar varios géneros entre sí y definir serológicamente a un sin número de especies. Casi todos los géneros de entero bacterias son de tipo polisacáridos.

Poseen la pared celular típica de los gram negativos. La capa externa contiene el lipopolisacarido (LPS), responsable de muchas de las propiedades tóxicas y biológicas de estos microorganismos, esta molécula presente además presenta cadenas laterales de polisacáridos o determinantes de la antigenicidad (antígeno O) de los bacilos entéricos.

### **1.2.5.2. ESCHERICHIA COLI.-**

Este microorganismo tiene su origen específicamente fecal, pues está siempre presente en grandes cantidades en las heces de los seres vivos de sangre caliente y rara vez se encuentran en agua o suelo que no haya sufrido un tipo de contaminación fecal. Por lo tanto, se considera que la detección de éstos como organismos fecales o la presunción de Escherichia Coli constituye una información suficiente como para estimar la naturaleza fecal de dicha contaminación.

Estudios recientes inyectando Escherichia Coli en sistemas de distribución, han demostrado que una vez contaminado éste, al cabo de unos días, se produce acumulación de bacterias en el biofilm de las tuberías. Pese a todo la colonización de la red por dicho microorganismo es sólo parcial y transitoria.

Flanagan ha resumido la interpretación de la presencia de Escherichia Coli como sigue % Cuando los Escherichia Coli están presentes en gran número, la interpretación es que ha tenido lugar una polución fuerte y/o reciente por desechos animales o humanos. Si el número de E. Coli es pequeño indica que la polución

del mismo tipo, es menos reciente o menos importante. Y lo mas importante para el presente estudio, si se detectan Coliformes pero no E. Coli señala que la polución es reciente pero de origen no fecal o de origen fecal pero lejano, de modo que los Coliformes intestinales no han sobrevivido%o

El bacilo coli es relativamente resistente: Permanece vivo durante algun tiempo fuera del organismo, en especiales condiciones húmedas y en aguas contaminadas.

### **1.3. LEY DE AGUAS.-**

#### **1.3.1. DISPOSICIONES FUNDAMENTALES.-**

En el articulo primero de la Ley de Aguas vigente para la Republica del Ecuador manifiesta qué: las disposiciones de la presente ley regulan el aprovechamiento de las aguas marítimas, superficiales, subterráneas y atmosféricas del territorio nacional, en todos sus estados físicos y formas.

Además en su articulo segundo indica, que las aguas de río, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes y, las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso publico, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación.

Por lo anteriormente explicado en la presente ley se han incluido los distintos parámetros aceptados por esta para que se determine la calidad de las

distintas clases de aguas, que desde ahora serán consideradas para la nación como el Recurso Hídrico. Publicándose además en la misma ley los valores permitidos para los parámetros aceptados en los distintos medios ó clases de aguas que se requiera analizar.

Para el presente estudio nos remitimos al Capitulo Tercero de la ley de Aguas titulado, De los Criterios de Calidad de las Aguas en Función de sus Usos.

### 1.3.1.1. Ley de Aguas Capitulo III, artículo 18.-

Los criterios de calidad de las aguas que para consumo humano y domestico requieran tratamiento convencional, son los que se indican a continuación:

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR PERMISIBLE
Temperatura	--	°C	Condición Natural +/- 3
Potencial de Hidrogeno	pH	--	6 . 9
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor a 6 mg/l
Demanda Bioquímica de Oxigeno ( 5 Días)	D.B.O. <sub>5</sub>	mg/l	10% admisible y max. 2 mg/l
Bacterias Coliformes Totales	NMP/100 ml	Coli. Tot.	3000
Bacterias Coliformes Fecales	NMP/100 ml	Coli. Fecal	600
Sólidos Totales	ST	mg/l	1000
Micro Nutriente Nitrato	N-nitratos	mg/l	10,00

Micro Nutriente	Nitrito	N-nitritos	mg/l	1,0
-----------------	---------	------------	------	-----

## **CAPITULO II.-**

### **2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.-**

¿Pueden las aguas del Río Guayas, por su contenido de desechos domésticos, además de los componentes propios del agua de mar, que ingresa al río a consecuencia de la subida de mareas, influenciar a las aguas del Río Daule, en la zona de la planta de tratamiento de Agua Potable de la ECAPAG, de tal forma que dificulten el proceso de Potabilización de las mismas?

### **2.2. HIPÓTESIS.-**

La presencia de las aguas del Río Guayas, altera la composición básica de las aguas del Río Daule, dificultando su utilización en labores domesticas sin riesgos.

## **2.3. OBJETIVOS.-**

### **2.3.1. Objetivo General.-**

El objetivo general de la presente tesis es el de determinar si existe algún tipo de influencia de la composición Química y Microbiología de las aguas del Río Guayas, sobre el Río Daule mediante sistemas de análisis específicos, estableciendo un sistema de comparación entre ambos ríos.

### **2.3.2. Objetivos Específicos.-**

- 1- Determinar la concentración de Oxígeno Disuelto en los medios en estudio.
- 2- Determinar la Demanda Bioquímica de Oxígeno en los medios en estudio.
- 3- Determinar la presencia de microorganismos: Coliformes totales y fecales en los medios en estudio.
- 4- Determinar las concentraciones de micro nutrientes en los medios en estudio.
- 5- Determinar la Salinidad, Temperatura, Sólidos totales y Potencial de Hidrogeno, en los medios en estudio.
- 6- Establecer si existe influencia de las aguas del Río Guayas sobre el Río Daule.
- 7- Determinar si la influencia del Río Guayas sobre el Río Daule es positiva o negativa y, cuales son sus consecuencias.
- 8- Determinar si los resultados obtenidos están dentro de los márgenes aceptados por la legislación vigente.

## **2.4. PARAMETROS ANALIZADOS.-**

Los parámetros que en la presente tesis usaremos para contestar la hipótesis son:

- TEMPERATURA.
- SALINIDAD.
- POTENCIAL DE HIDROGENO.
- OXIGENO DISUELTO.
- DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO.

- SOLIDOS TOTALES
  
- MICRO NUTRIENTES:
  - NITRITO.
  - NITRATO.
  - FOSFATO.
  - SILICATO.
  
- MICROORGANISMOS:
  - COLIFORMES FECALES
  
  - COLIFORMES TOTALES

## **CAPITULO III**

### **3.1. METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE LA INFORMACIÓN.-**

Se realizó un estudio prospectivo analítico, para determinar la eventual influencia de la calidad química y microbiología de las aguas del río Guayas, sobre el río Daule, durante la subida de marea, ó sea el flujo de aguas del Golfo hacia el interior del río Daule, durante los periodos de aguaje de los meses en estudio

## **3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.-**

La metodología de la investigación se divide en tres etapas.

La primera es la metodología de campo, que se encarga de la toma de muestras, las que se llevaron a cabo en los periodos y los sitios indicados, mediante los sistemas de toma de muestras enunciados en las técnicas respectivas

La segunda etapa es la metodología de análisis, que se encarga del procesamiento de los resultados mediante el uso de las técnicas señaladas para cada parámetro indicado.

La tercera etapa está dedicada a la metodología de la interpretación y el análisis de los resultados obtenidos en las etapas anteriores.

## **3.3. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.-**

Por lo mencionado en la introducción el área de muestreo se clasifica en dos zonas básicas, la primera sobre el Río Guayas y, la segunda sobre el Río Daule.

En la primera zona, los puntos de muestreo están ubicados, sobre el margen sur del río Guayas, esto es en el muelle del Instituto de Pesca, el muelle de Malecón 2000 de la ciudad de Guayaquil, y la Ciudadela entre Ríos zona denominada de la Puntilla.

En la segunda zona, los puntos de muestreo se localizan, en el muelle de la planta potabilizadora de la ECAPAG, en el Km, 27 de la vía a Daule en el punto

denominado Puente Lucia y, en el puente sobre el Río Daule a la entrada del cantón Daule.

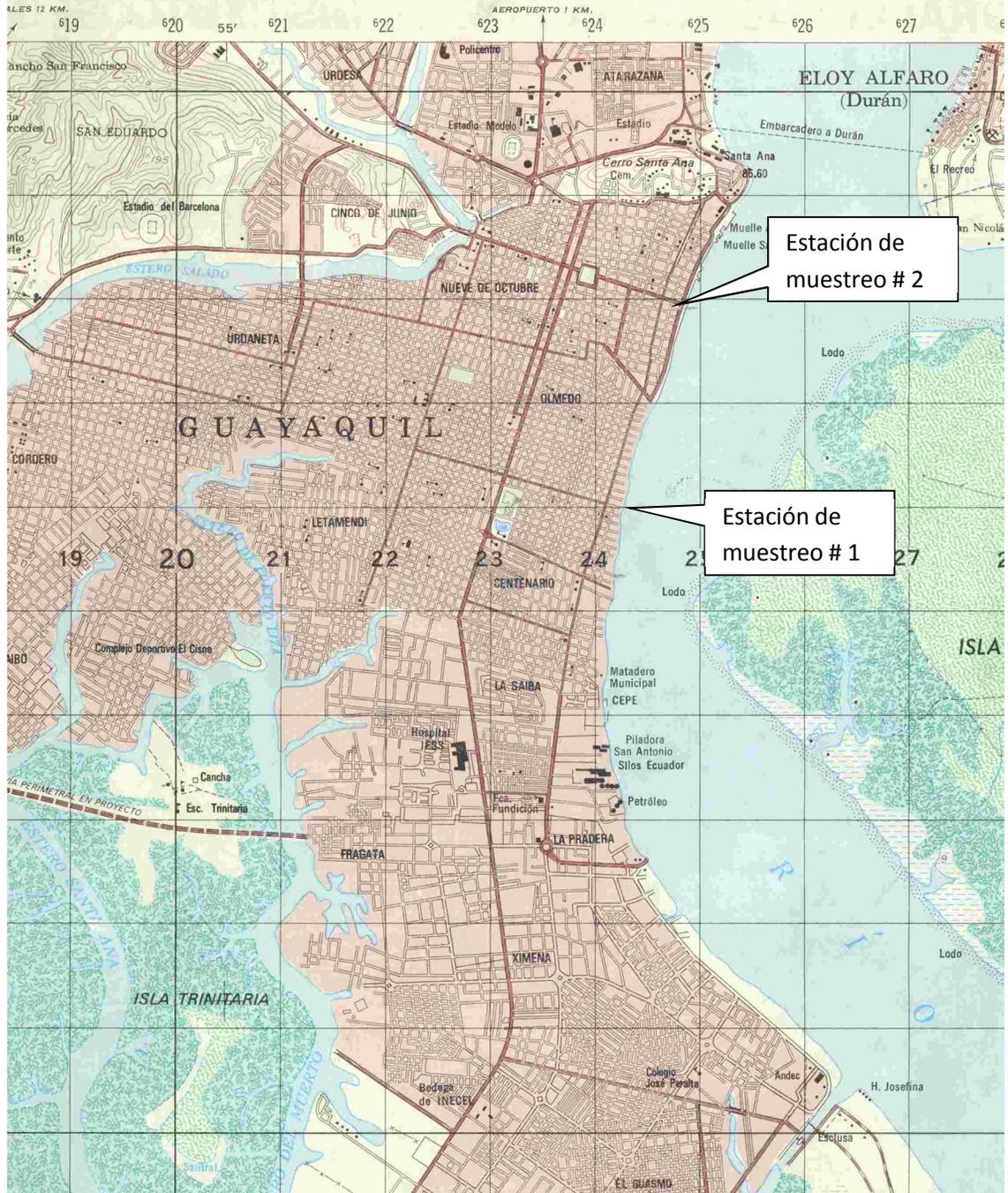
<b>ESTACIONES DE MUESTREO</b>	<b>REFERENCIA</b>
<b>Muelle Instituto de Pesca</b>	<b>N° 1</b>
<b>Malecón 2000 calle 9 de Octubre</b>	<b>N° 2</b>
<b>Ciudadela Entre Ríos</b>	<b>N° 3</b>
<b>Planta de la Toma</b>	<b>N° 4</b>
<b>Puente Lucia</b>	<b>N° 5</b>
<b>Puente del Río Daule</b>	<b>N° 6</b>

A continuación en los siguientes mapas se detallan los puntos de muestreo.

