



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS. FÍSICAS Y
QUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA O
PROPOSITIVA

TEMA:

**“Determinación de las principales fuentes de contaminación del río
Portoviejo, en el sector entre Andrés de Vera y Picoazá, del cantón
Portoviejo.”**

AUTORES:

González Orlando Manuel Orlando
Navarrete Fernández Marcos Xavier

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Santiago Quiroz Fernández Mg. Aa.

PORTOVIEJO-MANABÍ-ECUADOR.

2014-2015

TEMA.

Determinación de las principales fuentes de contaminación del río Portoviejo, en el sector entre Andrés de Vera y Picoazá, del cantón Portoviejo.

DEDICATORIA.

Fue un camino largo lleno de muchos obstáculos, caídas, tropiezos pero siempre logre levantarme, con ayuda de mis padres, hermanos, familiares y amigos, ustedes son parte de esta investigación que es la culminación de mi vida en la universidad.

Mis padres Marcos y Wilma, sin ustedes nada de esto fuera real, por su constante empuje, aliento, consejos, comprensión y el esfuerzo que hacen para que yo sea una persona de bien, a ustedes está dedicada esta tesis.

Marcos Xavier Navarrete Fernández.

DEDICATORIA.

La vida me ha enseñado que no todo es color rosa ni color de hormiga, la universidad no es la excepción y me encanta dedicar esta tesis y esta carrera a quienes confiaron en mí y hoy están igual de alegres que yo por este logro.

Manuel Eduardo González Orlando.

AGRADECIMIENTO.

Esta tesis, es mi excusa para agradecer a todas las personas por su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo otras en mis recuerdos y en mi corazón. Sin importar donde estén quiero decirles gracias por formar parte de mi vida, por todo lo que me han brindado y por sus bendiciones.

A mis padres.

Marcos y Wilma, agradezco su confianza y su apoyo brindado, que sin duda en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mis hermanos (as).

Andree y Adolfo, a pesar de las diferencias siempre nos hemos apoyado y preocupado por el bienestar de nuestra familia, muchas gracias por su apoyo silencioso, y a la más chiquita Valentina, llegaste de ultimo pero eres con tus llantos y risas la que terminaste de hacer de este lugar un hogar feliz.

A mis familiares.

Especialmente a mis abuelos paternos Mauro y Judith, por el apoyo incondicional que siempre me brindaron, a mis abuelos maternos Lesbia y Vicente por sus buenos deseos, a mis tíos tías que entre preocupaciones y risas siempre han estado pendiente de mí, Janina mi tía aunque te dije préstame plata para la tesis y no me prestaste, a mis primos y primas que de alguna u otra manera siempre he podido contar con ellos. Gracias Familia.

A mi director.

Me gustaría agradecer sinceramente a mi director de tesis el Ing. Santiago Quiroz Fernández por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, su orientación, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación como investigador. A su manera, ha sido capaz de ganarse mi lealtad y

admiración, así como sentirme en deuda con él por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta tesis.

A mis amigos.

Un verdadero amigo es alguien que te conoce tal como eres, comprende donde has estado, te acompaña en tus logros y tus fracasos, celebra tus alegrías y comparte tu dolor, y jamás te juzga por tus errores.

Katherine, Jessica y Nela, a ustedes por formar parte de mi vida muchas gracias.

Luly, contigo tantas risas y buenos momentos, no dejemos de disfrutar de la vida, “lo que no sabes tú” muy buena noche, gracias Luly por ser mi amiga.

David, Javier, y William, sin ustedes mi vida en la universidad no hubiera sido la misma, tantos buenos momentos y malos, pero a los malos siempre le dábamos una sonrisa, “somos la alegría del curso decían”. Muchas gracias amigos.

Arq. Belén muchas gracias por recibirme tantas veces con un sí te puedo ayudar.

Manuel Eduardo mi compañero de tesis, siempre me decía “ya faltó poco”, hasta que en realidad ya falta poco, mi madre cada vez que te ve “ahí va la ñaña”, gracias por el positivismo que siempre me contagiaste, gracias Manolo.

Néstor Maridueña, en colegio un normal compañero pero en la universidad un verdadero amigo siempre inculcándome la vagancia, apoyándome en todo, siempre dispuesto a ayudarme, gracias mi amigo.

Dra. Castro y el Ing. Pilay, a pesar de las dificultades siempre tienen una sonrisa que brindar gracias por vuestro apoyo.

Apareciste al final, no por eso eres la última persona que voy a agradecer, lo único que son tantas cosas y debo expresarme de la mejor manera, llegaste sin imaginar que serías fuente de inspiración, me animaste a seguir en mis malos ratos, dibujaste una sonrisa en mi rostro, me enseñaste tantas cosas que se han vuelto tan valiosas para mi vida, y no creo que mi gracias sea suficiente Jenniffer C. muchas gracias.

Muchas gracias a todos.

Marcos Xavier Navarrete Fernández.

AGRADECIMIENTO.

Creo que los agradecimientos se los debe de dar a diario y muchas veces se los omite por diversos motivos, los cuales van acompañados de nuestro estado de ánimo, este en particular es el agradecimiento más importante en mi vida por lo menos hasta el día de hoy, y faltaran de nombrar a 1001 personas, amigos, conocidos y familiares que me han acompañado en este camino universitario, pero eso no quiere decir que los he olvidado, sin más vueltas que dar un millón de gracias.

A Dios, Jesús y nuestra madre la virgen.

Este largo camino sin una luz ni guía era imposible, son el motor principal de mi vida.

A mis padres.

Manuel y Azucena, el simple hecho de haberme concebido y educarme y aceptarme como soy, hacen de ustedes sin lugar a dudas las personas más importantes para mí.

A mis hermanas.

María José, María Sol y Tana González, el apoyo que las personas recibimos de nuestros seres queridos no tiene precio y en especial el de los seres amados, mis hermanas han sacrificado mucho de sus necesidades por mí y eso las convierte en inigualables.

A mi compañera de vida en los últimos 6 años.

Mabel, han sido 6 años duros en los que me acompaño en las buenas y sobre todo en las malas, que Dios te bendiga mujer.

A mi director de tesis.

Ing. Santiago Quiroz Fernández, lo mejor que le puede pasar en la vida universitaria a un estudiante es encontrarse con profesores de excelencia y el Ing. Quiroz es parte clave de este proceso académico y sobre todo de esta tesis.

A mis profesores.

La lista es muy larga, a todos el mejor de los deseos por sus conocimientos y que Dios les de salud y conocimientos para seguir impartíéndolos a sus estudiantes, y a los que nos dejaron y pasaron a mejor vida que Dios los tenga en su gloria.

A mis compañeros y amigos.

Un amigo es quien te hace llorar con verdades y no reír con mentiras.

David, Javier, Hugo, Hernando, pido perdón a quienes no nombro y sé que estuvieron conmigo en esta lucha diaria por lograr esta meta pero sin ellos estoy seguro que el camino hubiese sido más complicado.

Arq. Belén Silva, solo le puedo decir gracias por soportar.

Eric, Juancho, Angelito, Xavier, Jorge, Danny, José Antonio, desde la infancia acompañándome, debo de mencionar que tengo a los mejores amigos del mundo.

Marcos Navarrete, el compañero ideal de tesis, su perseverancia me hizo creer que esta tesis era posible.

Equipo de apoyo de tesis.

7 compañeros de carrera que sin importar las dificultades que encontramos en campo hicieron todo para que esta tesis fuese completada.

Y como diría un famoso cantante “GRACIAS TOTALES A TODOS”

Manuel Eduardo González Orlando.

INDICE DE CONTENIDO.

TEMA	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	IV
SUMMARY	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	5
2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.2. JUSTIFICACIÓN	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
4. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	10
5. OBJETIVOS	11
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
6. MARCO TEÓRICO.....	12
6.1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	12
6.1.1. TIPOS DE CONTAMINACIÓN	13
6.2. CONTAMINACIÓN EN RÍOS.....	14
6.3. AGUAS RESIDUALES.....	15
6.4. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN RÍOS.....	16
6.4.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO.....	22
6.4.3. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO.....	22
6.4.4. pH.....	23
6.4.5. NITRÓGENO TOTAL.....	23
6.5. SANEAMIENTO AMBIENTAL.....	23
6.5.1. FACTORES QUE INCIDEN EN EL SANEAMIENTO AMBIENTAL.....	25
6.5.2. AUTODEPURACIÓN DE CORRIENTES SUPERFICIALES.....	25
6.5.3. MECANISMOS DE AUTODEPURACIÓN DE RÍOS, RELACIÓN ENTRE CALIDAD DE AGUA Y CAMBIOS CLIMÁTICOS.....	26
6.5.4. MODELO DE STREETER –PHELPS.....	28
6.6. ESTUDIO GENERAL DE LA CUENCA, SUBCUENCAS Y MICRO CUENCAS DEL RIO PORTOVIEJO.....	29
6.7. COMPONENTES NATURALES.....	30
6.8. USOS DEL RIO PORTOVIEJO.....	32
6.9. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL RÍO PORTOVIEJO.....	33
6.10.1. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES.....	37

7. HIPÓTESIS.....	43
7.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	43
7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	43
8. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN.....	44
9. DISEÑO METODOLÓGICO.....	46
9.1. TIPO DE ESTUDIO.....	46
9.2. UNIVERSO.....	46
9.3. MUESTRA.....	46
9.4. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS.....	47
9.4.1. MÉTODO.....	47
9.4.2. TÉCNICAS.....	48
9.4.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
10. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN ...	50
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
11.1. CONCLUSIONES.....	75
11.2. RECOMENDACIONES.....	76
12. PRESUPUESTO.....	77
13. CRONOGRAMA VALORADO.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS.....	81

INDICE DE CUADROS.

Tabla N° 1. Principales contaminantes presentes en aguas residuales, fuentes e importancia ambiental.....	15
Tabla N° 2. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	17
Tabla N° 3. Limite máximo permisible descarga al sistema de alcantarillado y a un cuerpo de agua dulce.....	20
Tabla N° 4. Utilización de las aguas del Rio Portoviejo.....	32
Tabla N° 5. Carga contaminación rio Portoviejo.....	34
Tabla N° 6. Agresiones detectadas por subcuencas.....	36
Tabla N° 7. Cuadro de operacionalización de variable dependiente.....	44
Tabla N° 8. Cuadro de operacionalización de variable independiente.....	45

Tabla N° 9. Ubicación geográfica de las descargas de aguas residuales en el río Portoviejo.....	51
Tabla N° 10. Caudales de vertimientos de las descargas identificadas del 1 al 11...	57
Tabla N° 11. Caudales de vertimientos de las descargas identificadas del 12 al 20..	58
Tabla N° 12. Mediciones de oxígeno disuelto.....	59
Tabla N° 13. Presupuesto.....	77
Tabla N° 14. Cronograma valorado.....	78

INDICE DE GRAFICO.

Grafico No. 1 La curva en comba del oxígeno de Streeter-Phelps.....	29
Grafico No. 2: Cantones de la cuenca del río Portoviejo Ministerio de Agricultura..	30
Grafico No. 3: Sector del puente Chile, marzo del 2008.....	31
Grafico No. 4: Sector del puente Santa Cruz.....	31
Grafico No. 5: Delimitación de zonas inundadas color rojo en el 2008 y delimitación de áreas de alto riesgo color claro.....	32
Grafico No. 6: Delimitación de zonas según el grado de amenaza de inundación.....	32
Grafico No. 7: Usos del río Portoviejo con sus tramos correspondientes. Gobierno Provincial de Manabí. Plan de manejo ambiental del corredor río Portoviejo (2001).....	33
Grafico No. 8: Uso actual del suelo. Gobierno Provincial de Manabí. Plan de manejo ambiental del corredor río Portoviejo (2001).....	36
Grafico No.9. Delimitación del tramo del río Portoviejo a investigar desde el puente Santa Cruz hasta el Puente 5 de Junio.....	50
Grafico No. 10. Sinusoide color rojo, representación del tramo a investigar. Google Earth (2014).....	50
Gráfico No.11. Ubicación geográfica de los vertimientos identificados del 1 al 6....	53
Gráfico No.12. Ubicación geográfica de los vertimientos identificados del 7 al 14.....	53
Gráfico No.13. Ubicación geográfica de los vertimientos identificados del 18 al 20.....	54

Gráfico No.14. Ubicación geográfica del total de vertimientos identificados.....	54
Gráfico No.15. Triangulo rectángulo.....	56
Gráfico No.16. Sección de tubería.....	56
Gráfico No.17. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 1....	64
Gráfico No.18. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 2....	64
Gráfico No.19. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 3....	65
Gráfico No.20. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 4....	65
Gráfico No.21. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 5.....	66
Gráfico No.22. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 6....	66
Gráfico No.23. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 7....	67
Gráfico No.24. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 8.....	67
Gráfico No.25. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 9....	68
Gráfico No.26. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 10...	68
Gráfico No.27. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 11...	69
Gráfico No.28. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 12.....	69
Gráfico No.29. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 13...	70
Gráfico No.30. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 14...	70
Gráfico No.31. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 15...	71
Gráfico No.32. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 16...	71
Gráfico No.33. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 17...	72
Gráfico No.34. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 18...	72
Gráfico No.35. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 19...	73
Gráfico No.36. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 20...	73
Gráfico No.37. Georreferenciación de los vertimientos contaminantes. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [29, noviembre, 2014].....	87
Gráfico No.38. Georreferenciación de los vertimientos contaminantes. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [29, noviembre, 2014].....	87
Gráfico No.39. Georreferenciación de los vertimientos contaminantes. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [29, noviembre, 2014].....	88
Gráfico No.40. Vertimiento #16. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [29, noviembre, 2014].....	88

Gráfico No.41. Recorrido de los vertimientos contaminantes con el director de tesis Ing. Santiago Quiroz. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [30, diciembre, 2014].	89
Gráfico No.42. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [06, enero, 2015].	89
Gráfico No.43. Calibración del medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [09, enero, 2015].	90
Gráfico No.44. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [09, enero, 2015].	90
Gráfico No.45. Recolección de datos para estimación de caudales por el método de las secciones. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [20, enero, 2015].	91
Gráfico No.46. Flotadores utilizados para la estimación del tiempo en el cálculo de caudales por el método de las secciones. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [20, enero, 2015].	91
Gráfico No.47. Recolección de datos para estimación de caudales por el método de las secciones. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [27, enero, 2015].	92
Gráfico No.48. Recolección de datos para estimación de caudales por el método volumétrico. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [27, enero, 2015].	92
Gráfico No.49. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [06, mayo, 2015].	93
Gráfico No.50. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [13, abril, 2015].	93
Gráfico No.51. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el río Portoviejo, [14, abril, 2015].	94

Gráfico No.52. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el rio Portoviejo, [14, abril, 2015].....	94
Gráfico No.53. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el rio Portoviejo, [06, mayo, 2015].....	95
Gráfico No.54. Toma de muestras por el Ing. Santiago Quiroz con el medidor de oxígeno disuelto en el vertimiento #19. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [06, mayo, 2015].....	95
Gráfico No.54. Jacintos de agua o lechuguines encontrados en el Río Portoviejo. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [06, mayo, 2015].....	96

RESUMEN.

Los asentamientos humanos se han realizado tradicionalmente en regiones cercanas a los ríos a nivel mundial, ya que a través de ellos se obtiene agua para consumo de las diversas actividades que el hombre desarrolla. Estos asentamientos poblacionales y su incontrolable crecimiento es una de las causas principales de la contaminación de los ríos, en estos se producen residuos que son descargados a los mismos.

El río Portoviejo en la provincia de Manabí, Ecuador, es uno de los principales de la zona central de la región, sin embargo estudios previos realizados indican un grave deterioro en la calidad del agua por las diversas afectaciones a la que está sometida esta cuenca principalmente cuando atraviesa la zona urbana de las ciudades en tránsito.

De acuerdo a las revisiones bibliográficas el tramo que se considera de mayores afectaciones ambientales corresponde a los sitios Andrés de Vera en el puente Santa Cruz y Picoazá en el puente 5 de Junio en la ciudad de Portoviejo. Por ello en la presente investigación se considera determinar cuáles son las principales fuentes de contaminación que se producen en este tramo de estudio.

Para alcanzar los objetivos propuestos se realiza primero una identificación y ubicación geográfica de los vertimientos de aguas residuales que se realizan a la cuenca, posteriormente se determina su caudal de vertimiento y la mediciones de oxígeno disuelto en el río para verificar el comportamiento de la calidad de agua por incidencia de estas fuentes contaminantes.

Este trabajo se ha desarrollado con la finalidad de proporcionar a los profesionales y organismos correspondientes, una herramienta que pueda ser utilizada en el momento de proyectar las posibles soluciones para la mitigación y control de la contaminación del río Portoviejo en el tramo de estudio.

SUMMARY.

Human settlements are traditionally done near rivers worldwide because through them water consumption is obtained for the various activities that man develops. These settlements and uncontrolled growth are a major cause of pollution of rivers, producing wastes that are discharged to them.

The Portoviejo River in the province of Manabí, Ecuador, is one of the largest in the central area, however previous studies indicate serious deterioration in water quality by various damages to which is under the basin mainly it crosses the urban area of cities in transit.

According to the literature reviews the section that is considered of major environmental effects corresponding to Andrés de Vera and Picoazá places on the Santa Cruz and 5 de Junio bridges in the Portoviejo city. Therefore in this research is considered to identify the main sources of pollution that occur in the study area.

To achieve these objectives we first identified and located the wastewater discharges that are made to the basin, then the flow of dumping and measurements of dissolved oxygen in the river is determined to verify the behavior of the quality of water incidence of these polluting sources.

This work has been developed in order to provide professionals and agencies, a tool that can be used at the time of projecting possible solutions to mitigate and control pollution of the Portoviejo river course of study.

1. INTRODUCCIÓN.

Los ríos son corrientes de agua las cuales se mantienen en constante movimiento y fluyen con continuidad; poseen un caudal y una velocidad determinada las cuales van variando a consecuencia de los fenómenos naturales y artificiales producidos a lo largo de los años. Los ríos son los recursos hídricos más cambiantes conocidos.

El corredor hídrico principal de la provincia de Manabí es el río Portoviejo; este permite conexión entre varios cantones siendo así uno de ellos Portoviejo, el cual tiene condicionada su morfología territorial por este recurso natural, el mismo que posee potencialidades productivas, turísticas y recreacionales, estas son desaprovechadas; siendo evidente la carencia de planificación, regulación y planteamiento de estrategias territoriales que establezcan guías para el desarrollo urbanístico de esta ciudad.

Toda esta deficiente planificación ha ocasionado que existan problemas en la cuenca del río Portoviejo, el inadecuado manejo de los usos de suelos es uno de ellos. En la actualidad según estudios realizados (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Portoviejo y el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Manabí) este recurso hídrico presenta síntomas de un proceso degradativo, generando un decrecimiento no solo en la imagen urbana, sino también en aspectos sociales, económicos e inclusive políticos. Es por ello que mediante esta investigación se determina cuáles son los principales factores que contaminan al río Portoviejo en el sector comprendido entre Andrés de Vera y Picoazá, realizando un estudio técnico que involucra las mediciones de caudales de vertimientos de aguas residuales y de las variaciones del oxígeno disuelto con respecto a las distancia, entre los puntos de descargas de aguas residuales.

Para el análisis de los datos estadísticos obtenidos se implementa el uso de herramientas informáticas para el diagnóstico de los niveles de oxígeno disuelto en el agua y así comprobar la contaminación en este afluente, también se utiliza el método volumétrico y cálculo de relaciones hidráulicas en tuberías para obtener la medición

del caudal en los vertimientos y así determinar el efecto que tienen cada uno de los factores que contaminan , adicionalmente se emplea el software MapSource que permitió trabajar con los puntos obtenidos del GPS (Global Position System) y luego transportarlos al software AutoCad donde finalmente se ubicaron en el catastro respectivo para su correcta identificación.

