



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental”

MODALIDAD: TESIS

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PARÁMETROS: DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, NITRATOS, SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS, OXÍGENO DISUELTO Y AMONIO”

AUTORES: JUAN CARLOS CAICEDO B.

JULIO ROLANDO COELLO C.

DIRECTOR DE TESIS: ING. PATRICIO A. ROMERO

Riobamba, Julio - 2010 –

CALIFICACIÓN

Los Miembros del Tribunal, luego de haber receptado la defensa de trabajo escrito, hemos determinado la siguiente calificación.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Mario Cabrera
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firma

Ing. Patricio Romero
DIRECTOR DE TESIS

Firma

Ing. Víctor Suárez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Firma

DERECHO DE AUTORES

Nosotros, Juan Carlos Caicedo Ballesteros y Julio Rolando Coello Cabezas somos responsables de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación, y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

DEDICATORIA

“No hay Amor más grande en el mundo que el amor de los padres hacia sus hijos”.

Dedico este trabajo a Dios, a mis padres Juan y Consuelo, como testimonio del amor y retribución, por todo cuanto han hecho por mí, por el cariño, comprensión y confianza que día a día me brindaron, con un solo objetivo, el de verme convertido en un hombre útil a la sociedad.

A mis hermanos Fabricio, David, y a toda mi familia por ser el apoyo espiritual, moral, económico y sobre todo la fuerza para saber afrontar las dificultades del largo caminar.”

Juan Carlos Caicedo B.

DEDICATORIA

A mis padres, especialmente a mi madre Teresa Cabezas, por su amor, por todas las enseñanzas que me sirvieron para ser quien soy y por no escatimar esfuerzos y sacrificios para ayudarme a culminar mi carrera.

A mi querida hermana Fernanda y a mi hermano Iván por estar ahí siempre entregándome todo su afecto y apoyo; a ti Fanny por llenar mi vida con tu luz y amor... Todos ustedes son los pilares de mi vida.

Julio Rolando Coello C.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento más sincero a Dios por brindarnos la oportunidad de culminar nuestra carrera profesional, a la Universidad Nacional de Chimborazo, al director de nuestra tesis el Ing. Patricio Romero por ser el guía principal de este trabajo, a la Doc. Anita Rios por el apoyo brindado y a cada uno de nuestros maestros, que depositaron en nosotros una serie de conocimientos que han servido para complementar nuestra integración personal y profesional.

ÍNDICE GENERAL

CALIFICACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL – ÍNDICE GRÁFICOS – TABLAS - FOTOS	vii
RESUMEN	xiv
SUMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1
	pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO REFERENCIAL	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 General.-	4
1.3.2 Específicos	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 INDICADORES AMBIENTALES	6
2.1.1 Importancia de los Indicadores Ambientales	8
2.1.2 Características de los Indicadores Ambientales	8
2.1.3 Ventajas del Uso de Indicadores	9
2.1.4 Sistemas de Indicadores Ambientales	9
2.1.5 Estructura de un Sistema de Indicadores Ambientales	10
2.1.6 Sistemas de Indicadores Ambientales más Relevantes	12
2.2 CONTAMINACIÓN EN LA MICRO CUENCA	13
2.2.1 Calidad del agua	14
2.2.2 Contaminación	14
2.2.3 Parámetros críticos de muestreo.	14
2.3 LIMNOLOGÍA.	17
2.3.1 Particularidades físicas y biológicas; hidrología y limnología.	17
2.3.2 Ambientes lóticos y ambientes lénticos.	18
2.3.3 Tipos de ambientes dulceacuícolas	21
2.3.4 Orden del río	21
2.3.5 Tipos de flujo	23
2.3.6 Transporte de materiales	25
2.3.7 El Flujo de las Aguas, la Temperatura y el Oxígeno Disuelto	26

	pág.
2.4.- MARCO LEGAL	27
2.4.1- Constitución política del Ecuador 2008	27
2.4.2.- Ley de Gestión ambiental.	30
2.4.2.1 Ley de Gestión Ambiental	30
2.5.- VARIABLES, DIMENSIONES O ÁREAS, INDICADORES, ÍNDICES.	33
CAPÍTULO III	35
MARCO METODOLÓGICO	35
3.1.- Diseño de la investigación	35
3.1.1. Metodología de la investigación	36
3.1.2- Nivel de la investigación	37
3.1.2.1.- Características de los cuatro niveles de investigación.	37
3.2.- POBLACIÓN Y MUESTRA	38
3.2.1.- Población	38
3.2.2.- Muestra	38
3.3.-TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
CAPÍTULO IV	40
ANÁLISIS DE RESULTADOS	40
4.1 LÍNEA DE BASE	40
4.1.1 Alausí	40
4.1.2 Chambo	41
4.1.3 Chunchi	42
4.1.4 Colta	43
4.1.5 Cumandá	43
4.1.6 Guamote	44
4.1.7 Guano	44
4.1.8 Pallatanga	45
4.1.9 Penipe	46
4.1.10 Riobamba	47
4.2 PRINCIPALES RÍOS PROV. DE CHIMBORAZO POR CANTONES	47
4.3 DATOS EXPERIMENTALES PROMEDIOS	51
4.4 PLAN DE MANEJO	88
4.4.1 Antecedentes	88
4.4.2 Forma de manejo	89
CAPÍTULO V	92
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
5.1 Conclusiones.	92
5.2 Recomendaciones.	96
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico

1. Modelo – Presión – Estado – Respuesta.	10
2. Modelo – Presión – Estado – Respuesta.	11
3. Modelo Fuerzas Motrices.	11
4. Sistema fluvial mostrando el orden desde los ríos de primer orden hasta un río de quinto orden.	22
5. Mapa hidrológico de la Provincia de Chimborazo.	48

ÍNDICE DE FOTOS

Foto

1. Río Chaguayacu.	19
2. Río Ulpán.	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla

1.	Variables, Dimensión, Indicadores, Índice.	34
2.	Lista de los principales ríos de la provincia de Chimborazo.	49
3.	Ríos de la provincia de Chimborazo geo referenciados.	50
4.	Límites máximos permisibles para agua de consumo humano y uso doméstico que solo requieran desinfección o tratamiento convencional	51
5.	Ríos del cantón Alausí.	52
6.	Ríos del cantón Chambo.	52
7.	Ríos del cantón Chunchi.	52
8.	Ríos del cantón Colta.	53
9.	Ríos del cantón Cumandá.	53
10.	Ríos del cantón Guamote.	53
11.	Río del cantón Guano.	54
12.	Ríos del cantón Pallatanga.	54
13.	Ríos del cantón Penipe.	54
14.	Ríos del cantón Riobamba.	54

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración	pág.
1. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Alausí.	55
2. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Chambo.	56
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Chunchi.	56
4. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Colta.	57
5. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Cumandá.	57
6. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Guamote.	58
7. Demanda Bioquímica de Oxígeno, río cantón Guano.	58
8. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Pallatanga.	59
9. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Penipe.	59
10. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Riobamba.	60
11. Amonio, ríos cantón Alausí.	60
12. Amonio, ríos cantón Chambo.	61
13. Amonio, ríos cantón Chunchi.	61
14. Amonio, ríos cantón Colta.	62
15. Amonio, ríos cantón Cumandá.	62
16. Amonio, ríos cantón Pallatanga.	63
17. Amonio, ríos cantón Guamote.	63
18. Amonio, ríos cantón Guano.	64
19. Amonio, ríos cantón Penipe.	64
20. Amonio, ríos cantón Riobamba.	65
21. Temperatura, ríos cantón Alausí.	65
22. pH, ríos cantón Alausí.	66
23. Conductividad, ríos cantón Alausí.	66
24. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Alausí.	66
25. Nitratos, ríos cantón Alausí.	67
26. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Alausí.	67
27. Temperatura, ríos cantón Chambo.	68
28. pH, ríos cantón Chambo.	68
29. Conductividad, ríos cantón Chambo.	68
30. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Chambo.	69
31. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Chambo.	69
32. Temperatura, ríos cantón Chunchi.	70
33. pH, ríos cantón Chunchi.	70
34. Conductividad, ríos cantón Chunchi.	70
35. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Chunchi.	71
36. Nitratos, ríos cantón Chunchi	71
37. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Chunchi	71
38. Temperatura, ríos cantón Colta	72
39. pH, ríos cantón Colta	72
40. Conductividad, ríos cantón Colta	73
41. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Colta	73
42. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Colta	73
43. Temperatura, ríos cantón Cumandá	74

Ilustración	pág.	
44.	pH, ríos cantón Cumandá	74
45.	Conductividad, ríos cantón Cumandá	75
46.	Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Cumandá	75
47.	Nitratos, ríos cantón Cumandá	75
48.	Oxígeno Disuelto, ríos cantón Cumandá	76
49.	Temperatura, ríos cantón Guamote	76
50.	pH, ríos cantón Guamote	77
51.	Conductividad, ríos cantón Guamote	77
52.	Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Guamote	77
53.	Nitratos, ríos cantón Guamote	78
54.	Oxígeno Disuelto, ríos cantón Guamote	78
55.	TDS, OD y Nitratos, río Guano	79
56.	Temperatura, río Guano	79
57.	pH, río Guano	79
58.	Conductividad, río Guano	80
59.	Temperatura, ríos cantón Pallatanga	80
60.	pH, ríos cantón Pallatanga	81
61.	Conductividad, ríos cantón Pallatanga	81
62.	Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Pallatanga	81
63.	Nitratos, ríos cantón Pallatanga	82
64.	Oxígeno Disuelto, ríos cantón Pallatanga	82
65.	Temperatura, ríos cantón Penipe	83
66.	pH, ríos cantón Penipe	83
67.	Conductividad, ríos cantón Penipe	84
68.	Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Penipe	84
69.	Nitratos, ríos cantón Penipe	84
70.	Oxígeno Disuelto, ríos cantón Penipe	85
71.	Temperatura, ríos cantón Riobamba	85
72.	pH, ríos cantón Riobamba	86
73.	Conductividad, ríos cantón Riobamba	86
74.	Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Riobamba	86
75.	Nitratos, ríos cantón Riobamba	87
76.	Oxígeno Disuelto, ríos cantón Riobamba	87

ÍNDICE DE ANEXOS**Anexo**

I.	Monitoreo de los ríos de la provincia de Chimborazo.	99
II.	Monitoreo de los ríos de la provincia de Chimborazo.	100
III.	Monitoreo de los ríos de la provincia de Chimborazo.	101
IV.	Análisis de muestras en el laboratorio	102
V.	Cartilla de análisis de agua in situ y etiqueta para muestras	103

RESUMEN

El proyecto de investigación está organizado en cinco capítulos, en el capítulo primero, encontramos el planteamiento del problema y el objetivo a cumplir que es Determinar la calidad de las aguas de los ríos de la provincia de Chimborazo usando como estadígrafos la DBO₅ y amonio. En el capítulo segundo, se ha revisado la información bibliográfica relevante respecto al tema como es: indicadores ambientales, limnología, contaminación de aguas y los parámetros críticos de muestreo, también incluye la fundamentación legal. En el capítulo tercero, se ha planteado el marco metodológico utilizando el método descriptivo para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo cuatro se realizó el análisis de las informaciones obtenidas de las cuales señalamos que los ríos de la Provincia de Chimborazo se encuentran en un 64.7% sobrepasando el valor permisible señalado en el TULAS respecto a la variable DBO₅, la corriente mas afectada corresponde al río Guano el valor obtenido en el sector comprendido entre las coordenadas UTM: 170757383; 9825137 y 17075408; 9758689 el valor de la DBO es de 220 mg/L.

Con los resultados obtenidos se planteó una propuesta para el manejo adecuado de los recursos hídricos. En el capítulo quinto, se establecen las conclusiones del trabajo realizado y las recomendaciones que se plantean para un adecuado aprovechamiento y desarrollo sostenible de las corrientes.

SUMMARY

The research project is organized into five chapters, Chapter One, we found the problem, and the objective is to determine the water quality of rivers in the province of Chimborazo and statisticians using BOD₅ and ammonia. In the second chapter, they reviewed bibliographic information relevant to the issue: environmental indicators, limnology, water contamination and the critical parameters of sampling, and also includes legal foundation. Chapter three raised the methodological framework for using the descriptive method of research development.