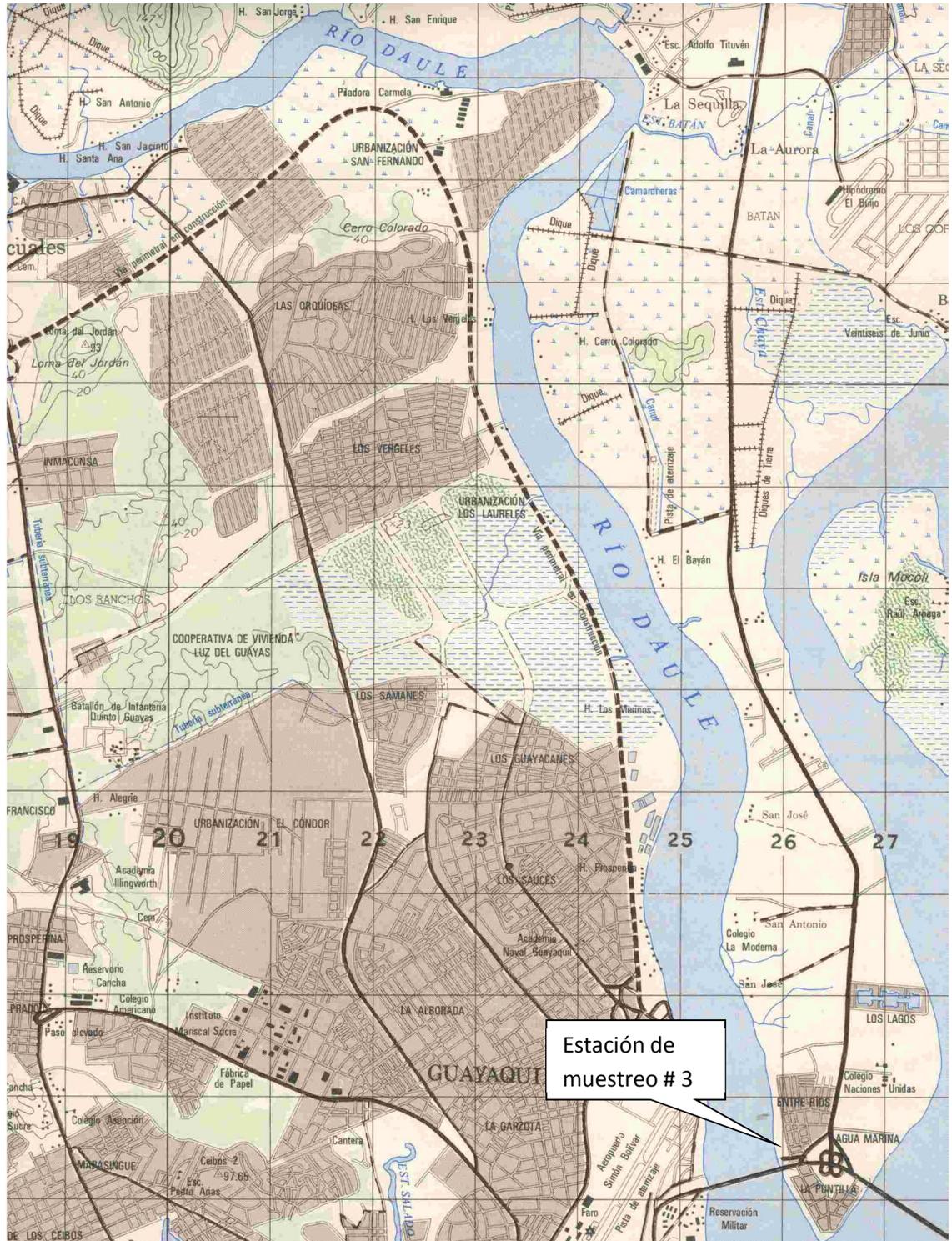
#### **MAPA # 1**

V 3-I.G.M.

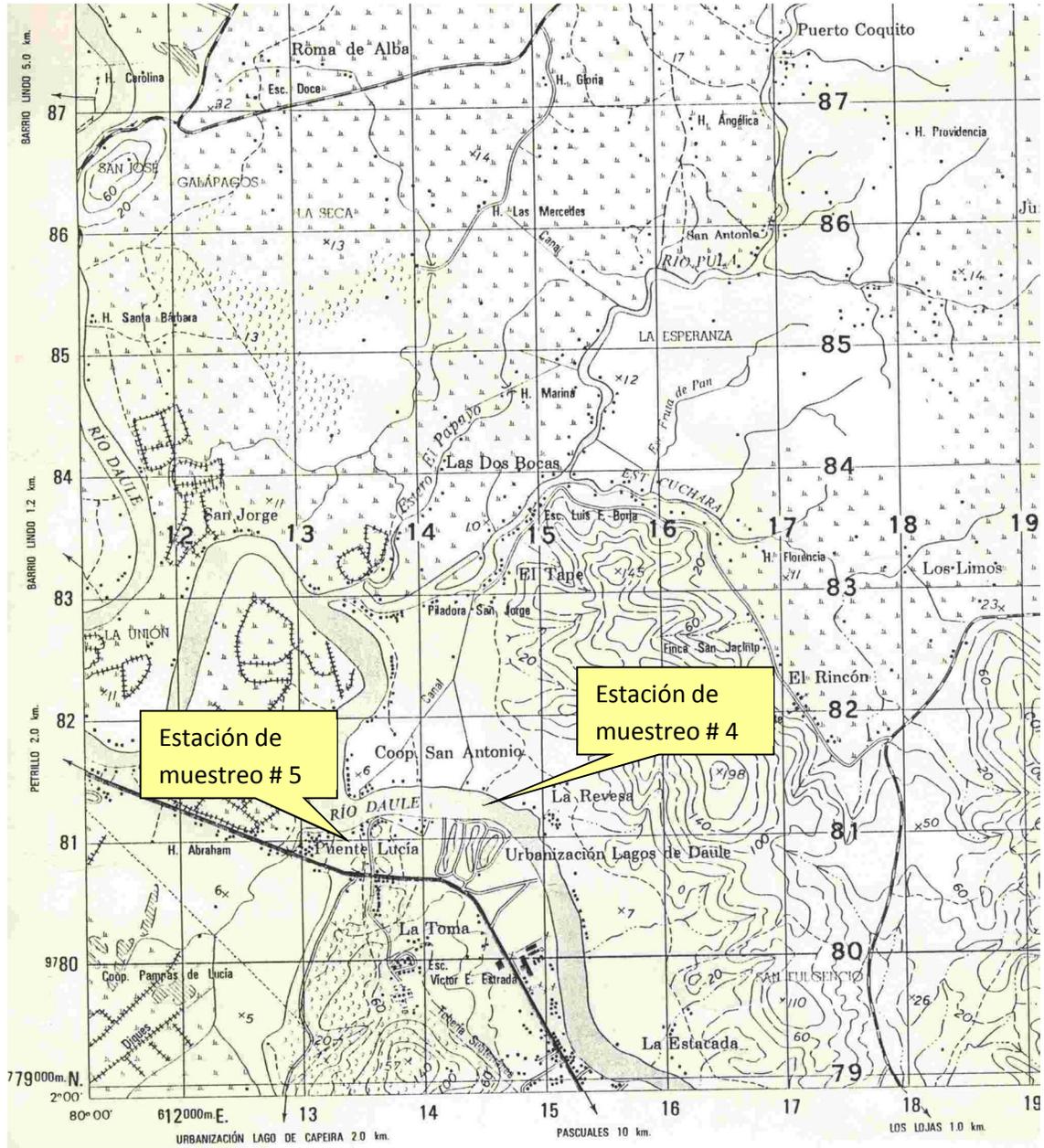
# GUAYAQUIL



Mapa # 2

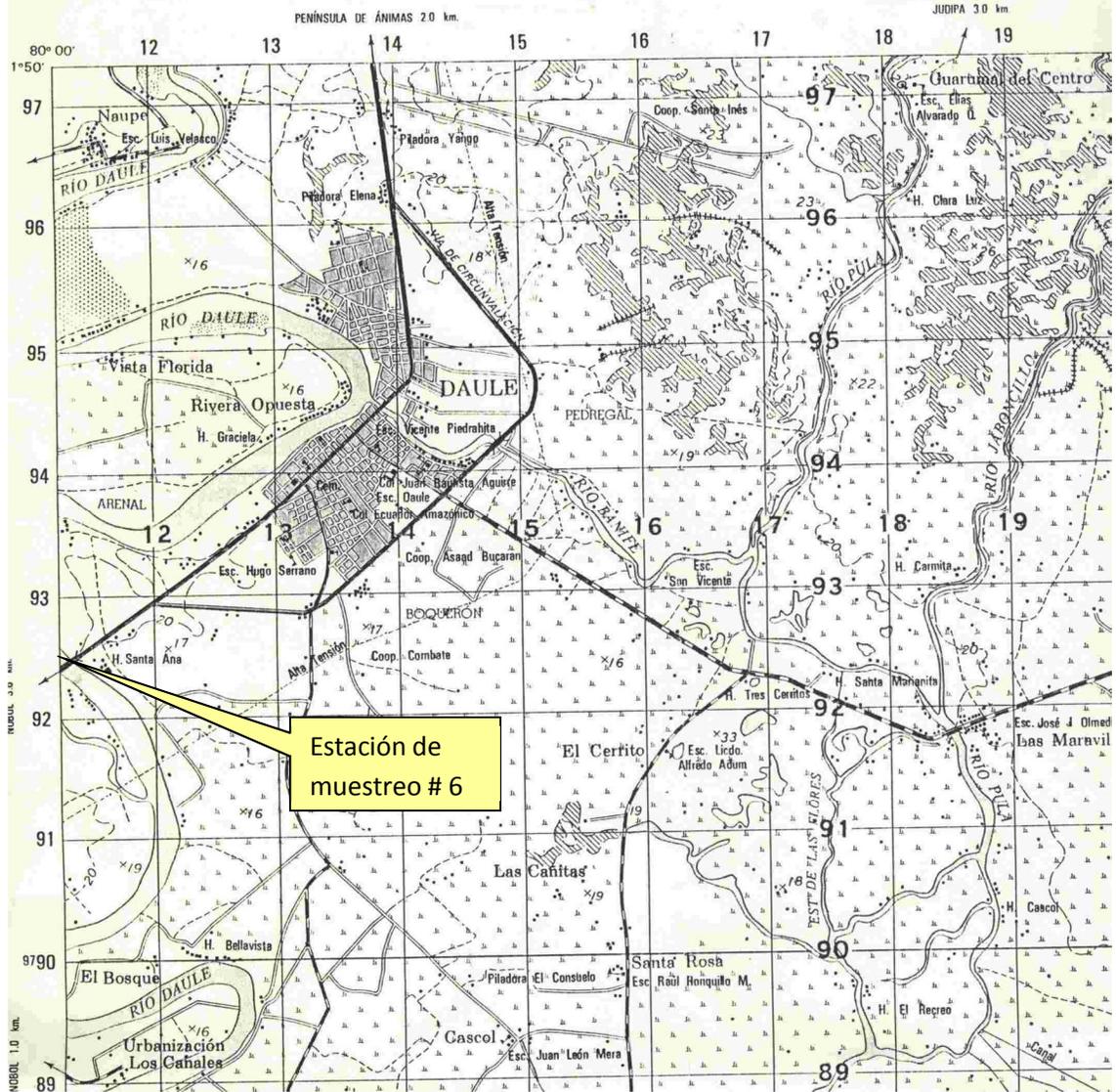


### MAPA # 3



# MAPA # 4

ECUADOR 1:50,000



### **3.4. FRECUENCIA DEL MUESTREO.-**

Debido a los factores climáticos y meteorológicos, que caracterizan a la zona costera ecuatoriana, se escogió para el presente Tesis efectuar el estudio, durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, del presente año (2001), teniendo en cuenta el principal factor que son los meses más secos del ciclo climático y, por lo tanto, es cuando mayor será la presencia de la influencia de las aguas del flujo sobre el río Daule.

La toma de Datos en ambos ecosistemas se realizó durante los días de aguaje, en las primeras horas de la mañana y, de acuerdo a las fases de la Luna. En el río Guayas durante la etapa del flujo y, en el río Daule en ambos estados de marea.

### **3.5. UNIVERSO.-**

Muestras de agua tomadas de los ríos Daule y Guayas en los puntos determinados para el efecto.

### **3.6. CRITERIO DE INCLUSIÓN.-**

Para la presente investigación, solo se tomó muestras de agua de los ríos en estudio, durante los periodos de aguaje y con marea alta para el río Guayas y, en el río Daule en los mismos periodos pero en los dos estados de mareas.

Las muestras fueron tomadas en forma superficial, ó sea, a no más de un metro de profundidad y, en los lugares indicados como estaciones de muestreo.

### **3.7. CRITERIO DE EXCLUSIÓN.-**

Para la presente tesis no se tomo en cuenta o se excluyeron las aguas pertenecientes a los demás ríos de la zona, esta exclusión incluyo a las aguas pertenecientes a vertederos, pozos, riachuelos, aguas de esteros, manantiales y demás.

### **3.8. MUESTRA.-**

1. - Tomas de agua realizadas en los puntos destinados como estaciones, en el río Daule, almacenadas en forma individual, de acuerdo a los parámetros a identificar. Las muestras fueron clasificadas y analizadas en un plazo máximo de 24 horas después de su correspondiente toma
2. - Tomas de agua realizadas en los puntos destinados como estaciones, en el río Guayas, almacenadas en forma individual, de acuerdo a los parámetros a identificar. Las muestras fueron clasificadas y analizadas en un plazo máximo de 24 horas después de su correspondiente toma.
3. . Total de muestras recolectadas para el presente estudio, 3 en cada estación de muestreo y 27 muestras por cada mes, dando un gran total de 81 muestras tomadas en forma individual.

### **3.9. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO.-**

En el Golfo de Guayaquil, desembocan 23 cuencas hidrográficas, con una extensión total de 50.489 Km<sup>2</sup>, que representan el 54% de la superficie total de la vertiente occidental de los Andes Ecuatorianos.

La cuenca del Guayas, con sus 32.130 Km<sup>2</sup>, de área constituye el sistema fluvial más importante de dicha vertiente, el río Guayas, es el más grande de la costa occidental de Sudamérica, tiene una extensión de 55 Km, medido desde la ciudad de Guayaquil, hasta la isla Verde; su ancho se mantiene casi uniforme entre 1,5 Km. y 3 Km., excepto frente a la ciudad de Guayaquil donde se divide en dos ramales que bordean la isla Santay, que a su vez posee unos 5 Km. de ancho; varía en profundidad entre 5 m y 12 m (respecto al nivel medio de bajamares de sicigia), encontrándose las mayores profundidades frente a la ciudad de Guayaquil.

El Río Guayas está formado por la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, 5 Km., al norte del centro de la ciudad de Guayaquil, su caudal varía estacionalmente de acuerdo a la pluviosidad: en verano el caudal promedio del Río Guayas es de cerca de 230 m<sup>3</sup>/s, mientras que durante la estación de lluvias se incrementa a más de 1.500m<sup>3</sup>/s; el mayor aporte del caudal, está dado por el río Babahoyo, que representa aproximadamente el 60% en verano y el 66% en invierno.

A lo largo del cauce del Río Guayas, se pueden observar algunos bajos de forma alargada que se descubren en bajar, los que se han formado como resultado de las grandes cargas sedimentarias, ya que para el volumen de caudal el canal es relativamente ancho y de poca profundidad, estos bajos se encuentran al suroeste de la Puntilla, 10 Km. al sur de la isla Santay (boya 11) y, un bajo mucho más largo frente a la isla Mondragón.