En base a los resultados obtenidos de la investigación se desarrolla un análisis de las variaciones de oxígeno disuelto en función de las distancias y contaminantes que se producen en el tramo de estudio, con la finalidad que se impulsen iniciativas locales que sean respaldadas por instituciones públicas o privadas, para la ejecución de planes de gestión, revaloración, recuperación natural y cultural, conservación y protección de estos espacios naturales y que los habitantes tomen conciencia que las conexiones clandestinas a los vertimientos de aguas lluvias producen contaminación en este afluente del cual, se obtiene el agua para diversas actividades como el riego, la recreación y el consumo humano, este último factor ha originado que existan diversas enfermedades como afectaciones a la piel, infecciones estomacales y al organismo en general, a más de encarecer los tratamientos de agua cruda para su potabilización.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

2.1. ANTECEDENTES.

El río Portoviejo es el principal recurso hídrico de la región central de la provincia de Manabí, comprende aproximadamente 132 km y sus aguas atraviesan los cantones de Santa Ana, Portoviejo y Rocafuerte. Son nueve zonas manabitas las que se abastecen del afluente, teniendo según los estudios realizados aproximadamente 700.000 personas beneficiadas, en el uso del sector agrícola, doméstico, recreacional y otros campos.

En los últimos años ha sufrido un alto índice de contaminación; por este motivo esta cuenca superficial de agua requiere la ejecución de un análisis sectorial para diagnosticar la problemática existente. Se puede observar que el río desde su nacimiento en la presa Poza Honda, hasta su desembocadura en el sitio la Boca de la parroquia Crucita, en el océano Pacífico, está sometido a diferentes afectaciones por las descargas incontroladas de pesticidas, desechos de animales, aguas residuales de manera clandestina, residuos sólidos, entre otros, que llegan al cauce sin ningún control.

Existen varios estudios, desde proyectos universitarios hasta propuestas e investigaciones políticas, en las que se han planteado como soluciones el análisis hidrológico e hidráulico, planes de manejo de desechos sólidos, plan de manejo ambiental del río Portoviejo, diagnóstico ambiental de la cuenca del río Portoviejo, entre otros según datos obtenidos del Gobierno Provincial; sin embargo son proyectos que quedan en papeles o en el peor de los casos se llegan a ejecutar pero no se les da un seguimiento, como es el caso de las ordenanzas para la coordinación institucional del manejo ambiental del río Portoviejo las cuales no son supervisadas ni controladas por los entes reguladores.

2.2. JUSTIFICACIÓN.

El crecimiento poblacional se origina a nivel mundial en las grandes ciudades o centros urbanos. Las zonas urbanas sufren una densificación de la población, lo cual corresponde a factores de órdenes sociales, económicos, políticos, ambientales, entre otros; en donde las aspiraciones de superación ocasionan la migración hacia ciudades con mayor desarrollo.

En la República del Ecuador existe una gran diversidad natural por lo que se promueve a este país como un lugar turístico; un ejemplo de riqueza natural, es la provincia de Manabí, pero aquí no todo es desarrollo y existen espacios naturales que se encuentran contaminados como el río Portoviejo.

Habitar en un ambiente sano contribuye con el mejoramiento de la calidad de vida; en la actualidad esta cuenca hidrológica, específicamente en el tramo comprendido desde la parroquia Andrés de Vera hasta la parroquia Picoáza existen cambios muy fuertes en su cauce, generando una acelerada degradación de los recursos naturales, es por ello indispensable que se lleve a cabo la ejecución de la presente investigación en donde se realiza la caracterización, identificación y ubicación de las principales fuentes contaminantes que afectan al río.

El uso inadecuado de la tierra ha ocasionado efectos adversos en los aspectos biofísicos como: pérdida de suelos, pérdida de la biodiversidad, alteración del régimen de escurrimientos en ríos; y en el nivel de vida de los pobladores como: pérdidas económicas por inundaciones, disminución en la producción de los cultivos, afectaciones de los cultivos y enfermedades; disminuyendo de esta manera, en forma progresiva la calidad de vida de los habitantes del cantón. La problemática del manejo de las fuentes contaminantes del río Portoviejo requiere de una investigación profunda para poder establecer su afectación en el ámbito social, y del medio tanto rural como urbano.

Contando con los recursos económicos y humanos se hizo factible la realización de esta investigación, que una vez concluida será de gran interés social, cultural y académica, además su metodología es un aporte que puede ser utilizada en otras cuencas hidrográficas que presenten estas mismas problemáticas. Por todo lo expuesto se justifica plenamente la realización de esta tesis como un instrumento importante que contribuya en futuras decisiones para mejorar el ecosistema y calidad del agua de este efluente.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

De acuerdo a las investigaciones realizadas podemos citar que en el transcurso de los años se han ejecutado varios proyectos y estudios por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Portoviejo, Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Manabí, organizaciones, ministerios y consultores ambientalistas, en busca de alternativas que permitan mitigar los impactos producidos por la contaminación del río Portoviejo, los mismos que en su gran mayoría no han dado los resultados esperados.

Los análisis efectuados en la cuenca hídrica del río Portoviejo determinan que está sometida a altos índices de contaminación, pero la agresión más fuerte se presenta desde el sitio el Guabito hasta la parroquia Picoazá, unos 12 km donde el río pasa toda la zona urbana de Portoviejo. Este recurso natural a más de ser un vertedero de residuos sólidos es un receptor de aguas negras, realizándose descargas de aguas residuales en su cauce, además se debe sumar como un factor contaminante los afluentes como el estero Monte Santo, Lodana y otros que depositan cantidades de sedimentos en cada invierno lo cual agrede y genera contaminación.

Frente a todas estas problemáticas también deben sumarse las de tipo político, en donde podemos determinar que la degradación de este afluente natural, se debe a la carencia de planificación y de ordenamiento urbano en todo el curso del río, el inadecuado manejo de los desechos provenientes de diversas actividades productivas, comerciales y las descargas de aguas residuales que han aportado considerablemente en la pérdida del ecosistema, ocasionando la disminución de sus características naturales para su aprovechamiento.

Todos estos factores presentan un peligro potencial para la salud de la población y sectores productivos, por lo que se establece la necesidad de un mejoramiento de la calidad de agua del río Portoviejo por su importancia social, económica y ecológica que representa para la ciudad de Portoviejo y la provincia de Manabí.

Por ello esta investigación plantea determinar las principales fuentes de contaminación que inciden en la afectación del río Portoviejo, para que se puedan desarrollar mecanismos de solución a esta problemática y así contribuir con el desarrollo social, económico, cultural y ecológico para el buen vivir de la población.

4. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se encuentra delimitada en el sector entre Andrés de Vera (puente Santa Cruz) y Picoazá (puente 5 de Junio), del cantón Portoviejo, en el periodo septiembre del 2014-Febrero 2015.

5. OBJETIVOS.

5.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar las principales fuentes líquidas y sólidas que inciden en la contaminación del río Portoviejo, en el sector entre Andrés de Vera y Picoazá del cantón Portoviejo.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar los factores que contaminan al río Portoviejo desde el puente Santa Cruz hasta el puente 5 de Junio.
- Definir geográficamente las principales fuentes contaminantes mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Establecer el caudal de vertimiento de las descargas de aguas residuales en la cuenca del río Portoviejo en el tramo de estudio.
- Realizar un levantamiento de las variaciones de oxígeno disuelto que se producen en la cuenca por efecto de las fuentes contaminantes.

6. MARCO TEÓRICO.

6.1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

Se tiene referencia que desde que apareció el hombre en la tierra, hace dos millones de años comenzó a incidir sobre ella con la utilización del fuego y con el desarrollo de la agricultura.

El crecimiento poblacional y el desarrollo industrial en la actualidad se caracterizan por la incontrolada producción de desechos y su acumulación en las áreas donde se desarrollan las actividades humanas.

“La contaminación es: un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra o el agua, que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies beneficiosas.” (Odum, 1986, pág. 12).

“Más de 7 millones de personas mueren anualmente en el mundo a causa de la contaminación ambiental ya sea fuera o dentro del hogar.” (Organización Mundial de la Salud, 2010, pág. 19).

Por lo anteriormente expuesto se debe considerar que la contaminación ambiental del agua, la tierra o el aire, puede causar enfermedades graves a la población humana, causando incluso la muerte, además afecta al equilibrio de los ecosistemas.

Se considera que si hubiesen existido medidas a tiempo en fin de garantizar el desarrollo controlado de la industria y la conservación del ambiente se hubiera evitado gran parte del actual deterioro de la biosfera.

Debido a la contaminación ambiental del recurso agua se pueden llegar a transmitir un sin número de enfermedades las cuales pueden ser causadas por agentes microbiológicos y químicos. En la actualidad son muy comunes a nivel mundial las enfermedades hídricas causadas principalmente por contaminantes químicos, esta

contaminación se puede ocasionar en el origen de la fuente de agua o en diversas fases de su distribución, incluso por el mal diseño de las redes o los materiales ocupados en estas.

“El denominador común de estas enfermedades es que en la mayoría de los casos el efecto sobre la salud no es inmediato, sino a medio o largo plazo, dando como resultado enfermedades de tipo degenerativo en las que resulta muy difícil establecer relaciones de causalidad. Los químicos más frecuentes en el agua capaces de originar problemas de salud o enfermedades son los nitratos, trihalometanos, plaguicidas, plomo y otros metales, arsénico, acrilamida, cloruro de vinilo y epiclohidrina, fluoruro y boro. Otros problemas emergentes son la radiactividad natural y artificial, los alteradores endocrinos y las toxinas de cianobacterias”. (Vargas, 2005, pág. 117).

La contaminación del agua es un problema que causa diversos tipos de enfermedades que afectan a la población al corto, mediano y largo plazo. Podríamos concluir que hay factores físicos, químicos y biológicos que pueden contaminar el agua.

6.1.1. TIPOS DE CONTAMINACIÓN.

La contaminación se puede dar según la forma que se produzcan sobre el medio y se pueden clasificar en:

- Contaminación normal, que son aquellos que se producen por las actividades humanas.
- Contaminación accidental, que se producen por circunstancias o riesgos en algún proceso.
- Contaminación natural, que se dan por fenómenos naturales.
- Contaminación extensiva, se producen de formas más imprecisas por ejemplo la lluvia ácida.
- Contaminación intensiva, que se producen en un tiempo y espacio, los vertimientos de fábricas son un ejemplo claro.

6.2.CONTAMINACIÓN EN RÍOS.

El agua es una de las fuentes elementales de la vida y la calidad de la misma es una forma de evidenciar la importancia del medio natural que la rodea.

En la gran mayoría de los países a nivel mundial, se encuentran ríos severamente contaminados. Esta situación es muy preocupante debido al efecto que tiene sobre la salud humana y el ecosistema. También se debe considerar que los ríos son una de las principales rutas de contaminación de los mares y océanos. En la actualidad muchos sectores de la población no tienen un adecuado acceso a los servicios de saneamiento básico.

“El mayor impacto lo sufren aquellos países en vías de desarrollo, que descargan cerca del 90% de sus aguas residuales sin ningún tratamiento a los ríos, lagos y zonas costeras, contaminando así sus fuentes de abastecimiento”. (Langergraber & Muellegger, 2005, pág. 433).

En América Latina se estima que sólo el 2% de las aguas residuales contaminadas reciben tratamientos, por lo que este aspecto es una de las principales fuentes de contaminación de los ríos.

Como se puede inferir la contaminación de los ríos, puede darse por las descargas de aguas residuales, es necesario comprender que este concepto abarca un conjunto de aguas que tienen cuerpos extraños. Estos cuerpos extraños pueden ser de origen natural o bien derivados de la actividades humanas.

La contaminación del agua de los ríos se puede dar de forma natural y antropogénica. La primera forma en base particularmente al arrastre de partículas o de gases atmosféricos, las cuales la capacidad natural de autodepuración hace que la mayor parte sea eliminada. La segunda forma se debe principalmente a las industrias, vertidos urbanos, la navegación, la agricultura y la ganadería.

6.3. AGUAS RESIDUALES.

“En general, las aguas residuales contienen aproximadamente un 99.9% de agua y el resto está constituido por materia sólida. Los residuos sólidos están conformados por materia mineral y materia orgánica. La materia mineral proviene de los subproductos desechados durante la vida cotidiana y de la calidad de las aguas de abastecimiento. La materia orgánica proviene exclusivamente de la actividad humana y está compuesta por materia carbonácea, proteínas y grasas”. (Rojas, 2002, pág. 5).

Dentro de los principales contaminantes de las aguas residuales podemos mencionar: materia orgánica con grado variable de biodegradabilidad, compuestos nitrogenados de origen orgánico y/o mineral, compuestos fosforados de origen mineral, microorganismos compuestos por organismos saprofitos y patógenos tales como helmintos, protozoos, bacterias y virus.

A continuación se presenta una tabla resumen donde se pueden analizar los principales contaminantes que pueden tener las aguas residuales sus posibles fuentes e importancia ambiental.

Tabla N° 1.

Principales contaminantes presentes en aguas residuales, fuentes e importancia ambiental.

Contaminante	Fuente	Importancia ambiental
Sólidos suspendidos.	Uso doméstico, desechos industriales y agua infiltrada a la red.	Causa depósitos de sedimentos y condiciones anaerobias en ecosistemas acuáticos.
Compuestos orgánicos biodegradables	Desechos domésticos e industriales.	Causa degradación biológica, que incrementa la demanda de oxígeno en los cuerpos receptores y

		ocasiona condiciones indeseables.
Microorganismos patógenos.	Desechos domésticos.	Causan enfermedades trasmisibles.
Nutrientes.	Desechos domésticos e industriales.	Pueden causar eutroficación.
Compuestos orgánicos refractarios.	Desechos industriales.	Pueden causar problemas de sabor y olor, pueden ser tóxicos.
Metales pesados	Desechos industriales, minería, etc.	Son tóxicos, pueden interferir con el tratamiento y reúso del efluente.
Sólidos inorgánicos disueltos	Debido al uso doméstico o industrial se incrementa con respecto a su nivel en el suministro de agua.	Puede interferir con el reúso del efluente.

Nota: Información extraída del texto Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales - Enrique Valdez, Alba Vázquez.

Como se puede apreciar en la tabla anterior las principales fuentes de contaminantes de las aguas residuales provienen de los desechos domésticos e industriales que se generan mediante la actividad humana.

6.4. PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN RÍOS.

Se distinguen parámetros físicos, químicos y biológicos.

- Físicos: Transparencia o turbidez, propiedades organolépticas, conductividad eléctrica.

- Químicos: Oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), contenido total de carbono, pH, dureza, nitrógeno en todas sus formas.
- Biológicos: Cantidad y tipos de microorganismos.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros según la norma Ecuatoriana de los límites descarga a un cuerpo de agua dulce.

Tabla N°2.

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes	Nmp/ 100 ml		Renovación > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2

Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O ₅ .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0

Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

Nota: La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida. Información adquirida del Texto Unificado de Legislación Ambiental - Ecuador, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, 2009.

Los residuales líquidos después de ser usadas deben ser alejados de las comunidades humanas por el grado de contaminación que la misma pueda conllevar. Para realizar la disposición hay que considerar los aspectos de calidad-cantidad tanto del residual que a va a ser vertido como la cuenca hídrica que va a recibirlo.

La legislación vigente en el Ecuador, también establece los parámetros del límite máximo permisible de descarga al sistema de alcantarillado y a un cuerpo de agua dulce.

Tabla N°3.

Limite máximo permisible descarga al sistema de alcantarillado y a un cuerpo de agua dulce.

Parámetros	Expresado como	Unidad	87,m	Limite maximo	permisible
				Descarga al sistema de alcantarillado público	Descarga a un cuerpo de agua dulce.
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg l		100	0,3
Caudal máximo		ls		1,5 veces el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado	
Color real	Color real	Unidades de color			*inapreciable en dilución 1/20
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días)	D.B.O ₅	Mg l		250	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	021 M g l		500	250
Potencial de Hidrógeno	pH			5-9	5-9
Sólidos suspendidos totales		mg l		220	100
Temperatura	°C			<40	<35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg l		2,0	0,5

Nota: Información extraída del Texto Unificado de Legislación Ambiental - Ecuador, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, 2009.

6.4.1. OXÍGENO DISUELTO.

Determinar el balance de oxígeno disuelto en una masa de agua, es un método general muy utilizado para delimitar naturalmente cual es la concentración de residuos orgánicos. Esto es muy importante porque permite realizar una valoración técnica del efecto que produce la contaminación orgánica de una corriente.

El oxígeno disuelto se refiere a la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, la importancia biológica del oxígeno disuelto gravita en que las especies acuáticas como los peces y muchos microorganismos requieren de este oxígeno para desarrollar sus procesos vitales. Las diversas especies acuáticas requieren niveles de oxígeno disueltos distintos.

“Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de OD es una prueba clave en la contaminación del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales”. (Lerman, 2007, pág. 6).

Existen una variedad de equipos en el mercado para la medición de oxígeno disuelto, dentro de los que se encuentra disponible en nuestro medio el Milwaukee MW600, se debe considerar que en muchas áreas se utiliza la medición del oxígeno disuelto, por ejemplo en la reproducción industrial en piscicultura en donde esta medida se monitorea constantemente para obtener óptimos niveles de producción.

La utilización del MW600 es muy fácil y puede ser manipulado sin mayores conocimientos técnicos sobre la medición de oxígeno disuelto, por lo tanto fue un instrumento ideal utilizado en la presente investigación de campo.

La calibración se la realiza en 2 puntos del MW600 (en una solución de aire saturado en 100% y oxígeno en 0) y tiene además compensación automática de temperatura que garantiza la máxima precisión. El avisador de batería baja, y la facilidad para reemplazar las membranas facilitan el manejo del medidor para las mediciones en situ.

El equipo utilizado en la medición del oxígeno disuelto cuenta con las siguientes características:

- Rango O₂: 0.0 a 19.9 mg/l \pm 1000 mV
- Resolución O₂: 0.1 mg/l
- Precisión O₂: \pm 1.5% escala completa
- Calibración: manual en 2 puntos (cero y pendiente)
- Sonda: MA840 (incluida)
- Ambiente: 0 a 50°C; max RH 95%
- Alimentación: Pila 1 x 9V (incluida)
- Vida pilas: 70 horas aprox.
- Dimensiones: 145 x 80 x 40 mm
- Peso: 220 g (con pila). (Milwaukee, 2015, pág. 1)

6.4.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO.

La demanda bioquímica de oxígeno es una prueba de ensayo biológico, la cual se aplica en las aguas residuales con el objetivo de medir el oxígeno que consumen los organismos en sus procesos metabólicos al degradar la materia orgánica presente.

Se puede expresar también como la cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condición de tiempo y temperatura especificados. Mide indirectamente el contenido de la materia orgánica biodegradable.

6.4.3. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO.

La demanda química de oxígeno, es un método que se aplica para medir la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica presente en una muestra determinada de agua residual.

6.4.4. pH.

Es el indicador de la concentración de iones de hidrógeno, en moles por litro. En las aguas residuales se puede utilizar la medición del pH en una escala referencial de 0 a 14.

6.4.5. NITRÓGENO TOTAL.

En las aguas residuales el nitrógeno es de gran importancia para el desarrollo de los microorganismos, el nitrógeno total corresponde a la suma del nitrógeno orgánico, amonio, nitrito y nitrato.

6.5. SANEAMIENTO AMBIENTAL.

El desarrollo económico y social de un país según diversos estudios, se encuentra directamente relacionado con la incidencia de las enfermedades que son causadas por las condiciones de insalubridad que vive la población. Enfermedades como el cólera, la hepatitis y la fiebre tifoidea son producto de las inadecuadas condiciones de saneamiento ambiental. Se debe comprender, que el saneamiento ambiental se relaciona con el seguimiento y control de todos aquellos factores ambientales, que de una u otra manera van afectar el desarrollo integral del hombre y de su medio ambiente. Es importante mencionar que la contaminación del medio ambiente se puede dividir en cuatro áreas principales que son las aguas, el suelo, el aire y los niveles de ruidos.