In chapter four the analysis from the information obtained, noted that the rivers of the province of Chimborazo is located in a 64.7% exceeding the permissible value stated in respect to the variable TULAS BOD₅ current corresponds to the most affected Guano River the value obtained in the sector between UTM coordinates: 17 0765903; 98225100 and 17 0762284; 9822386 the value of BOD is 220 mg/ L. With these results, a proposal was raised for the proper management of water resources. In the fifth chapter, it shows the conclusions of the work and recommendations that arise for proper utilization and sustainable development of the currents.

INTRODUCCIÓN

La utilización de indicadores es un medio reconocido desde hace tiempo para investigar las tendencias y minimizar los riesgos en la esfera de la economía. El éxito o el fracaso de las políticas internacionales y nacionales orientadas al desarrollo financiero pueden evaluarse con bastante facilidad aplicando indicadores económicos. Sin embargo, el carácter complejo e interdependiente de los tres pilares mercantil, ambiental y social del desarrollo sostenible ha planteado un gran desafío a quienes han tratado de elaborar y utilizar indicadores para medir tal desarrollo.

Los responsables de la toma de decisiones necesitan información oportuna, precisa y confiable sobre el medio ambiente y el desarrollo sostenible. Los indicadores tienen el potencial de convertirse en herramientas importantes para la comunicación de información científica y técnica. También pueden facilitar la difusión de esa información a diferentes grupos de usuarios y a la sociedad en conjunto, lo que ayuda a transformar la información en acción.

Tras reconocer las graves repercusiones de este problema en el contexto nacional, regional y local; y en vista de que en la actualidad no existe información cualitativa y cuantitativa alguna sobre nuestros recursos, se ha determinado como estudiantes encaminados en el área ambiental, que es imperativa la necesidad de realizar un aporte técnico científico para la provincia de Chimborazo orientada a la Determinación de la calidad de las aguas de los ríos de la provincia de Chimborazo: DBO₅, Nitratos, Sólidos totales disueltos, Oxígeno Disuelto y Amonio.

Actualmente uno de los problemas que más preocupa a la humanidad en todo el planeta es la disposición de agua apta para el consumo humano en el futuro, ya que debido al inadecuado manejo del mismo y de otros factores ligados al calentamiento global, han provocado que en los últimos años gran cantidad de aguas residuales sean vertidas indiscriminadamente a los cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento previo, desconociendo en su totalidad los parámetros físicos, químicos y biológicos que este tipo de efluentes poseen, como consecuencia encontramos ríos que han disminuido su caudal y población acuífera, se ha visto afectado su entorno y ambiente, trayendo problemas en la salud de la población en general.

Nuestro país no se excluye de este tipo de contaminación y es más evidente en estos tiempos problemas en la salud pública, daños ecológicos en las corrientes naturales que son receptoras en su mayoría de gran parte de efluentes domésticos e industriales, por lo tanto, la autoridad a cargo de la gestión del agua debe ser responsable de su planificación, regulación y control para garantizar el manejo adecuado del recurso agua.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se han emprendido esfuerzos para crear una cultura que propicie la formulación y la utilización de indicadores ambientales y de sostenibilidad para la vigilancia y la toma de decisiones en América Latina y el Caribe.

La necesidad de evaluar y dar seguimiento a los avances en el logro de los objetivos del desarrollo sostenible, incluidos los resultados de los Objetivos del Milenio para el Desarrollo y el Plan de Johannesburgo, acentúa este desafío común que enfrenta la región.

Sin embargo, los esfuerzos emprendidos a nivel local, nacional, subregional y regional no han podido hasta el momento producir un conjunto de indicadores comunes que sea

utilizado por los países de la región para obtener información precisa aplicable a la toma de decisiones.

Muchos gobiernos nacionales de la región no tienen la capacidad técnica y financiera necesaria para dedicarla a las actividades de elaboración de indicadores. Gran parte de sus presupuestos nacionales se asigna a afrontar las carencias existentes y mitigar los impactos inmediatos de los problemas socioeconómicos y ambientales, por lo cual queda poco para la vigilancia y la planificación.

El escaso reconocimiento que recibe la información, junto con los limitados presupuestos nacionales, evitan que muchos países dediquen recursos suficientes a actividades relacionadas con la recopilación de datos y la formulación de indicadores.

Aun en países donde se reconoce la importancia de contar con datos y guías, todavía es un desafío mantener el nivel requerido de interés y de fondos para recopilar datos primarios, establecer indicadores útiles y utilizarlos en la vigilancia de las tendencias ambientales y del desarrollo sostenible.

1.5 .- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para la formulación del problema de la investigación planteada, se debe analizar la problemática desde un punto de vista ambiental, así como también considerando el problema social que conlleva la presencia de elementos nocivos en el ambiente cualquiera que sea este (aire, suelo y agua).

El desconocimiento de los niveles de polución y/o contaminación nos son un justificativo para continuar con el deterioro del ambiente. Por lo tanto, se formula el problema de la siguiente manera: ¿Cuáles son los niveles de alteración al que están siendo sometidos los recursos hídricos de la provincia de Chimborazo? La pregunta se sustenta en la falta de una cultura y de políticas ambientales en el Ecuador, y al desconocimiento de sus pobladores en materia de indicadores y la existencia de los mismos.

En este contexto creemos que es adecuado realizar un estudio y evaluar la calidad en las aguas de los ríos que posee la provincia de Chimborazo, para contar con un inventario de datos actuales del estado en el que se encuentran estos elementos, que servirá posteriormente para un estudio macro de indicadores ambientales de la región y el País

1.6 .- OBJETIVOS

1.6.1 General.-

Determinar la calidad de las aguas de los ríos de la provincia de Chimborazo usando como estadígrafos la carga orgánica y la concentración de amonio

1.6.2 Específicos

- Geo referenciar los puntos de control en los ríos de la provincia de Chimborazo.
- Caracterización de las aguas de los ríos de Chimborazo considerando los parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Oxígeno Disuelto y Amonio.
- Propuesta sobre el control de la calidad de los ríos de la provincia de Chimborazo

1.7 .- JUSTIFICACIÓN

La información es fundamental para el desarrollo sostenible y es un ingrediente básico y esencial para lograr el éxito en la planificación y la toma de decisiones. Si no existen datos e información racionales al adoptar decisiones, éstas apenas serán sólo unas pocas más que buenas suposiciones y posiblemente sean equivocadas. Se dispone de una gran cantidad de datos económicos y sociales, los cuales son relativamente confiables y bien comprendidos. En el caso de los datos y la información ambientales, la situación es en cierto modo diferente.

La información de alta calidad, integral y oportuna sobre el medio ambiente sigue siendo un recurso escaso y la búsqueda de información ‘correcta’ puede plantear problemas ya que es más difícil y caro obtener datos. También es difícil encontrar indicadores que registren y reflejen la complejidad del medio ambiente y la vulnerabilidad del ser humano ante el cambio ambiental. La adquisición de datos ambientales sigue siendo una necesidad básica en todos los países.

Pese a los problemas, se ha comprobado que el consenso científico basado en los mejores datos y conocimientos disponibles, aunque algunas veces sean parciales y limitados, constituye una poderosa herramienta para señalar a la atención internacional las cuestiones ambientales y para impulsar la acción. Se han registrado grandes avances en la investigación y la vigilancia ambientales, si bien es importante mantener y mejorar esos esfuerzos para asegurar una corriente de información oportuna y confiable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- INDICADORES AMBIENTALES

La conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED,1992) condujo a un consenso general acerca de la necesidad de un desarrollo sostenible. Sin embargo en la actualidad se debe trascender la retórica acerca del desarrollo sostenible para avanzar hacia un cambio de perspectiva acerca del proceso de desarrollo.

La operacionalización del concepto de desarrollo sostenible implica entonces nuevas demandas. Dentro de este nuevo contexto, la información debe jugar un rol crítico en el alcance de los objetivos de la sustentabilidad, puesto que ella puede proveer de bases firmes a los procesos de toma de decisiones y de seguimiento del desarrollo (DPCSD,1995; Rodenburg et al.,1995; World Bank,1995).

Es así como el capítulo 40 (Información para la Toma de Decisiones) de la Agenda 21 hace un llamado para el desarrollo de indicadores para el desarrollo sostenible. En particular se pide a nivel de naciones, que los países e instituciones, y a nivel internacional, que las agencias internacionales y los organismos no gubernamentales, desarrollen el concepto de indicadores de desarrollo sostenible e identifiquen los indicadores aptos para seguir el proceso de desarrollo (DPCSD,1995).

En las últimas décadas, se han impulsado numerosos programas orientados a contribuir en la implementación de una nueva y necesaria manera de enfrentar el desarrollo económico. De concretar una nueva manera de abordar el desarrollo, es el llamado Desarrollo Sostenible.

Todas estas iniciativas tienen como elemento común la utilización de indicadores ambientales que se postulan para evaluar e interpretar las condiciones y tendencias en las características registradas en el entorno geográfico desde el que son propuestas. Los indicadores ambientales contribuyen a evaluar el estado del medio ambiente y los avances logrados hasta el momento en los diversos programas y políticas implementadas para tal efecto.

En nuestra época actual, en la sociedad de la información, en la cual se han multiplicado las vías a través de las cuales nos llega la información, en la que la dimensión del tiempo y espacio ha adoptado un enfoque sin precedentes históricos, en la que día a día se suceden los antecedentes de nuevos problemas ambientales, incremento de los existentes y aumento de las sinergias y externalidades generadas por el modelo económico capitalista vigente con gran vigor en este comienzo de siglo, el siglo XXI, la selección de la información relevante para efectos de la sustentabilidad, la formulación de relaciones funcionales significativas y estructurales de las variables que dan cuenta del sistema geográfico en su conjunto, se transforma no sólo en un observatorio de la sociedad local y global sino que en una fuente de información estratégica desde muchos puntos de vista; económico, ambiental y social

La comunicación es la principal función de los indicadores. Ésta exige simplicidad, y los indicadores tienen la capacidad de simplificar una realidad compleja. Así, un indicador es una medida, generalmente cuantitativa, que puede ser usada para ilustrar y

comunicar un fenómeno complejo de manera simple, incluyendo tendencias y progresos a lo largo del tiempo.

Así mismo, los indicadores ambientales aportan información sobre los fenómenos considerados relevantes y/ o críticos para la calidad ambiental. Pero para comprender correctamente el concepto de indicador ambiental, es importante tener en cuenta estas dos características:

Es una variable o estimación ambiental que provee una información agregada, sintética, sobre un fenómeno, más allá de su capacidad de representación propia.

La selección de la variable está determinada por la perspectiva social desde la cual se observa el medio, y en ningún caso se orienta hacia la reproducción conceptual objetiva del medio o de uno de sus elementos.

Teniendo en cuenta estos dos aspectos y, de acuerdo a la definición del Ministerio de Medio Ambiente.

Un indicador ambiental es una variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones.

2.1.1 Importancia de los Indicadores Ambientales

La recopilación de información sobre la temática ambiental presenta un desértico panorama cuando constatamos que el país en general no dispone de esta información. Por lo tanto, para señalar la importancia de los indicadores ambientales debemos conocer los principales propósitos de la utilización de los indicadores ambientales que a continuación se plantean:

- Servir de herramientas básicas en el suministro de información debido a que se pueden resumir extensos datos en una cantidad limitada de información clave significativa.

- Son útiles en la medida que sirven para contribuir a la concienciación de los gestores públicos y de la población en general.
- Se pueden utilizar tanto en la elaboración como en la evaluación de las políticas ambientales y de la integración de aspectos ambientales en las políticas sectoriales.

2.1.2 Características de los Indicadores Ambientales

Si ya estamos conscientes de la importancia de los indicadores ambientales el siguiente paso es plantear las características que debe cumplir un indicador para servir como herramienta efectiva de comunicación, bajo esta óptica, parece razonable destacar entre las principales características las siguientes:

- **Medibles y posibles de analizar en series temporales:** Los indicadores deben reflejar la evolución en el tiempo, de forma que puedan analizarse para prevenir o corregir tendencias negativas.
- **Funcionales:** Deben ser útiles en la toma de decisiones. De esta manera los indicadores pasan a ser herramientas de gestión que permiten fijar responsabilidades a los agentes que intervienen en la formulación y aplicación de políticas
- **Relevantes:** Estar relacionados con los objetivos, metas y prioridades.
- **Fidedignos:** Deben estar basados en datos completos y precisos
- **Comparables:** deben permitir la comparación a distintas escalas territoriales y temporales.