Al este de la desembocadura del Río Guayas, en la reserva Ecológica Manglares Churute, se encuentra un pequeño sistema estuarino, en el que se

mezclan las aguas del Río Guayas, con las aguas dulces que drenan los ríos Taura, Churute, Cañar, Naranjal; solo los ríos Taura y Cañar descargan aproximadamente  $120 \text{ m}^3/\text{s}$ , todos estos ríos acarrean importantes cantidades de materiales disueltos y en suspensión.

En el canal de Mondragón, se observan varios bajos de sedimentos que afloran durante la bajamar, cuya formación es debida a los procesos dinámicos de sedimentación que ocurren en este sector, a la mezcla de las aguas y a la acción de las olas que entran desde el Golfo de Guayaquil.

El río Daule se constituye en la mayor sub-cuenca del río Guayas, tiene un caudal promedio máximo de  $950 \text{ m}^3/\text{s}$ , durante la estación seca y hasta  $3.600 \text{ m}^3/\text{s}$  durante la estación lluviosa.

La estacionalidad del régimen de los escurrimientos de los ríos aportantes, está de acuerdo a la variación de la precipitación, caracterizándose por tener un único periodo de crecidas, coincidente con la época de lluvias. Las crecidas tiene un retraso de 30 días con relación al inicio de las lluvias, es decir que los caudales de los ríos comienzan a incrementarse a fines del mes de Enero, alcanzando flujos máximos entre Marzo y Abril, para tener un flujo mínimo entre Octubre y Noviembre.

Los aportes sedimentarios provienen de las cuencas que conforman la cuenca del Río Guayas y, que pertenecen a los ríos Daule, Babahoyo, Vinges, Chimbo, Taura y Churute, estas sub-cuencas aportan sedimentos a las llanuras de la cuenca baja y, en consecuencia, a los estuarios interior y exterior del Golfo de Guayaquil.

Al momento no existe un estimativo real del aporte sedimentario al estuario, sin embargo, CEDEGE, realiza una estimación de la erosión potencial calculándola en un total de 2,5 millones de toneladas al año.

En cuanto a la composición de los sedimentos del lecho, varían desde arenas hasta limos arcillosos. Su distribución es típica con relación a la concentración de energía, así los más gruesos se los encuentra en las zonas más energéticas y, los mas finos en las zonas de menor energía; consecuentemente, los diferentes ambientes energéticos del estuario son los encargados de la distribución de los sedimentos.

Respecto a los sedimentos en suspensión, estos son fácilmente movidos de un lugar a otro por las corrientes que prevalecen en el sector y con la ayuda principal del movimiento de mareas, dando como resultado que a un metro bajo la superficie tenemos concentraciones de sedimentos del orden de hasta 1.100 mg/l frente a Guayaquil y, a 14 Km. al sur de la isla Santay con valores de entre 10.000 y 30.0000 mg/l. Durante la estación de lluvias la concentración de sedimentos es mayor que en la estación seca, debido a un mayor aporte de sedimentos de los ríos y riachuelos que desembocan en la cuenca del Guayas, los mismos que a su vez los reciben por la acción de lavado sobre los valles y sabanas de las lluvias en las áreas adyacentes.

Este aumento de la turbidez y sedimentos en el área de estudio tienen sus causas principales, las mismas que son:

- 1.- Desechos industriales y domésticos, arrojados a las vertientes y ríos, sin ningún tipo de tratamiento
- 2.- Desechos tóxicos generados por la actividad agrícola, los que a través de drenajes llegan a los ríos tributarios del Golfo.
- 3.- Reciclaje de las aguas de las piscinas camaroneras, que se arrojan directamente a los cauces circundantes.

4.- Presencia de los derivados de petróleo, debido a la navegación, carga y descarga en los puertos.

5- El continuo proceso de sedimentación-erosión, que se mantiene en un equilibrio dinámico, sostenido por el régimen circulatorio de las aguas del Golfo.

6.- La influencia oceánica en forma de mareas, que se extiende no solo al mismo Río Guayas, sino también a los ríos que lo conforman, esta influencia es ayudada por la poca altura de sus cauces.

Analizando y tomando en consideración todas estas razones, en forma preventiva, la planta de agua potable La Toma, que abastece a la ciudad de Guayaquil, fue ubicada 25 km río arriba de la desembocadura del Daule en el Guayas.

Lugar en el que se supone, que la influencia del Río Guayas con todas las razones expuestas anteriormente, no es significativa como para impedir un correcto tratamiento y potabilización de las aguas del Río Daule, a pesar que la influencia de las mareas se verifica hasta 80 Km. aguas arriba de sus respectivas desembocaduras (Montaño, Calidad de aguas Costeras 1993).

La fuente de toda agua potable suministrada por la ECAPAG en Guayaquil, proviene del Río Daule, La planta de tratamiento LA TOMA, esta ubicada a 30 km aproximadamente al norte de la ciudad.

El agua es tomada del río y bombeada a través de tres tuberías a presión, con diámetros respectivos de 1.500; 1,250; 1050 mm. El agua es tratada mediante sistemas convencionales, que consisten en ajuste de pH, para lo que se utiliza Cal, coagulación con Sulfato de Aluminio, sedimentación, filtración y finalmente desinfección con gas Cloro, aplicado en dosis de 4,5 mg/l.

Esta planta fue construida originalmente en 1950, con una capacidad de 180.000 m<sup>3</sup>/día. Expansiones subsiguientes de la planta en 1968 y 1988, incrementaron la capacidad a 520.000 m<sup>3</sup>/ día, posteriormente se hicieron ampliaciones hasta 1995 otorgándole una capacidad actual de 864.000 m<sup>3</sup>/día (Informe de Campo Wash N° 390).

### **3.10. MATERIALES UTILIZADOS.-**

Para la determinación de los parámetros en estudio, se utilizaron los siguientes equipos:

#### **3.10.1. PARÁMETROS FÍSICOS.-**

##### **3.10.1.1. TEMPERATURA.-**

Termómetro electrónico digital de marca HACH con una aproximación de una centésima de grado centígrado (°C).

Rango . 10 a 110 °C

Precisión +/- 0,01 °C

### **3.10.1.2. SALINIDAD.-**

Salinómetro conductímetro digital Marca WTW con una sensibilidad de 0.1 ppt

Rango 0 a 80 ppt

Precisión relativa es +/- 0,1 ppt

### **3.10.1.3. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH ).-**

Potenciómetro marca BECKMAN .

### **3.10.1.4. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS ( STD).-**

Conductímetro

Rango 0A19.9 mg/l

Resolución 1mg/l

Precisión relativa +/- 0,1 %

## **3.10.2. PARÁMETROS QUÍMICOS.-**

### **3.10.2.1. OXIGENO DISUELTO (OD).-**

Embarcación para la toma de muestra de oxígeno en el centro de cada estación. Botellas de DBO color ámbar taradas de 300 ml de capacidad con tapa esmerilada .

### **3.10.2.2. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO).-**

Embarcación para la toma de muestra de DBO en el centro de cada estación. Botellas de DBO color ambas taradas de 300 ml de capacidad con tapa esmerilada .

### **3.10.3. TOMA DE MICRONUTRIENTES.-**

Espectrofotómetro Miltonroy 21D

Nitrito, nitrato, fosfato, silicato, botellas de polietileno envejecidas, de 500 ml de capacidad.

### **3.10.4. TOMA DE PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS.-**

Frascos estériles de vidrio de 250 ml de capacidad.

Autoclave Fanen vertical modelo 415.

## **3.11. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS UTILIZADOS.-**

### **3.11.1. OXIGENO DISUELTO.-**

#### **3.11.1.1. PRINCIPIO.-**

*METODO IODOMETRICO O DE WINKLER*

Mejorado por variaciones en la técnica y el equipo y ayudado por instrumentación, el ensayo yodo métrico sigue siendo el más preciso y confiable procedimiento volumétrico para el análisis del Oxígeno Disuelto.

El ensayo se basa en la adición de solución de manganeso divalente, seguida de un álcali fuerte a la muestra contenida en un frasco Winkler o botella para Demanda Bioquímica de Oxígeno. El Oxígeno Disuelto oxida rápidamente una cantidad equivalente de hidróxido manganeso divalente disperso pasando el  $Mn_2$  a  $Mn_4$ , el cual precipita como óxido hidratado de color café. En presencia de iones yoduro y acidificación, el manganeso oxidado revierte al estado divalente, con la liberación del yodo equivalente al contenido original de Oxígeno Disuelto. El yodo es entonces titulado con una solución valorada de tiosulfato de sodio.

El punto final de la titulación puede ser detectado visualmente, con solución de almidón como indicador, o electroiométricamente, con técnicas potenciométricas o de detección rápida.

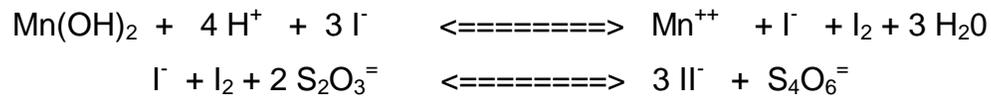
El método para analizar Oxígeno Disuelto más utilizado es el de Winkler, con ciertas modificaciones realizadas por Thompson y Robinsón

El método de Winkler depende de la reacción de una solución alcalina manganesa con el Oxígeno Disuelto en la muestra de agua obteniéndose un compuesto tetravalente de manganeso.



Al adicionar un exceso de ácido en presencia del ión yoduro se libera una cantidad de yodo libre que es directamente equivalente a la cantidad de Oxígeno

Disuelto en la muestra, luego este yodo es titulado con una solución estandarizada de tiosulfato de sodio



La concentración de Oxígeno Disuelto es medida en unidades de miligramos por litros ( mg/l)

Se realiza la toma de muestra en botellas de Demanda Bioquímica de Oxígeno ámbar limpias y lavadas de capacidad de 250 o de 300 ml se lavan dos veces con la muestra para enjuagarlas.

Para tomar la muestra se sumerge la botella en el sitio destinado para recoger la muestra se deja rebosar el tope de la misma por poco tiempo y luego se tapa la botella cuidadosamente . No debe quedar ninguna burbuja de aire en la botella.

Luego de tomar la muestra de agua, lo más pronto posible se coloca 1 ml de solución de sulfato manganoso II (  $\text{So}_4\text{Mn}_2$ ) y 1 ml de solución de Ioduro alcalino (INa) para fijar el oxígeno, se tapa inmediatamente evitando la introducción de burbujas de aire, se agita la botella vigorosamente por un mínimo para mezclar los reactivos.

### **3.11.1.2. METODO DE ANÁLISIS.-**

Después que el precipitado se haya asentado en el fondo de la botella y hemos logrado fijar el oxígeno esperar por un tiempo de 30 minutos pero no más de 6 horas para analizar el oxígeno de la muestra.

1.- Adicionar 1 ml de ácido sulfúrico concentrado y fumante ( $\text{SO}_4\text{H}_2$ ) a la botella que contiene la muestra se tapa y se mezcla para que el precipitado se disuelva y el lodo se libere.

2.- Con una pipeta volumétrica limpia pipetee 50 ml de muestra y trasladarla a un matraz Erlenmeyer de capacidad 250 ml.

3.- Se procede a la titulación con una solución valorada de tiosulfato de sodio hasta obtener un color amarillento muy pálido, adicionar 0.5 ml del indicador que es una solución de almidón y se continúa con la titulación hasta que el color azul desaparezca y la muestra obtenga un color transparente, este es el punto final o de equilibrio. Anotar el volumen consumido de la solución titulante para los posteriores cálculos.

### **3.11.1.3. CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN.-**

$$\text{O}_2 \text{ mg/l} = 0.056 \times f \times (V-b) \times 250/250 \cdot 2 \times 1000/2$$

0.056 = Constante de donde 1 ml de tiosulfato de sodio 0.01 N equivale a 0.08 = 0.005 mg - at de oxígeno en circunstancias normales (0°C 760 mm Hg) este valor corresponde a 0.056 ml de  $\text{O}_2$

f = factor

V = Titulación de la Muestra

b = Blanco de reactivo

### **3.11.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO ( $\text{DBO}_5$ ).-**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno nos da el consumo de oxígeno en una muestra de agua necesaria para la degradación bioquímica de los componentes orgánicos por la acción de microorganismos, en general en un tiempo de 5 días a una temperatura de 20 ° C y en ausencia de luz.

### **3.11.2.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-**

- 1.- Llenar dos botella de DBO<sub>5</sub> con la muestra de agua del lugar en estudio
- 2.- Determinar Oxígeno Disuelto por el método de Winkler en la primera botella
- 3.- La muestra número dos incubarla a 20 °C por 5 días, luego determinar oxígeno por medio del método de Winkler.

### **3.11.2.2. CALCULOS PARA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO.-**

$DBO_5(\text{mg/l}) = \text{Oxígeno Disuelto Inicial} - \text{Oxígeno Disuelto Final}.$

### **3.11.3. DETERMINACION DE SILICATO.-**

La muestra de agua del lugar en estudio se la hace reaccionar con molibdato bajo condiciones necesarias para producir la formación de silicomolibdato, fosfomolibdato y complejos arsenomolibdatos en una solución reducida que contiene mentol y ácido oxálico, la cual reacciona formando un complejo silicomolibdato formando un compuesto de reducción azul y

simultáneamente descompone cualquier fosfomolibdatos y arsenomolibdatos, por lo que se elimina cualquier interferencia de fosfato y arseniato.

### **3.11.3.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-**

1.- Colocar 10 ml de una solución de molibdato en una probeta de 50 ml de plástico luego pipetee 25 ml de la muestra de agua a la probeta y mezcle la solución se deja en reposo durante 10 minutos.

2.- Agregar la solución reductora rápidamente para llevar el volumen exactamente a 50 ml y mezclar de inmediato.

3.- Dejar la solución en reposo durante 2- 3 horas para completar la reducción del complejo silicomolibdato . Mida la absorbancia de la solución a una longitud de onda de 810 nm.