El saneamiento ambiental tiene como objetivo principal el proteger y prevenir la salud de la especie humana, además de emplear prácticas basadas en principios técnicos y científicos que permitan crear un equilibrio entre la interacción del hombre con su medio ambiente.

En el saneamiento ambiental, se pueden usar 5 métodos generales para el control de la contaminación y de la preservación del bienestar del hombre y del medio ambiente.

Estos métodos son los siguientes: aislamiento, sustitución, protección, tratamiento, y prevención.

El aislamiento, envuelve métodos en el cual la fuente de contaminación es aislada para impedir que cause efectos negativos sobre la especie humana y su medio ambiente, en este caso se podría citar como ejemplo el control realizado sobre fuentes radioactivas.

La sustitución, consiste en el remplazo de sustancias dañinas por otro tipo de sustancias que no causan daño al hombre ni al medio ambiente. Como ejemplo de este método se puede mencionar la utilización actual de los detergentes biodegradables.

La protección es cuando se utiliza una barrera física la cual va a impedir que se introduzcan a los medios elementos químicos, físicos o biológicos. Como ejemplo de este método se puede citar la utilización de mallas en las fuentes de agua potable para impedir la entrada de mosquitos.

El tratamiento, es un método que busca la destrucción del agente perturbador o su conversión en otro tipo de sustancia que no produzca daño al hombre o al medio ambiente, inhibición de la acción o de la participación del elemento perjudicial, dilución de la sustancia toxica. Como ejemplo se puede mencionar el uso de plaguicidas, neutralización de residuales ácidos uso de sustancias bacteriostáticas.

La prevención, se basa principalmente en la educación de la población, para que se tomen las precauciones adecuadas para evitar el contacto con materiales tóxicos, desarrollo de enfermedades o accidentes. Como ejemplo se pueden citar las medidas de higiene general cuando se trabaja con sustancias toxicas.

6.5.1. FACTORES QUE INCIDEN EN EL SANEAMIENTO AMBIENTAL.

Dentro de los principales factores que influyen en el saneamiento de una corriente se puede tener los de aspectos hidrológicos y climáticos.

Una corriente tiene la capacidad de asimilar las diferentes descargas de aguas residuales, pero esta capacidad depende de las características hidrológicas y climatológicas de la cuenca hidrográfica.

Entre los factores climatológicos se pueden describir la temperatura del aire, régimen de lluvias, vegetación o cubierta vegetal de la cuenca, geología, uso del suelo, vientos, evaporación, y nubosidad.

Los factores hidrológicos que se deben considerar están el escurrimiento de la cuenca, el caudal medio del río en comparación al gasto del vertimiento de los residuales y morfología de la cuenca.

6.5.2. AUTODEPURACIÓN DE CORRIENTES SUPERFICIALES.

Los mecanismos de solución a la contaminación de una corriente (ríos, lagunas, embalses, etc.) deben considerar la capacidad de autodepuración natural de la misma, es decir aquella capacidad de la corriente para asimilar un residual y restituir la calidad del agua. Al no existir esta capacidad de autodepuración sería imposible la utilización de los recursos hídricos.

La autodepuración de la corriente depende de las características del flujo a lo largo de la corriente y de las relaciones entre el volumen del vertimiento y el caudal del receptor. Otra forma de autodepuración es la dilución, así como también mediante la descomposición de las sustancias orgánicas realizadas por los microorganismos vivos en dependencia con la temperatura, el tiempo y la utilización del oxígeno disuelto si está o no disponible

6.5.3. MECANISMOS DE AUTODEPURACIÓN DE RÍOS, RELACIÓN ENTRE CALIDAD DE AGUA Y CAMBIOS CLIMÁTICOS.

Para la evaluación de mecanismos de autodepuración de ríos es necesario medir una serie de datos en la cuenca de estudio, es necesario contar con el factor de cambios climáticos precipitaciones y fluctuaciones del régimen hidrológico además se debe obtener datos de oxígeno disuelto (OD) y la demanda biológica de oxígeno (DBO), y se deberá obtener proyecciones de cada uno de los datos antes mencionados con la ayuda de datos históricos y actuales. Para el análisis del DBO y el OD será necesario obtenerlos en épocas de estiaje y en época de lluvias y se estudiara en que época se generan mayores cambios y cuál es la razón de los cambios en los niveles de DBO y OD.

Cuando se producen cambios climáticos hay variaciones en la temperatura del agua y el régimen hidrológico lo que puede influir en la calidad del agua como en la calidad de los ecosistemas, aun no se entiende por completo como estos factores afectan la calidad del agua, pero se atribuye el mayor impacto en la calidad del agua a incidentes externos, como precipitaciones intensas o sequías. El aumento en la frecuencia de uno de estos eventos provocaría una modificación en la calidad del agua por dilución o concentración de sustancias disueltas por el incremento de la carga de sólidos suspendidos y los flujos de contaminantes asociados con la erosión del suelo, así como por el transporte de sedimentos.

El cambio climático y el efecto que produce en la calidad del agua y los ecosistemas ya son investigados debido a su capacidad de influir en estos. El calentamiento global ha sido un gran indicador del cambio de temperatura del agua los registros de temperatura del aire y del agua tienen una estrecha relación en la escala regional, la predicción de la temperatura del agua superficial es uno de los principales factores en el agua de los ríos, esta tiene una fuerte influencia en sus características físicas, químicas y biológicas como la solubilidad del oxígeno disuelto (OD), otro factor que influye en la temperatura del agua es la temperatura del suelo.

Se ha demostrado que el incremento de temperatura no solo disminuye la concentración de OD sino que aumenta el DBO; la reducción del flujo también provoca una disminución del OD ya que se produce una velocidad muy baja y pérdida de la capacidad de dilución, presentándose incremento en las concentraciones de DBO. Muchos autores indican que no es suficiente considerar la temperatura por cambio climático para estudios de impacto en la calidad del agua, ya que la precipitación puede ser un efecto más relevante, por lo que debe haber un conocimiento de cómo estos dos factores pueden afectar el régimen hidrológico de los ríos.

El impacto provocado por las precipitaciones es complejo, estas podrán presentarse condiciones de mayor dilución de contaminantes, aumento en la velocidad de las corrientes y, en consecuencia, reducción de los tiempos de reacción que alteran los procesos de biodegradación. Además, no se descarta que el incremento en el arrastre de sedimentos pueda alterar la morfología de los cuerpos de agua.

La disminución de caudales provoca una reducción en la velocidad del agua, mayores tiempos de residencia en los cauces y disminución de la capacidad de dilución, lo que implica el posible incremento en las concentraciones de contaminantes y nutrientes. Esto, a su vez, puede contribuir a la proliferación de algas y a la baja en los niveles de oxígeno disuelto, con la consecuencia de incrementar las concentraciones de contaminantes orgánicos, en particular de la DBO.

En vista de que la autodepuración de los ríos esta enlazada con un crecimiento significativo de residuos líquidos, el sistema de gestión de calidad que se deba proponer debe considerar ciertas mejoras que sirvan de soporte a la planificación y a la toma de decisiones para la descontaminación de ríos.

6.5.4. MODELO DE STREETER –PHELPS.

Es un modelo matemático que relaciona los dos principales mecanismos que definen el oxígeno disuelto (descomposición de materia orgánica y aireación de oxígeno) en un cauce de agua superficial, ha sido adaptado tanto para fuentes dispersas o difusas y fuentes puntuales.

Los elementos que se deben estudiar para establecer el balance de oxígeno en una masa de agua son: demanda de oxígeno disuelto (desoxigenación), reaeración, sedimentación, fotosíntesis, demanda bental y resuspensión.

El consumo de oxígeno debido a la descomposición microbiana de los residuos y a la aireación son procesos antagónicos que aportan y retiran oxígeno de la corriente.

Por lo tanto:

$$\text{Tasa de desoxigenación} = k_d L_0 e^{-kt} \text{ y Tasa de aireación} = k_t D$$

Donde:

k_d = Coeficiente de desoxigenación

L_0 = Valor inicial de la DBO en la corriente

k = Constante de biodegradabilidad

t = Tiempo de circulación

k_t = Coeficiente de re aireación

D = Déficit de oxígeno.

Por lo que se puede indicar la siguiente expresión para la variación del déficit de oxígeno:

Tasa de incremento del déficit = Tasa de desoxigenación – Tasa de aireación.

$$dD/dt = k_d L_0 e^{-kt} - k_t D$$

$$D_t = k_d L_0 e / k_t - k_d (e^{-kdt} - e^{-ktt}) + D_0 e^{-ktt}$$

Puesto que el déficit D es la diferencia entre el valor de saturación del oxígeno disuelto OD_s , y el valor real OD , la ecuación para el OD sería:

$$OD = OD_s - [kdL_0e^{-kt} - kd(e^{-kdt} - e^{-ktt}) + D_0 e^{-ktt}]$$

“Esta es la ecuación de Streeter –Phelps del oxígeno o curva en comba del oxígeno disuelto”. (Hernández & Macías, 2003, pág. 110).

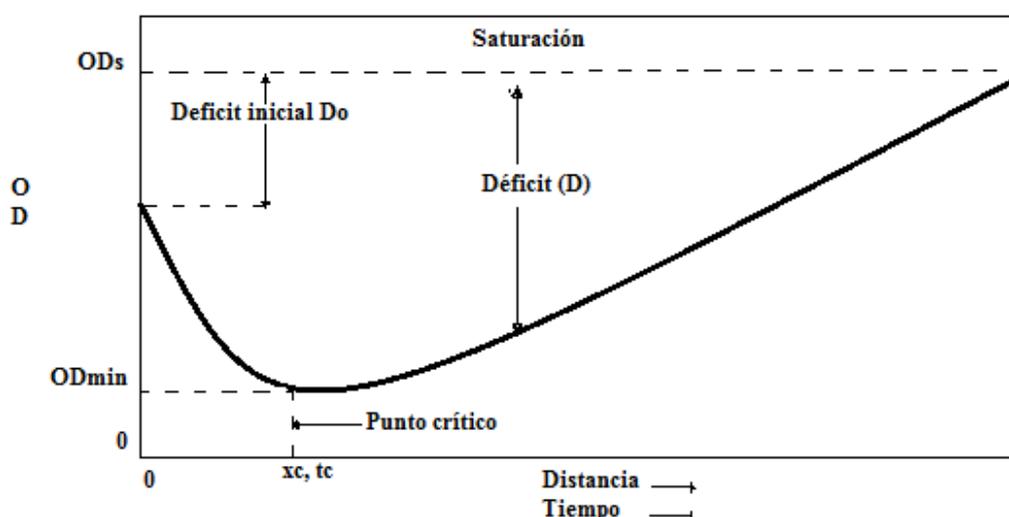


Grafico No. 1. La curva en comba del oxígeno de Streeter-Phelps. Fuente: Hernández, A., & Macías, J. (2003). Saneamiento ambiental y protección de corrientes. Habana: Félix Varela.

6.6. ESTUDIO GENERAL DE LA CUENCA, SUBCUENCAS Y MICRO CUENCAS DEL RIO PORTOVIEJO.

“El río Portoviejo posee una superficie de 210.829,30 hectáreas; tiene diversos tributarios distribuidos en 74 esteros, 8 quebradas y cinco ríos. La cuenca está formada por la subcuenca del río Portoviejo que tiene una superficie de 143.415,74 ha.; posee tres micro cuencas principales que son: río Portoviejo 58.628,1 ha, río Lodana 29.644,1 ha. y el embalse de Poza Honda con 19.074,7 ha.

La subcuenca del río Chico tiene una superficie de 47.143 ha. cuyas principales micro cuencas son las formada por el río Chico con 19,531 ha y el río Chamotete 9.350 ha. Por último la subcuenca del río Bachillero tiene una superficie de 20.271

ha. y su principal micro cuenca es la del río Guanábano con una superficie de 7.590 ha”. (Gobierno Provincial de Manabí, 2014).

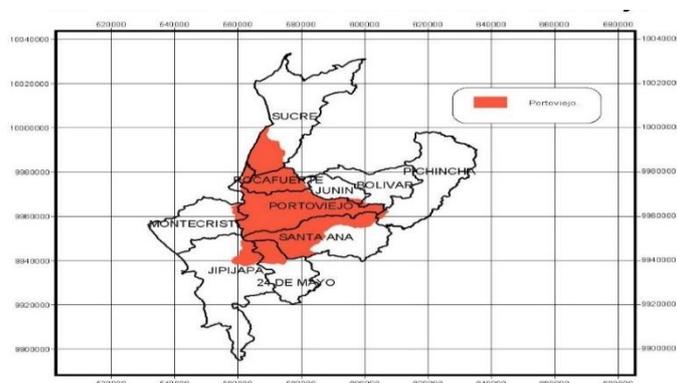


Grafico No. 2: Cantones de la cuenca del río Portoviejo.
Fuente: Ministerio de Agricultura.

6.7. COMPONENTES NATURALES.

El río Portoviejo presenta diversas bondades dentro de su territorio, pudiendo así citar que en lo que respecta a la fauna existe una gran variedad de peces, aves, entre otras especies animales; las observaciones realizadas y porcentajes facilitados por el Gobierno Provincial determinan que posee una cobertura vegetal natural del 30%, dentro de esta cuenca existen tres bosques protectores como: el bosque de la cuenca río Portoviejo, bosque cerro Portoviejo y el manglar estuario del río Portoviejo, teniendo así un variado ecosistema.

Las condiciones hidráulicas en las cuales se encuentra el río Portoviejo, la contaminación que se ha acumulado tanto en sus aguas como en sus riberas, estos dos factores combinados con la construcción de obras sin considerar estudios técnicos sobre las condiciones del cauce ha generado desbordamiento en diferentes sectores y periodos atreves del tiempo.

“El río Portoviejo atraviesa una zona urbanizada parcialmente consolidada, algunas de las zonas ocupadas son muy bajas con relación al nivel medio del río, lo cual ocasiona problemas de drenaje que en temporadas de invierno generan

empozamientos de agua que afectan varias familias, mientras que las zonas bajas no ocupadas sirven de amortiguamiento del río, como el sector de la Quinta Veracruz”. (Giraldo, 2014).



Grafico No. 3: Sector del puente Chile. Fuente: foto extraída de la pagina wed de El Diario Manabita marzo del 2008.



Grafico No. 4: Sector del puente Santa Cruz. Fuente: foto extraída de la pagina wed de El Diario Manabita marzo del 2008.

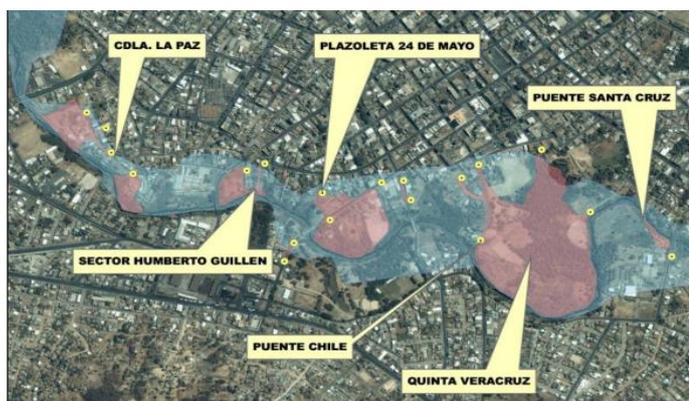


Grafico No. 5: Delimitación de zonas inundadas color rojo y delimitación de áreas de alto riesgo color claro. Fuente: Gobierno Provincial de Manabí (2008).

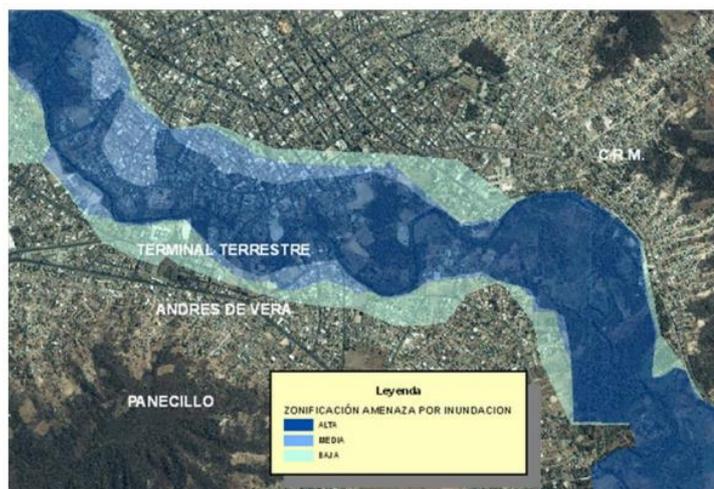


Grafico No. 6: Delimitación de zonas según el grado de amenaza de inundación.
Fuente: Gobierno Provincial de Manabí. Plan de manejo ambiental del corredor río Portoviejo (2001).

6.8. USOS DEL RIO PORTOVIEJO.

Según los estudios realizados en el año 2001 se puede exponer los siguientes usos que se le daban al río Portoviejo, los cuales son las actividades de la vida marina, balneario (recreación), navegación, agrícola, asimilación de desechos.

Tabla N° 4.

Utilización de las aguas del Rio Portoviejo.

Abscisa	Descripción	Elevación	Agua potable	Uso agrícola	Recreación y estética	Espec. Acuat.	Vertimientos
0+000	Estación PRO aguas abajo de poza	60					
1+000	Estación RP1 planta de guarumo	59					
2+900	Estación RP2 AJ Estero de Vásquez	58					
33+300	Captación de caza lagarto	57					
34+300	Estación RP3 P. Santa Ana	55					
64+000	Estación RP4 Las pulgas	45					
66+000	Captación de las pulgas	44					

68+000	Captación de Cuatro Esquinas	43					
69+150	Estación RP5 Puente el salto	38					
79+250	Estación RP6 Picoazá Guayaba	30					
88+000	RP7 Captación El Ceibal	15					

Nota: Usos del río Portoviejo con sus tramos correspondientes. Fuente: Gobierno Provincial de Manabí. Plan de manejo ambiental del corredor río Portoviejo (2001).

6.9. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL RÍO PORTOVIEJO.

Uno de los mayores problemas de la cuenca del río Portoviejo es el manejo inadecuado de los suelos y cultivos, desde escurrimientos de agroquímicos y fertilizantes, pasando por la erosión hídrica que aporta con sedimentos hasta vertidos de aguas servidas poblacionales sin previo tratamiento, lo que se agudiza en las partes media y baja de la cuenca, donde los vertidos poblacionales se incrementan, existe mayor carga de sedimentos e inclusive hay vertidos de aguas residuales de camaroneras.

Existen prácticas culturales desventajosas como cultivos a favor de la pendiente, pastoreo no controlado y presencia de “pie de vaca”, son entre otros, síntomas del proceso degradativo de los suelos que inciden definitivamente en la calidad de los recursos, y fundamentalmente son causa para el azolvamiento de los canales de riego, ríos, esteros y estuarios de la cuenca media y baja del río Portoviejo y de todos su afluentes.

En Portoviejo existen lagunas de oxidación que permiten tratar las descargas municipales, no obstante según personeros del propio municipio, han identificado por algunas descargas clandestinas lo cual genera un problema significativo de contaminación del río Portoviejo.

“La contaminación se puede definir como una adición, por parte del hombre, de materiales o energía calorífica en cantidades que causan alteraciones indeseables del

agua, aire o suelo. Cualquiera de estos materiales es llamado contaminante, la contaminación a la que está siendo sometida el Río Portoviejo desde hace varias décadas tiene entonces su causa: el hombre y sus necesidades de crecimiento. Entonces, el incremento desmedido y desordenado de la población ha traído consecuencias graves a la calidad ambiental del río Portoviejo, por ello y en razón que la calidad de vida de aproximadamente 700.000 personas está en riesgo”. (Macías & Díaz, 2015, págs. 1-5)

Tabla N° 5.