2.1.3 Ventajas del Uso de Indicadores

Las ventajas que presentan la utilización de los indicadores como herramientas de suministro de información son:

Proporcionan una base estable para elaborar informes.

Facilitan la presentación de un panorama claro de la situación ambiental.

Uniformizan la recogida de datos, lo que origina una información de calidad y comparable.

Centran la recopilación de datos en torno a cuestiones clave.

Facilitan la gestión y la evaluación de las políticas ya que permiten medir evoluciones y tendencias.

2.1.4 Sistemas de Indicadores Ambientales

Los indicadores se suelen agrupar en lo que se denomina sistemas de indicadores. Un sistema de indicadores ambientales representa un conjunto ordenado de problemas ambientales, descrito mediante variables de síntesis cuyo objetivo es proveer una visión totalizadora de los intereses predominantes relativos al medio ambiente.

En la elaboración de un sistema de indicadores ambientales se da especial importancia a los aspectos participativos, ya que debe ser un sistema consensuado que debe representar las preocupaciones sociales sobre el estado del medio ambiente.

La preocupación mundial para la conservación del medio natural y la búsqueda del desarrollo sostenible, ha dado lugar a un gran desarrollo de sistemas de indicadores ambientales.

2.1.5 Estructura de un Sistema de Indicadores Ambientales

Existen diversos marcos o estructuras de análisis para la organización de un sistema de indicadores, siendo los basados en el marco causal los de mayor difusión internacional, ya que estudian las relaciones causa – efecto.

Son dos los modelos usados basados en el principio de causalidad: el modelo PER (Presión – Estado – Respuesta), desarrollado por la OCDE, Organización para la

Cooperación y el Desarrollo Económico, y el FPEIR (Fuerzas Motrices – Presión – Estado – Impacto – Respuesta), siendo éste último una versión extendida del primero, desarrollada por la AEMA, Agencia Europea de Medio Ambiente.

El modelo PER supone que las actividades humanas ejercen una presión sobre el medio, que éste registra cambios de estado en función de ellas, y que la sociedad responde mediante la adopción de medidas que tratarían de mantener los equilibrios ecológicos que le parecen adecuados.



Gráfico1: Modelo – Presión – Estado – Respuesta.

Para cada una de las acciones contempladas se desarrollan indicadores de presión, de estado y de respuesta. Una representación gráfica de este modelo se puede observar en la gráfico 1 y 2.

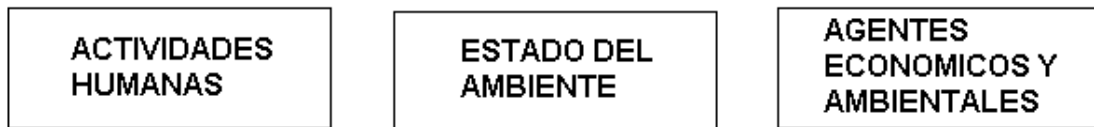


Gráfico2: Modelo – Presión – Estado – Respuesta.

Según el modelo FPEIR las actividades humanas (fuerzas motrices) ejercen presión sobre el medio físico, y como consecuencia su estado cambia, lo que produce impactos sobre la salud humana, los ecosistemas y los recursos.

Esta situación da lugar a respuestas de las sociedades humanas, incidiendo en las fuerzas motrices, en las presiones, o en el estado o los impactos directamente. Las relaciones básicas de este modelo se muestran en el gráfico 3.

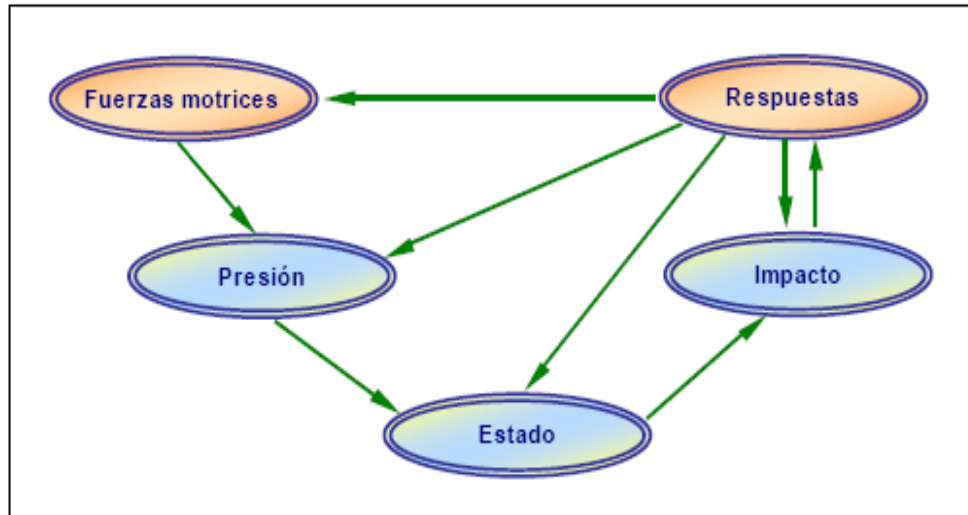


Gráfico 3. Modelo Fuerzas Motrices – Presión – Estado – Impacto – Respuesta. Este modelo describe una situación dinámica, con atención a las diversas retroalimentaciones del sistema.

Los Indicadores de Fuerzas Motrices describen los desarrollos sociales, demográficos y económicos y los correspondientes cambios en los estilos de vida, principalmente niveles de consumo y modos de producción.

A través de estos cambios en la producción y consumo, las fuerzas motrices ejercen presión en el medio.

Los indicadores de Presión describen procesos como la liberación o emisión de sustancias, agentes físicos y biológicos, el uso de los recursos o el uso del suelo por las actividades humanas. Las presiones ejercidas por la sociedad se manifiestan como cambios en las condiciones ambientales.

Los indicadores de Estado describen, cuantitativa y cualitativamente, un fenómeno físico (como la temperatura), biológico (como la reserva marina) y químico (como la concentración de CO₂ en la atmósfera) en un cierto área del medio.

Debido a la presión sobre el medio, el estado del mismo cambia. Estos cambios provocan impactos sobre las funciones del medio, como la salud humana y de los ecosistemas, la disponibilidad de los recursos y la biodiversidad. Los indicadores de *Impacto* son usados para describir cambios en estas condiciones del medio.

Finalmente, los indicadores de *Respuesta* describen los esfuerzos sociales y políticos para prevenir, compensar, aminorar o adaptarse a los cambios en el estado del medio.

2.1.6 Sistemas de Indicadores Ambientales más Relevantes

Son múltiples los sistemas de indicadores definidos actualmente cuyos planteamientos, objetivos, escalas de análisis y listas de indicadores difieren en ocasiones sustancialmente.

Como ejemplos de sistemas de indicadores ambientales más relevantes se muestra el Banco Público de Indicadores Ambientales a nivel nacional, y el Núcleo Central de Indicadores (Core Set of Indicators) de la Agencia Europea de Medio Ambiente. También se menciona el Núcleo de Indicadores de Residuos y Recursos propuesto por el Centro Temático Europeo de Residuos y Recursos, como ejemplo de metodología de elaboración de un sistema de indicadores ambientales.

2.2 CONTAMINACIÓN EN LA MICRO CUENCA

Las fuentes naturales de agua que disponemos en una cuenca son: el agua de lluvia, ríos, y aguas subterráneas. Se encuentra en muchas rocas y piedras durísimas y también en la atmósfera en forma de nubes o nieblas. Desde siempre el hombre ha volcado sus desechos en las aguas.

En condiciones normales los ríos pueden auto depurarse: las aguas arrastran los desechos hacia los cauces más grandes, las bacterias utilizan el oxígeno disuelto en las aguas y degradan los compuestos orgánicos, que a su vez, son consumidas por los peces y las plantas acuáticas volviendo el oxígeno y el carbono a la biosfera.

Pero a medida que la humanidad fue progresando, esto se hizo cada vez más difícil. Las industrias concentran miles y miles de personas en su entorno. Muchas veces los sistemas se encuentran saturados de desechos, y las industrias vuelcan productos que no pueden ser degradados por las bacterias.

Todo esto hace que el contenido de oxígeno disminuya drásticamente, y que el río ya no tenga capacidad para mantener la vida en él, convirtiéndose en una cloaca de varios kilómetros. Su peligro aumenta si se mueve con lentitud.

Otro peligro es la contaminación termal. Las grandes usinas eléctricas emplean agua como refrigerante, esto hace que las aguas de los ríos eleven su temperatura, provocando cambios en los procesos biológicos y, por lo tanto, se destruye la vida existente en ellos.

El agua es un elemento vital para la alimentación, por eso requiere una mayor higiene. Hay exigencias que están siendo cada vez menos satisfechas, por su contaminación, lo que reduce la cantidad y calidad del agua disponibles, como también sus fuentes naturales.

El agua pura es un recurso renovable, sin embargo puede llegar a estar tan contaminada por las actividades humanas, que ya no sea útil, sino más bien nocivo.

2.2.1 Calidad del agua

Existen diferentes formas y parámetros que permiten indicar la calidad del agua en un río, para determinar la calidad del agua se realizan observaciones y análisis sencillos de parámetros como el olor, la presencia de espumas, de aceites o de peces muertos, el potencial hidrogeno, los nitritos y nitratos, el oxígeno disuelto, la temperatura del agua, entre otros parámetros. Además, la fauna invertebrada existente en el fondo del río es un verdadero indicador biológico de su estado ambiental.

La calidad de los recursos hídricos determina sus posibles usos. El agua potable, así como la destinada a actividades recreativas, usos industriales y usos agrarios debe tener cierta calidad. Así mismo, se necesita una cierta calidad para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos. La calidad de las aguas resulta alterada debido a los vertidos de muy distintas sustancias, entre las que destacan: materia orgánica, nutrientes, metales pesados, plaguicidas.

2.2.2 Contaminación

El límite máximo permisible o tolerable es la concentración o cantidad deseable de un componente en el agua, sin que tenga efecto dañino en la salud (referencias dadas por los estándares INEN para normatividad de la calidad del agua en el Ecuador y también referirse a normas de los registros oficiales).

Los efectos de la contaminación son muy diversos y dependen de los elementos contaminantes. Entre los efectos más comunes podemos citar las afectaciones a la salud humana con el incremento de enfermedades, la afectación a la salud ambiental con la ruptura del equilibrio ecológico, la disminución y/o desaparición de la vida acuática, el deterioro de la calidad del agua para diferentes actividades tales como: consumo humano, agrícola, recreativo entre otros.

2.2.3 Parámetros críticos de muestreo.

Los parámetros recomendados a nivel internacional y que se consideran los indicadores ambientales de calidad de las aguas de las corrientes son la demanda bioquímica de oxígeno y la concentración media del amonio. Para complementar el estudio se han estimado necesarios incrementar otros indicadores como son sólidos totales disueltos, nitratos, oxígeno disuelto y conductividad.

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno es generalmente definida como la cantidad de oxígeno requerida por microorganismos al momento de estabilizar la materia orgánica descomponible bajo condiciones aerobias. Descomponible puede ser interpretado como la materia orgánica que sirve como comida para las bacterias con el consiguiente desprendimiento de energía; liberado de esta oxidación.

Este procedimiento mide la capacidad de las bacterias comunes para digerir la materia orgánica generalmente en un período de incubación de 5 días a 20°C, analizando la disminución de oxígeno. Sus resultados son utilizados para determinar la intensidad de la contaminación de aguas residuales doméstica e industriales en términos de oxígeno.

La autodepuración resulta de la degradación biológica de materia orgánica contaminante bajo la acción de un grupo de organismos.

- Amonio

El NH_3 está en equilibrio con su forma ionizada (NH_4^+). Con la presencia de bacterias nitrificantes, hay una oxidación de los compuestos y es oxidado en nitritos y nitratos (disponibles para las plantas o reducidos otra vez en NH_3).

NH_3 más tóxico > nitrito > nitrato.

En el agua dulce, los problemas de amonio pueden ser más graves que en agua salada. Una misma agua puede ser tóxica o no con la misma concentración total. Depende de varios factores los principales son.