### **3.11.3.2. CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN DEL SILICATO.-**

$$\text{SiO}_2^- (\mu\text{g}/\text{l}) = (\text{Abm} - \text{Abr}) \times \text{F}$$

Abm = absorbancia de la muestra

Abr = absorbancia del blanco del reactivo

F= Factor

5.7.3. Calculo del factor  $\text{Si}_2\text{O}_3^{=}$  (1cm) celda de 1 cm =

$$\text{F} = 20.0 / (\text{AbS} - \text{AbB})$$

### **3.11.4. DETERMINACIÓN DE NITRITO.-**

#### **3.11.4.1. PRINCIPIO.-**

El nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) es determinado mediante la formación de un colorante Azoico, rojizo, púrpura producido a pH 2.0 a 2.5 por el acoplamiento del ácido sulfanílico diazotizado con el clorhidrato de N(1-naftil)-etilendiamina.

Concentraciones altas de Nitrito se pueden determinar diluyendo la muestra a 50 ml.

La determinación del Nitrito en aguas estuarinas se realiza por un proceso de diazotación con sulfanilamida en una solución ácida formando un compuesto diazo. Este compuesto reacciona con N-(1 Naftil)-etilendiamina y se forma un tinte azo. La intensidad del color ( tinte azo) es proporcional a la concentración de nitrito presente en la muestra.

#### **3.11.4.2. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-**

1.- Tome 50 ml de muestra de agua estuarina con una probeta de 50 ml calibrada llévela a un frasco Erlenmeyer de 125 ml

2.- Adicionar 1.0 ml de una solución de Sulfanilamida a cada una de las muestra a analizar, mezcle y deje en reposo por un tiempo de 2 a 8 minutos para que se efectúe la reacción .

3.- Adicionar 1.0 ml de la Solución de Naftil etilendiamina y mezcle inmediatamente. Después de 10 minutos y preferiblemente no más de 2 horas mida la absorbancia de la muestra a una longitud de onda de 543 nm.

#### **3.11.4.3. CALCULOS DE LA CONCENTRACIÓN DEL NITRITO.-**

$$\text{NO}_2^- \text{ } \mu\text{gat/l} = (\text{Abm} . \text{Abr} ) \times \text{F}$$

Abm = absorbancia de la muestra

Abr = absorbancia del blanco de reactivo

F = Factor

#### ***Calculo del Factor del NO<sub>2</sub><sup>-</sup>***

$$\text{F} = 2,00 / \text{AbS} - \text{AbB}$$

### **3.11.5. DETERMINACIÓN DE NITRATO.-**

El nitrato en aguas estuarinas para su análisis se reduce casi cuantitativamente a nitrito cuando la muestra se pasa a través de una columna que contiene limaduras de cadmio cubierta con cobre metálico.

El nitrito producido se determina por diazotación con sulfanilamida y por combinación por N-1 Naftil etilendiamina para formar un tinte fuertemente coloreado.

#### **3.11.5.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-**

1.- Adicionar 2 ml de Cloruro de Amonio concentrado a 100 ml de muestra de agua estuarina en un Erlenmeyer de 125 ml de capacidad y mezcle la solución. Si la muestra tiene turbidez debe ser filtrada antes de hacer el análisis .

2.- Revisar la columna si se encuentra algún exceso de muestra o solución diluida de Cloruro de Amonio en el depósito de la columna se elimina drenando hasta casi 0.5 cm encima del cadmio.

3.-Anotar el número de la columna ( 1 o 2 ) que se utiliza para pasar cada muestra.

4.- Para lavar el depósito de la columna ( debe tenerse marcado este nivel en cada columna ) y drenar abriendo la pinza en el tubo de goma , hasta 0,5 cm encima del cadmio.

5.-Adicionar 20 ml de la muestra a la columna ( debe tenerse marcado este nivel en cada columna ) y colocar una probeta de 50 ml bajo del tubo de recolección . Cuando la muestra adicionada ha sido drenada, enjuagar la probeta con este drenaje y secarla; colocar la probeta bajo del tubo de recolección.

6.- Poner el resto de la muestra a la columna y coleccionar los primeros 20 ml . Esta solución de 20 ml se utiliza para lavar el frasco Erlenmeyer que tenía la muestra. Colocar la probeta bajo del tubo recolector 50 ml y vaciar rápidamente el frasco Erlenmeyer lavado con el drenaje anterior.

7.- Tan pronto como sea posible después de la reducción. Adicionar 1.0 ml de la solución Sulfanilamida desde una pipeta automática a cada muestra, mezclar y dejar en reposo un tiempo entre 2 y 8 minutos para que se efectúe la reacción

8.- Adicionar 1.0 ml de la solución de Naftil Etilendimina y mezclar inmediatamente. Después de 10 minutos pero no más de 2 horas medir la absorbancia de la solución a una longitud de onda de 543 nm.

9.- Al final del análisis debe lavarse el depósito y la columna con la solución de Cloruro de Amonio para evitar la acumulación de sal.

10.-Realizar los cálculos mediante la diferencia entre las lecturas de los nitritos y los nitratos.

### 3.11.5.2. CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN DEL NITRATO.-

$$\text{NO}_3^- \mu\text{gat/l} = (\text{Abm} - \text{Abr}) \times \text{F} \cdot 0.95 \times \text{C NO}_2^-$$

Abm = Absorbancia de la muestra

Abr = Absorbancia de blanco de reactivo

F = Factor

0.95= Constante

CNO<sub>2</sub><sup>-</sup> = concentración de Nitrito

#### **Calculo del Factor de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

F = 20.0/AbS - (AbBP-B) en donde

AbS = Absorbancia se Estándar

AbBP = Absorbancia del Blanco del Patrón

B = Blanco

### **3.11.6. DETERMINACIÓN DE FÓSFORO.-**

El método para determinar fósforo en aguas estuarinas está basado en la reacción de la muestra con un reactivo de molibdato acidificado para formar un complejo de fosfomolibdato lo cual se reduce a fosfomolibdeno con ácido ascórbico, que es de color azul. La absorbancia de esta solución es a una longitud de onda de 885 nm.

#### **3.11.6.1. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.-**

1.- Colocar 50 ml de muestra en frasco Erlenmeyer de 125 ml con una probeta de 50 ml y adicionar 5ml de solución mezcla reactivo y agitar inmediatamente para que se mezcle completamente .

2.- después de 5 minutos y preferiblemente dentro de las primeras 2 - 3 horas medir la absorbancia de la solución en una celda de 10 cm contra agua destilada a una longitud de onda de 885 nm.

#### **3.11.6.2. CALCULO DE LA CONCENTRACIÓN DEL FOSFATO.-**

$$PO_4 = \mu\text{g-at/l} = (A_{bm} - A_{br}) \times F$$

Abm = Absorbancia de la Muestra

Abr = Absorbancia del Blanco de Reactivo

F = Factor.

**Determinación del Factor del fosfato( $\text{PO}_4^-$ ).**

$F = 3.00/AbS - AbB$

### **3.11. 7. DETERMINACIÓN DE COLIFORMES.-**

El grupo Coliforme es el principal indicador de la presencia de contaminación por heces en el agua. El procedimiento de la fermentación de tubos múltiples es la técnica a seguir con el cual se puede determinar el número más probable de bacterias (NMP).

Para el Presente estudio se utilizó la técnica oficial de análisis para la República del Ecuador. Norma obligatoria establecida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, Norma INEN # 1529 . 6, Control microbiológico de los Alimentos, Determinación de Microorganismos Coliformes por la técnica del Número Mas Probable (NMP).

Esta técnica consiste en tres etapas que están dados así:

- a.- Prueba Presuntiva
- b.- Prueba confirmativa
- c.- Prueba Completa

### **3.11.7.1. PRUEBA PRESUNTIVA.-**

- 1.- Preparar el medio de cultivo según indicaciones
- 2.- Distribuir 10 ml en tubos microbiológicos que contengan en su interior las campanas de Durhan
- 3.- Esterilizar los tubos que contienen el medio de cultivo en autoclave a 121°C por 15 minutos y 15 libras de presión . y todos los materiales a utilizar excepto la muestra , y con un marcador escribir en los tubos la información ; como número de muestra, concentración del caldo lactosado y la muestra
- 4.- En los tubos que contengan el caldo lactosado sembrar la muestra de agua y realizar las diluciones siguientes 1/10 , 1/100 y 1/1000 todo esto se hace con una pipeta debidamente esterilizada teniendo cuidado al flamear el tubo al introducir la muestra
- 5.- Incubar los tubos a 37 °C durante tiempo de 24- 48 horas .
- 6.- Pasadas las 24 horas primeras anotar los tubos que muestran producción de gas y turbidez . Volver a la estufa los tubos negativos para su incubación durante 24 horas más anotar los tubos que muestran producción de gas y turbidez
- 7.- Si hay presencia de gas en los tubos la prueba presuntiva es positiva, y se realizará la prueba confirmativa con los tubos que dieron positivo. ( Gas +).  
Se utilizará la Tabla de número más probable (NMP) de bacterias tres tubos por dilución

### **3.11.7.2. PRUEBA CONFIRMATIVA.-**

1.- Se procede a confirmar la presencia de Coliformes transfiriendo con una asa de platino de cada tubo gas positivo a otro tubo que contenga un tubo Darhan y el medio de cultivo caldo Bilis Verde Brillante (BRILA) todo debidamente esterilizado.

2.- Incubar los tubos de 24 a 48 horas a 37 °C y observar la producción de gas. Si hay formación de gas (+) para Coliformes caso contrario (-) para Coliformes

3.- Si la prueba da positivo para Coliformes procedemos a sembrar por estrías en placas de Agar Endo C

4.- Observar los medios sólidos de confirmación para ver si existen colonias típicas de Coliformes después de 24 a 48 horas de incubación a 37 °C

5.- Las colonias de Coliformes atípicas en Agar Endo C son rojas y están rodeadas de halos rojos esto confirma la presencia de organismos Coliformes Si la colonia es típica hasta aquí se realiza la prueba ,pero si es atípica continuamos con la prueba completa.

### **3.11.7.3. PRUEBA COMPLETA.-**

1.- Sembramos por estrías en una agar Nutritivo inclinado

2.- Incubar por 24 horas a 37 °C

3.- Luego hacemos frotis , teñir con el método de Gram si son bacilos Gram negativos, no esporulados entonces tendremos la seguridad que son Coliformes. Fecales

4.- Partiendo de esto podemos hacer un pase con asa de platino a un caldo lactosado incubar a 35 °C por 24 a 48 horas si son Coliformes debe de dar producción de gas y turbidez entonces estaremos seguros que es positivo para Coliformes fecales

## **CAPITULO IV.-**

### **4.1. RESULTADOS OBTENIDOS.-**

1. Los seis primeros objetivos específicos de la presente investigación, están representados con sus respectivos valores en las tablas # 1, 2, 3 y 4.
2. Para poder efectuar un correcto y preciso análisis de los resultados obtenidos, consideramos primero los valores de los parámetros en estudio obtenidos en cada uno de los puntos analizados en el Río Guayas y, luego observamos el comportamiento de los mismos parámetros en el Río Daule, teniendo en cuenta que lo que buscamos es una marcada o por lo menos concreta influencia del Río Guayas sobre el Río Daule. Esto es que los parámetros observados en Río Daule se encuentren alterados por la influencia de la presencia del Río Guayas, en los estados de marea alta. Es lógico esperar que de darse una influencia del Río Guayas, ésta se podrá observar claramente durante los estados de marea alta, debido a que es en estos momentos cuando las aguas del Río Daule se ven afectadas por el

flujo provocado por el Río Guayas. Por lo tanto, se espera que los resultados obtenidos en el Río Daule, durante la subida de mareas, se vean alterados con relación a los obtenidos en los mismos puntos, pero durante la presencia de la marea baja. Si por el contrario encontramos resultados adversos o negativos a la presente aseveración concluimos que la influencia es nula o insignificante,

Tabla de campo Tesis: Influencia de las aguas del Río Guayas sobre el Río Daule Promedio los meses Octubre, Noviembre y Diciembre año 2001

**PARAMETROS FISICOS**

**Tabla # 1**

**SOLIDOS TOTALES: ST**

**TEMPERATURA : T°C**

**POTENCIAL DE HIDROGENO : Ph**

**ELABORADA POR: Q.F. MARCOS PEÑAHERRERA**

UBICACIÓN	MES	# MUESTRAS	ST	T°C	pH
		PROMEDIO	mg/l	°C	
CANTON DAULE MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	93	27	7.56
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	87	27	7.98
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	120	27	7.50
CANTON DAULE MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	170	27	7.40
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	167	27	7.43
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	160	27	7.53
PUENTE LUCIA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	110	27	7.60
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	120	27	7.46
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	125	27	7.50
PUENTE LUCIA MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	144	26.5	7.50
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	133	26.5	7.82
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	130	26.5	7.90
LA TOMA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	100	27	7.45
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	120	27	7.36
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	130	27	7.40
LA TOMA MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	135	27	7.60
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	143	27	7.70
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	140	27	7.65
CDLA. ENTRE RIOS / PUNTILLA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	3600	26.5	7.18
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	3750	26.5	7.30
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	3700	26.5	7.20
MALECON 2000 GUIL MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	3850	26.5	7.10
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	3860	26.5	7.43
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	3700	26	7.20
MUELLE INS. PESCA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	3900	26	7.10
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	4000	26	7.45
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	3820	26	7.30



Tabla de campo Tesis: Influencia de las aguas del Río Guayas sobre el Río Daule Promedio los meses Octubre, Noviembre y Diciembre año 2001