Carga contaminación rio Portoviejo

Aspecto	Unidad	Carga Contaminante
Gestión de Residuos Solidos		
Basura Generada	Toneladas/año	60.600
Residuos orgánicos	Toneladas/año	43.270
Lixiviados generados	m ³ /año	1080
DBO	kg DBO/año	10.800
DQO	Kg DQO /año	19.440
SST	kg SST/año	540
(NO ₃ -)	kg (NO ₃ -)/año	27
(SO ₄ =)	kg (SO ₄ =)/año	22
Aguas Servidas		
Caudal generado	m ³ /año	20 millones
QBO	kg DBO/ año	5 millones
ST	kg ST/año	16,6 millones
Nitrógeno total	kg/año	1,36 millones
Fósforo total	kg DBO/año	0,47 millones

Nota: Macías, R., & Díaz, S. Estrategias generales para el control y prevención de la contaminación del agua superficial en la cuenca del Río Portoviejo. Centro Nacional de Investigaciones. Habana, Cuba.

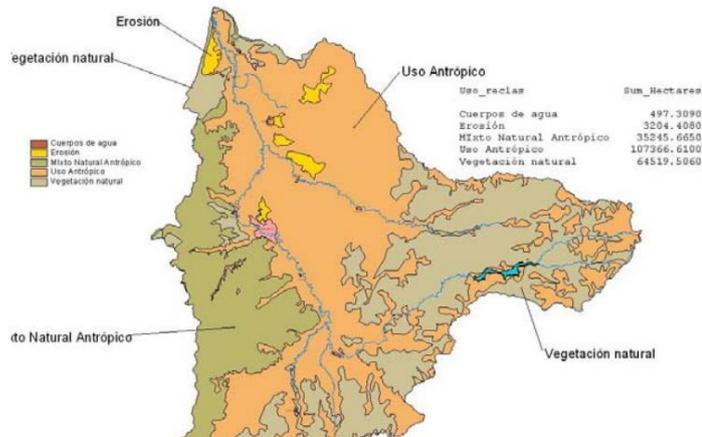


Grafico No. 7: Uso actual del suelo. Fuente: Gobierno Provincial de Manabí. Plan de manejo ambiental del corredor río Portoviejo (2001).

“El diagnóstico de la calidad de las aguas del Río Portoviejo resulta de una comparación de los límites de calidad adoptados para cada uno de los usos beneficiosos, de este proceso cabe las siguientes conclusiones:

a.- La calidad microbiológica del agua del Río Portoviejo es absolutamente incompatible con usos existentes de recreación con contacto directo y uso como fuente para agua potable, previo a su tratamiento.

b.- Material flotante y grasas; frente a lo cual a menos que se implemente un programa controlado de tratamiento de las descargas de aguas residuales, recolección y disposición de desechos sólidos fuera del río, se continuará deteriorando de tal manera, que el único uso posible de mantener sería el de "asimilación de desechos".”
(CEMAPRIMES CIA.Y ASOCIADOS, 2001)

Tabla N° 6.**Agresiones detectadas por subcuencas.**

Agresión	Curso Hídrico	
	Rio Portoviejo	Rio Chico
Lagunas de Oxidación	2	
Actividad Ganadera y Crianza de animales domésticos	4	1
Aguas Grises y Negras de Alcantarillado Pluvial	14	
Aguas Grises Domésticas	71	27
Descarga de Camales	1	2
Aguas Grises y Negras de alcantarillados sanitarios locales	3	
Lodos de planta de AP	5	
Residuos de agroquímicos áreas agrícolas	20	9
Agua con sedimentos	2	
Desechos tóxicos (aceites y grasas)	1	
Botaderos municipales	3	
Escombros de Construcción		2
Basura en riberas	13	4
Materia Orgánica en descomposición (lechugines, etc.)	21	
Aserraderos	1	
Total Cursos Hídricos	161	45
TOTAL GENERAL	206	

Nota: Información obtenida del texto de Macías, R., & Díaz, S. Estrategias generales para el control y prevención de la contaminación del agua superficial en la cuenca del Río Portoviejo. Centro Nacional de Investigaciones. Habana, Cuba.

6.10. CAUDAL

Se define el caudal como la cantidad de fluido que pasa a través de una sección en un tiempo determinado.

6.10.1. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES.

Dentro de la presente investigación se considera muy importante la medición de caudales de las aguas residuales en todas las descargas consideradas en el tramo de estudio, por lo tanto es de vital importancia conocer los distintos métodos que se pueden utilizar para realizar esta actividad.

Método Volumétrico.- El método más utilizado para la medición de caudales en alcantarillas. Este método es aplicable en casos de tubería o canal abierto, es necesario la presencia en el caudal de una caída de agua en la cual se pueda colocar un receptáculo o vasija; los materiales que se requieren para llevar a cabo la medición son un recipiente aforado y un cronometro.

El recipiente se coloca bajo la descarga de tal manera que reciba todo el flujo; de manera simultánea se activa el cronómetro. Se debe tener un especial cuidado en el momento de la toma de muestra y la medición del tiempo, ya que es un proceso simultáneo donde el tiempo comienza a tomarse en el preciso instante que el recipiente se introduce a la descarga y se detiene en el momento en que se retira de ella.

Se toma un volumen de muestra cualquiera dependiendo de la velocidad de llenado y se mide el tiempo transcurrido desde que se introduce a la descarga hasta que se retira de ella. El caudal para ese instante de tiempo se determina de la siguiente manera:

$$Q = V/t$$

Donde,

Q = Caudal, L/s

V = Volumen, L

t = Tiempo, s. (Fuquene, 2013, págs. 145)

Método de vertedero.- La aplicación de este método consiste en obstaculizar el canal de esta manera el líquido se repliega más atrás y fluye sobre o atreves del afluente. La medición del flujo del caudal, se realiza corriente arriba. Es aplicable a plantas de tratamiento o grandes industrias, se debe tener muy presente la geometría de la salida del efluente y que no se pueda aplicar el método volumétrico.

Método de Molinete.- Se establece la sección transversal de control en la que se realizará el aforo. Para seleccionar la sección transversal del canal que se tomará para el aforo, se debe tener en cuenta las siguientes condiciones:

Se tiende una cuerda sobre el canal, que señale la sección transversal de control seleccionada. Esta cuerda debe permanecer amarrada firmemente a las orillas del canal, de manera que se evite cualquier desplazamiento de la misma. Para facilitar la determinación de los puntos de medición de velocidad de la corriente, esta cuerda puede tener marcaciones cada metro o medio metro. Si no es posible tender esta cuerda, se debe tomar como referencia algún objeto ubicado en las orillas del canal, para verificar en el desarrollo del aforo la localización de la misma. Tomando como referencia la cuerda tendida sobre el canal, se mide con la cinta métrica el ancho del mismo (W). Se establece el número y espaciamiento entre los puntos en los que se medirá la velocidad del agua con el molinete.

Para medir la velocidad de la corriente con el molinete se selecciona el molinete a utilizar según el intervalo de caudal a aforar. Se inserta el molinete en el número de varas necesarias para que la base de la primera de ellas descansa sobre el fondo del canal. Se coloca la punta del molinete en dirección aguas arriba de la corriente, a una altura equivalente al 20% y 80% de la profundidad del canal en ese punto (tirante). Se verifica el libre movimiento de la hélice. Se coloca en ceros el tacómetro del molinete y el cronómetro y se comienza el conteo simultáneamente en los dos dispositivos.

Método de Flotadores.- Obtener el área transversal midiendo el ancho del efluente, luego dividir en secciones y medir la profundidad en cada una de ellas para obtener

el área transversal promedio. Medir y demarcar una distancia conocida a lo largo del canal; colocar suavemente sobre la superficie del agua un elemento flotante en el canal y simultáneamente activar el cronometro; medir el tiempo transcurrido hasta que el objeto termine de recorrer la distancia asignada. Repetir este proceso varias veces y calcular el promedio. El objeto flotante no se debe dejar caer ni arrojar sobre la corriente, por cuanto esto le imprimiría una velocidad que afecta la medición.

El caudal se calcula como:

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q = Caudal, m³/s

V = Velocidad superficial, m/s

A = Área transversal promedio, m²

La velocidad se calcula como:

$$V = X/t$$

Donde:

V = Velocidad superficial, m/s

X = Longitud recorrida por el elemento flotante, m

t = Tiempo de recorrido del elemento flotante, (Fuquene, 2013, págs. 145-146)

El profesional debe escoger el método más adecuado de acuerdo a las características del caudal que va a realizar la medición.

6.11. ESTRATEGIAS GENERALES PARA EL CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA DEL RIO PORTOVIEJO.

Se debe considerar que las estrategias son un camino para lograr metas u objetivos trazados, la implementación de un plan sostenido de recuperación de la calidad ambiental de la cuenca del río Portoviejo requiere de la elaboración de estrategias generales que enfrenten la problemática detectada y lograr un desarrollo sostenible de la cuenca hídrica en estudio.

¡Dentro de las estrategias generales se recomiendan las siguientes: ordenamiento territorial, incrementar la cobertura de alcantarillados sanitarios, y mejorar el tratamiento de los actuales sistemas, restauración de ecosistemas ribereños, protección de microcuencas y laderas, disminución del uso de plaguicidas en el sector y campañas de educación ambiental a todos los sectores”. (Macias & Díaz, 2015, pág. 8).

6.12. GESTIONES FRENTE A LA CONTAMINACIÓN.

Dada la importancia del desarrollo de campañas de educación ambiental se debe desarrollar un plan para dar cumplimiento a esta acción dentro de la estrategia general.

Las medidas de prevención y control de la contaminación pasan por un tema de incremento de infraestructura pública, ordenamiento territorial y recuperar el ecosistema degradado. Sin embargo, un factor primordial que va a darle la sostenibilidad de esta propuesta a largo plazo está enmarcada en la gestión, participación ciudadana, en su capacidad de involucrarse no sólo en reconocer la problemática, en participar en las soluciones, sino también en intervenir en el seguimiento y monitoreo de las medidas, con esto será fundamental mantener

estrategias permanentes de educación ambiental a los diversos actores, en este marco se propone:

Educación Ambiental al sector Institucional.

- Gubernamentales. Eventos de sensibilización de la relación existente entre la calidad del agua en el río y el desarrollo de la región.
- Gremios o sectores organizados. Eventos de sensibilización de la relación río con sus representados.
- Sector Educativo Formal. Fortalecimiento de las actividades establecidas por parte del Ministerio de Educación en los programas de educación ambiental, implementando e incrementando el conocimiento sobre las agresiones al río y las medidas que podemos hacer para evitarlas.

Buenas Prácticas Ambientales (BPA) en el sector Productivo.

- Difundir las Buenas Prácticas Ambientales en los sectores: ganaderos, agrícolas, forestales, transporte, entre otros.
- Implementar un sistema de incentivos y reconocimientos a actividades productivas que implementan BPA en sus negocios.
- Desarrollar e implementar la responsabilidad social y ambiental hacia el entorno, en la recuperación de ecosistemas.

Educación Ambiental al sector Ciudadano.

- Fortaleciendo el rescate de las tradiciones culturales.

- Incentivando el reconocimiento del ecosistema hídrico como parte del desarrollo y bienestar local.
- Utilizando medios de comunicación masivos informando sobre las acciones que cada ciudadano puede implementar para contribuir con las soluciones.
- Creándose espacios de participación, veedurías, o discusión donde el tema de la contaminación del río se trate tanto en sus fuentes, como en las alternativas de solución. . (Macías & Díaz, 2015, pág. 9)

6.13. APLICACIÓN DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).

El GPS apoya con precisión la cartografía y la modelización del mundo físico - desde montañas y ríos, hasta calles, edificios, cables y tuberías de los servicios públicos y otros recursos. Las superficies medidas con el GPS se pueden visualizar en mapas y en sistemas de información geográfica (SIG) que almacenan, manipulan y visualizan los datos geográficos referenciados.

Actualmente los gobiernos, las organizaciones científicas y las operaciones comerciales de todo el mundo utilizan la tecnología del GPS y los SIG para facilitar la toma oportuna de decisiones y el uso racional de los recursos. Toda organización u organismo que requiera información precisa sobre la ubicación de sus activos puede beneficiarse de la eficiencia y la productividad que proporciona el GPS.

A diferencia de las técnicas convencionales, la topografía mediante el GPS no está sometida a restricciones como la línea de visibilidad directa entre las estaciones topográficas. Las estaciones se pueden desplazar a mayores distancias entre una y otra y pueden funcionar en cualquier lugar con buena vista del cielo, en lugar de limitarse a cimas remotas, como se requería antes.

“El GPS es especialmente útil en el levantamiento de costas y vías fluviales, donde hay pocos puntos de referencia en tierra. Los buques de levantamiento combinan las

posiciones del GPS con los sondeos de profundidad con sonar para elaborar las cartas náuticas que indican a los navegantes los cambios de profundidad del agua y los peligros que yacen bajo la misma. Los constructores de puentes y plataformas petrolíferas también dependen del GPS para levantamientos hidrográficos precisos”. (Posicionamiento Global, 2015).

7. HIPÓTESIS.

7.1. HIPÓTESIS GENERAL.

- La determinación de las principales fuentes de contaminación del río Portoviejo en el sector Andrés de vera y Picoazá permitirá la implementación de medidas de saneamiento ambiental.

7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

- La delimitación de los caudales de vertimiento de aguas residuales y la medición de la variación de oxígeno disuelto en la cuenca del tramo de estudio del río Portoviejo permitirá evaluar acertadamente el impacto causado por la contaminación.
- La definición del posicionamiento geográfica de las principales fuentes contaminantes del tramo de estudio del río Portoviejo servirá para realizar una intervención y disminuir el grado de contaminación del recurso hídrico.

8. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN.

8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

- Fuentes de contaminación

8.2. VARIABLE DEPENDIENTE.

- Medidas de saneamiento ambiental

8.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla N° 7.

Cuadro de operacionalización de variable independiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Fuentes de contaminación.	Medición de caudales	Método, volumétrico mediante balde o caneca.	m ³ /s.
	Medición de oxígeno disuelto.	Cantidad de oxígeno disuelto en el agua.	mg/.litros
	Geolocalización.	Sistema de posicionamiento	Coordenadas geográficas. (Grados, minutos, segundos.)

Elaborado por: Autores del proyecto

Tabla N° 8.

Cuadro de operacionalización de variable independiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Saneamiento Ambiental.	Protección.	Impide el paso de elementos físicos, químicos o biológicos.	Modelo Diseñado.
	Tratamiento.	Neutralización o inhibición de elementos contaminantes.	Análisis de laboratorio.
	Prevención.	Programa de control	Normas

Nota: Elaborado por autores del proyecto

9. DISEÑO METODOLÓGICO.

9.1. TIPO DE ESTUDIO.

La presente investigación es de tipo descriptiva porque busca identificar las principales fuentes de contaminación a la que está sujeta el río Portoviejo en el tramo de estudio, realizando un análisis de los diferentes vertimientos así como la determinación de los caudales y la medición del oxígeno disuelto para verificar la concentración de contaminación de los mismos y cómo afecta a la corriente.

También es experimental porque mediante la medición del oxígeno disuelto en las distancias entre vertimientos se puede establecer cuál de ellos inciden en la capacidad de autodepuración del río y a las que se deberían establecer medidas de atenuación.

El trabajo realizado es tanto de campo como de gabinete; de campo para recolectar los distintos datos que aportan a la investigación, lo cual permitió a los autores tener un contacto directo y conocer la situación actual de las principales fuentes de contaminación del río Portoviejo y de gabinete porque posteriormente se debió aplicar dichos resultados en el desarrollo de cálculos y utilización de herramientas informáticas para la obtención de los resultados, además mediante una amplia búsqueda de información teórica de textos especializados sobre, ingeniería civil, hidráulica e hidrología, urbanismo, saneamiento ambiental, revistas especializadas y de fuentes de internet.

9.2. UNIVERSO.

Lo constituye el río Portoviejo.

9.3. MUESTRA.

La muestra se ha tomado por el método probabilístico por conveniencia y será el tramo Andrés de Vera-Picoazá.

9.4. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS.

Los métodos, técnicas e instrumentos de recopilación de datos en esta investigación tienen como meta determinar los datos necesarios válidos y confiables para su posterior análisis y procesamiento.

9.4.1. MÉTODO.

El método es definido como la manera de alcanzar los objetivos de la investigación científica o el procedimiento para ordenar la actividad. En la investigación realizada se aplicaron los siguientes métodos:

Método inductivo: permitió a partir de premisas particulares de la realidad de las fuentes de contaminación del río Portoviejo, establecer conclusiones generales sobre el diagnóstico realizado a las causas de la contaminación.

Método deductivo: sirvió para estudiar a partir de los conceptos generales la realidad local del río Portoviejo, en el sector entre Andrés de Vera y Picoazá, utilizando una serie de instrumentos y herramientas técnicas se consiguieron los objetivos propuestos en la investigación.

Método analítico: mediante este método se realizó una desmembración del tema, en sus elementos para observar todas las características del río Portoviejo, en el sector entre Andrés de Vera y Picoazá.

Método histórico: para acopiar datos veraces, criticarlos y sistematizarlos, para tener un conocimiento de la historia local del río Portoviejo.

9.4.2. TÉCNICAS.

Las técnicas utilizadas en la recolección de datos fueron la observación, georreferenciación, medidas técnicas de oxígeno disuelto y mediciones de caudales.

9.4.3. INSTRUMENTOS.

Se utilizaron los instrumentos técnicos como Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y el medidor de oxígeno disuelto Milwaukee MW600, que permitieron obtener las mediciones técnicas planteadas en los objetivos específicos de la investigación, además:

- Cámara Fotográfica.
- Cinta métrica.
- Libreta de apuntes.
- Computadora (softwares).

9.4.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Esta investigación comprendió un estudio de los factores contaminantes en el río Portoviejo, específicamente en el tramo comprendido desde los puentes Santa Cruz y 5 de Junio teniendo una longitud aproximada de 10 km.



Grafico No.9. Delimitación del tramo del río Portoviejo a investigar desde el puente Santa Cruz hasta el Puente Picoazá. Fuente: Google Maps. (2014).

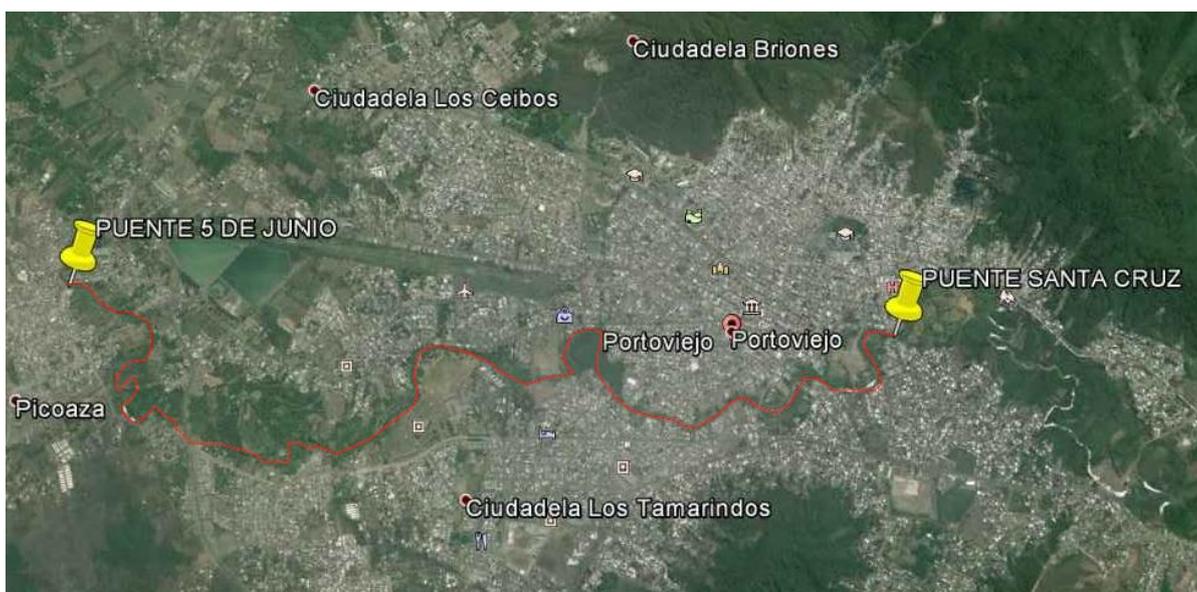


Grafico No. 10: Sinusoide color rojo, representación del tramo a investigar. Fuente: Google Earth (2014).

10. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

El presente trabajo de investigación se basó en la determinación de varios parámetros que siguiendo un proceso adecuado permitieron obtener los objetivos propuestos.

Se determinó la medición de oxígeno disuelto en el tramo de estudio en época seca y en varios horarios por la fluctuación de los parámetros necesarios para la identificación de las fuentes contaminantes.

10.1. IDENTIFICACIÓN Y UBICACIÓN DE LAS FUENTES CONTAMINANTES.

Una vez delimitado el tramo de estudio se procedió a la identificación de los vertimientos de aguas residuales en los colectores de descargas de aguas pluviales, por lo complejo y el uso inadecuado de las márgenes de la cuenca, además de la presencia de vegetación en las riveras se tomó como alternativa para poder identificar las descargas la utilización de mecanismos que permitieron a los autores irse por la corriente aguas abajo en toda la longitud del tramo de estudio.

Una vez identificadas las descargas, las cuales a simple vista se puede corroborar que son vertimientos de aguas residuales, presto a que los colectores que descargan a la cuenca son de alcantarillado pluvial y que persiste la constante descarga de caudal en época seca que fue realizada la investigación, se procedió a la ubicación con la aplicación del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en el levantamiento planimétrico de la evolución morfológica del Río Portoviejo y puntos de contaminación mediante un mapeo secuencial.

Tabla No. 9.**Ubicación geográfica de las descargas de aguas residuales en el río Portoviejo.**

PUNTOS	COORDENADAS	LUGARES REFERENCIALES	OBSERVACIÓN
0	17 M 561600 9882702	PUENTE SANTA CRUZ	PUNTO INICIAL
1	17 M 561557 9882726	COL. URUGUAY	DESCARGA AGUA RESIDUALES
2	17 M 561303 9882456	PARADA DE CLEMENTE	DESCARGA AGUA RESIDUALES
3	17 M 561193 9882463	PUENTE PUERTO REAL	DESCARGA AGUA RESIDUALES
4	17 M 561146 9882498	MONTE SANTO	DESCARGA AGUA RESIDUALES
5	17 M 561001 9882661	PUENTE CHILE	DESCARGA AGUA RESIDUALES
6	17 M 560964 9882725	SANTA MARGARITA	DESCARGA AGUA RESIDUALES
7	17 M 560626 9882643	MAMEY	DESCARGA AGUA RESIDUALES
8	17 M 560542 9882708	PUENTE ROJO	DESCARGA AGUA RESIDUALES
9	17 M 560538 9882766	DESPUES DEL PUENTE ROJO	DESCARGA AGUA RESIDUALES
10	17 M 560326 9882834	PUENTE VELASCO IBARRA	DESCARGA AGUA RESIDUALES
11	17 M 560249 9882817	BAHIA RIO	DESCARGA AGUA RESIDUALES
12	17 M 560019 9882797	APOLO	DESCARGA AGUA RESIDUALES
13	17 M 559933 9882939	LA PAZ	DESCARGA AGUA RESIDUALES
14	17 M 559676 9883171	PUENTE DEL SALTO	DESCARGA AGUA RESIDUALES
15	17 M 559808 9883697	MEDICAL PLAZA	DESCARGA AGUA RESIDUALES
16	17 M 559786 9883714	CAJON MEDICAL PLAZA	DESCARGA AGUA RESIDUALES
17	17 M 558400 9883867	CUARTEL	DESCARGA AGUA RESIDUALES
18	17 M 556772 9884678	CALLE ADOQUINADA PASO LATERAL	DESCARGA AGUA RESIDUALES
19	17 M 557036 9885156	DESCARGAS P.T.A.R. PORTOVIEJO	DESCARGA AGUA RESIDUALES
20	17 M 556636 9885712	CAJON PICOAZA	DESCARGA AGUA RESIDUALES
21	17 M 556656 9885736	PUENTE 5 DE JUNIO	PUNTO FINAL

Nota: Información recopilada por los autores de esta tesis. Comprende el tramo entre el puente Santa Cruz y el puente 5 de Junio.



Gráfico No.11. Ubicación geográfica de los vertimientos identificados del 1 al 6. Fuente:Google Earth (2014).



Gráfico No.12. Ubicación geográfica de los vertimientos identificados del 7 al 14. Fuente:Google Earth (2014).

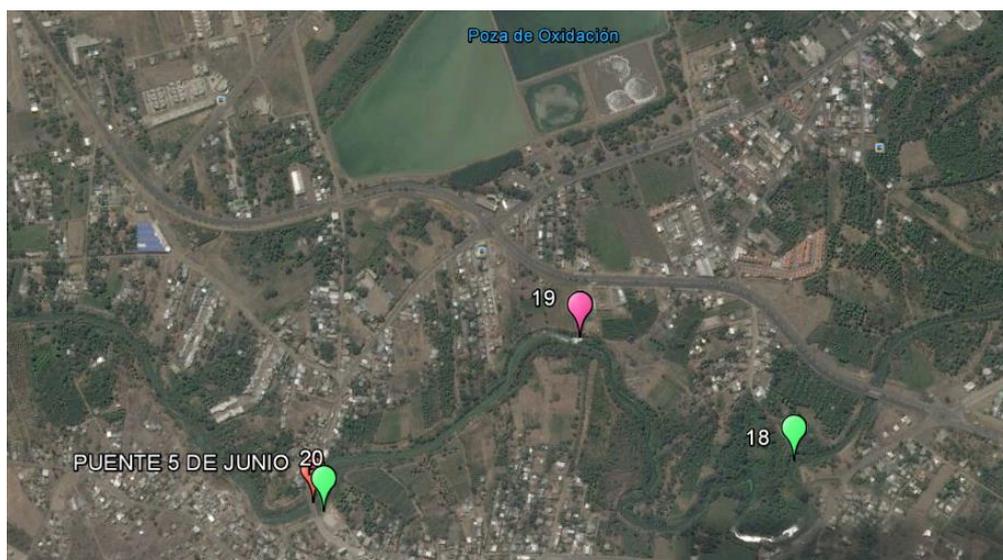


Gráfico No.13. Ubicación geográfica de los vertimientos identificados del 18 al 20. Fuente:Google Earth (2014).



Gráfico No.14. Ubicación geográfica del total de vertimientos identificados. Fuente:Google Earth (2014).

Esta identificación permitirá que se tenga la ubicación exacta de las descargas de aguas residuales que se están realizando en la cuenca del río Portoviejo en el tramo de estudio, para que se lleven a cabo las acciones pertinentes en fin de la solución de esta problemática.

En este proceso se pudo también evidenciar otra fuente importante en la contaminación del río Portoviejo como son las descargas de residuos sólidos principalmente en aquellos lugares en que se encuentran ubicados los puentes de

acceso a la ciudad, estos son los puntos 0, 8, 10,14 y 21 identificados en la Tabla No.6 de la presente investigación.

10.2. DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES.

Realizada la identificación de las descargas de aguas residuales se procede a la estimación de los caudales en los vertimientos, los cuales debido a la fluctuación de ellos en el tiempo se levantó varios datos estadísticos los cuales fueron promediados y estimados por distintos mecanismos.

En descargas que fueron posible la medición de caudal por su buen estado de la tubería de descarga se realizó la medición mediante el método volumétrico, el cual estima el caudal mediante el llenado de un recipiente para obtener el volumen en un período de tiempo.

En aquellos vertimientos en que las estructuras en su descarga contaban con alguna afectación en su cabezal no se pudo establecer el caudal mediante el método volumétrico, por tal motivo se realizó su estimación mediante la determinación de relaciones hidráulicas de tuberías, estableciendo la medición del diámetro del conducto, la altura de agua que circula en la red y la estimación de la velocidad del flujo mediante métodos empíricos, que en función de la distancia recorrida por un objeto en el tiempo en el flujo se determina la velocidad y el área mojada de la descarga mediante ángulos internos de la tubería, procedimiento que se detalla a continuación:

Donde:

D = diámetro de la tubería

r = radio

d rec = distancia de recorrido

t prom = tiempo promedio de recorrido

y= tirante de agua

Datos:

D= 1,6 m
 r= 0,8 m
 d rec= 3 m
 t prom= 3,433 s
 y (tirante)= 0,03 m
 h= 0,77 m

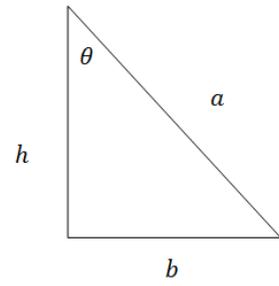


Gráfico No.15. Triángulo rectángulo.

$$OP = b = \sqrt{h^2 - a^2}$$

$$B = b + b$$

$$\theta_1 = \theta_2 = \text{sen} \frac{OP}{H}$$

$$\theta = \theta_1 + \theta_2$$

$$A = \frac{\pi r^2}{360} \theta - A \text{ Triangulo}$$

$$A \text{ Triangulo} = \frac{B * h}{2}$$

$$V = \frac{e}{t}$$

$$Q = A * V$$

Obteniendo los siguientes datos:

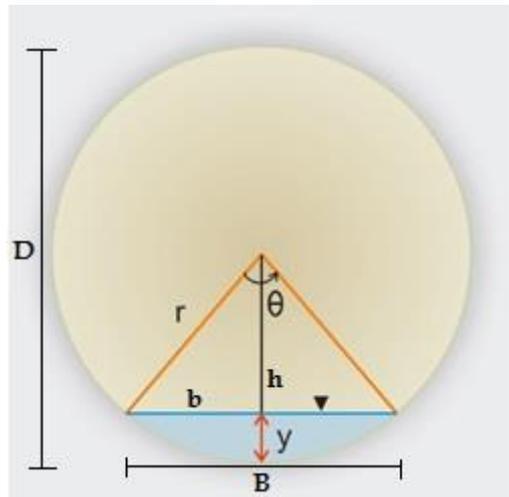


Gráfico No.16. Sección de tubería.

Tabla No. 10. Caudales de vertimientos de las descargas identificadas del 1 al 11.

CAUDAL DE VERTIMIENTO										
LUGAR	DIA 1		DIA 2				DIA 3			
	1:00 PM		7:00 AM		1:00 PM		7:00 AM		1:00 PM	
	m3/sg	lt/sg								
COL. URUGUAY	0,00047	0,47	0,00200	2,00	0,00103	1,03	0,00169	1,69	0,00164	1,64
PARADA DE CLEMENTE	0,00015	0,15	0,00315	3,15	0,00215	2,15	0,00399	3,99	0,00061	0,61
PUENTE PUERTO REAL	0,00042	0,42	0,00193	1,93	0,00023	0,23	0,00288	2,88	0,00118	1,18
MONTE SANTO	0,01096	10,96	0,01014	10,14	0,00917	9,17	0,00991	9,91	0,00871	8,71
PUENTE CHILE	0,00114	1,14	0,00251	2,51	0,00196	1,96	0,00331	3,31	0,00425	4,25
SANTA MARGARITA	0,00757	7,57	0,00790	7,90	0,00990	9,90	0,00890	8,90	0,00823	8,23
MAMEY	0,00202	2,02	0,00199	1,99	0,00111	1,11	0,00234	2,34	0,00027	0,27
PUENTE ROJO	0,01595	15,95	0,02253	22,53	0,01453	14,53	0,02453	24,53	0,01707	17,07
DESPUES DEL PUENTE ROJO	0,00345	3,45	0,00779	7,79	0,00702	7,02	0,00878	8,78	0,00899	8,99
PUENTE VELASCO IBARRA	0,00442	4,42	0,00521	5,21	0,00321	3,21	0,00599	5,99	0,00436	4,36
BAHIA RIO	0,00041	0,41	0,00048	0,48	0,00034	0,34	0,00068	0,68	0,00040	0,40

Nota: Datos obtenidos por los autores de esta tesis.

Tabla No. 11.**Caudales de vertimientos de las descargas identificadas del 12 al 20.**

CAUDAL DE VERTIMIENTO										
LUGAR	DIA 1		DIA 2				DIA 3			
	7:00 AM		7:30 AM		1:00 PM		7:00 AM		1:00 PM	
	m3/sg	lt/sg								
APOLO	0,00569	5,69	0,00643	6,43	0,00385	3,85	0,00312	3,12	0,00325	3,25
LA PAZ	0,02233	22,33	0,00781	7,81	0,02021	20,21	0,01742	17,42	0,00979	9,79
PUENTE DEL SALTO	0,00052	0,52	0,00064	0,64	0,00051	0,51	0,00069	0,69	0,00074	0,74
MEDICAL PLAZA	0,00914	9,14	0,00803	8,03	0,00757	7,57	0,00353	3,53	0,00700	7,00
CAJON MEDICAL PLAZA	0,00520	5,20	0,00587	5,87	0,00415	4,15	0,01376	13,76	0,00479	4,79
CUARTEL	0,00040	0,40	0,00050	0,50	0,00043	0,43	0,00050	0,50	0,00053	0,53
CALLE ADOQUINADA PASO LATERAL	0,00110	1,10	0,00143	1,43	0,00340	3,40	0,00186	1,86	0,00221	2,21
DESCARGAS P.T.A.R. PORTOVIEJO	0,38000	380,00	0,38000	380,00	0,38000	380,00	0,38000	380,00	0,38000	380,00
CAJON PICOAZA	0,00272	2,72	0,00106	1,06	0,00156	1,56	0,00138	1,38	0,00122	1,22

Nota: Datos obtenidos por los autores de esta tesis.

Así mismo para la estimación de la descarga del punto 19 que corresponde al vertimiento de las lagunas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Portoviejo, se estableció su caudal mediante los datos dados por el personal de operación de dicha planta.

Con la obtención de estos caudales se puede establecer aproximadamente la cantidad de conexiones clandestinas que existen en la red, y que de acuerdo a los planos de diseño del alcantarillado pluvial se podría realizar los estudios necesarios para la eliminación de ellas, además se podría determinar cuál de los vertimientos su caudal afecta a mayor escala la capacidad de autodepuración del río Portoviejo en el tramo de estudio.

10.3. MEDICIÓN DEL OXÍGENO DISUELTO.

Para estimar la medición de la variación del oxígeno disuelto entre los tramos del vertimiento, se realizó la misma mediante el uso del medidor Milwaukee MW600, el cual por las variaciones que puede tener la cuenca en función de diferentes factores ambientales se procedió con la medición en varios días repetitivos en el mismo horario, para levantar la información necesaria se midió el comportamiento del OD antes y después de las descargas de vertimientos y en varios puntos entre vertimiento y vertimiento de aguas residuales.

Los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla No. 12.

Mediciones de oxígeno disuelto en miligramos/litros (mg/l).

TRAMOS	DESCARGAS / PUNTOS DE MUESTREO	DIA 1	DIA 2	DIA 3
		PUENTE SANTA CRUZ	7,60	6,70
	COL. URUGUAY	4,40	1,90	2,90
TRAMO 1	1	5,80	5,40	5,80
	2	5,90	5,60	6,00
	3	6,10	5,70	6,00
	4	6,30	5,90	6,00
	5	6,00	6,00	6,10
	6	6,40	6,10	6,20
	7	6,50	6,00	6,30
	8	6,50	6,00	6,40
	9	6,40	6,00	6,50
	10	6,60	6,10	6,50
	PARADA DE CLEMENTE	5,40	6,00	5,30
TRAMO 2	1	5,70	5,50	5,80
	2	5,70	5,80	5,90
	3	6,10	6,00	6,00
	4	6,10	6,20	6,00
	5	6,10	6,30	6,00
	6	6,00	6,20	6,10
	7	6,00	6,30	6,20
	8	6,20	6,20	6,20
	9	6,30	6,10	6,30
	10	6,40	6,20	6,30
	PUENTE PUERTO REAL	4,10	3,90	4,40
TRAMO 3	1	5,70	5,40	5,60
	2	5,70	5,60	5,70
	3	6,00	5,70	5,80
	4	6,00	5,80	5,80
	5	6,00	5,90	5,90
	6	5,90	6,00	6,00
	7	6,10	6,00	6,00
	8	6,20	6,00	6,00
	9	6,20	6,10	6,10
	10	6,20	6,10	6,00
	MONTE SANTO	4,60	4,60	5,30
TRAMO 4	1	5,70	5,60	5,80
	2	5,70	6,00	6,00
	3	5,60	6,00	6,10
	4	5,60	6,00	6,00
	5	5,50	6,00	6,00
	6	6,00	6,00	6,00
	7	6,00	6,00	6,00
	8	6,00	6,10	6,20
	9	6,30	6,20	6,30
	10	6,40	6,30	6,20
	PUENTE CHILE	3,60	4,10	4,10

	PUENTE CHILE		3,60	4,10	4,10
TRAMO 5		1	5,50	5,80	5,90
		2	5,50	5,80	5,90
		3	5,40	5,80	6,00
		4	5,50	5,90	6,00
		5	5,60	6,00	6,10
		6	5,80	6,00	6,10
		7	6,00	6,00	6,20
		8	6,00	6,10	6,20
		9	6,00	6,20	6,30
		10	6,10	6,20	6,30
	STA. MARGARITA		3,70	3,70	4,50
TRAMO 6		1	5,60	5,90	5,90
		2	5,60	6,00	5,90
		3	5,80	6,00	6,00
		4	5,90	6,00	6,00
		5	6,00	6,10	6,00
		6	6,20	6,10	6,20
		7	6,30	6,20	6,30
		8	6,30	6,30	6,30
		9	6,20	6,30	6,20
		10	6,50	6,30	6,20
	MAMEY		2,40	3,20	3,40
TRAMO 7		1	5,00	5,60	5,60
		2	5,20	5,70	5,60
		3	5,30	5,80	5,70
		4	5,40	5,80	5,80
		5	5,70	5,90	5,90
		6	5,90	6,00	6,00
		7	5,90	6,00	6,00
		8	6,00	6,10	6,00
		9	6,00	6,10	6,00
		10	6,00	6,20	6,00
	PUENTE ROJO		3,30	3,00	3,60
TRAMO 8		1	5,40	5,30	5,50
		2	5,70	5,40	5,60
		3	5,60	5,40	5,60
		4	5,80	5,50	5,70
		5	5,70	5,50	5,80
		6	5,80	5,70	5,80
		7	5,90	5,80	5,90
		8	5,90	5,80	6,00
		9	5,90	5,90	5,90
		10	5,90	5,90	5,90
	DEPUES PUENTE ROJO		4,70	4,60	4,20