- pH → a más pH, más toxicidad del NH_3 . Es el factor más importante.
- Temperatura → a más temperatura, la cantidad de forma tóxica es más elevada.
- Salinidad (%) → a menos salinidad, más forma tóxica. A más salinidad, menos forma tóxica.
- Oxígeno → la presencia de oxígeno favorece la oxidación y hay más nitritos y nitratos.

Al incrementarse el potencial hidrogeno, la proporción de la forma tóxica aumenta y la forma no tóxica disminuye. A partir de $\text{pH} > 8$, la forma tóxica del NH_3 se dispara.

Toxicidad del NH_3 .- Los niveles normales ideales deben ser $< 0.02 \text{ mg / L}$. Normalmente se considera letal valores como 0.4 a 2.5 mg / L . Depende de la especie y su delicadeza. Hay límites a los cuales el rendimiento puede disminuir y afectará a la productividad del animal porque debe compensar la situación.

La toxicidad del NH_3 es que deben eliminarlo constantemente. Si incrementa la concentración de NH_3 en el medio, no puede pasar al exterior porque hay más concentración en el medio. Se acumula NH_3 dentro.

- Sólidos disueltos totales TDS

Es la cantidad total de sólidos disueltos en el agua, en otras palabras es la concentración total de los iones disueltos. Este parámetro, esta relacionada con la conductividad eléctrica mediante la fórmula $TDS = C.E. (mmhos/cm) \times 700; ppm$. Se mide en ppm (mg/L). También es medido mediante el uso de Conductímetro.

- Nitratos

Los nitratos son una forma de nitrógeno que se encuentra en diferentes formas en los ecosistemas terrestres y acuáticos. El exceso de nitratos junto con el fósforo puede acelerar la eutrofización, provocando el crecimiento excesivo de plantas, que a la vez afectan a los animales que viven en los ríos. El exceso de nitratos puede provocar hypoxia (bajos niveles de oxígeno disuelto), y puede ser tóxico para animales cuando las concentraciones son mayores a 10 mg/l. Las fuentes de nitratos son las plantas de tratamiento de aguas servidas, la escorrentía de campos de cultivos, las fallas de los pozos sépticos, y descargas industriales (EPA 1997).

- Conductividad

La conductividad eléctrica, se define como la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. Además permite analizar cuantitativamente los sólidos totales disueltos en una muestra de agua, dependiendo de los componentes solubles y la temperatura de la muestra.

2.3 LIMNOLOGÍA.

Ahora incluye el estudio de las aguas corrientes (habitats *lóticos*) así como de las aguas estancadas (habitats *lénticos*), a pesar de que el estudio de los hábitats de las aguas lóaticas ha sido apartado específicamente por algunos como potamología. Aquella abarca de los lagos más grandes a los estanques más pequeños e incluye tanto a las aguas efímeras como a los lagos permanentes que han existido por millones de años.

2.3.1 Particularidades físicas y biológicas; hidrología y limnología.

El principio energético del funcionamiento de los ecosistemas responde a las leyes de la Termodinámica.

Todo lo que ocurre dentro del ambiente acuático responde a estas leyes que se cumplen inaplazable e invariablemente. El hecho de que los niveles de calor determinen las estaciones y las zonas geográficas, y estas a su vez alteren el nivel de presión atmosférica que, con sus desplazamientos nubosos y tipo de precipitaciones, incide directamente en los ambientes acuáticos fluyentes y estancados.

Ríos y embalses lacustres contienen masas de agua fluyente que de acuerdo a caudal y pendiente, tienen mayor o menor cantidad de energía que transferir conforme a factores climáticos estacionales. Y uno de los grandes temas físicos de las aguas corrientes concernido con la actividad humana dentro de las cuencas hidro-lacustres, se trata del ingenio aplicado sea al aprovechamiento como a la disipación de esa energía excedente durante crecidas.

El fluir físico de las aguas produce sinnúmero de fenómenos relacionados con la pendiente, la forma de los cauces que las portan, su permeabilidad, los materiales y su granulometría, los factores climáticos, las velocidades de acumulación, el volumen fluyente y sus tasas de recurrencia correspondientes (de estiaje y crecida).

2.3.2 Ambientes lóticos y ambientes lénticos.

La Sra. Ecóloga Acuática Irene Rut Wais de Badgen, en su libro "Introducción a la Ecología de Ríos", del Programa de Educación y de Divulgación Científico Técnica en temas Ambientales, PROEDICITTA, enero de 1992, expresa los siguientes conceptos respecto de los ríos:

La limnología, utiliza el léxico de ambientes lóticos para las aguas corrientes superficiales con flujo unidireccional (arroyos y ríos) y el de lénticos o leníticos para aquellos ambientes o espacios donde el agua no corre en tal sentido unidireccional sino que se estanca renovándose más lentamente (lagos, lagunas, humedales, embalses, estanques).

En el orden lótico, a todo río se le pueden definir tres secciones: las nacientes o "crenon", el "rhithron" correspondiente a los arroyos y tributarios de cuenca alta, y el "potamon" donde el río ya es mayor hasta su desembocadura en la cuenca oceánica.

Rhithron y Potamon son zonas que tienen características muy distintas tanto desde el punto de vista hidrológico como hidrobiológico, presentando diferenciadas cualidades físicas, químicas y biológicas.

Las causas de esta distribución longitudinal en zonas definidas a lo largo de la cuenca responden a la geomorfología del terreno, a las interacciones entre parámetros físicos, químicos y biológicos en cada tramo desde que nace el curso fluvial hasta su desembocadura como un gran río.



Foto 1: Río Chalguyacu

En términos biológicos, estas interacciones determinan que las presiones de la Selección Natural a lo largo de milenios de evolución, condujo a que los organismos vivos hayan desarrollado estrategias adaptativas a cada ambiente en particular, de acuerdo a sus

factores ecológicos (oxígeno disuelto, pH, conductividad, dureza de las aguas, nutrientes).

Todo en los ríos y corrientes superficiales es una delicada combinación de factores físicos y biológicos, dentro de la majestuosa gama dinámica del Agua.



Foto 2: Río Ulpán

Desde su nacimiento los ríos fluyen aguas abajo, disminuyendo progresivamente su altitud respecto del nivel del mar, obviamente dado a que las aguas siguen unidireccionalmente bajando sobre los cauces por acción de la fuerza de gravedad.

Desde "aguas arriba" hacia "aguas abajo" el tamaño promedio de las partículas del fondo de los cursos de agua se van reduciendo desde los grandes bolones o rocas mayores de los arroyos de montaña, pasando por piedras bochas y cantos rodados de mediano tamaño y gravas menores llegando hasta los finos sedimentos arenosos y arcillosos de los grandes ríos.

2.3.3 Tipos de ambientes dulceacuícolas

El agua constituye una sustancia esencial para el desarrollo de la vida. Es la sustancia más abundante en el protoplasma de los seres vivos. En todos los continentes existen masas de agua dulce más o menos extensas que forman lagos, lagunas, ríos, riachuelos y barrancos. Las aguas dulces constituyen un hábitat donde viven y se desarrollan gran variedad de seres vivos, los cuales dependen del agua para su subsistencia. En cuanto a las masas de aguas continentales se distinguen 2 tipos:

Aguas lénticas o estancadas.- comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua. A este grupo pertenecen los lagos, lagunas, charcas y pantanos. En estos sistemas, según su tamaño, pueden haber movimientos de agua: olas y mareas.

Aguas lólicas o corrientes.- incluyen todas las masas de agua que se mueven continuamente en una misma dirección. Existe por consiguiente un movimiento definido y de avance irreversible. Este sistema comprende: los manantiales, barrancos, riachuelos y ríos.

2.3.4 Orden del río

El concepto de *orden del río* surge de la necesidad de categorizar más precisamente al *continuum* de los tipos lólicos (Horton, 1945). El orden del río clasifica a un río en relación a sus tributarios, a su área de drenaje, longitud y edad del agua (gráfico 4).

Los ríos de primer orden son las ramas terminales, los segmentos más jóvenes de un sistema fluvial; no tienen tributarios.

Los ríos de segundo orden están formados por la conjunción de por lo menos dos tributarios de primer orden. Un río de tercer orden se alimenta por tributarios de primer y segundo orden, y así se progresa. Se necesitan por lo menos dos ríos de cualquier orden dado para formar el orden superior subsiguiente.

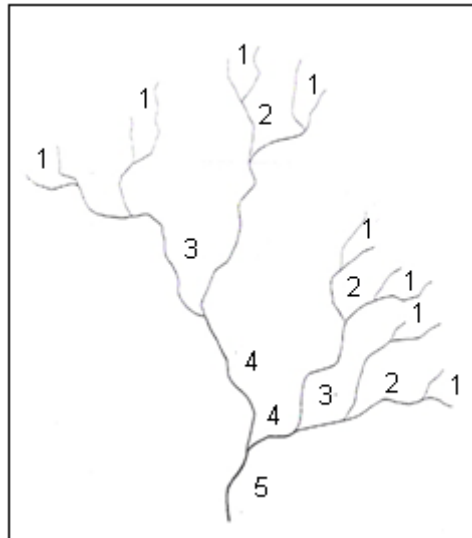


Gráfico 4.- Sistema fluvial mostrando el orden desde los ríos de primer orden hasta un río de quinto orden

Por lo tanto, idealmente, se requieren por lo menos ocho ríos de primer orden para formar un cauce de cuarto orden. Gran parte de la clasificación depende de la resolución del mapa utilizado y se plantean problemas, como la intermitencia en las extensiones de las fuentes, que reducen la precisión de la categorización. Los ríos con cauce de décimo orden son raros. El río Misisipí es probablemente el único ejemplo en América del Norte, a pesar de que a veces está categorizado en el decimosegundo lugar.

El simple número que designa al orden del río está obviamente relacionado a algo más que la suma de sus tributarios; la longitud del cauce y el área de drenaje también aumentan con el orden del río. A medida que fluye el río, recibiendo contribuciones de sus tributarios, aumenta la *descarga*. La descarga es el volumen de agua que pasa por un punto dado durante cierto período; es el producto del ancho y profundidad del cauce y la velocidad del agua; cualquiera de estos parámetros puede variar. En América del Norte es común describir la descarga en término de pies cúbicos por segundo (pcs), igual a 28,3 litros por segundo. En la medida que el río crece de tamaño, se ensancha

relativamente más de lo que se profundiza, y la velocidad de la corriente se mantiene prácticamente constante o llega a aumentar río abajo a pesar de la disminución de la pendiente del lecho del río.

2.3.5 Tipos de flujo

Lo primero que llama nuestra atención en los ríos es la corriente y su velocidad. Menos obvia es la manera fundamental en la que fluye el agua. Hay dos tipos principales de flujo, *laminar* y *turbulento*. De los dos, el laminar es de lejos el menos común. Es característica de los fluidos muy viscosos y en el agua se presenta solamente cuando su movimiento es muy lento. En este caso, todas las unidades líquidas progresan en líneas paralelas en relación con sus vecinas y a la misma velocidad. Parece agua inmóvil en la cual cualquier mezcla es producida por acción molecular. A medida que aumenta la velocidad, surge el flujo turbulento que se caracteriza por su irregularidad. Las unidades líquidas vecinas pueden moverse en diversas direcciones y a velocidades diferentes de la media del flujo.

Es una progresión errática y mezclada del fluido, y la mayor parte del patrón del flujo de un río es de este tipo. La turbulencia explica porqué los ríos no alcanzan velocidades mayores al descender por cauces de crecientes uniformes. Las fuerzas de aceleración se ven contenidas por la turbulencia. Otro factor es la aspereza del cauce, porque éste induce la turbulencia, la fuerza que resiste y retarda la aceleración.

El número de Reynolds es una cifra sin unidad que marca la frontera entre la uniformidad del flujo laminar y la sinuosidad de los remolinos del flujo turbulento. En el cauce del río es el valor derivado de la división del producto del diámetro promedio del flujo por la viscosidad cinemática del fluido. La viscosidad cinemática es el cociente de la viscosidad dinámica por la densidad, y ambos pueden variar con la temperatura. Tanto el numerador como el denominador disminuyen al aumentar la temperatura. A 25 °C el agua pura tiene menos del 50 % de la viscosidad cinemática del agua a 0 °C.

Los números de Reynolds inferiores a 2.000 describen al flujo laminar; los mayores de 2.800 son más comunes e indican turbulencia o baja viscosidad.