**PARAMETROS QUIMICOS**

**Tabla # 2**

**SALINIDAD : S o/oo**

**OXIGENO DISUELTO : OD**

**DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO : DBO5**

**ELABORADA POR: Q.F. MARCOS PEÑAHERRERA**

UBICACIÓN	MES	# MUESTRAS	S o/oo	OD	DBO 5
		Promedio	mg/l	mg/l	mg/l
CANTON DAULE MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.05	4.95	2.10
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.05	5.00	2.30
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.10	4.83	2.18
CANTON DAULE MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.05	4.30	2.20
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.05	4.60	1.90
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.10	4.70	1.95
PUENTE LUCIA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.10	5.10	2.30
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.05	4.90	2.14
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.05	4.80	2.20
PUENTE LUCIA MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.10	4.70	1.90
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.10	4.60	1.83
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.05	4.60	2.10
LA TOMA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.05	5.10	1.80
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.05	5.00	1.90
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.05	4.90	2.00
LA TOMA MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.05	4.80	2.25
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.10	4.60	2.35
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.10	4.80	2.41
CDLA. ENTRE RIOS / PUNTILLA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	3.00	4.70	3.00
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	3.00	4.50	3.00
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	3.50	4.60	2.95
MALECON 2000 GUIL MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	4.00	4.70	3.70
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	3.60	4.70	3.70
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	3.50	4.70	3.65
MUELLE INS. PESCA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	3.90	4.30	2.98
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	3.80	4.40	3.00
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	3.40	4.35	3.00



Tabla de campo Tesis: Influencia de las aguas del Río Guayas sobre el Río Daule Promedio los meses Octubre, Noviembre y Diciembre año 2001

**PARAMETROS MICRO NUTRIENTES**

**Tabla # 3**

**NITRITO : NO<sub>2</sub>**

**NITRATO : NO<sub>3</sub>**

**FOSFATO : PO<sub>4</sub>**

**SILICATO : SiO<sub>3</sub>**

**ELABORADA POR: Q.F. MARCOS PEÑAHERRERA**

UBICACIÓN	MES	# MUESTRAS	MICRONUTRIENTES ugat/l			
		Promedio	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	SiO <sub>3</sub>
CANTON DAULE MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.76	10.30	1.80	200
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.65	10.30	1.40	205
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.64	10.30	1.90	180
CANTON DAULE MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.68	10.30	3.90	210
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.70	10.33	3.50	204
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.70	10.31	3.80	205
PUENTE LUCIA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.48	10.25	1.75	170
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.61	10.40	1.50	171
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.57	10.35	1.90	168
PUENTE LUCIA MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.60	10.00	1.95	210
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.55	10.20	1.91	198
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.50	10.30	1.90	208
LA TOMA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.46	10.12	1.70	160
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.40	10.00	1.85	179
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.46	10.30	1.90	170
LA TOMA MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	0.40	10.50	2.87	175
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	0.41	10.40	2.80	180
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	0.36	10.50	2.12	178
CDLA. ENTRE RIOS / PUNTILLA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	1.31	10.96	3.60	170
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	1.20	11.20	3.60	163
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	1.25	11.50	3.40	165
MALECON 2000 GUIL MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	1.41	11.3	3.60	170
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	1.30	11.5	3.50	171
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	1.45	11.7	3.60	167
MUELLE INS. PESCA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	1.35	11.45	3.50	169
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	1.40	11.65	3.40	167
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	1.45	11.7	3.40	171



Tabla de campo Tesis: Influencia de las aguas del Río Guayas sobre el Río Daule Promedio los meses Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2001

**PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS NMP/100 ml**

**Tabla # 4**

**COLIFORMES TOTALES: COLI TOTAL**

**COLIFORMES FECALES : COLI FECAL**

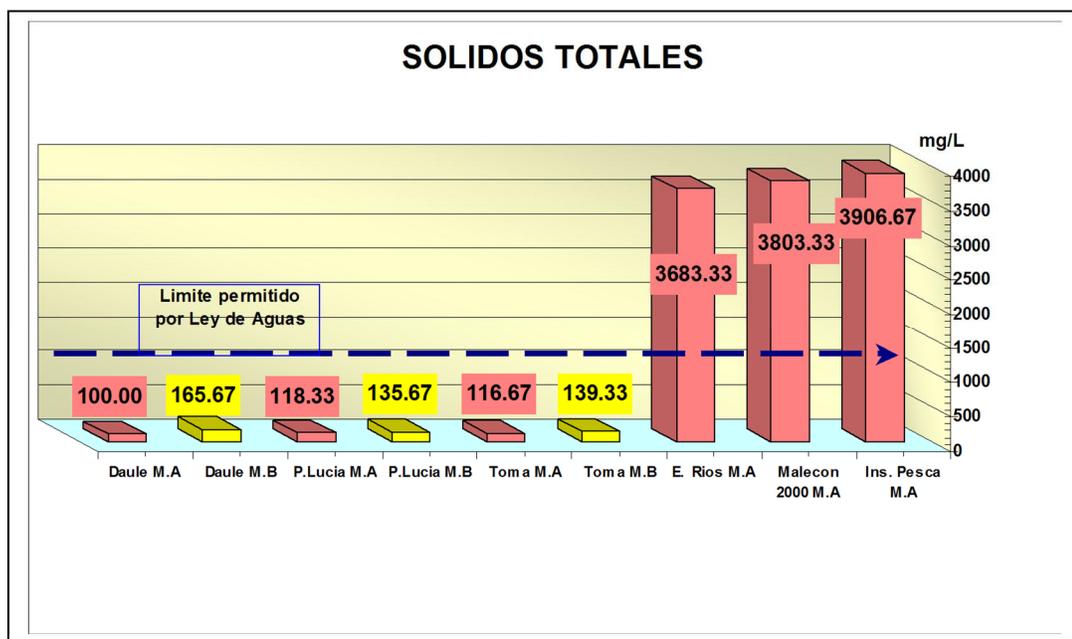
**ELABORADA POR: Q.F. MARCOS PEÑAHERRERA**

UBICACIÓN	MES	# MUESTRAS	MICROBIOLÓGICOS	
		PROMEDIO	COLI TOTAL	COLI FECAL
CANTON DAULE MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	11000	4300
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	11000	4300
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	11000	4300
CANTON DAULE MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	21000	11000
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	21000	11000
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	21000	11000
PUENTE LUCIA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	11000	3900
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	11000	3900
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	11000	3900
PUENTE LUCIA MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	9300	4300
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	3900	4300
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	7500	4300
LA TOMA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	11000	4300
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	9300	4300
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	9300	4300
LA TOMA MAREA BAJA	OCTUBRE	3 UNIDADES	9300	7500
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	9300	7500
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	7500	7500
CDLA. ENTRE RIOS / PUNTILLA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	75000	64000
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	75000	64000
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	75000	64000
MALECON 2000 GUIL MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	93000	75000
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	93000	75000
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	93000	75000
MUELLE INS. PESCA MAREA ALTA	OCTUBRE	3 UNIDADES	110000	93000
	NOVIEMBRE	3 UNIDADES	110000	93000
	DICIEMBRE	3 UNIDADES	110000	93000

## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.-

### 4.2.1. Sobre la incidencia de los Sólidos totales Disueltos.-

Podemos observar en el siguiente grafico, que los resultados promediados indican, que la mayor concentración de Sólidos totales se encuentra en el Río Guayas, durante el estado de marea alta, mientras que en Río Daule, los resultados obtenidos son mínimos durante el mismo estado de marea, en comparación con el primero, notándose inclusive que las diferencias en ambos estados de marea son insignificantes y, por ultimo sin que los resultados obtenidos en el Río Daule demuestren tener ninguna relación con las cantidades observadas en el Río Guayas.



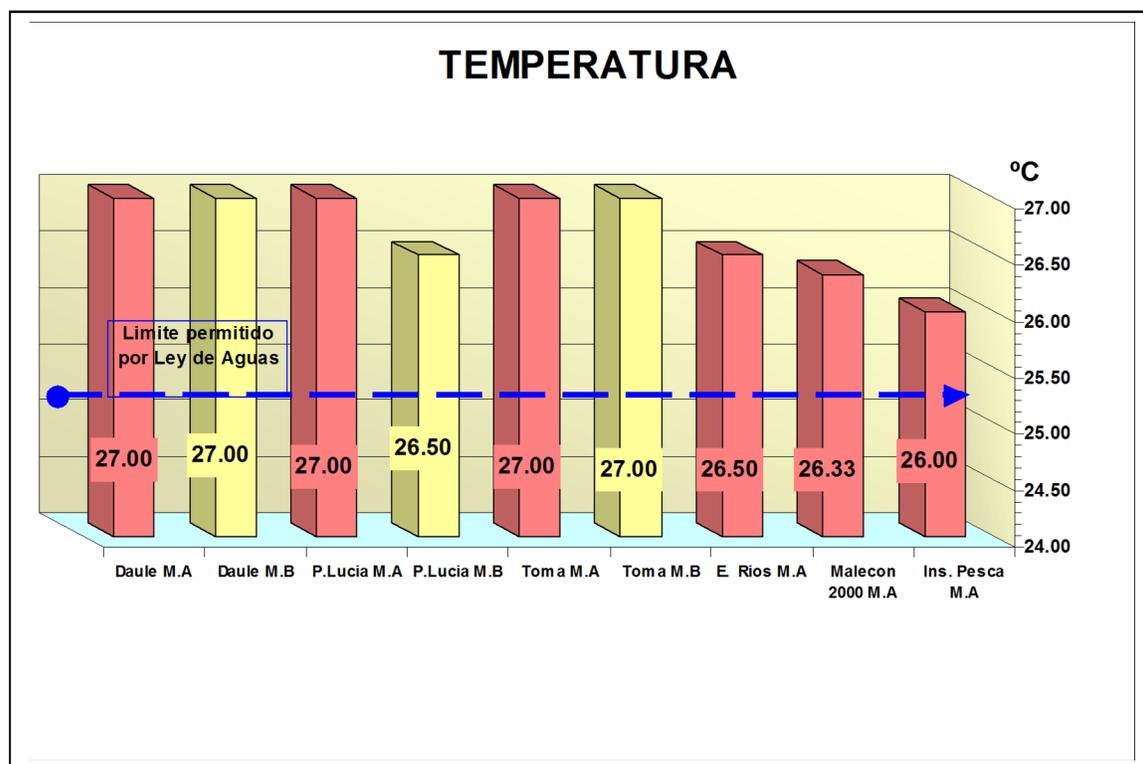
Finalmente podemos anotar, que las diferencias existentes de las concentraciones de Sólidos Totales, en los resultados de marea alta y baja en los puntos de muestreo del Río Daule se deben a que, durante los estados de marea baja la concentración de Sólidos Totales Disueltos es un tanto mayor, por estar las muestras más concentrada en relación con el volumen de muestra tomada y, no por recibir influencia del Río Guayas. Porque de haber influencia del Río Guayas, sobre el Río Daule en este parámetro, el resultado obtenido sería de mayor concentración en el estado de marea alta y no en el estado de marea baja como se ha obtenido.

Sin embargo no podemos dejar de observar las altas concentraciones de Sólidos Totales que los resultados obtenidos en los muestreos de Río Guayas nos presentan, y, solo nos queda comparar estos resultados con los valores permitidos por la Legislación vigente en el Ecuador, resultados mismos que aun están muy por encima de los valores permitidos por la citada ley, pudiendo concluir que estas circunstancias se presentan debido a que el Río Guayas es el gran receptor de todos los demás ríos que desembocan en la Cuenca del Guayas y, que sumando esta característica a la de estar ubicado en una situación geográfica con respecto al planeta (cercano a la línea Ecuatorial) en donde se producen grandes desplazamientos de cuerpos de agua durante los cambios de mareas, desplazamientos mismos que son mayores y mas prolongados a los que ocurren en otras ubicaciones del planeta.

### 4.2.3. Sobre el análisis de la Temperatura.-

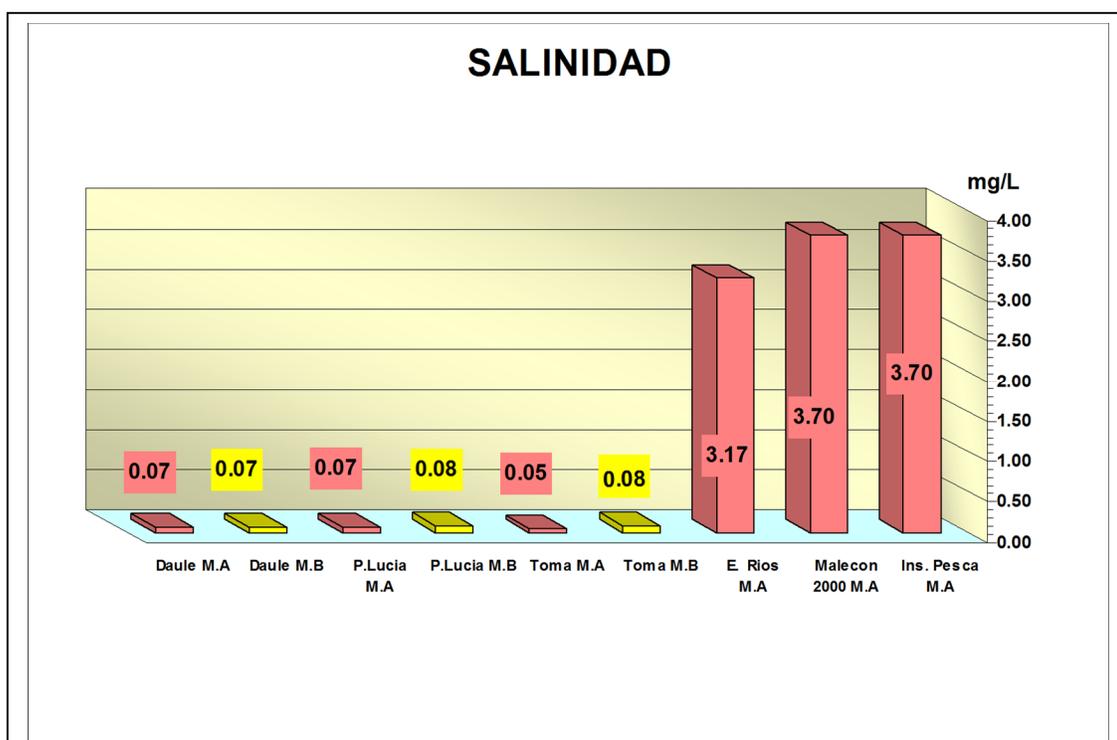
Aquí podemos observar, por los valores obtenidos en las tomas de temperatura, que no existe ninguna influencia en este parámetro de parte del Río Guayas sobre el Río Daule, cabe anotar que las diferencias obtenidas de los valores entre los estados de marea, son despreciables como para poder ser considerados determinantes en el presente estudio. Además que por la forma en que se comportan los resultados en el grafico adyacente, podemos concluir que tampoco hay influencia del Río Daule sobre el Río Guayas en este parámetro.