	DEPUES PUENTE ROJO	4,70	4,60	4,20
TRAMO 9	1	5,20	5,10	5,00
	2	5,30	5,20	5,00
	3	5,40	5,30	5,10
	4	5,50	5,40	5,20
	5	5,60	5,50	5,30
	6	5,70	5,50	5,30
	7	5,80	5,50	5,40
	8	5,70	5,60	5,50
	9	5,70	5,60	5,50
	10	5,70	5,60	5,50
	PUENTE VELASCO IBARRA	4,90	2,10	4,70
TRAMO 10	1	4,70	4,40	4,80
	2	4,80	4,80	4,90
	3	4,90	4,90	4,90
	4	5,00	5,00	5,00
	5	5,00	5,00	5,00
	6	5,10	5,00	4,90
	7	5,30	5,00	5,10
	8	5,20	5,20	5,00
	9	5,40	5,20	5,20
	10	5,40	5,20	5,10
	BAHIA RIO	5,00	5,50	4,90
TRAMO 11	1	4,90	5,00	4,80
	2	5,00	5,00	4,80
	3	5,00	5,00	4,90
	4	5,10	5,00	5,00
	5	5,10	5,10	5,00
	6	5,20	5,20	5,10
	7	5,30	5,30	5,20
	8	5,40	5,40	5,20
	9	5,40	5,40	5,30
	10	5,40	5,50	5,30
	APOLO	4,30	5,30	4,80
TRAMO 12	1	4,50	4,90	4,70
	2	4,60	5,10	5,00
	3	4,80	5,10	5,00
	4	5,00	5,20	5,00
	5	5,00	5,20	5,00
	6	4,90	5,20	5,10
	7	4,80	5,10	5,00
	8	5,00	5,30	5,00
	9	4,90	5,30	5,20
	10	5,00	5,30	5,10
	LA PAZ	0,90	2,20	2,00

	LA PAZ	0,90	2,20	2,00
TRAMO 13	1	3,80	4,70	4,50
	2	4,10	4,70	4,60
	3	4,10	4,80	4,70
	4	4,20	4,80	4,80
	5	4,40	4,90	4,90
	6	4,50	4,90	5,00
	7	4,60	4,90	5,00
	8	4,60	4,90	4,90
	9	4,60	4,90	4,90
	10	4,60	5,00	4,90
	PUENTE DEL SALTO	3,20	3,10	4,00
TRAMO 14	1	4,10	4,30	4,20
	2	4,10	4,40	4,50
	3	4,30	4,50	4,40
	4	4,30	4,60	4,60
	5	4,50	4,60	4,60
	6	4,50	4,60	4,60
	7	4,60	4,70	4,80
	8	4,80	4,80	4,70
	9	4,70	4,80	4,80
	10	4,70	4,90	4,80
	MEDICAL PLAZA	3,30	3,00	2,90
TRAMO 15	1	4,40	4,40	4,20
	2	4,40	4,50	4,20
	3	4,30	4,60	4,20
	4	4,50	4,70	4,30
	5	4,50	4,70	4,50
	6	4,50	4,80	4,50
	7	4,60	4,80	4,60
	8	4,60	4,80	4,70
	9	4,60	4,80	4,70
	10	4,60	4,80	4,70
	CAJON MEDICAL PLAZA	6,40	6,50	5,40
TRAMO 16	1	4,40	4,30	4,30
	2	4,40	4,40	4,30
	3	4,30	4,40	4,40
	4	4,30	4,40	4,40
	5	4,30	4,40	4,10
	6	4,30	4,40	4,20
	7	4,30	4,40	4,00
	8	4,20	4,40	4,00
	9	4,10	4,40	4,00
	10	4,10	4,30	4,00
	EL CUARTEL	5,10	5,00	4,90

	EL CUARTEL	5,10	5,00	4,90
TRAMO 17	1	3,20	3,50	3,30
	2	3,20	3,60	3,20
	3	3,20	3,60	3,30
	4	3,30	3,60	3,40
	5	3,30	3,60	3,40
	6	3,30	3,60	3,40
	7	3,30	3,60	3,50
	8	3,30	3,60	3,40
	9	3,30	3,70	3,40
	10	3,40	3,70	3,40
TRAMO 18	PASO LATERAL CALLE ADOQUINADA	4,40	4,70	4,40
	1	3,00	3,20	3,00
	2	3,50	4,00	3,30
	3	3,60	4,00	3,40
	4	3,80	4,00	3,50
	5	4,00	4,00	3,60
	6	4,00	4,00	3,70
	7	4,00	4,00	3,80
	8	4,00	4,00	3,80
	9	4,00	4,10	3,90
	DESCARGA P.T.A.R. PORTOVIEJO	3,90	4,10	4,70
TRAMO 19	1	3,20	3,30	3,30
	2	3,10	3,00	3,20
	3	2,90	3,00	3,20
	4	2,80	3,10	3,20
	5	2,80	3,10	3,00
	6	2,60	3,10	2,90
	7	2,50	3,10	2,80
	8	2,00	3,20	2,70
	9	1,80	3,20	2,70
	10	1,40	3,20	2,70
	CAJON PICOAZA	3,00	3,20	3,10
TRAMO 20	1	0,60	2,10	1,40
	2	0,60	2,10	1,60
	3	0,60	2,20	1,60
	4	1,00	2,30	1,80
	5	1,00	2,40	1,80
	6	1,00	2,40	2,00
	7	1,00	2,40	2,00
	8	1,10	2,50	2,00
	9	1,10	2,50	2,20
	10	1,10	2,50	2,20
	PTE. 5 DE JUNIO			

Nota: Datos obtenidos por los autores de esta tesis.

Para el análisis de los datos obtenidos se establecen en los siguientes diagramas las variaciones de OD que existen en los diferentes tramos de estudios entre vertimientos tomando como referencia de inicio de los tramos el sector del puente Santa Cruz hasta el puente 5 de Junio.

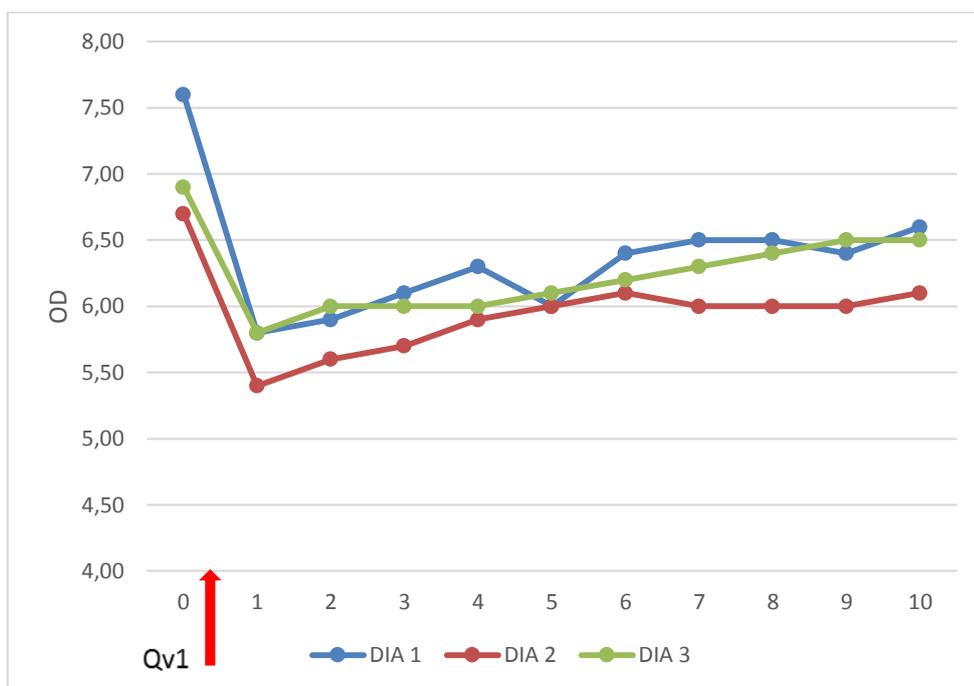


Gráfico No.17. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 1. Elaborado por autores de esta tesis.

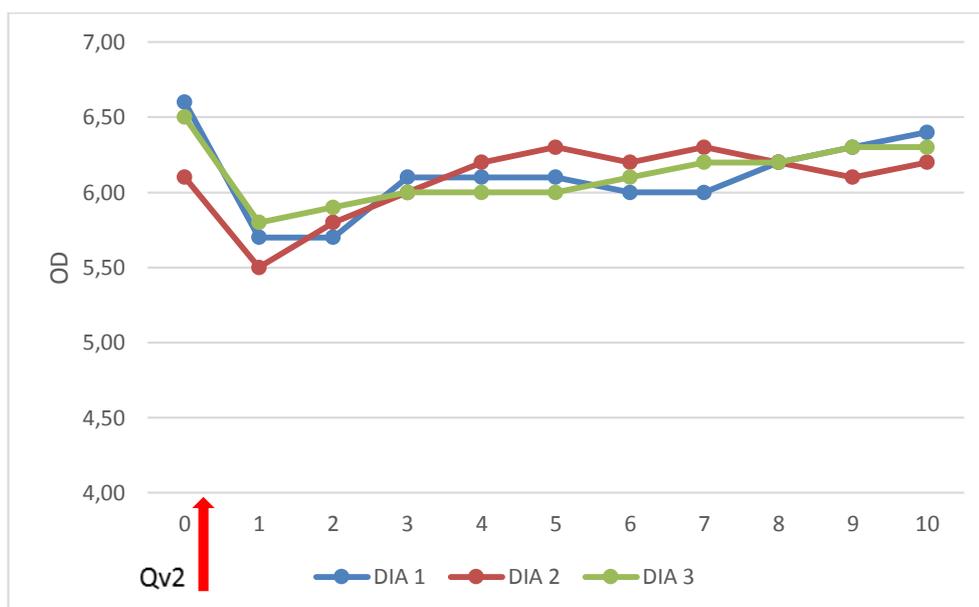


Gráfico No.18. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 2. Elaborado por autores de esta tesis.

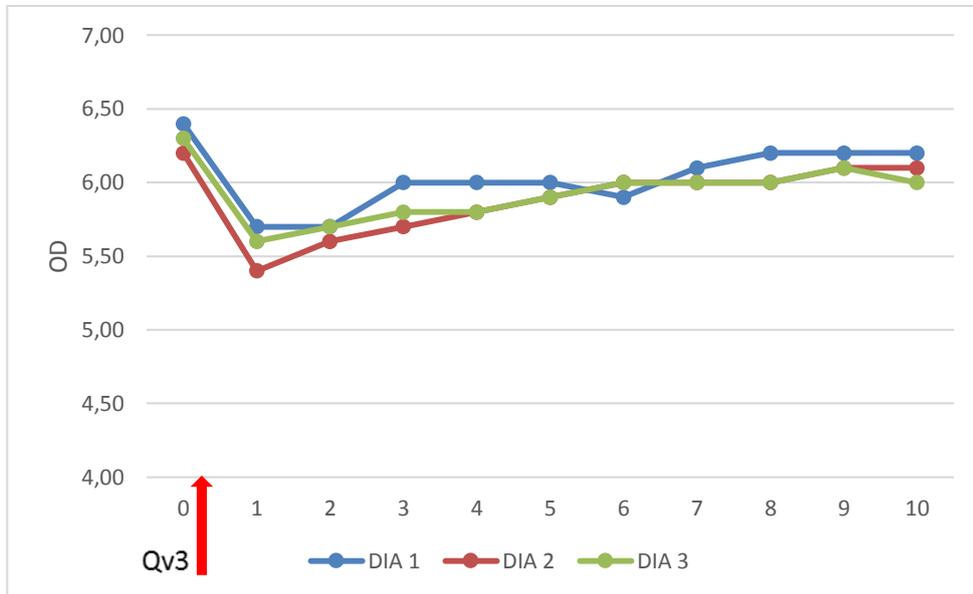


Gráfico No.19. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 3. Elaborado por autores de esta tesis.

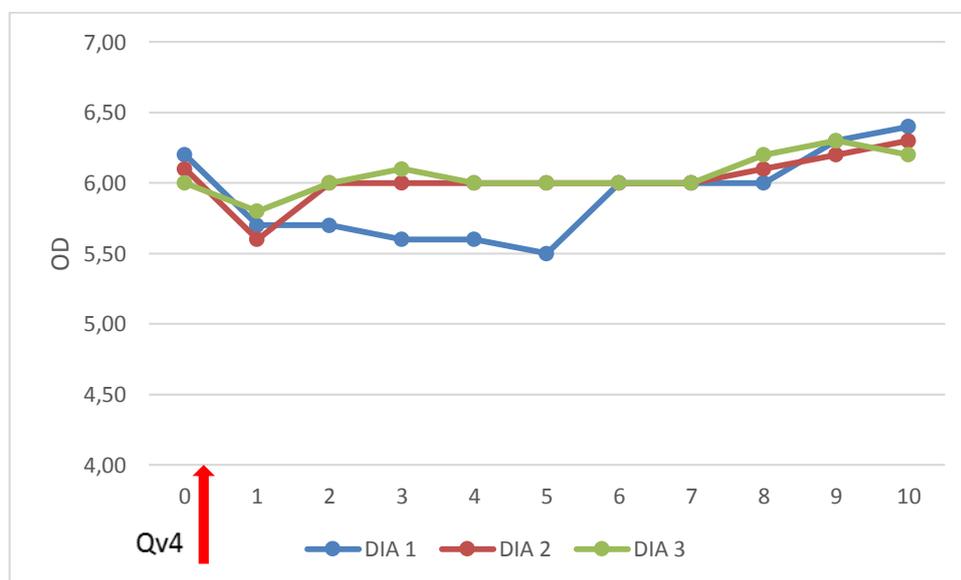


Gráfico No.20. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 4. Elaborado por autores de esta tesis.

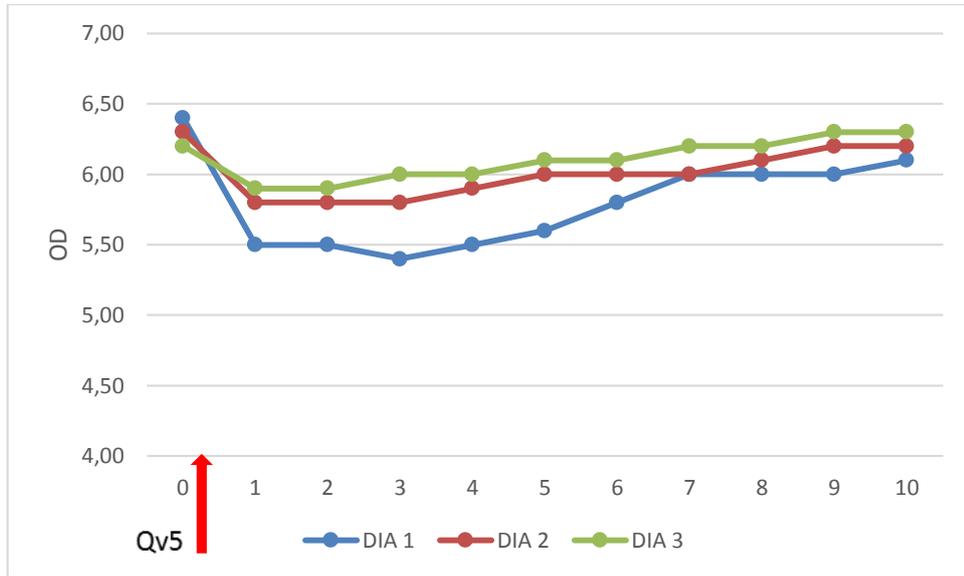


Gráfico No.21. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 5. Elaborado por autores de esta tesis.

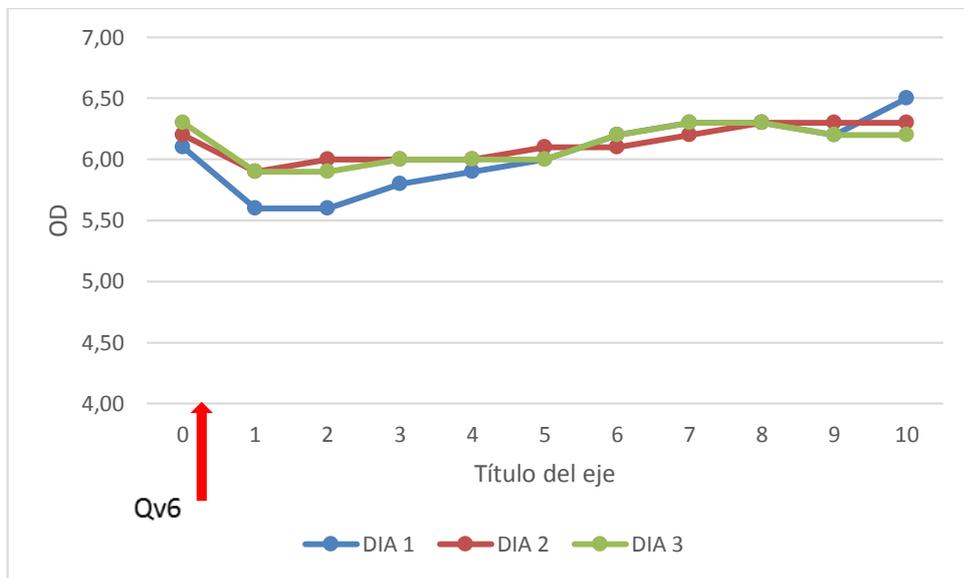


Gráfico No.22. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 6. Elaborado por autores de esta tesis.

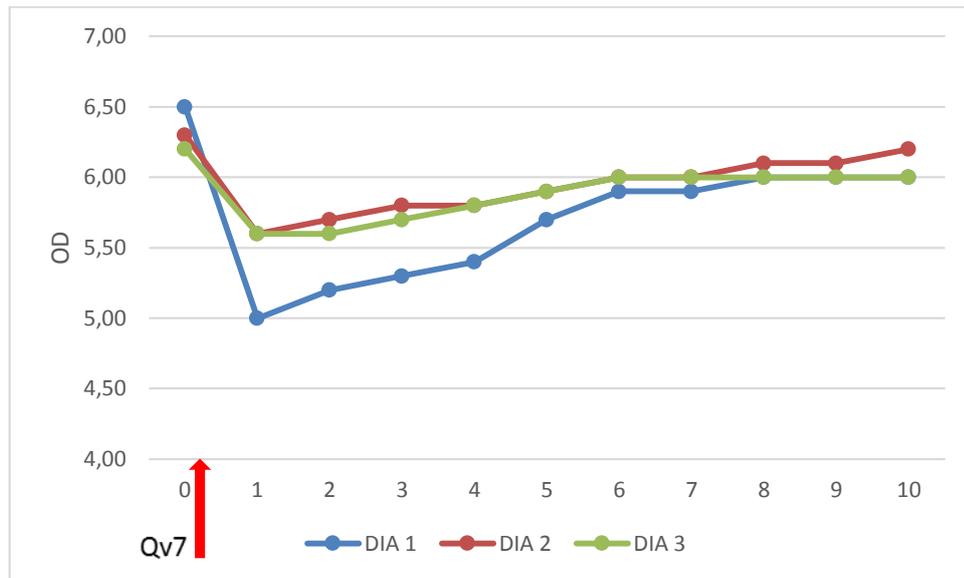


Gráfico No.23. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 7. Elaborado por autores de esta tesis.

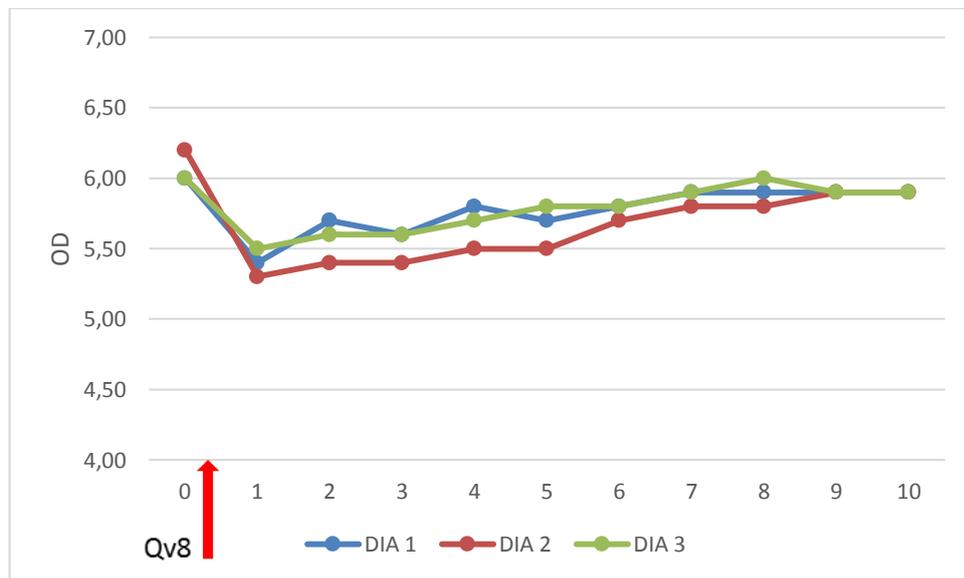


Gráfico No.24. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 8. Elaborado por autores de esta tesis.