A pesar de que el flujo laminar es una parte infinitesimal del curso de un río, las pequeñas plantas y animales pueden experimentarlo. La piedra del lecho de un río tiene una delgada película laminar en la superficie superior a pesar de que el curso superior, y particularmente las superficies más o menos verticales, pueden ser lavadas por chorros turbulentos. En el lecho del cauce la velocidad es cero; en alguna parte encima hay una ruptura brutal que marca la línea entre el movimiento laminar y el turbulento. La mayoría de los velocímetros mecánicos y correntímetros son demasiado toscos para detectar microcorrientes sobre y en la superficie de objetos sumergidos, pero McConnell y Sigler (1959) superaron el problema. Establecieron las tasas de disolución de las tabletas de cloruro de sodio sumergidas durante 1 minuto en varios flujos; desde entonces, otros ecólogos de ríos han utilizado este ingenioso método (Stevenson, 1983).

El *coeficiente Austausch* es una medida de turbulencia; el exceso de mezcla de la que sería causada solo por la difusión molecular. Constituye un intento de cuantificar todos los movimientos sin rumbo que van contra la dirección del flujo principal.

Las complejidades del flujo de un río están lejos de ser obvias para el observador no entrenado. Además del gradiente de la pendiente, un aumento en el volumen o en la profundidad aumentará la velocidad. Sorprendentemente, Hynes (1970) demostró que un río de 200 m de ancho por 4 m de profundidad con una pendiente de 0,5 m/km tendrá una velocidad 1,2 veces superior a la de un pequeño río de 20 m de ancho por 0,5 m de profundidad, fluyendo por una pendiente 10 veces más pronunciada. La corriente fluye a mayor velocidad en los cauces lisos que en lechos toscos. El estrechamiento abrupto del cauce de un río aumenta bruscamente la velocidad en tanto que la descarga se mantiene constante.

En los ríos de orden alto el cauce se ensancha, aumenta la descarga y la velocidad se mantiene aproximadamente igual o aumenta. Por lo tanto, la corriente de un río lejos de su fuente no fluye a velocidad reducida como a menudo se asume. También se puede alentar el concepto de que el agua fluye más rápidamente de lo que realmente lo hace. Excepcionalmente los flujos son superiores a 6 m/segundo y en general las velocidades son inferiores a 3 m/segundo (Hynes, 1970).

Para la mayoría de los estudios físicos, químicos y biológicos es necesario determinar la velocidad del río. Para establecer la velocidad media de la corriente no es adecuado medir el tiempo que pone en avanzar un objeto flotante. Se considera que la velocidad de la corriente que fluye cerca de los 6/10 de la profundidad es una buena aproximación de la velocidad promedio. Se obtiene un resultado mejor promediando las velocidades a los 2/10 y 8/10 de la profundidad del río.

Es una aproximación para considerar la fricción fronteriza, la turbulencia de los remolinos, y el efecto enlentecedor de la tensión superficial en la verdadera superficie de la columna de agua. En los arroyos someros, un limón o una naranja se hunden hasta una profundidad tal que su avance río abajo refleja la velocidad media.

2.3.6 Transporte de materiales

Los materiales en el agua corriente son transportados en tres estados principales: como materia *disuelta*, como sólidos *suspendidos* y como *carga del cauce*.

La mayoría de las otras sustancias acarreadas por las aguas corrientes pueden clasificarse ya sea como detritos orgánicos o *aluviones*, que son restos de rocas. La corriente mueve a las arcillas, la greda y a los pequeños guijarros en función de la *competencia* del río.

Esta palabra describe el tamaño del grano que una corriente puede mover. Las partículas de aluvión no son transportadas en solución sino en suspensión; a menudo podemos verlas y es lo que llamamos turbidez. El rol que juega aquí la turbulencia es importante. Proyecta fragmentos aluviales desde el lecho hacia arriba, en la corriente que la barre río abajo.

Además de la velocidad y de la turbulencia, el tamaño, la forma y la densidad de una partícula en suspensión determinarán cuánto tiempo y cuán lejos ésta será transportada. La relación entre la velocidad y el transporte aluvial es exponencial, la corriente puede mover un fragmento rocoso cuya talla varía como la sexta potencia de la velocidad del agua.

Al duplicar la velocidad, la corriente puede mover piedras 64 veces mayores que las que movía al principio. Hay una excepción, las partículas de arcillas y limos (diámetros de 3 a 30 μm) no son desalojadas más fácilmente que granos de arena normal, 100 veces más grandes.

2.3.7 El flujo de las aguas, la Temperatura y el Oxígeno disuelto

La velocidad de las aguas disminuye de la montaña a la llanura, su flujo de superficie pasa de turbulento a laminar, es decir que mientras cubre sólo parcialmente el fondo de los arroyos de montaña, dejando al descubierto gran parte de las rocas, produciendo saltos y cascadas, en los grandes ríos de llanura, fluye en capas paralelas o laminares, dejando el sedimento de fondo cubierto a mayor profundidad.

Las partículas del lecho disminuyen su tamaño relativo debido a que las rocas son meteorizadas por la acción mecánica de la corriente. Así, las partículas más pesadas permanecen aguas arriba y las más pequeñas y livianas, son arrastradas aguas abajo (áreas erosionales y deposicionales respectivamente).

Como consecuencia del cambio de flujo, de turbulento a laminar, el oxígeno disuelto disminuye relativamente desde las nacientes del curso fluvial hasta su desembocadura, ya que la turbulencia cuenca arriba mantiene las aguas saturadas de dicho gas vital, por la permanente mezcla con la atmósfera debido al agitado movimiento torrencial.

En los ríos que corren por regiones de escasa pendiente con flujo laminar, en cambio las proporciones de oxígeno disuelto de las capas inferiores suele ser mucho menor que el valor de saturación, especialmente si no llega la luz que posibilite la fotosíntesis a esas profundidades, y aún puede desaparecer en condiciones extremas.

Es usual que se alcancen situaciones de severa depleción de oxígeno por los aportes alóctonos de materia orgánica biodegradable, en condiciones en que la contaminación invade el curso de agua. Generalmente la temperatura de las aguas aumenta en forma inversamente proporcional a la altitud, aunque existen excepciones a este respecto.

2.4.- MARCO LEGAL

2.4.1- Constitución política del Ecuador 2008

En el capítulo segundo, con título: Biodiversidad y recursos naturales en la Sección primera correspondiente a la “Naturaleza y ambiente”, el artículo 395 señala que la Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

- a) El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
- b) Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
- c) El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
- d) En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier

impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

- a) Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.
- b) Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.
- c) Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.
- d) Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

- e) Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

Art. 398.- Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos. Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptada por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley.

Art. 399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

En la Sección sexta que lleva por título “Agua” en el **artículo 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que

tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque eco sistémico.

2.4.2.- Ley de Gestión ambiental.

En la Ley se ha planteado el siguiente considerando:

Que la Constitución Política de la República del Ecuador, reconoce a las personas, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; declara de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país; establece un sistema nacional de áreas naturales protegidas y de esta manera garantiza un desarrollo sustentable;

Que para obtener dichos objetivos es indispensable dictar una normativa jurídica ambiental y una estructura institucional adecuada; y. En ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, expide la siguiente.

2.4.2.1 Ley de Gestión Ambiental

En el título I denominado “Ámbito y principios de la ley” se han planteado los siguientes artículos:

Art. 1.- La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art. 2.- La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

Art. 3.- El proceso de Gestión Ambiental, se orientará según los principios universales del Desarrollo Sustentable, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Art. 4.- Los reglamentos, instructivos, regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia, expidan las instituciones del Estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas, según corresponda, desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos, de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos.

En el título II que lleva por nombre “Del Régimen Institucional de la Gestión Ambiental” en el capítulo I que trata sobre el DESARROLLO SUSTENTABLE en el artículo que a continuación se transcribe se señala:

Art. 7.- La gestión ambiental se enmarca en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que establezca el Presidente de la República al aprobar el Plan Ambiental Ecuatoriano. Las políticas y el Plan mencionados formarán parte de los objetivos nacionales permanentes y las metas de desarrollo. El Plan Ambiental Ecuatoriano contendrá las estrategias, planes, programas y proyectos para la gestión ambiental nacional y será preparado por el Ministerio del ramo.

En el capítulo IV que lleva por título “De la capacitación y difusión” se ha tomado en cuenta los siguientes elementos:

Art. 30.- El Ministerio encargado del área educativa en coordinación con el Ministerio del ramo, establecerá las directrices de política ambiental a las que deberán sujetarse los planes y programas de estudios obligatorios, para todos los niveles, modalidades y ciclos de enseñanza de los establecimientos educativos públicos y privados del país.

Art. 31.- El Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental, a través de los medios de difusión de que dispone el Estado proporcionará a la sociedad los lineamientos y orientaciones sobre el manejo y protección del medio ambiente y de los recursos naturales.

En el capítulo V correspondiente a los “INSTRUMENTOS DE APLICACION DE NORMAS AMBIENTALES”, debemos considerar los artículos 33 y 35.

Art. 33.- Establecerse como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

Art. 35.- El Estado establecerá incentivos económicos para las actividades productivas que se enmarquen en la protección del medio ambiente y el manejo sustentable de los recursos naturales. Las respectivas leyes determinarán las modalidades de cada incentivo.

El Título V dedicado a la “LA INFORMACION Y VIGILANCIA AMBIENTAL”, se relaciona con la investigación tomando en cuenta los artículos 39 y 40.

Art. 39.- Las instituciones encargadas de la administración de los recursos naturales, control de la contaminación ambiental y protección del medio ambiente, establecerán con participación social, programas de monitoreo del estado ambiental en las áreas de su competencia; esos datos serán remitidos al Ministerio del ramo para su sistematización; tal información será pública.

Art. 40.- Toda persona natural o jurídica que, en el curso de sus actividades empresariales o industriales estableciere que las mismas pueden producir o están produciendo daños ambientales a los ecosistemas, está obligada a informar sobre ello al Ministerio del ramo o a las instituciones del régimen seccional autónomo. La información se presentará a la brevedad posible y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para solucionar los problemas detectados. En caso de incumplimiento de la presente disposición, el infractor será sancionado con una multa de veinte a doscientos salarios mínimos vitales generales.

En el Texto unificado de legislación ambiental se han reunido la norma técnica ambiental que se ha dictado bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la

Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. En ella se establecen:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

2.5.- VARIABLES, DIMENSIONES O ÁREAS, INDICADORES, ÍNDICES.

Con esta investigación lo que se pretende es encontrar por primera vez los datos necesarios para establecer las condiciones de los principales ríos de la provincia de Chimborazo para lo cual se ha considerado como parámetros adecuados los siguientes: demanda bioquímica de oxígeno, amoniaco, sólidos totales disueltos, conductividad, nitratos, oxígeno disuelto, en vista de lo señalado el trabajo de investigación no requería de la propuesta de una hipótesis, por el contrario será en el futuro y a partir de monitoreos posteriores que se pueda plantear si las condiciones de los ríos de Chimborazo se mantiene en condiciones adecuadas o están contaminadas. Por lo que se procede a operacionalizar el objetivo general, es decir, “Determinar la calidad de las aguas de los ríos de la provincia de Chimborazo usando como indicadores la carga orgánica y la concentración de amonio”

TABLA 1: VARIABLES, DIMENCIÓN, INDICADORES, ÍNDICE

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICE
Dependiente			
Calidad del		Concentración de	Proteger la salud

agua.	Ambiental. Social	contaminantes.	humana y el bienestar general de la población. Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos. Conservar la integridad de los ecosistemas.
Independiente Indicadores ambientales.	Ambiental	Demanda Biológica de oxígeno (DBO5). Amonio (NH3). Oxígeno disuelto. Sólidos totales. Disueltos (STD). Nitratos	2 mg/L* 1 mg/L* No menor al 80% de Concentración de saturación y no menor a 6 mg/l * 500 mg/L* 10 g/L*

(*) Datos tomados del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1.- Diseño de la investigación

En los estudios de investigación en muchos de los casos, se examina un determinado fenómeno en el curso del tiempo recurriendo a una particular sub-población (por lo

general, un grupo de población o cohorte de determinadas edades). Los estudios longitudinales en los cuales se interroga dos o más veces a una misma muestra de sujetos se conocen como estudios de segmentos.