En cuanto a la consideración legislativa, esta no se ve afectada, ya que los valores obtenidos están dentro de los limites permitidos.



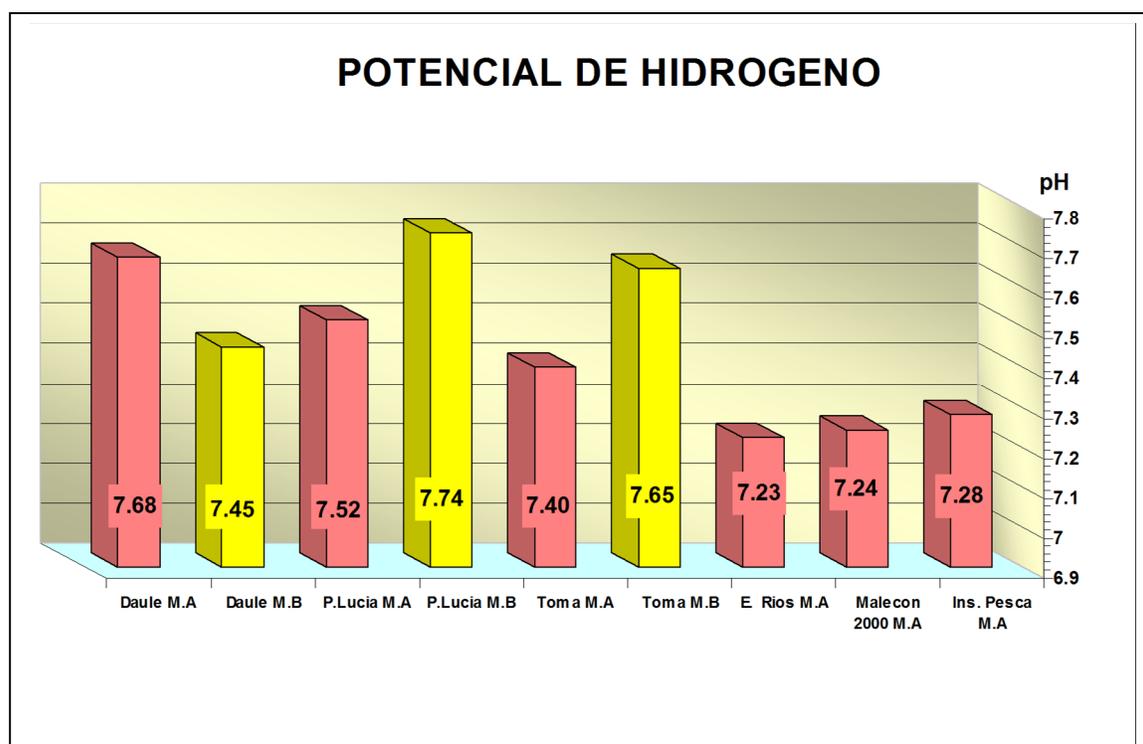
#### 4.2.4. Sobre el análisis de la Salinidad.-

Este es uno de los principales parámetros a estudiar en la presente tesis, por esta razón se tuvo el cuidado necesario, como para esclarecer el exacto comportamiento de la salinidad en los medios en estudio. Podemos observar claramente la gran diferencia de concentración en ambos ríos, tanto en el estado de marea alta como en el estado de marea baja. Pero sin que la salinidad del Río Guayas llegue a influenciar a la salinidad del Río Daule, dándonos como resultado la ninguna influencia que el Río Daule recibe del Río Guayas en este parámetro, y observando además que, el río Daule tampoco influencia al Río Guayas en este caso, ya que por poseer un caudal pequeño no ejerce ningún cambio o influencia como se ha visto en las zonas muestreadas .



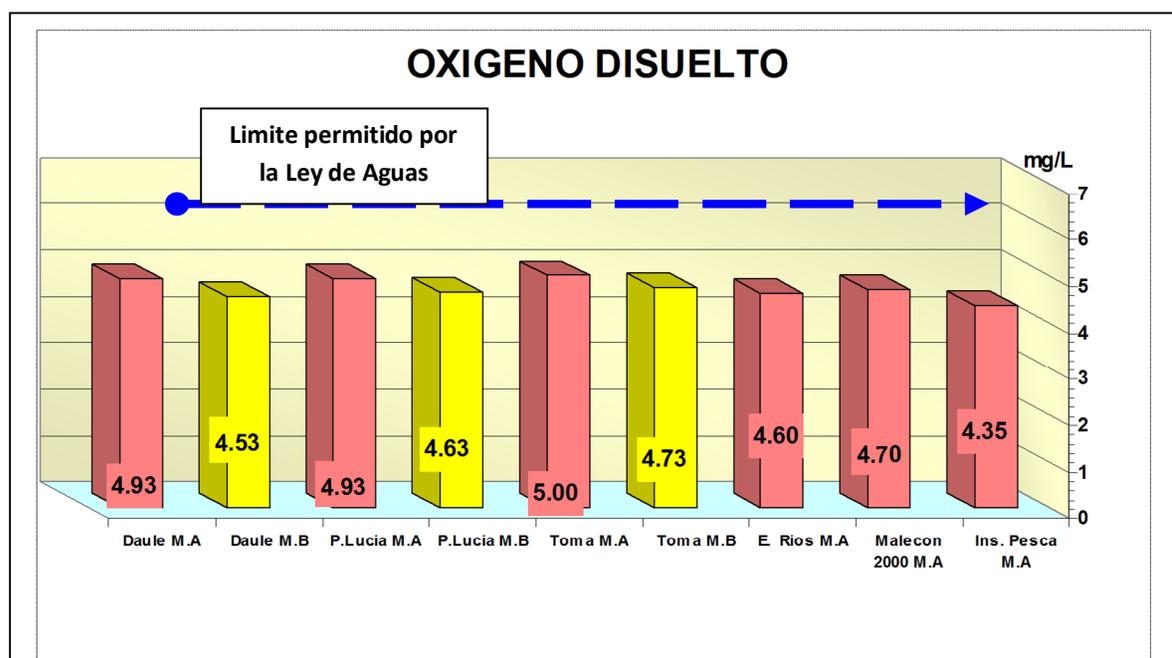
#### 4.3.5. Sobre el análisis del Potencial de Hidrógeno.-

En el análisis del potencial de hidrógeno, se observa que a pesar que los resultados y los correspondientes gráficos nos indican una vez más, que el Río Guayas no influencia al Río Daule, sin embargo nos demuestra el comportamiento de este parámetro (pH), en forma irregular durante los estados de marea baja, en donde podemos apreciar una clara elevación del mismo, sobre todo en las zonas de la Toma y de Puente Lucia, creemos que esto posiblemente se deba a la presencia de compuestos orgánicos en el agua de estas zonas, producto de contaminación directa producida por los asentamientos habitacionales cercanos al río, esto de igual manera debe ser considerado posteriormente para subsiguientes estudios, ya que los valores extraños, justo se están presentando en las zonas más cercanas a la Toma.



### 4.3.6. Sobre el análisis del Oxígeno Disuelto.-

Para las consideraciones correspondientes a la observación del Oxígeno Disuelto, podemos comenzar analizando los resultados obtenidos durante los estados de marea alta, los que demuestran la imposibilidad de una influencia del Río Guayas sobre el Río Daule, ya que los resultados obtenidos en el Río Daule son superiores a los obtenidos en el Río Guayas, mientras que en el estado de marea baja podemos observar que los valores obtenidos en el Río Daule siguen siendo mayores a los valores obtenidos en el Río Guayas, estando este segundo río en estado de marea alta, lo que demuestra en forma terminante que en este parámetro tampoco existe influencia del Río Guayas sobre el Río Daule.

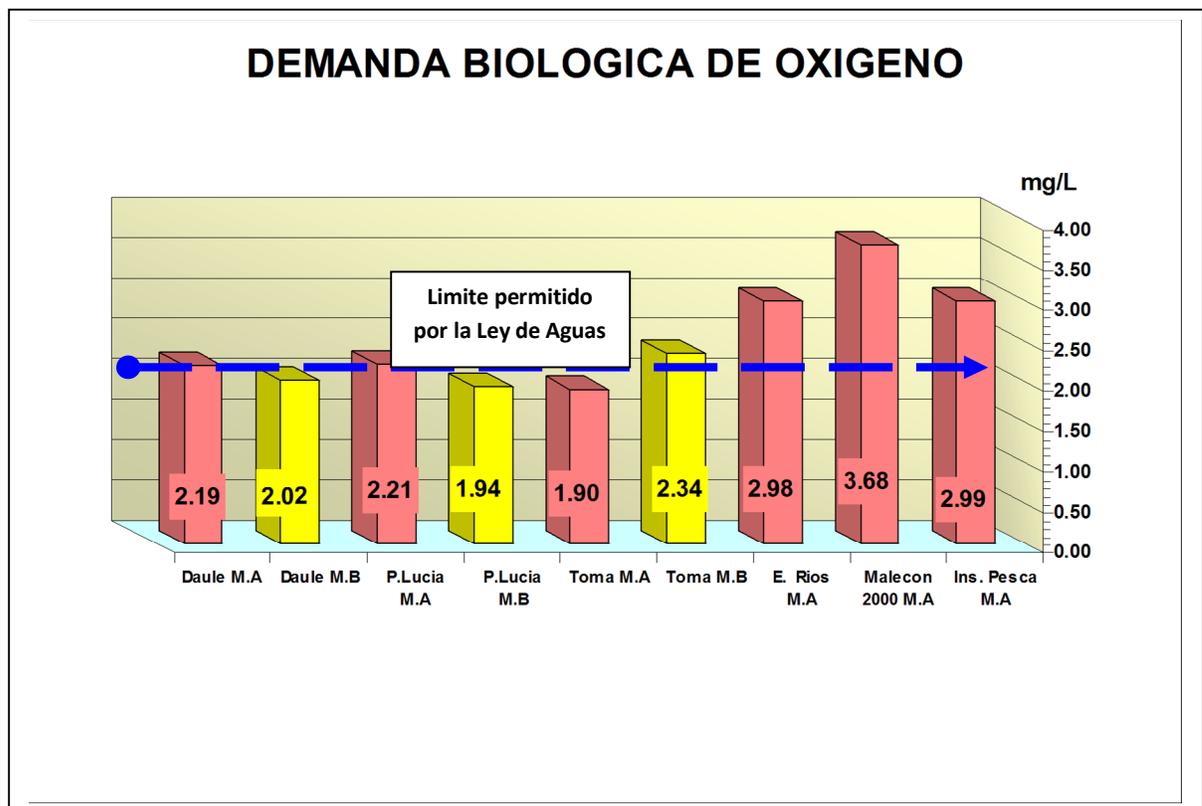


Sin embargo y recordando la relación con lo estipulado en la Ley de Aguas vigente, el valor mínimo permitido para este parámetro es de 6 mg/l, pero como vemos ninguno de los dos medios en estudio llegan a este límite, además debemos considerar los resultados obtenidos en estudios anteriores, los que indicaban cantidades no solamente superiores, sino también sobre el límite estimado por la Ley.

Otra consideración adicional es la relación que tiene este parámetro con el de los Sólidos Totales, sabemos que los Sólidos Suspendidos, que forman parte de ellos, llevan sustancias reductoras que son consumidores del Oxígeno Disuelto en las aguas, seguramente esta es otra de las razones porque en el Río Guayas las cantidades de este parámetro son menores ya que recibe más carga de aguas residuales provenientes de la ciudad de Guayaquil.

#### 4.3.7. Sobre el análisis de la Demanda Biológica de Oxígeno.-

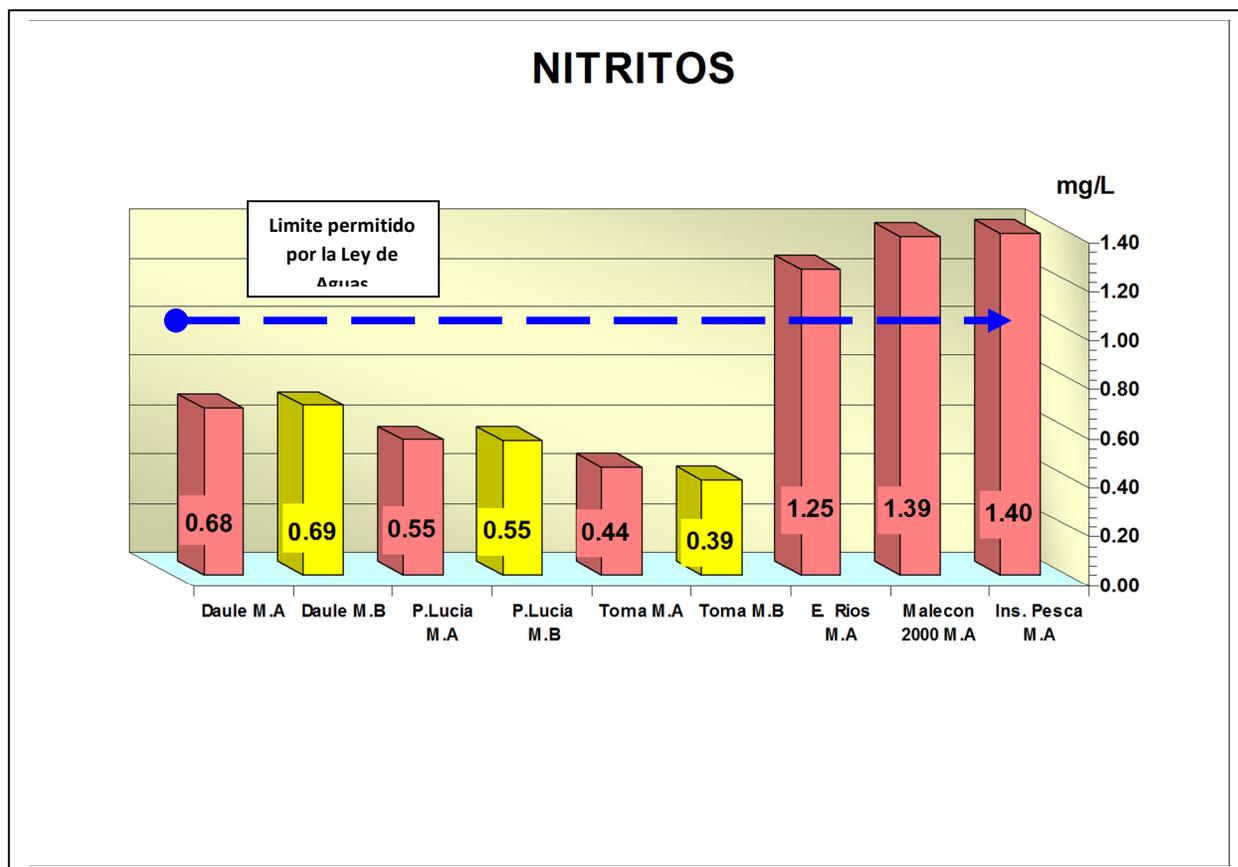
El razonamiento hecho sobre la  $DBO_5$ , no solo debe considerar el objetivo central del presente estudio, sino por el contrario debe ser mas amplio ya que es el primer parámetro de los escogidos que nos alerta sobre otros posibles cambios o influencias que los medios en estudio están recibiendo.