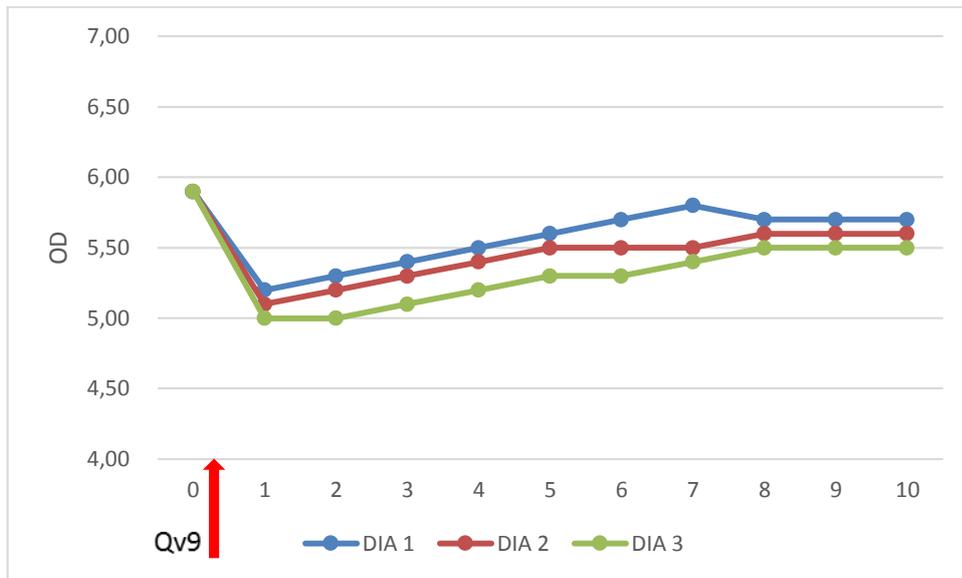


Gráfico No.25. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 9. Elaborado por autores de esta tesis.

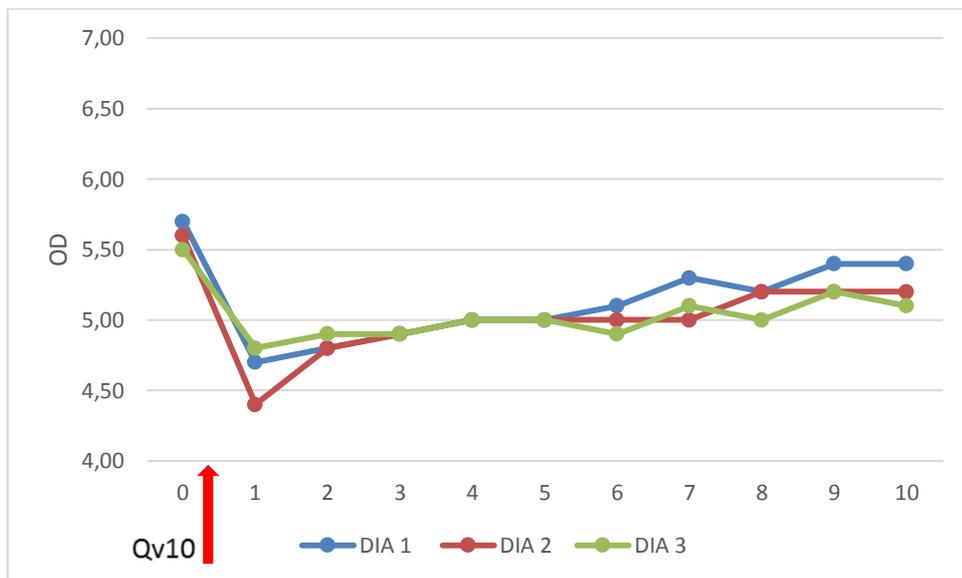


Gráfico No.26. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 10. Elaborado por autores de esta tesis.

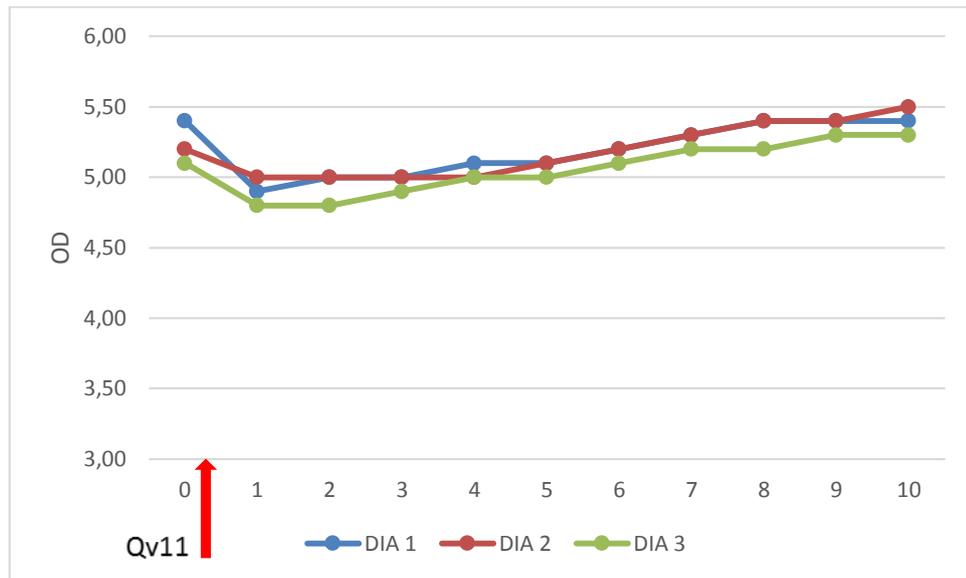


Gráfico No.27. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 11. Elaborado por autores de esta tesis.

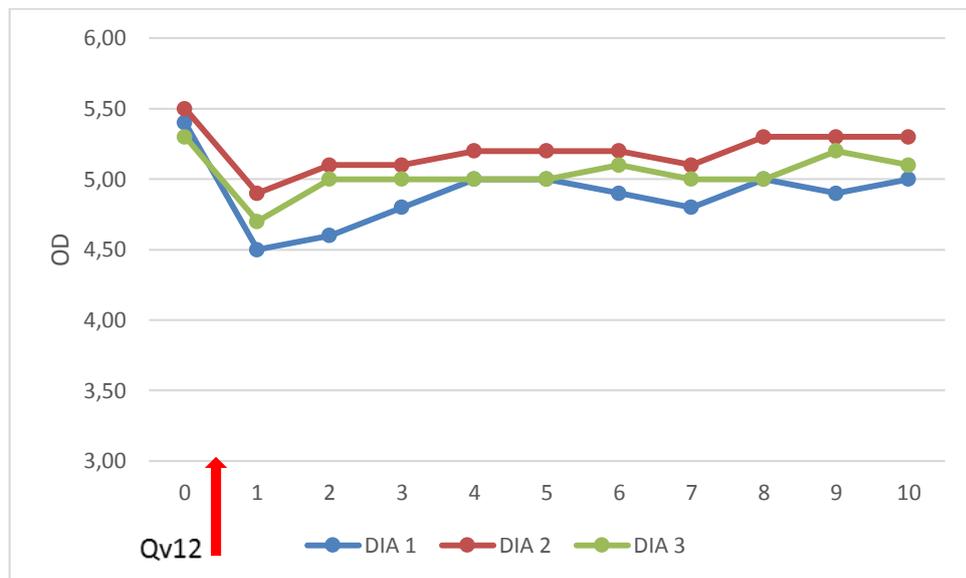


Gráfico No. 28. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 12. Elaborado por autores de esta tesis.

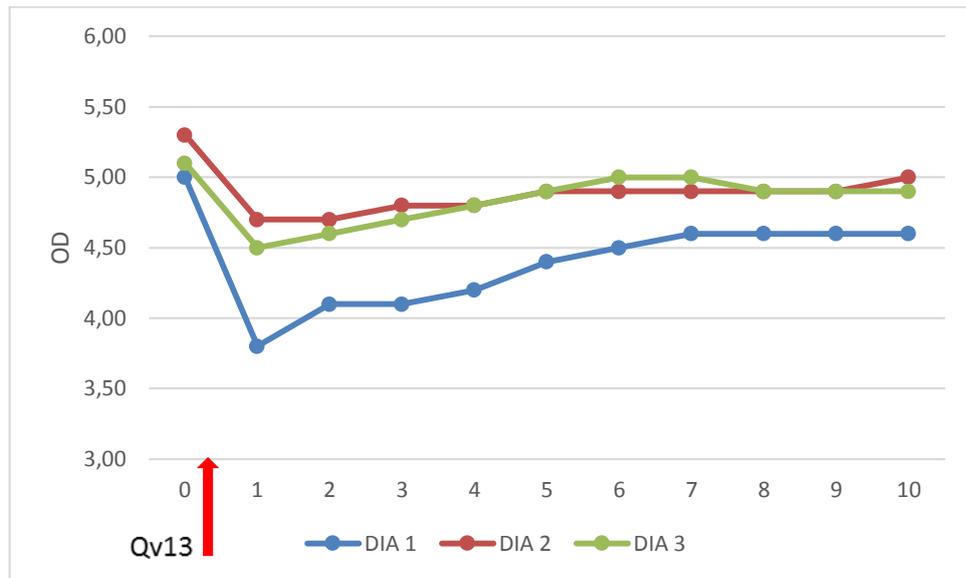


Gráfico No.29. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 13. Elaborado por autores de esta tesis.

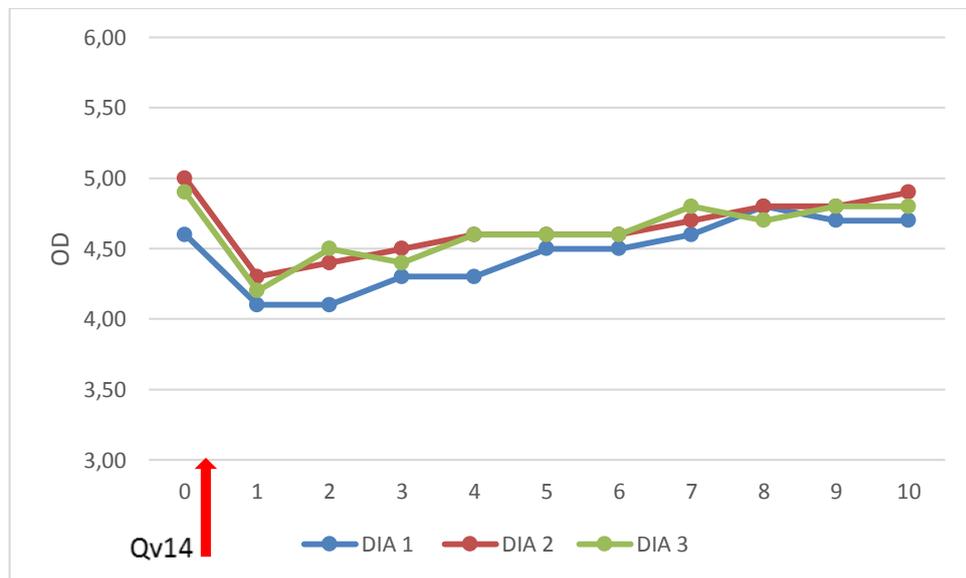


Gráfico No.30. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 14. Elaborado por autores de esta tesis.

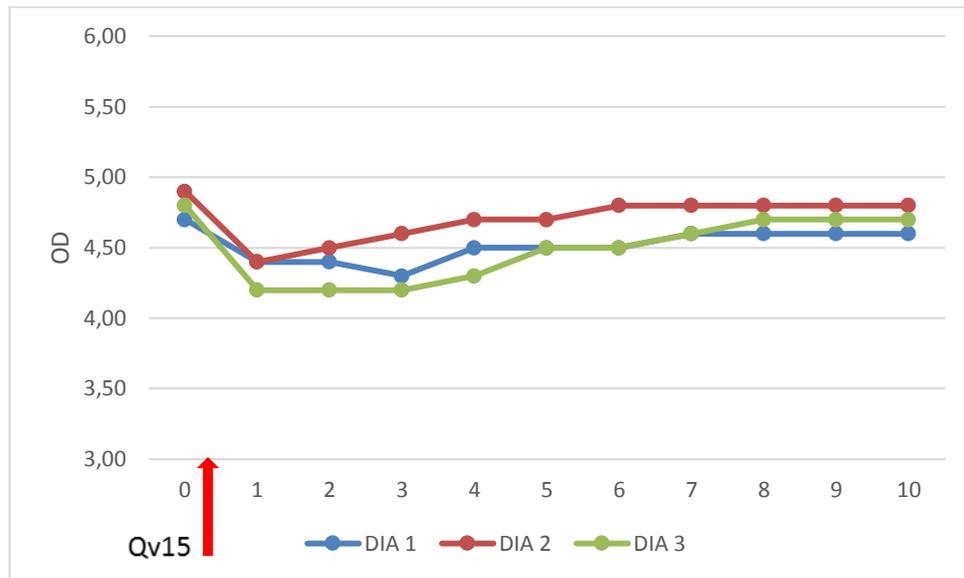


Gráfico No.31. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 15. Elaborado por autores de esta tesis.

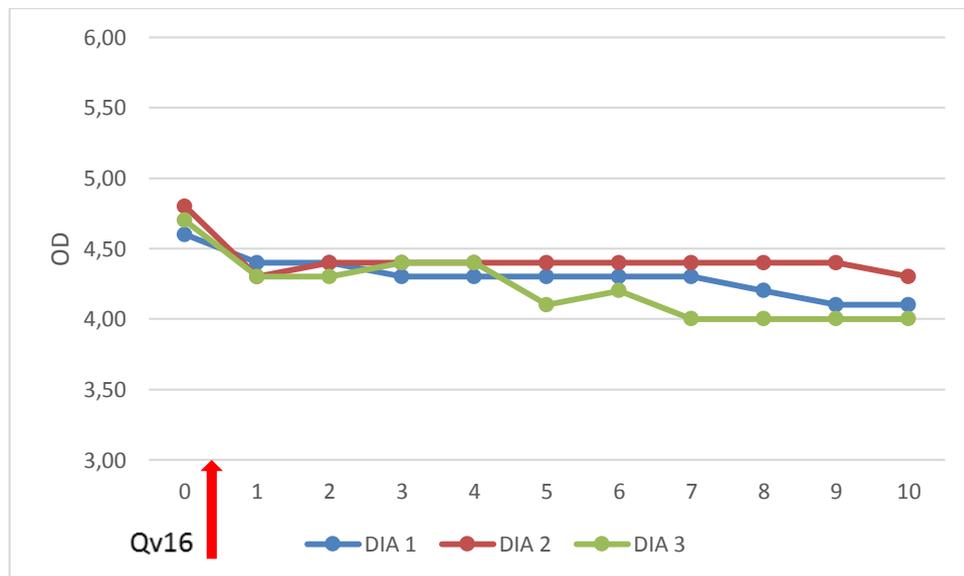


Gráfico No.32. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 16. Elaborado por autores de esta tesis.

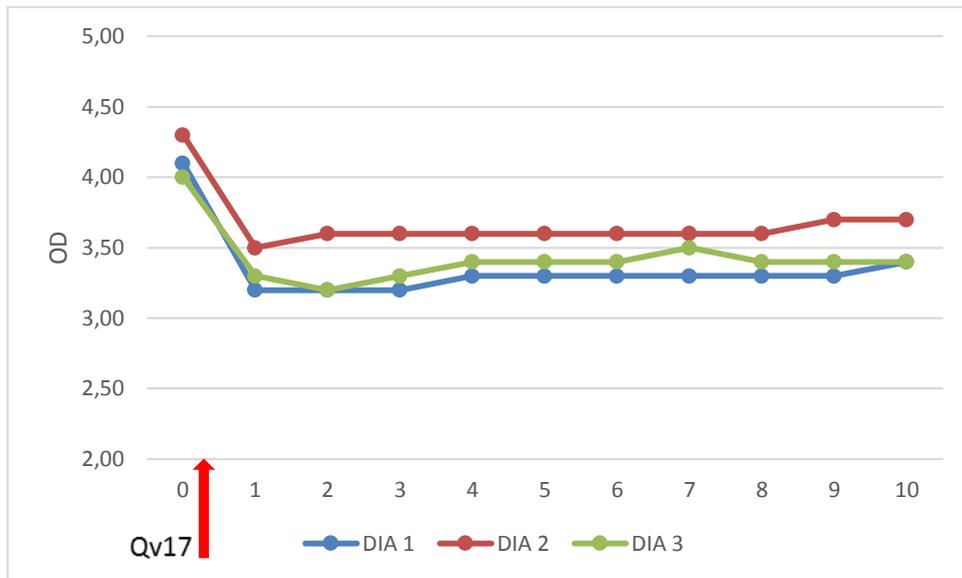


Gráfico No.33. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 17. Elaborado por autores de esta tesis.

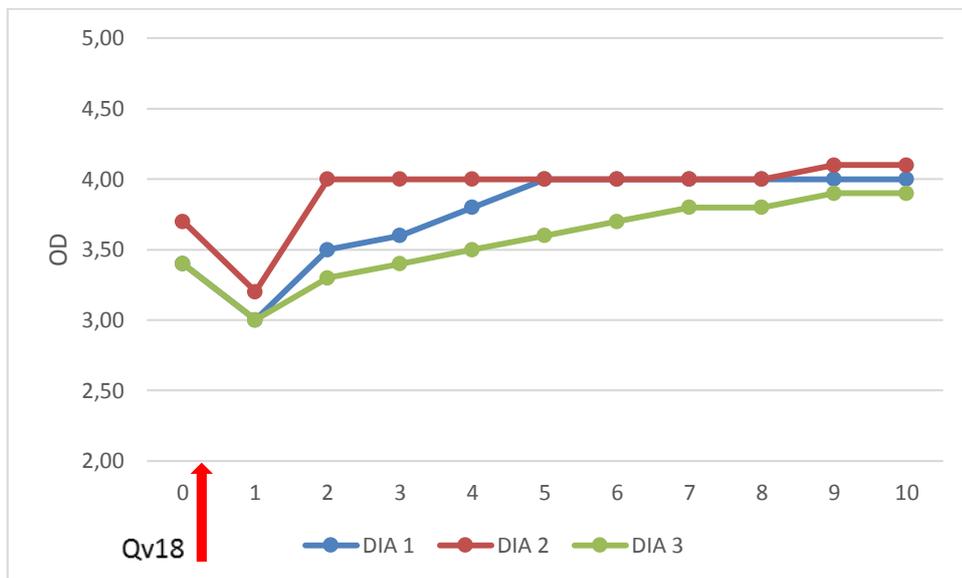


Gráfico No.34. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 18. Elaborado por autores de esta tesis.