De similar modo, los estudios de seguimiento estudian en dos o más momentos a los mismos sujetos, quienes por lo general han recibido un tratamiento o comparten una particular característica de interés; el seguimiento persigue, así, estudiar su desarrollo subsecuente. Los estudios longitudinales suelen ser costosos, requieren una mayor inversión de tiempo y conllevan numerosas dificultades como la pérdida de sujetos con el tiempo; sin embargo, frecuentemente resultan de gran valor, en virtud de la información que arrojan.

En múltiples ocasiones, la investigación busca elucidar las relaciones causa-efecto. Los estudios no experimentales emplean, para este propósito, diseños retrospectivos o prospectivos. En los diseños retrospectivos, el investigador observa la manifestación de algún fenómeno tomado en cuenta la variable dependiente e intenta identificar retrospectivamente sus antecedentes o causas, es decir, ubicar la variable independiente.

Los estudios prospectivos se inician con la observación de ciertas causas presumibles y avanzan longitudinalmente en el tiempo a fin de observar sus consecuencias. La investigación prospectiva se inicia, por lo común, después de que la investigación retrospectiva ha producido evidencia importante respecto a determinadas relaciones causales.

Un buen diseño de investigación deber ser apropiado para la pregunta que se ha planteado el investigador. Debe también llevar al mínimo o evitar los sesgos que puedan distorsionar los resultados del estudio. Adicionalmente, un buen diseño trata de mejorar la precisión de la investigación, lo cual denota la sensibilidad para detectar los efectos de la variable independiente, en relación con los efectos de las variables extrañas. Finalmente, el diseño debe contemplar de manera apropiada el aspecto del poder de la

investigación, es decir, la capacidad del diseño para crear el máximo contraste entre los grupos de comparación.

3.1.1. Metodología de la investigación

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizará la siguiente metodología:

Método sistémico.- Está dirigido a modelar el objeto mediante la determinación de sus componentes, así como las relaciones entre ellos. Esas relaciones determinan por un lado la estructura del objeto y por otro su dinámica.

La medición.- Se desarrolla con el objetivo de obtener la información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas. Es decir es la atribución de valores numéricos a las propiedades de los objetos. En la medición hay que tener en cuenta el objeto y la propiedad que se va a medir, la unidad y el instrumento de medición, el sujeto que realiza la misma y los resultados que se pretenden alcanzar.

En las ciencias sociales, naturales y técnicas no basta con la realización de las mediciones, sino que es necesaria la aplicación de diferentes procedimientos que permitan revelar las tendencias, regularidades y las relaciones en el fenómeno objeto de estudio, uno de estos procedimientos son los estadísticos, tanto los descriptivos como los inferenciales.

3.1.2- Nivel de la investigación

3.1.2.1.- Características de los cuatro niveles de investigación.

Para empezar es importante definir cuales son estos cuatro niveles; son el Exploratorio, Descriptivo, Correlacional, y Explicativo.

1) Exploratorio: Su objetivo principal es captar una perspectiva general del problema, se efectúa normalmente cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado con anterioridad. Identifican relaciones potenciales entre variables y establecen el tono de investigaciones posteriores más rigurosas.

Se caracterizan por ser más flexibles en su metodología en comparación con los estudios descriptivos o explicativos, además son más amplios y dispersos que estos otros dos tipos.

2) Estudios descriptivos: Buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis, es decir, buscan saber quién, dónde, cuándo, cómo y por qué del sujeto de estudio, y principalmente miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar.

La investigación descriptiva requiere de un considerable conocimiento del área que se investiga para formular las preguntas específicas que busca responder, se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno descrito. Pueden ofrecer la posibilidad de predicciones rudimentarias.

3) Estudios Correlacionales: Estos tienen como propósito medir el grado de relación que exista entre dos o más conceptos o variables. La utilidad y el propósito principal de los estudios correlacionales son saber como se puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otra u otras variables relacionadas.

En el caso de que dos variables estén correlacionadas, esto significa que una varía cuando la otra también lo hace, puede ser positiva o negativa, si es positiva quiere decir que sujetos con altos valores en una variable tenderán a mostrar altos valores en la otra variable. Si dos variables están correlacionadas y se conoce la correlación, se tiene bases para predecir con mayor o menor exactitud el valor aproximado que tendrá un grupo de personas en una variable, sabiendo que valor tienen en la otra variable.

Estos se distinguen de los descriptivos ya que en vez de medir con precisión las variables individuales, evalúan el grado de relación entre dos variables. Al saber que dos conceptos o variables están relacionados se aporta cierta información explicativa.

4) *Estudios explicativos*: Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, o del establecimiento de relaciones entre conceptos, están dirigidos a responder las causas de los eventos físicos o sociales, su interés se centra en explicar por que ocurre un fenómeno y en que condiciones se da este, o porque dos o más variables están relacionadas. Estos son más estructurados que las demás clases de estudios y de hecho.

“De los niveles de investigación expuestos anteriormente se ha elegido el “Estudio Descriptivo” porque se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga.”

3.2.- POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1.- Población

Para el desarrollo de este estudio se considera como población a los ríos de la Provincia de Chimborazo por la necesidad de información primaria que permita establecer la calidad de las aguas de los mismos.

3.2.2.- Muestra

Por ser una investigación inicial, es decir de base es necesario considerar todos los elementos constitutivos de la población.

3.3.-TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas que se aplicarán son:

A) Técnicas para recolectar información:

- Observaciones directas

- Revisión de archivos, publicaciones, investigaciones previas, compendios estadísticos, datos históricos, entre otros de menor relevancia.

B) Técnicas para el procesamiento y análisis de datos:

- Cuadros
- Diagramas
- Gráficos o ilustraciones diversos

C) Desarrollo de la contrastación:

Aplicaremos técnicas organizativas tendientes a recopilar datos referentes a las variables de incidencia en la calidad de las aguas de los ríos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 LÍNEA DE BASE

La provincia de Chimborazo nace el 25 de Junio de 1824, tiene una extensión aproximada de 6160 Km, y limita: al Norte con la Provincia de Tungurahua, al sur con Cañar, al este con Morona-Santiago y al oeste con Bolívar, ocupando en su totalidad las hoyas de Riobamba, Alausí y parte del Chimbo.



Conocida como la "provincia de las altas cumbres", debido a que en ella se encuentran algunas de las más importantes elevaciones del Ecuador, está situada en la zona central del

pasillo Interandino. En la cordillera Occidental se encuentra el volcán Chimborazo, que da nombre a la provincia, con una altura de 6310 m.s.n.m. La capital de la provincia es Riobamba, denominada como "la Sultana de Los Andes". Se encuentra a una altitud de 2754 m.s.n.m.

Tiene otros nueve cantones: Alausí, Chambo, Chunchi, Colta, Cumandá, Guamote, Guano, Pallatanga y Penipe.

4.1.1 Alausí

Fundado el 29 de Junio de 1534 y se considera fue la primera población en la Real Audiencia de Quito. La llegada del ferrocarril el 8 de Septiembre de 1902 constituyó una prometedora realidad para el desarrollo urbano, arquitectónico y social de Alausí.

Se encuentra a 97 Km. al sur de Riobamba, en un pequeño valle, al pie del cerro Gampala en la depresión que sigue el curso el río Chanchán.

Limita al norte con el Nudo de Tío Cajas, al sur con el Nudo del Azuay, al este con Macas y Sevilla de Oro y por el occidente llega hasta las llanuras de la Costa en la provincia del Guayas.

Entre los principales ríos están: el Chanchán que nace en los páramos de Atapo, es el principal agente hidrográfico de la hoya del mismo nombre, formado por el Pomacocha y el Guasuntos; el río Chanchán recibe las aguas de los ríos Sibambe, Launag, Blanco, Angas; uniéndose con el Chimbo, forma el Yahuachi que se une al Guayas, para llegar al Océano Pacífico.

4.1.2 Chambo

Está ubicado el noroeste de la provincia. Posee una superficie de 163 km², que representan el 2.5% de la superficie de Chimborazo. Los principales cursos de agua que cruzan el cantón son los ríos Chambo, Daldal y Timbul. Cuenta además con la laguna Rocón.

La altura promedio del cantón está por los 2 780 m.s.n.m. La temperatura promedio es de 14 °C. El clima es apto para la agricultura.

Chambo es uno de los primeros asentamientos de la nacionalidad Puruha, pese a esto, los trámites para su cantonización se realizan desde 1 940 hasta lograr el pleno reconocimiento oficial el 18 de marzo de 1 998.

Situada a 8 km de Riobamba hacia el este, se extiende en las faldas de los montes Quilimás y Cubillín de la Cordillera Oriental. Su altitud va desde los 2 400 a 4 730 m.s.n.m, con temperaturas que fluctúan entre 0 - 15° C. Limita al norte, al oeste y al sur cantón Riobamba, al oeste con Morona Santiago.

A pesar de contar con una superficie pequeña, su importancia radica en la ubicación geográfica, en la diversidad de pisos climáticos y en la rica producción agrícola y ganadera.

El cantón Chambo no cuenta con parroquias rurales, pero desde el punto de vista territorial existen áreas relativamente homogéneas que podrían tomarse en cuenta como posibles y futuras parroquias.

4.1.3 Chunchi

Está ubicado en el extremo sur de la provincia. Chunchi es conocido también como el 'Sillón Andino del Ecuador'.

El 4 de Julio de 1944 bajo la presidencia del Dr. José María Velasco Ibarra se elevó a la categoría de cantón. La población conmemora esta fecha con una serie de actividades como toros, desfiles, campeonatos deportivos, conciertos. Se encuentra a 130 km de Riobamba, limita al sur con Cañar. Tiene una extensión de 279 km² de suelo irregular, una altitud entre los 1 600 y 4 300 m.s.n.m. El clima va desde el subtropical hasta el frío de los páramos, con una temperatura promedio entre 14° C. y 21° C. Al norte oeste y este limita con Alausí, y al sur con Cañar.

La gran variedad de cotas, asociada a la variedad de temperaturas y microclimas favorecen la existencia de una gran variedad de fauna y flora en el cantón. El suelo de Chunchi es rico en nutrientes y las lluvias favorecen la agricultura. En los valles de Piñancay se cultivan frutales de clima tropical. En algunos sitios se conserva el bosque andino y en el páramo aún subsisten lobos, zorros, conejos, venados.

La zona del Charrón es agrícola y ganadera, es conocida por la crianza de toros de lidia, además su producción lechera y de sus derivados. Los principales cultivos son: el maíz, papas, zapallos, ocas, mellocos, ají.

4.1.4 Colta

Colta es un cantón de la Provincia de Chimborazo en el Ecuador. Se sitúa en una altitud promedio de 3.212 m.s.n.m. La temperatura media es de 12 °C. Su proximidad a la ciudad de Riobamba, está a sólo 18 km, hace de ella una ciudad turística importante.

De la ciudad de Colta, sede administrativa del cantón homónimo son originarios personajes importantes en la historia del Ecuador, se destacan entre ellos: Condorazo; Duchicela; el sabio Pedro Vicente Maldonado; Juan de Velasco; Isabel de Godín; Magdalena Dávalos.

4.1.5 Cumandá

Es un cantón de la Provincia de Chimborazo en el Ecuador, se encuentra ubicado al sur oeste de la provincia de Chimborazo, a unas tres horas de Riobamba. Fue cantonizado el 28 de Enero de 1992.

La cabecera, Cumandá, está situada a orillas del río Chimbo, que la separa del vecino centro poblado de Bucay, perteneciente a Guayas. Tiene una extensión de 158,7 km² y alberga a 10 197 habitantes lo que da una densidad poblacional de 60.25 hab/km².

El cantón se sitúa en una altitud que varía de 300 hasta 1900 m.s.n.m aproximadamente, esta situación permite que sea una de las zonas con mayor biodiversidad de la provincia y del país. Está ubicada en el subtrópico, por lo que su clima tiene una temperatura promedio de 20° C.

El Bosque Primario de Chilicay, muy propicio al avistamiento de aves. Bosque ubicado entre los 900-1200 m.s.n.m, con una humedad alta y una temperatura variable entre los 15 y 29 grados centígrados.

Los ríos Chimbo y Chanchán permiten la realización de deportes acuáticos. Varios ejemplos de producción sostenible, con respeto del medio ambiente, entre los que se destaca la hacienda San Ramón.