Así es como observamos que de acuerdo a la Ley de Aguas debemos tener como máximo solo un 10% de consumo de Oxígeno disuelto, situación que no ocurre en ninguno de los puntos de muestreo, es mas según nuestra citada ley, el mínimo permisible para la  $DBO_5$  será de 2 mg/l, sin embargo hemos encontrado valores que superan este margen, situación que ocurre y se ve en forma progresiva más en el Río Guayas que en el Río Daule, a pesar de que los valores obtenidos en la zona de la Toma y el punto más cercano a esta, esto es en Puente Lucia, son también considerables de observar porque tampoco están en los límites deseados. Recordemos que un alto valor de la  $DBO_5$  puede indicar un incremento en la microflora presente e interferir en el equilibrio de la vida acuática, además de favorecer el crecimiento excesivo de algas, y de ocasionar olores y sabores desagradables.

En cuanto a la influencia del Río Guayas sobre el Río Daule, este parámetro nos indica y advierte que en el momento de las tomas para el presente estudio posiblemente estaba sucediendo lo contrario, ó sea que el Río Daule, contribuye en cierto grado a la contaminación del Río Guayas. Ya que los análisis del comportamiento de la  $DBO_5$  no reflejan influencia durante la subida de mareas y, los resultados obtenidos durante las tomas en Marea Baja en el Río Daule siguen siendo menores a los obtenidos en el Río Guayas.

#### 4.3.8. Sobre el análisis de los Nitritos.-

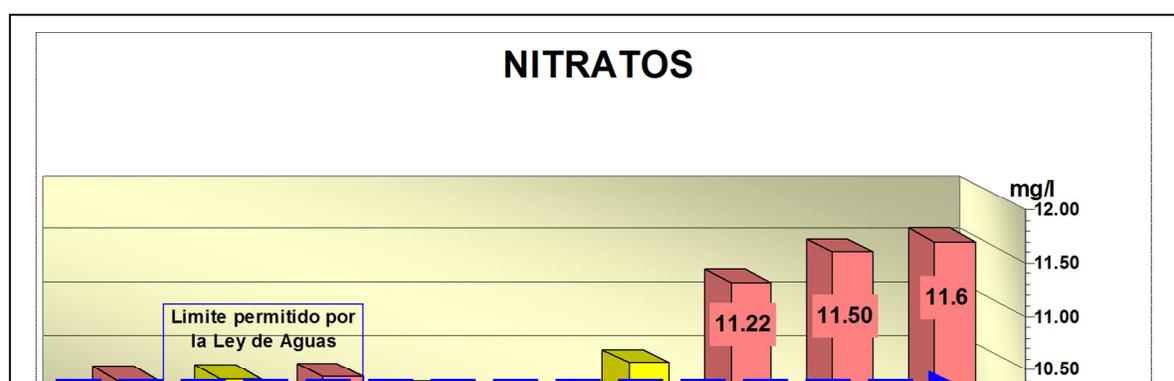


Los nitritos corresponden al grupo de micro nutrientes citados para la determinación del presente estudio, este parámetro al igual que los demás micro nutrientes no están contemplados en la Ley de Aguas vigente para el Ecuador, se los ha considerado como parte del estudio, debido a que ellos no solo son importantes como ya lo indicamos en el Capítulo 1 de la presente tesis, sino que además aportan nuevos datos y conocimiento de lo que está ocurriendo en los medios estudiados, es así que a pesar de que la incidencia de este ión en el Río Daule es menor que en el Río Guayas, no se ve que sea el Río Guayas quien origine esta presencia, sino por el contrario es propia del primer medio, ó sea del Río Daule, ahora bien el origen del presente ión en ambos medios solo nos indica que en ambos está ocurriendo degeneración de grupos proteicos y que es mayor en el Río Guayas que en el Río Daule.

Además por el volumen encontrado en ambos medios y con la ayuda de monitoreos y estudios más seguidos podríamos determinar lo que estaría ocurriendo en el proceso de regeneración de los micro nutrientes, recordemos que se considera que el ión nitrito es una forma intermedia entre el amoníaco y el nitrato, consecuentemente, la concentración de nitrito, puede ser considerada como un índice de la cantidad de nitrógeno orgánico intermedio potencialmente disponible para la remineralización.

#### 4.3.9. Sobre el análisis de los nitratos.-

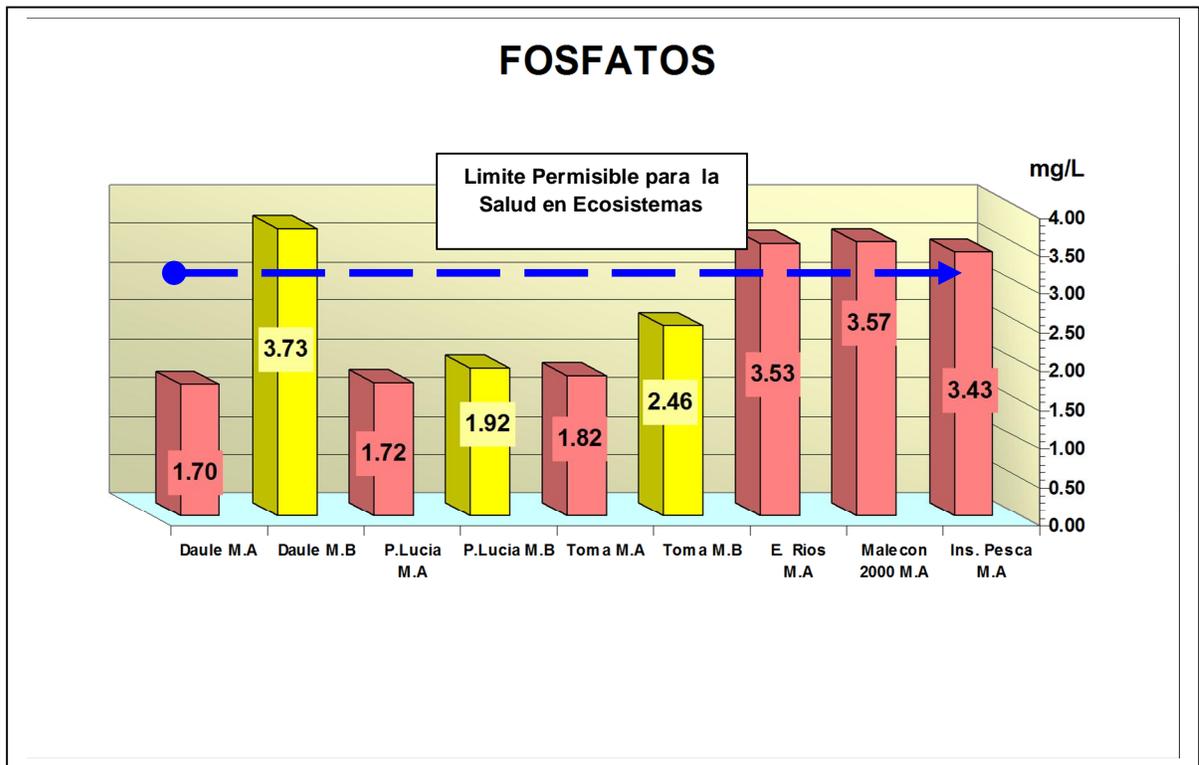
Sobre este ión en particular debemos recordar que el pertenece al ciclo de descomposición orgánica, está estrechamente ligado a la producción de amoniaco y nitrito. La importancia primera como contaminante radica en ellos solos pueden limitar la producción de fitoplancton. También forman parte un grupo especial de bacterias y que la reserva principal de nitrógeno en el agua esta constituida por los nitratos.



Sin embargo en el presente estudio, el comportamiento del ión nitrato a lo largo de las zonas en estudio ha sido muy parecido, esto es que las variaciones son mínimas en los valores obtenidos, la razón por lo que ocurre esto no es por la influencia de un medio sobre el otro, sino por el comportamiento mismo del ión nitrato esto es que sus concentraciones verdaderas solo son apreciables en profundidades superiores a las sugerida en la presente tesis.

#### **4.3.10. Sobre el análisis de los Fosfatos.-**

Por planteamientos anteriores sabemos la importancia del estudio del ión Fosfato, ya que es un indicador claro de contaminación de distintas clases, por no decir de todas, esta presente en fertilizantes, en detergentes, en descomposición bacteriana, en fin su presencia es fiel reflejo de contaminación presente, directa y permanente.

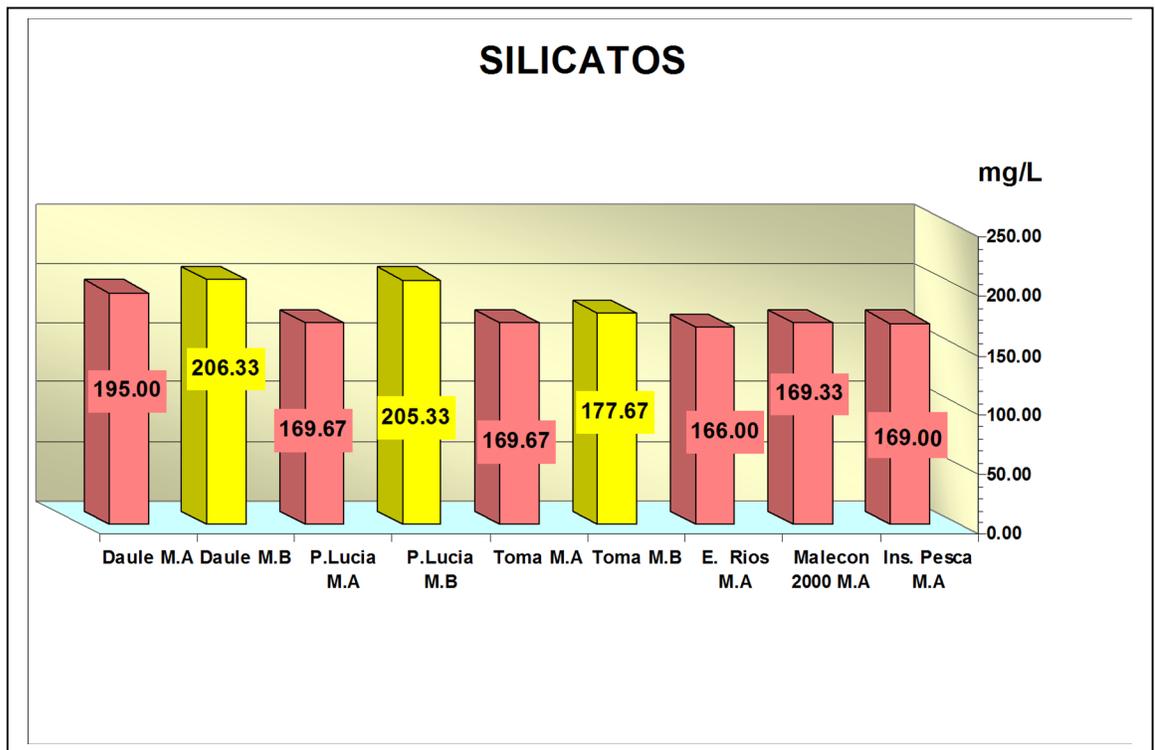


En nuestros medios en estudios, vemos como los valores obtenidos en los distintos puntos de muestreos van casualmente en aumento conforme nos adentramos desde el Río Daule al Río Guayas, esto es debido a que en el recorrido normal que tienen los ríos a seguir las descargas de contaminantes ya sean estos por cualquiera de los motivos antes mencionados van en aumento, solo vemos una excepción que el punto sobre el cantón Daule, donde los valores obtenidos no solo igualan, sino que superan a algunos de los obtenidos en el Río Guayas, esto no es debido a la influencia del Río Guayas, sino por el contrario a la presencia justo en este punto de una gran descarga de contaminantes como pueden ser los producidos por el asentamiento poblacional del mismo cantón.

Además a pesar de no estar contemplado en la ley de Aguas vigente para el Ecuador, se ha aceptado por los distintos organismos de estudio como de 3 mg/l el Limite Permisible para la Salud en Ecosistemas.

#### **4.3.11. Sobre el análisis de los Silicatos.-**

Tenemos presente que el ión silicato es estudiado extensivamente porque es usado por diatomeas y otros organismos secretores de silicato. El contenido de sílice en aguas naturales varia considerablemente dependiendo de la localidad.



En aguas con alta dureza y alta alcalinidad el contenido de sílice es más alto que en otro tipo de aguas, ya que en aguas alcalinas están presentes un gran número de iones de sodio que se combinan con la sílice para formar silicatos de sodio solubles.