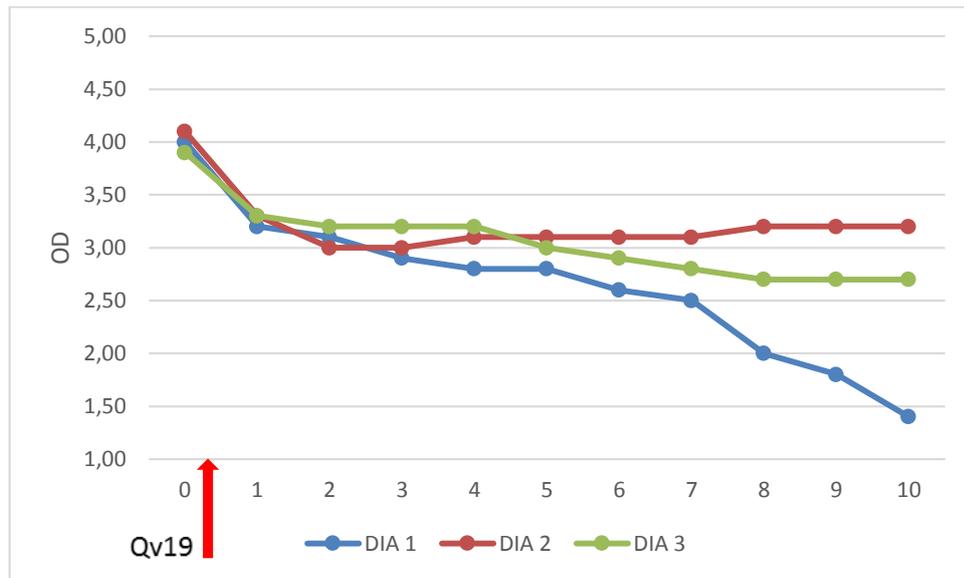


Gráfico No.35. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 19. Elaborado por autores de esta tesis.

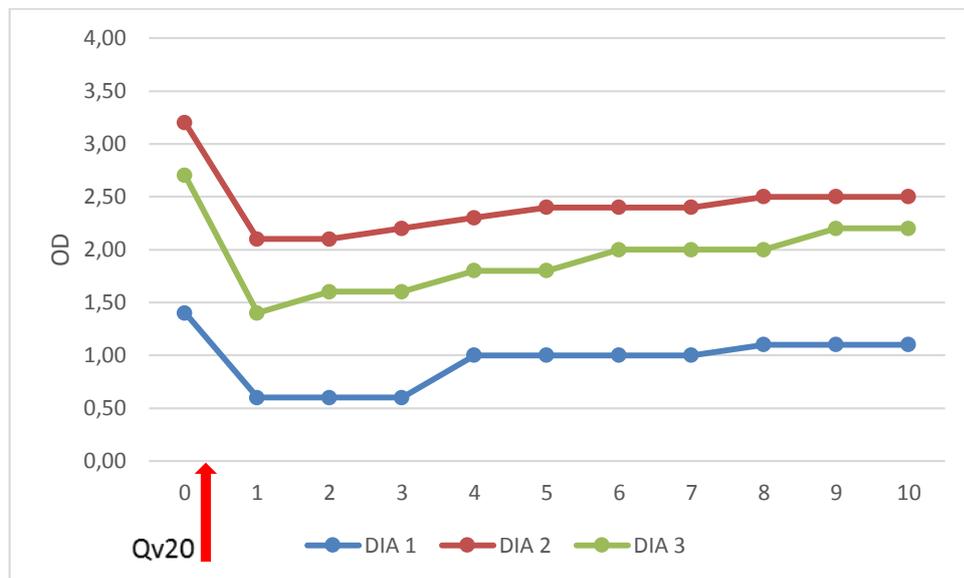


Gráfico No.36. Variaciones de OD en el río Portoviejo en el tramo de estudio 20. Elaborado por autores de esta tesis.

De acuerdo a los datos obtenidos en la medición del OD se puede estimar que la mayor afectación de las descargas se producen entre el vertimiento 8 al vertimiento 14, en que el OD comienza a bajar considerablemente. Si bien es cierto dentro de los vertimientos del 1 al 8 se produce una cierta bajada en el punto de mezcla, se puede considerar que el río por su capacidad de autodepuración podría asimilar en cierto modo sus vertimientos pues el OD se recupera en función de la distancia.

Otro punto que se debe tomar en cuenta es el que corresponde al punto 19, donde el vertimiento de las lagunas de tratamientos de aguas residuales de la ciudad de Portoviejo, se estima por su cantidad de caudal y parámetros de tratamientos realizados, inciden en la contaminación del río pues después de su descarga el OD baja considerablemente.

Otra suposición de acuerdo a los datos obtenidos es que el río Portoviejo en el tramo de estudio cuenta con capacidad de autodepuración, pues el OD se recupera a cierta distancia del vertimiento, pero por la cantidad de descargas existentes no alcanza a recuperarse, lo que produce su contaminación y su grave deterioro.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

11.1. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede tener las siguientes conclusiones.

- Una vez identificadas y georreferenciadas las fuentes que inciden directamente en la contaminación del río Portoviejo en el tramo de estudio, se puede indicar que la principal fuente que afecta la calidad de agua del río es el vertimiento de aguas residuales a la cuenca.
- En el estudio realizado se identificaron 20 descargas de aguas residuales las cuales se pudo corroborar mediante la medición del OD y la verificación en campo, pues se puede observar que en los colectores de alcantarillado pluvial existen descargas permanentes en época seca que fue realizada esta investigación y calculado su caudal aproximado de vertimiento.
- Se puede identificar también otro factor importante que son la acumulación de residuos sólidos, principalmente en los puentes de acceso a la ciudad de Portoviejo, identificados en el presente trabajo con los puntos 0,3,5,7,8,10,14 y 21 respectivamente (Tabla No.9).
- De las mediciones de oxígeno disuelto realizado en los vertimientos para caracterizar aproximadamente su calidad de agua, se puede indicar que el vertimiento 13 identificado en la ciudadela La Paz llegó a obtener un valor de 0,90 mg/l, lo cual demuestra que es un residual muy contaminante. Además la mayoría de vertimientos verificados tienen rangos inferiores a 4 mg/l. También se puede indicar que mediante la caracterización del OD en la descarga de las lagunas de tratamiento de

aguas residuales de la ciudad de Portoviejo, esta no cumple con lo reglamentario para este parámetro pues la norma indica que no puede ser inferior a 6 mg/l y se obtuvieron valores bajo este límite (Tabla No. 12).

- De las mediciones de OD en el río entre las descargas de vertimientos se puede concluir que el tramo de estudio cuenta con una capacidad de autodepuración principalmente entre el punto 0 al 8, pues a medida que se aleja del punto de descarga el OD se va recuperando. Sin embargo se puede también indicar que desde el tramo 8 al 14 existe una mayor afectación, así como posterior a la descarga del punto 19 en que el OD baja considerablemente. (Ver anexo 1.)
- Varios de los parámetros que se alteran a lo largo del tramo de estudio son el color y el olor del agua y se produce sedimentación putrefacta en el lecho del río, esto colabora con la proliferación de lechuguines o jacintos de agua que inciden en dichos parámetros.
- Es visible la presencia de animales (avícola, porcino y vacuno) cuyos desechos son vertidos sin tratamiento al Río Portoviejo

11.2. RECOMENDACIONES.

- Sería recomendable que en próximas investigaciones se realicen la identificación de las fuentes contaminantes en toda la cuenca del río Portoviejo para que se puedan establecer mecanismos de solución de forma global a este importante recurso hídrico.
- De las descargas identificadas en este trabajo se podrían desarrollar estudios alterativos con la finalidad de eliminar su vertimiento a la cuenca del río Portoviejo, considerando la capacidad de autodepuración del mismo.
- Se deben establecer por parte de las autoridades competentes mayor control sobre los vertimientos de las plantas de tratamientos de aguas residuales y

desarrollar planes que mejoren la recolección y disposición de residuos sólidos en el área de incidencia de la cuenca, así como implementar planes de educación ambiental.

- Se recomienda desarrollar una planificación hidrológica que pueda conseguir un uso sostenible del agua, así como medidas de carácter técnico.
- Es importante que exista una mayor inherencia de la rama de la ingeniería civil en las temáticas ambientales, debido a que a través de ella se pueden desarrollar estudios técnicos e implementar infraestructuras que ayuden a mejorar la calidad del agua de los recursos hídricos contaminados o prevenir su afectación.

12. PRESUPUESTO.

Tabla No. 12.

Cuadro de presupuesto.

N°	Descripción	Valor total
1	Transporte	500,00
2	Soporte técnico, equipos informáticos y software	200,00
3	Suministros, equipos y materiales	1000,00
4	Material bibliográfico, fotocopias e impresiones.	240,00
5	Imprevistos.	160,00
TOTAL		\$ 2,100,00

Nota: Presupuesto elaborado por los autores de esta tesis.

13. CRONOGRAMA VALORADO.

Tabla No. 13. Cuadro del cronograma valorado.

Actividades	MESES																								Total				
	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero								
	SEMANAS/COSTO																												
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Recopilación bibliográfica inicial (Adquisición de documentos, libros fotocopias, carta topográfica)	20	20	20	20																									80,00
Visita de campo: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Viajes ✓ Alquiler de equipos ✓ Materiales complementarios para mediciones ✓ Gastos adicionales (alimentación entre otros) 			100	100	100	100	100	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50									1.100,00
Revisión bibliográfica y elaboración del proyecto			5	5			10	10			10	10			10	10			10	10				10	10			110,00	
Entrevistas a otros profesionales									10	10	10																	30,00	
Utilización de equipos e implementación de software para el desarrollo del proyecto y respectivos cálculos			26	26			26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	520,00	
Impresiones			5	10			5	10			5	10			5	10			10	10			10	10			10	10	100,00
Imprevistos		8	8	8		8	8	8		8	8	8		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	160,00	
TOTALES	20	28	164	169	100	108	149	104	86	94	109	104	76	84	99	104	84	84	104	54	34	34	54	54				2.100,00	

Nota: Cronograma elaborado por los autores de esta tesis.

BIBLIOGRAFÍA.

- CEMAPRIMES CIA. Y ASOCIADOS. (2001). *Plan de manejo ambiental del corredor río Portoviejo. Plan de desechos sólidos*. Portoviejo: Gobierno Autónomo Descentralizado Cantón Portoviejo.
- Fernández, J. C., & Curt, M. (2007). *Métodos analíticos para aguas residuales*. México: Universitaria.
- Fuquene, D. (2013). *Sistemas de tratamientos de aguas residuales*. Colombia: Universidad Nacional.
- Giraldo, B. (10 de Octubre de 2014). *Comunidad Andina*. Obtenido de <http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/pp/ec/INCORPORACION+GR+POT.pdf>
- Gobierno Provincial de Manabí. (01 de Octubre de 2014). *Documento técnico de análisis de prioridades de conservación de la cuenca del río Portoviejo*. Obtenido de Manabí Gobierno Provincial: <http://www.comunidadandina.org/predecan/doc/libros/pp/ec/INCORPORACION+GR+POT.pdf>
- Hernández, A., & Macías, J. (2003). *Saneamiento ambiental y protección de corrientes*. Habana: Félix Varela.
- Langergraber, G., & Muellegger, E. (2005). *Eco-logical sanitation: A way to solve global sanitation problems?*. Estados Unidos.: Environ Manage.
- Lerman, B. (2007). *Técnica analítica para el oxígeno disuelto*. Mexico: Gestión Integral.
- Macías, R., & Díaz, S. (2015). *Estrategias generales para el control y prevención de la contaminación del agua superficial en la cuenca del río Portoviejo*. Portoviejo: Centro Nacional de Investigaciones Científicas Cuba.
- Macías, R., & Díaz, S. (02 de Enero de 2015). *Estrategias generales para el control y prevención de la contaminación del agua superficial en la cuenca del Río Portoviejo*. Centro Nacional de Investigaciones. Habana, Cuba.
- Milwaukee. (2015). *Técnicas asociadas de instrumentos*. Obtenido de <http://www.taisl.com/pc/Milwaukee/mw600.htm>

- (2002). *Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes del Recurso Agua* . Ecuador: Ministerio de Justicia.
- Odum, E. (1986). *Ecología*. México: CECSA.
- Organización Mundial de la Salud. (2010). *Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles*. Suiza: O.M.S.
- Posicionamiento Global. (01 de enero de 2015). *Información oficial relativa al sistema de posicionamiento global y temas afines*. Obtenido de : <http://www.gps.gov/applications/survey/spanish.php>
- Rojas, R. (2002). *Gestión integral de aguas residuales*. México: Panamericana.
- Vargas, M. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista Española de Salud Pública*.

14.ANEXOS.

ANEXO 1. VARIACIONES DEL OXÍGENO DISUELTO EN EL TRAMO DE ESTUDIO.

ANEXO 2. NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA.

En el Ecuador se encuentra establecida por Ley una Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes del Recurso Agua. En este apartado de la investigación no se pretende realizar una copia textual de dicho documento, solamente se hará referencia a los artículos que los investigadores consideran relevantes para el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

La presente norma, tiene como objetivo: “Proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.”

En un segundo apartado la norma vigente establece las definiciones técnicas correspondientes, en los siguientes apartados se establecen los criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico, criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios, criterios de calidad para aguas subterráneas, criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego, criterios de calidad para aguas de uso pecuario y otros criterios relacionadas con distintas actividades productivas.

En la presente investigación se considera necesario resaltar los siguientes artículos:

4.2.1.1 El regulado deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor. Es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción.

4.2.1.2 En las tablas de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado y cuerpos de agua (dulce y marina), los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios. La Entidad Ambiental de Control deberá establecer la

normativa complementaria en la cual se establezca: La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

4.2.1.3 Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.

4.2.1.4 Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán definir independientemente sus normas, mediante ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. En sujeción a lo establecido en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación.

4.2.1.5 Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de alcantarillado certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de ésta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

4.2.1.6 Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.

4.2.1.7 Para el caso de los pesticidas, si el efluente después del tratamiento convencional y previa descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, no cumple con los parámetros de descarga establecidos en la presente normativa, deberá aplicarse un tratamiento avanzado.

4.2.1.8 Los laboratorios que realicen los análisis de determinación del grado de contaminación de los efluentes o cuerpos receptores deberán haber implantado buenas prácticas de laboratorio, seguir métodos normalizados de análisis y estar certificados por alguna norma internacional de laboratorios, hasta tanto el organismo de acreditación ecuatoriano establezca el sistema de acreditación nacional que los laboratorios deberán cumplir. .

4.2.1.9 Los sistemas de drenaje para las aguas domésticas, industriales y pluviales que se generen en una industria, deberán encontrarse separadas en sus respectivos sistemas o colectores.

4.2.1.10 Se prohíbe descargar sustancias o desechos peligrosos (líquidos-sólidos-semisólidos) fuera de los estándares permitidos, hacia el cuerpo receptor, sistema de alcantarillado y sistema de aguas lluvias.

4.2.1.11 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, o hacia un cuerpo de agua, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas.

4.2.1.12 Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

4.2.1.13 Las aguas provenientes de la explotación petrolífera y de gas natural, podrán ser reinyectadas de acuerdo a lo establecido en las leyes, reglamentos y normas específicas, que se encuentren en vigencia, para el sector hidrocarburífero.

4.2.1.14 El regulado deberá disponer de sitios adecuados para caracterización y aforo de sus efluentes y proporcionarán todas las facilidades para que el personal técnico encargado del control pueda efectuar su trabajo de la mejor manera posible.

A la salida de las descargas de los efluentes no tratados y de los tratados, deberán existir sistemas apropiados, ubicados para medición de caudales. Para la medición del caudal en canales o tuberías se usarán vertederos rectangulares o triangulares, medidor Parshall u otros aprobados por la Entidad Ambiental de Control. La tubería o canal de conducción y descarga

de los efluentes, deberá ser conectada con un tanque de disipación de energía y acumulación de líquido, el cual se ubicará en un lugar nivelado y libre de perturbaciones, antes de llegar al vertedero. El vertedero deberá estar nivelado en sentido perpendicular al fondo del canal y sus características dependerán del tipo de vertedero y del ancho del canal o tanque de aproximación.

4.2.1.15 Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con los rangos y límites establecidos en las normas de descargas a un cuerpo de agua.

4.2.1.16 De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de esta Norma. La Entidad Ambiental de Control dictará la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo regulado. La expedición de la guía técnica deberá darse en un plazo máximo de un mes después de la publicación de la presente norma. Hasta la expedición de la guía técnica es responsabilidad de la Entidad Ambiental de Control determinar los parámetros de las descargas que debe monitorear el regulado.

4.2.1.17 Se prohíbe la descarga de residuos líquidos no tratados, provenientes de embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre, hacia los sistemas de alcantarillado, o cuerpos receptores. Se observarán las disposiciones vigentes en el Código de Policía Marítima y los convenios internacionales establecidos, sin embargo, una vez que los residuos sean evacuados a tierra, la Entidad Ambiental de Control podrá ser el Municipio o Consejo Provincial, si tiene transferida competencias ambientales que incluyan la prevención y control de la contaminación, caso contrario seguirá siendo la Dirección General de la Marina Mercante.

La Dirección General de la Marina Mercante (DIGMER) fijará las normas de descarga para el caso contemplado en este artículo, guardando siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva con respecto a la presente Norma. DIGMER será la Entidad Ambiental de Control para embarcaciones, buques, naves u otros medios de transporte marítimo, fluvial o lacustre.

4.2.1.18 Los regulados que amplíen o modifiquen su producción, actualizarán la información entregada a la Entidad de Control de manera inmediata, y serán considerados como regulados nuevos con respecto al control de las descargas que correspondan al grado de ampliación y deberán obtener las autorizaciones administrativas correspondientes.

4.2.1.19 La Entidad Ambiental de Control establecerá los parámetros a ser regulados para cada tipo de actividad económica, especificando La frecuencia de monitoreo, el tipo de muestra (simple o compuesta), el número de muestras a tomar y la interpretación estadística de los resultados que permitan determinar si el regulado cumple o no con los límites permisibles fijados en la presente normativa para descargas a sistemas de alcantarillado y cuerpos de agua.

4.2.1.20 Cuando los regulados, aun cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Entidad Ambiental de Control podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a los estudios técnicos realizados por la Entidad Ambiental de Control, justificando esta decisión.

4.2.1.21 Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de sistemas de potabilización de agua y de tratamiento de desechos y otras tales como residuos del área de la construcción, cenizas, cachaza, bagazo, o cualquier tipo de desecho doméstico o industrial, no deberán disponerse en aguas superficiales, subterráneas, marinas, de estuario, sistemas de alcantarillado y cauces de agua estacionales secos o no, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales referentes a los desechos sólidos no peligrosos. (Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes del Recurso Agua , 2002)

ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS.



Gráfico No.37. Georreferenciación de los vertimientos contaminantes. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [29, noviembre, 2014]



Gráfico No.38. Georreferenciación de los vertimientos contaminantes. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [29, noviembre, 2014]



Gráfico No.39. Georreferenciación de los vertimientos contaminantes. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [29, noviembre, 2014]



Gráfico No.40. Vertimiento # 16. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [29, noviembre, 2014]



Gráfico No.41. Recorrido de los vertimientos contaminantes con el director de tesis Ing. Santiago Quiroz. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [30, diciembre, 2014]



Gráfico No.42. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [06, enero, 2015]



Gráfico No.43. Calibración del medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [09, enero, 2015]



Gráfico No.44. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [09, enero, 2015]



Gráfico No.45. Recolección de datos para estimación de caudales por el método de las secciones. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [20, enero, 2015]



Gráfico No.46. Flotadores utilizados para la estimación del tiempo en el cálculo de caudales por el método de las secciones. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [20, enero, 2015]



Gráfico No.47. Recolección de datos para estimación de caudales por el método de las secciones. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [27, enero, 2015]



Gráfico No.48. Recolección de datos para estimación de caudales por el método volumétrico. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [27, enero, 2015]



Gráfico No.49. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [06, mayo, 2015]



Gráfico No.50. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [13, abril, 2015]



Gráfico No.51. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [14, abril, 2015]



Gráfico No.52. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [14, abril, 2015]



Gráfico No.53. Toma de muestras con el medidor de oxígeno disuelto MW600. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [06, mayo, 2015]



Gráfico No.54. Toma de muestras por el Ing. Santiago Quiroz con el medidor de oxígeno disuelto en el vertimiento #19. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [06, mayo, 2015]



Gráfico No.54. Jacintos de agua o lechuguines encontrados en el Río Portoviejo. Fotografía tomada por los autores de esta tesis en el Río Portoviejo. [06, mayo, 2015]