4.1.6 Guamote

Se sitúa en una altitud promedio de 3 050 m.s.n.m. La temperatura media es de 12 °C. Guamote formó parte de la Villa de Riobamba, como parroquia Eclesiástica en 1 613 y parroquia civil en 1 643. Constituida la Gran Colombia, en 1824, el Departamento del Ecuador comprendía las provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo, esta última con los cantones; Riobamba, Ambato, Guano, Guaranda, Alausí y Macas: de acuerdo a este decreto, Guamote fue parte del cantón Riobamba, hasta que en 1.884 pasa a la jurisdicción del nuevo cantón Colta, creado el 27 de febrero.

El territorio que hoy corresponde al cantón Guamote, estuvo habitado desde tiempos remotos por cacicazgos como los Guamutis, Atapos, Tipines, Vishudes, entre otros. Todos constituían parcialidades del Reino de los Puruháes, dedicado a la cría del ganado, pastoreo y producción de lana, habría que destacar además que, desde estas tierras se originaron diversos levantamientos indígenas que ha jugado un papel histórico en el posicionamiento jurídico y político del movimiento indígena, hasta la actualidad. Limita al norte con los cantones Colta y Riobamba, al sur con Alausí, al este Morona Santiago y al oeste con el cantón Pallatanga.

4.1.7 Guano

La ciudad de Guano se halla a 1°36'10'' de latitud sur; 81 grados latitud este; 0°6'30'' del meridiano de Quito; 0°11'30'' latitud occidental. El centro de la ciudad de Guano se halla a 8 km de Riobamba, a Santa Teresita hay 4 km. Y desde Santa Teresita hasta los Elenes 1,5 km. (13,5 km. en total).

Tiene una superficie de 473 km², y su rango de altitud va desde los 2000 hasta los 6310 m.s.n.m, en el nevado Chimborazo. Está situado a 10 minutos de Riobamba.

Es un importante centro artesanal de tejidos de lana. Su especialidad es la elaboración de alfombras. Se encuentra al norte de la provincia, por lo que limita con Tungurahua, al Sur y al Oeste limita con Riobamba y una pequeña parte de la Provincia de Bolívar, y el Este con el río Chambo.

De acuerdo con el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE, la pobreza por necesidades básicas insatisfechas, alcanza el 83,44% de la población total del cantón, y la extrema pobreza alcanza el 49,96%.

Tiene una extensión 473.3 km² cuadrados, corresponde al 7% de territorio provincial.

La temperatura promedio es de 16 a 18 °C. Existe diversidad de pisos climáticos, desde el valle hasta la montaña más alta. Por lo mismo, hay vegetación de toda clase, incluyendo la propia de los páramos

4.1.8 Pallatanga

Se ubica a más o menos dos horas de la capital de la provincia, Riobamba, y a tres horas de Guayaquil. Pallatanga se cantonizó el 13 de Mayo de 1986 y se encuentra ubicado al sur occidente de Chimborazo, a 1285 m.s.n.m, limita al norte con Colta, al sur con Cumandá, al este con Guamote y Alausí y al oeste con Guayas. Tiene una extensión de 270 km², en el cual viven 12000 habitantes, lo que nos da una densidad poblacional de 44,44 habitantes por km².

Por su ubicación geográfica tiene un clima agradable con una temperatura promedio de 20° C, que la ha convertido en un punto de atracción turística, donde existen fincas

vacacionales que permiten disfrutar de la belleza de sus paisajes, así como también se constituye en uno de los principales productores agrícolas de la provincia.

Sus principales productos son papas, habas, choclo, fréjol, y frutas menores como frutilla.

Esta parte de la provincia se celebran las fiestas de San Miguel y La Virgen de La Merced, en las que se nota que es un lugar acogedor; tienen restaurantes y residenciales para el turista.

Esta zona constituye una de las más grandes productoras agrícolas de la provincia de Chimborazo. Pallatanga no cuenta con parroquias rurales por lo que se considera solamente a la matriz como su única parroquia.

4.1.9 Penipe

Se sitúa entre los 2500 y los 5424 m.s.n.m, en El Altar. Se encuentra ubicado en el noreste de la provincia, a 22 Km. de distancia de la ciudad de Riobamba, con una extensión territorial de 240 km². Su latitud es 1° 34' sur y su longitud 78° 31' 60" oeste. La temperatura media es de 13 - 15 °C.

Penipe se fundó el 4 de octubre de 1563, por Don Lorenzo de Cepeda. En 1945 ya en la vida republicana del Ecuador, pasó a formar parte del Cantón Guano como parroquia rural y eclesiástica, con sus caseríos: Bayushig, Matus, El Altar, Calshi, Nabuzo, la Candelaria y Shamanga. Luego las comunidades fueron erigiéndose en parroquias así El Altar, Matus, Bayushig, Puela.

Limita al Norte con la quebrada de los Motilones, al Sur con Río Blanco al Este desde Paila Cajas hasta la Laguna Enjallinado y al Oeste con el río Chambo

Clima templado en los valles, frío en los páramos, glacial en el área del nevado el Altar. Tiene una carretera asfaltada, que antes de suscitarse el problema del Volcán

Tungurahua conducía la ciudad de Baños, al momento (2007) se encuentra interrumpida por dos grandes quebradas.

4.1.10 Riobamba

El cantón Riobamba está situado a 2.750 metros sobre el nivel del mar, a 1° 41' 46" latitud Sur; 0° 3' 36" longitud Occidental del meridiano de Quito. Se encuentra a 188 km. Al sur de la ciudad de Quito, en la región Sierra Central y constituye la capital de La Provincia de Chimborazo. Sus límites son Norte: Cantones de Guano y Penipe; Sur: Cantones de Colta y Guamate; Este: Cantón Chambo; Oeste: Provincia de Bolívar.

El cantón está conformado por cinco parroquias urbanas: Maldonado, Veloz, Lizarzaburu, Velasco y Yaruquíes; y de once parroquias rurales: San Juan, Licto, Calpi, Quimiag, Cacha, Flores, Punín, Cubijés, Licán, San Luís y Pungalá. Su superficie es de 979,7 Km².

El último censo de 2001 determinó que el cantón Riobamba tenía una población de 193.315 habitantes. Según las proyecciones demográficas del SIISE 4.0 a Diciembre del 2004, contamos con una población de 193.350 habitantes, de los cuales el 53.2% son mujeres y el 46.8% son hombres.

4.2 PRINCIPALES RÍOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO POR CANTONES

Para esta clasificación se ha recurrido a la información existente. El primer contratiempo fue que no todos los mapas disponían de la información en forma similar, lo que generó dudas sobre la existencia de ciertas corrientes para lo cual se realizó visitas de campo para constatar que se trataba de ríos y no de quebradas simplemente, a continuación se detalla la información recabada.

**TABLA 2. LISTA DE LOS PRINCIPALES RÍOS DE LA PROVINCIA DE
CHIMBORAZO**

No	CANTON	No	RIOS	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
1	Guano	1	Cascajal	Via a Quito	Carretera Panamericana
		2	Guano	Parroquia San Isidro	Carretera asfaltada
2	Penipe	3	Puela	Entre parroquia Puela y el Altar	Carretera asfaltada
3	Riobamba	4	Chimborazo	Via a Guaranda	Carretera asfaltada
		5	Calera	Via al Canton Cajabamba	Carretera Panamericana
		6	Chibunga	Via parroquia San Luis	Carretera asfaltada
		7	Daldal	Entre Canton Chambo y Parroquia Pungala	Carretera lastrada
		8	Maguaso	Via al Placer	Carretera lastrada
4	Chambo	9	Chambo	Via al Canton Chambo	Carretera asfaltada
		10	Ulpan	Entre Canton Chambo y Parroquia Pungala	Carretera lastrada
5	Cajabamba	11	Sicalpa	Via al Canton Cajabamba	Carretera Panamericana
		12	Navag	Via a parroquia Juan de Velasco	Carretera Panamericana
		13	Huangupud	Via a parroquia Juan de Velasco	Carretera Panamericana
		14	Pangor	Parroquia Juan de Velasco	Carretera Panamericana
		15	Pallo	Entre Parroquia Cañi y Canton Pallatanga	Carretera lastrada
		16	Tangabana	Entre Parroquia Cañi y Canton Pallatanga	Carretera lastrada
		17	Malpote	Entre Parroquia Cañi y Canton Pallatanga	Carretera lastrada
6	Pallatanga	18	Panza	Via al Canton Pallatanga	Carretera Panamericana
		19	Coca	Via del Canton Pallatanga al Canton cumanda	Carretera Panamericana
		20	Sal si puedes	Via del Canton Pallatanga al Canton cumanda	Carretera Panamericana
7	Guamote	21	Columbe	Via al Canton Guamote	Carretera Panamericana
		22	Guamote	Via al Canton Guamote	Carretera Panamericana
		23	Chipo	Via a parroquia Palmira	Carretera Panamericana
		24	Cebadas	Via Parroquia cebadas	Carretera lastrada
		25	Tingo	Via de Parroquia Cebadas a Ciudad de Macas	Carretera lastrada
		26	Yasipan	Via de Parroquia Cebadas a Ciudad de Macas	Carretera lastrada
		27	Atillo	Via a Macas	Carretera lastrada
8	Cumanda	28	Chalguayaco	Via al Canton Cumanda	Carretera Panamericana
		29	Blanco	Via al Canton Cumanda	Carretera Panamericana
		30	San Pablo	Via al Canton Cumanda	Carretera Panamericana
9	Alausi	31	Alausi	Via del Canton Alausi a la parroquia Sibambe	Carretera lastrada
		32	Sunticay	Via de parroquia Sibambe a Parroquia Huigra	Carretera lastrada
		33	Blanco	Via de parroquia Sibambe a Parroquia Huigra	Carretera lastrada
		34	Chanchan	Via de parroquia Huigra al Canton Cumanda	Carretera lastrada
		35	Guohualcon	Via de Canton Chumchi a Parroquia Llagos	Carretera Panamericana
		36	Guasuntos	Via de Parroquia Guasuntos al Canton Chumchi	Carretera Panamericana
		37	Manzana	Parroquia Achupallas	Carretera lastrada
		38	Zula	Via de Parroquia Achupallas a Parroquia Palmira	Carretera lastrada
10	Chumchi	39	Picay	Via del Canton Chumchi a parroquia Capzol	Carretera Panamericana
		40	Guahualcon	Via de parroquia Compud a Cuenca	Carretera Panamericana

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

Una vez que se conocía la cantidad de ríos a ser analizados el siguiente paso fue instaurar los lugares en los cuales se planteó obtener los datos que permitan establecer las condiciones ambientales de las corrientes.

TABLA 3. RÍOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO GEO REFERENCIADOS

CANTÓN	RÍOS	UBICACIÓN	PUNTO	
			COORDENADAS UTM	ALTURA m.s.n.m
Guano	Guano	Parroquia San Isidro	17M; 0757383; 9825137	3014
Penipe	Puela	Entre parroquia Puela y el Altar	17M; 0777541; 9838068	2358
	Blanco	La Candelaria	17M; 0777004; 9822348	2612
Riobamba	Chimborazo	Vía a Guaranda	17M; 0745472; 9825826	3419
	Chibunga	Vía parroquia San Luis	17M; 0764779; 9810511	2604
	Daldal	Entre Cantón Chambo y Parroquia Pungalá	17M; 0770004; 9801882	2859
	Maguaso	Vía al Placer	17M; 0774262; 9793366	3099
	Alao	Vía al Placer	17M; 0774293; 9793158	3084
Chambo	Chambo	Vía al Cantón Chambo	17M; 0763808; 9792592	3022
	Ulpán	Entre Cantón Chambo y Parroquia Pungalá	17M; 0770763; 9805970	2985
Colta	Sicalpa	Vía al Cantón Cajabamba	17M;0749840; 9814194	3158
	Pangor	Parroquia Juan de Velasco	17M;0734665; 9796403	3106
	Pallo	Entre Parroquia Cañi y Cantón Pallatanga	17M; 0724125; 9802416	2393
	Tangabana	Entre Parroquia Cañi y Cantón Pallatanga	17M; 0723754; 9795292	2120
	Malpote	Entre Parroquia Cañi y Cantón Pallatanga	17M; 0724837; 9788390	1620
	Coca	Vía del Cantón Pallatanga al Cantón Cumandá	17M; 0731406; 9778083	2096
	Sal si puedes	Vía del Cantón Pallatanga al Cantón Cumandá	17M; 0724442; 0993256	1228
Guamote	Columbe	Vía al Cantón Guamote	17M; 0753456; 9791508	3146
	Guamote	Vía al Cantón Guamote	17 M; 0755356;9786634	3460
	Chipo	Vía a parroquia Palmira	17M; 0753883; 9782340	3131
	Cebadas	Vía Parroquia Cebadas	17M; 0763536; 9792121	2848