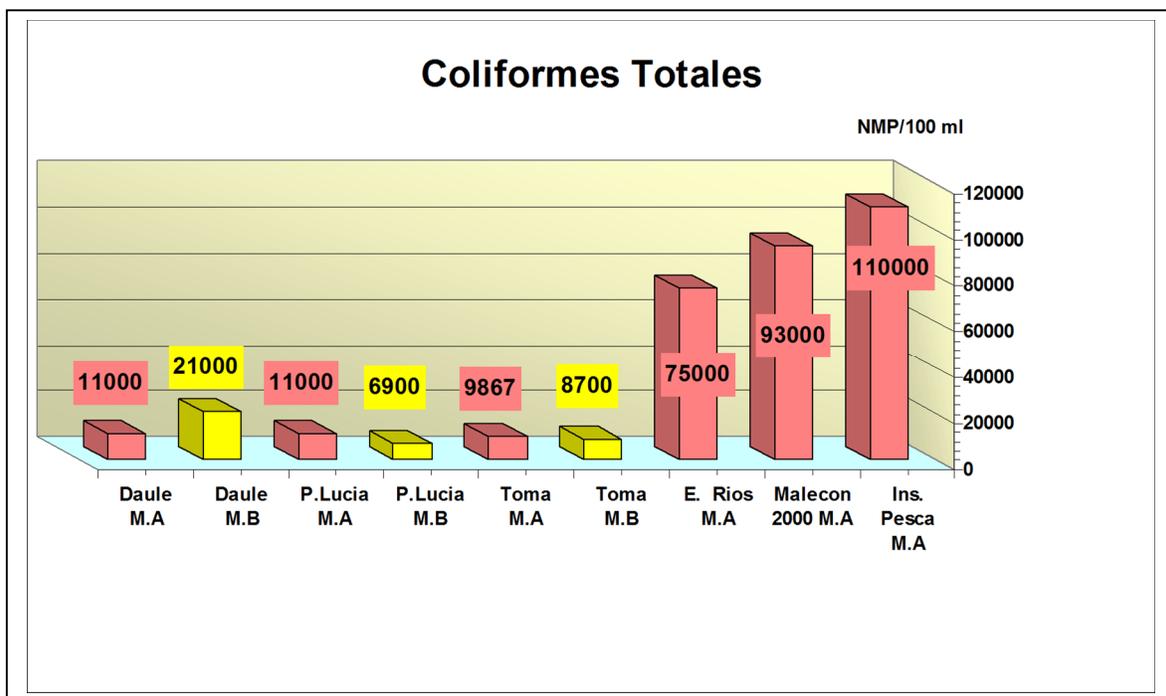
En nuestro estudio tenemos como resultados rangos de pH alcalino, ideales para la presencia de silicatos, sin embargo como podemos observar en el presente grafico, los valores van decreciendo conforme se sigue el curso natural de las aguas, esto es desde el Río Daule al Río Guayas, una vez

más se demuestra que la influencia del Río Guayas sobre el Río Daule, es negativa y muy por el contrario se verifica que es el Río Daule quien tiene cierto grado de afectación sobre el Río Guayas,

#### **4.3.12. Sobre el Análisis de COLIFORMES TOTALES.-**

La Ley de aguas nos indica que el valor aceptable para el presente parámetro microbiológico es de 3000 MNP/100 ml, esto es 3000 unidades formadoras de colonias como valor máximo aceptable, sin embargo en ambos medios hemos encontrado valores que son muy superiores a este, el análisis

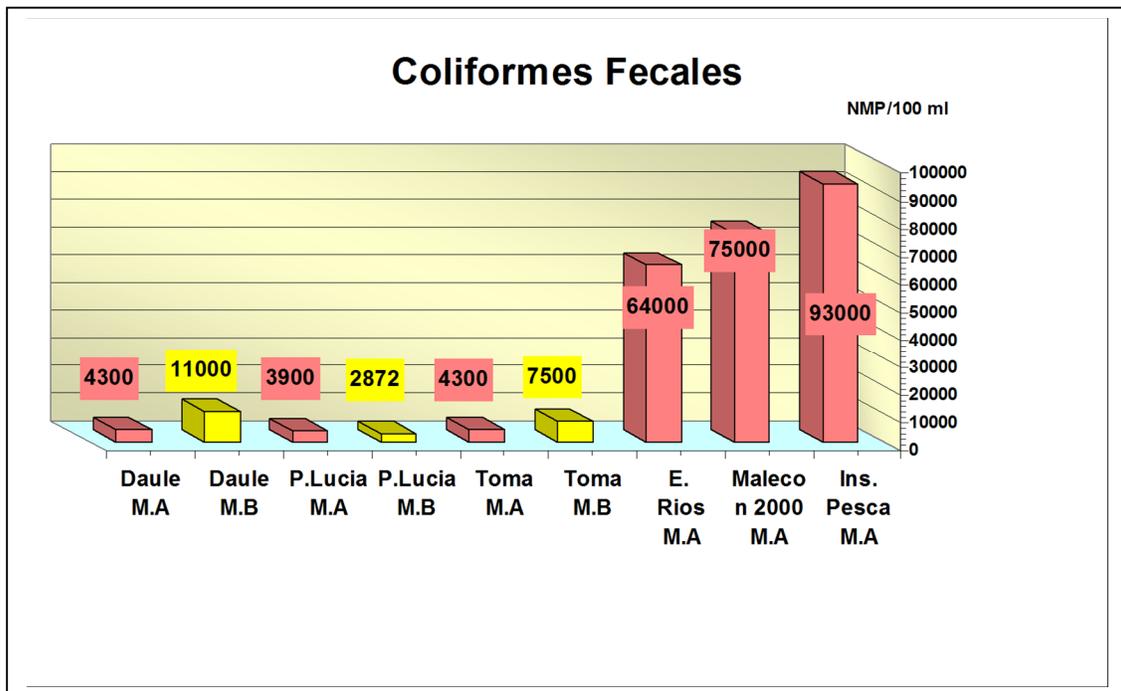
pertinente al presente estudio sobre la influencia del Río Guayas sobre el Río Daule, también indica una marcada diferencia entre ambos medios en estudio dando como siempre el mayor resultado en la aguas del Río Guayas, y verificándose una vez mas la escasa o ninguna influencia sobre el Río Daule ya que las diferencias son abismales tanto en las consideraciones de marea alta como de marea baja. Lo preocupante de los resultados obtenidos es la alta contaminación registrada en la zona de la Toma, donde por monitoreos anteriores se consideraba que las aguas en estudio estaban dentro de los rangos aceptados por la Ley de Aguas.



#### 4.3.13. Sobre el Análisis de COLIFORMES FECALES.-

En el Capítulo 1 del presente trabajo analizamos la importancia del estudio en conjunto de los Coliformes Totales y los Coliformes Fecales, como indicadores

directos de contaminación microbiana producida principalmente por el hombre, esto es a través de la eliminación directa sobre los medios en estudio de Aguas de origen residual, las aguas negras propiamente dicha, estarán siempre contaminadas con este tipo de microorganismos por lo que la relación de mayor contaminación mayor numero de colonias bacterianas es directamente proporcional. Y los resultados obtenidos nos indican una vez mas que la influencia no es desde el Río Guayas al Río Daule, por lo contrario es la revez y que las cantidades incontables de numero de colonias encontradas en todos los puntos de muestreo en el Río Guayas, nos recuerdan el grado de deterioro a que esta sometido el medio en estudio y si observamos los resultados obtenidos en el Río Daule menores que los del Guayas, pero significativamente superiores a los indicados en la Ley de Aguas estos es de 600, nos advierte que debemos desde ya prevenir el deterioro del Río Daule, no siguiendo el ejemplo causado en el Río Guayas.



# CAPITULO V.-

## 5.1. CONCLUSIONES.-

- ❖ En un estudio de esta naturaleza, el objetivo principal no es el de llegar a la presentación de una sola conclusión, muy por el contrario, debemos considerar todos los resultados obtenidos y aplicar una perspectiva distinta en cada uno de los objetivos trazados inicialmente, pero para responder la interrogante principal de esta tesis, podemos adelantarnos diciendo que el Río Guayas aun no ejerce una influencia significativa sobre el Río Daule, en la zona escogida para el presente estudio, esta conclusión pudiera parecer un tanto superficial debido al conocimiento generalizado que existe sobre el grado de contaminación que en estos momentos se vive en el planeta y, en especial la área escogida como zona de estudio, nos referimos a la ciudad de Guayaquil, sin embargo, los resultados obtenidos nos demuestran una verdad distinta a la esperada.
- ❖ Para particularizar nuestras conclusiones, vemos que el parámetro que nos puede servir como indicador principal de esta influencia, que es la salinidad, ni siquiera llega a los límites mínimos de presencia en el Río Daule,
- ❖ Todos los parámetros comprometidos en el presente estudio nos han indicado que la influencia del Río Guayas sobre el Río Daule no es apreciable, los valores cuantificados así lo han demostrado, indicando además que es el Río Daule quien en compañía de los demás Ríos de la zona los que afectan en forma determinante al sistema del Río Guayas, esto además ayudado por la influencia de la presencia del hombre y todo lo que con él conlleva, los hacinamientos urbanos, la sobre explotación y el exceso de contaminación no han permitido que el Río Guayas alcance un

nivel de auto depuración aceptable y muy por el contrario se vea cada día mas limitado.

- ❖ La presencia elevada de microorganismos en conjunto con micro nutrientes y demás características también con presencia elevada hace que consideremos al Río Guayas como un medio muy deteriorado y en la investigación objeto de esta tesis por lo tanto era valida de hacer su respectivo seguimiento, esto era si las aguas del Río Guayas deteriorado como lo hemos verificado eran capaz debido a las condiciones de subida y bajada de mareas de afectar a las aguas del Río Daule, la respuesta ya es bien sabida, de que no, no lo influncian, sin embargo el presente estudio también nos ha indicado que las aguas del Río Daule ya no están tan depuradas como lo demostraban los estudios citados en los antecedentes de esta tesis, esto es un punto de observación, no será que si no se prevé el caso después de algunos años ¿las aguas del Río Daule tendrán similares características de deterioro como las que presenta hoy el Río Guayas?.
  
- ❖ En atención a esto quiero recordar que la calidad de las aguas del Río Daule, se han modificado mas en años recientes, esto como resultado de la construcción y operación del embalse Daule - Peripa, ubicado unos 200 Km. aguas arriba de la Toma, representa la mayor obra de infraestructura de la Costa, con un volumen de 5.500 millones de metros cúbicos, esta destinada a proyectos agrícolas.
  
- ❖ Este embalse ha permitido garantizar un caudal del Río Daule suficientemente alto durante el año y, como lo demuestra este estudio ha desplazado varios kilómetros aguas debajo de La Toma, la zona del Río Daule afectada por la intrusión de agua salada.

- ❖ Como consecuencia de esta acción, han declinado los niveles sólidos totales disueltos. Adicionalmente el tiempo de retención del agua en el embalse ha reducido los niveles de turbidez.
  
- ❖ Lo ultimo que quiero citar es a la Ley de Aguas, los valores mencionados anteriormente en el Capitulo 1, están muy alejados de la realidad encontrada en el presente estudio, tanto así que las consideraciones de aceptación para los parámetros Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno, en ambos medios de estudio estuvieron totalmente fuera de especificación, cabe aquí nuevamente la reflexión anterior, nos estamos acercando a nuevos cambios en cuanto a las condiciones de aceptabilidad para parámetros como los citados en la presente tesis.

## **5.2. RECOMENDACIONES.-**

En lo referente al objetivo principal del presente estudio, me limito a realizar las siguientes recomendaciones:

1. Particularizar más estudios como este y realizarlos en forma cíclica, de tal forma que podamos tener una serie de observaciones, no solo por año o época, sino por el contrario de meses y semanas, los cambios producidos en el medio ambiente por la afectación del hombre son cada vez mas profundos.
2. El deterioro del Río Guayas es un echo presente, que este medio se pueda reestablecer a como era hace 50 años atrás, es motivo de estudios y acciones de los gobiernos de turno.
3. En lo referente a lo expuesto como obligatorio en la Ley de Aguas para la Republica del Ecuador, debemos reconsiderar los parámetros citados como obligatorios de monitoreo y sus respectivos limites de tolerancia, esto es incrementando el numero de parámetros de control e implementando sistemas estadísticos para poder obtener una idea mas precisa de lo que esta ocurriendo en los medios en estudio y poder prevenir sus posibles cambios y deterioros.
4. En lo referente a la misma ley, disponer de mayores mecanismos de control, referencia y estudio para que de esta forma se pueda prevenir y sancionar las faltas de cumplimiento por los distintos organismos públicos y

privados que generan contaminantes y cambios o cualquier tipo de afectación sobre los ecosistemas, en este caso a los medios en estudio

Sabemos que otros países han pasado por la misma situación, con grandes sistemas fluviales que por descuido y exceso de explotación sufrieron grandes daños, que algunos finalmente colapsaron y se han convertido en verdaderos pantanos y que otras si han salido de las condiciones adversas como los son los de la Bahía de Tokio,

Creo yo que estudios como este deben ser obligatorios para las instituciones relacionadas directamente a la explotación del Río Daule, Así como para instituciones directamente relacionadas con el control y monitoreo del Río Guayas.

5.- Además de la investigación e implementación de sistemas de análisis mas directos y de aplicación mas sencillos como lo es el caso de la investigación de Coliformes tanto Totales como Fecales, si comparamos los distintos valores obtenidos por los distintos estudios citados, observamos grandes diferencias entre unos y otros sin que en ellas exista ninguna relación, provocadas creo yo por la aplicación del método de estudio este es el NMP (numero mas probable), método que ha sido cuestionado en varias ocasiones por su falta de exactitud, los posibles errores que se pueden cometer durante el procedimiento de siembra, cultivo, observación y más que nada por el tiempo que toma en dar resultados, a pesar de que el método NMP es el recomendado por el INEN, siempre se pueden recurrir a nuevas formas de investigación en que se pueden acortar tiempos de análisis y ganar más precisión en los resultados.

# **ANEXOS**