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 3. RÍOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO GEO REFERENCIADOS

CANTÓN	RÍOS	UBICACIÓN	PUNTO	
			COORDENADAS UTM	ALTURA m.s.n.m
	Yasipán	Vía de Parroquia Cebadas a Ciudad de Macas	17M; 0767745; 9768766	3263
	Atillo	Vía a Macas	17M; 0773278; 9758616	3449
	Osogoche	Vía a Macas	17M; 0768773; 9765974	3380
Cumandá	Chalguayacu	Vía al Cantón Cumandá	17M; 0714427; 9759882	482
	Blanco	Vía al Cantón Cumandá	17M; 0710256; 9756824	348
	San Pablo	Vía al Cantón Cumandá	17M; 0717598; 0763734	603
	Chanchán	Vía Cantón Cumandá a Guayaquil	17M; 0707464; 9755684	317
	Chimbo	Cantón Cumandá	17M; 0707595; 9756792	303
Alausí	Alausí	Vía del Cantón Alausí a la parroquia Sibambe	17M; 0739282; 9757318	2234
	Guasuntos	Vía de Parroquia Guasuntos al Cantón Chunchi	17M; 0744352; 9753046	2367
	Citado	Vía del Cantón Pallatanga al Cantón Cumandá	17M; 0724819; 9769142	1086
Chunchi	Picay	Vía del Cantón Chunchi a parroquia Capzol	17M; 0733067; 9744484	2250
	Sevilla	Vía del Cantón Chunchi a parroquia Capzol	17M; 0742189; 9752350	2287

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

4.3 DATOS EXPERIMENTALES PROMEDIOS

TABLA 4. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO QUE SOLO REQUIERAN DESINFECCIÓN O TRATAMIENTO CONVENCIONAL

Límites máximos permisibles para agua de consumo humano y uso doméstico							
T° agua °C	pH	Conductividad µS/cm	TDS mg/L	OD mg/L	Nitratos mg/L	Amonio mg/L	DBO mg/L
+/- 3 °C	6 -	<250	500*				
C.N	9	**>750	1000**	> 6	10	1	2

(*) Limite máximo permisible para agua de consumo que solo requieren desinfección

(**) Limite máximo permisible para agua de consumo que requieren tratamiento convencional

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria TULAS

Las siguientes tablas reúnen los resultados de los procesos de monitoreo de los ríos elegidos en función de sus características, la información corresponde a datos promedios de los puntos en los cuales se realizó las tomas.

TABLA 5. RÍOS DEL CANTÓN ALAUSÍ

RÍOS	Datos de Calidad del agua							
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/L	OD mg/L	Nitratos mg/L	Amonio mg/L	DBO mg/L
Alausí	13,6	7,27	425	305	10,8	0,01	0,19	4,24
Guasuntos	14,8	7,27	212	141	10,67	0,01	0,02	17,50
Citado	18,1	7,53	204	142	11,05	0,01	0,01	0,63

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 6. RÍOS DEL CANTÓN CHAMBO

RÍOS	Datos de Calidad del agua							
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/l	OD mg/l	Nitratos mg/L	Amonio mg/l	DBO mg/L
Chambo	16,3	7,43	189,5	136,2	6,45	1,5	0,05	12,73
Ulpán	9,7	6,91	59,3	40,8	10,85	0	0,01	5,45

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 7. RÍOS DEL CANTÓN CHUNCHI

RÍOS	Datos de Calidad del agua							
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/l	OD mg/l	Nitratos mg/L	Amonio mg/l	DBO mg/L
Picay	12,7	8,4	192,2	133,7	10,96	0,01	0,03	32,30
Sevilla	13,7	7,66	249	172	11,1	0,01	0,02	5,10

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 8. RÍOS DEL CANTÓN COLTA

RÍOS	Datos de Calidad del agua							
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/l	OD mg/l	Nitratos mg/L	Amonio mg/l	DBO mg/L

Sicalpa	12,5	7,14	212	158	10,33	0,02	0,01	2,14
Pangor	13,8	7,32	218	161	10,4	0,01	0,01	1,33
Pallo	12,8	7,41	226	156	10,89	0,01	0,01	1,43
Tangabana	13,2	8,8	210	149	11,18	0,03	0,01	3,33
Malpote	15,5	7,6	299	205	11,1	0,01	0,01	2,50

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 9. RÍOS DEL CANTÓN CUMANDÁ

RÍOS	Datos de Calidad del agua							
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/l	OD mg/l	Nitratos mg/l	Amonio mg/l	DBO mg/L
Chalguayacu	21,4	7,35	152,8	105,7	11,5	0,02	0,01	1,26
Blanco	22,5	7,37	101,4	69,6	11,2	0,02	0,01	1,23
San Pablo	20,5	7,52	193,2	133,7	11,2	0,02	0,01	3,82
Chanchán	21,5	7,52	237	165	11,3	0,03	0	1,34
Chimbo	19,5	7,3	209	145	11,75	0,06	0	4,35

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 10. RÍOS DEL CANTÓN GUAMOTE

RÍOS	Datos de Calidad del agua							
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/l	OD mg/l	Nitratos mg/L	Amonio mg/l	DBO mg/L
Columbe	13	7,16	209	145	9,86	0,01	0,09	8,28
Guamote	13,8	7,29	321	219	7,13	0	0,14	12,50
Chipo	13,6	7,23	674	470	9,5	0,01	0,01	6,79
Cebadas	16,5	7,34	148,5	103,8	10,11	5	0,02	4,38
Yasipán	8,8	7,28	79	53,6	11,1	0,01	0,02	2,58
Atillo	11	6,35	32,5	28,4	9,95	0,01	0,01	23,31
Osogoche	10,2	7,1	58,2	40,5	10,67	0,01	0,01	12,41

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 11. RÍO DEL CANTÓN GUANO

RÍOS	Datos de Calidad del agua							
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/L	OD mg/L	Nitratos mg/L	Amonio mg/l	DBO mg/L
Guano	16	5.5	649	601	5,43	13,68	0,34	220,00

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 12. RÍOS DEL CANTÓN PALLATANGA

RÍOS	Datos de Calidad del agua							DBO mg/L
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/l	OD mg/l	Nitratos	Amonio mg/l	
Coca	17,8	7,23	198	135	10,5	0,01	0,02	1,88
Sal si puedes	16,9	7,5	208	160	10,2	0,01	0,02	1,54

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 13. RÍOS DEL CANTÓN PENIPE

RÍOS	Datos de Calidad del agua							DBO mg/L
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/l	OD mg/l	Nitratos mg/L	Amonio mg/l	
Puela	11,1	6,6	37,6	25,6	11,08	0,01	0,21	3,13
Blanco	10,8	7,25	96,5	68,8	10,3	0,02	0,47	1,91

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

TABLA 14. RÍOS DEL CANTÓN RIOBAMBA

RÍOS	Datos de Calidad del agua							DBO mg/L
	T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/l	OD mg/l	Nitratos mg/L	Amonio mg/l	
Chimborazo	9,8	7,12	339	237	9,12	0,01	0,18	1,11
Chibunga	18,9	8,02	602	419	8,76	0,02	0,45	14,38
Daldal	10	7,05	68,9	47,6	10,39	0,02	0,01	5,63
Maguaso	9,8	7,35	112,3	75,6	10,77	0,01	0,01	13,13
Alao	9,2	6,9	74,8	52	10,91	0,01	0,01	0,68

Fuente: Investigación

Preparado por: Autores de tesis

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El primer parámetro del análisis corresponde a la denominada contaminación orgánica en los ríos. La forma de cuantificación corresponde al valor medio de las mediciones de la DBO₅ (medido en mg/L). Se debe recordar que la contaminación orgánica en los ríos es una consecuencia directa de los vertidos de las aguas residuales urbanas. Los indicadores que se utilizan para tener una medida de dicha contaminación son la Demanda Bioquímica de Oxígeno y la concentración de amonio.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) expresa la cantidad de oxígeno disuelto en el agua necesario para degradar la materia orgánica presente en la misma en unas condiciones determinadas, se mide en miligramos de O_2 por litro (mg/L). Este indicador recoge la información de los puntos de muestreo tabulados cuyo valor medio de DBO_5 se encuentra entre tres rangos: de 0 a 2 mg/L, de 2 a 10 mg/L y mayores de 10 mg/L.

Para el planteamiento de la “Relevancia Ambiental”, la DBO_5 es un buen indicador de la calidad general de las aguas superficiales continentales y uno de los parámetros controlados de manera sistemática por las redes de control. Se define como la cantidad de oxígeno disuelto en el agua que consumen los microorganismos para oxidar las sustancias orgánicas presentes en ella en cinco días.

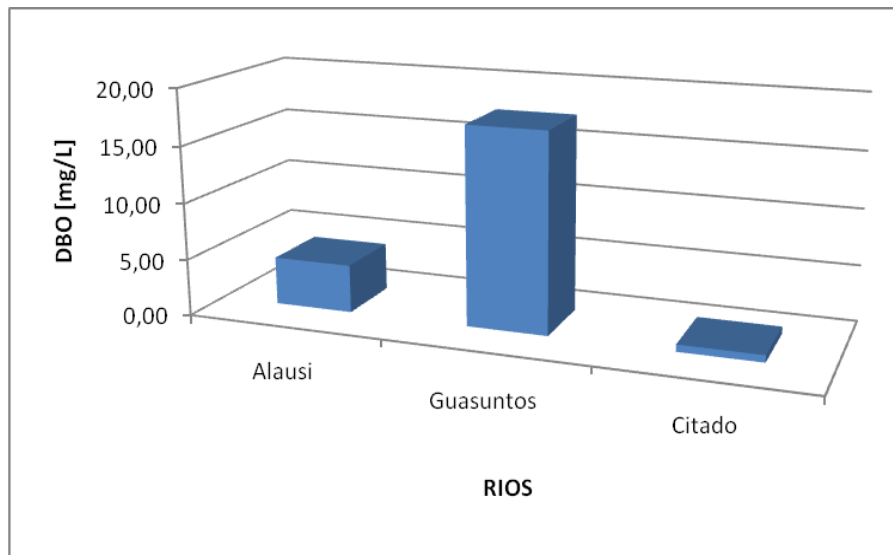


Ilustración 1. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Alausí

Análisis: Únicamente el río “citado” cumplen con la normativa, es decir, el valor de la DBO_5 es menor que 2 mg/L. Los ríos Guasuntos y Alausí incumplen el valor fijado.

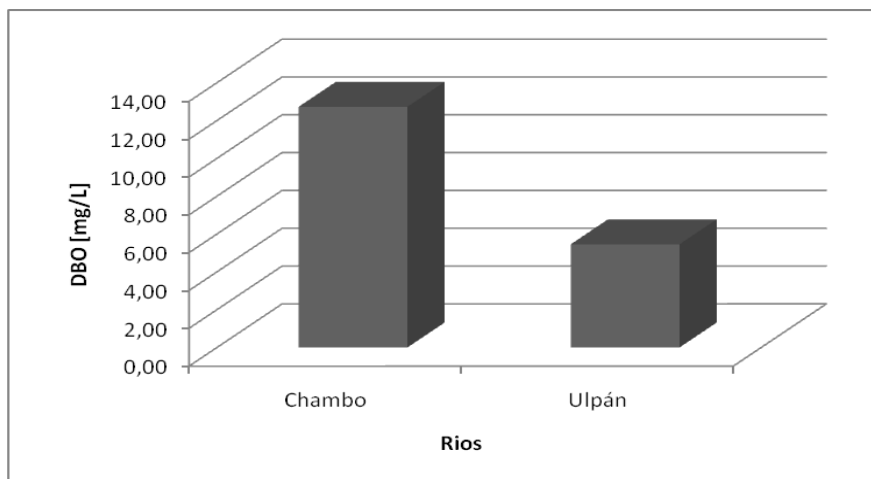


Ilustración 2. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Chambo

Análisis: Los dos ríos del cantón Chambo no cumplen la norma que se ha fijado, es decir, el valor de la DBO_5 es mayor que 2 mg/L.

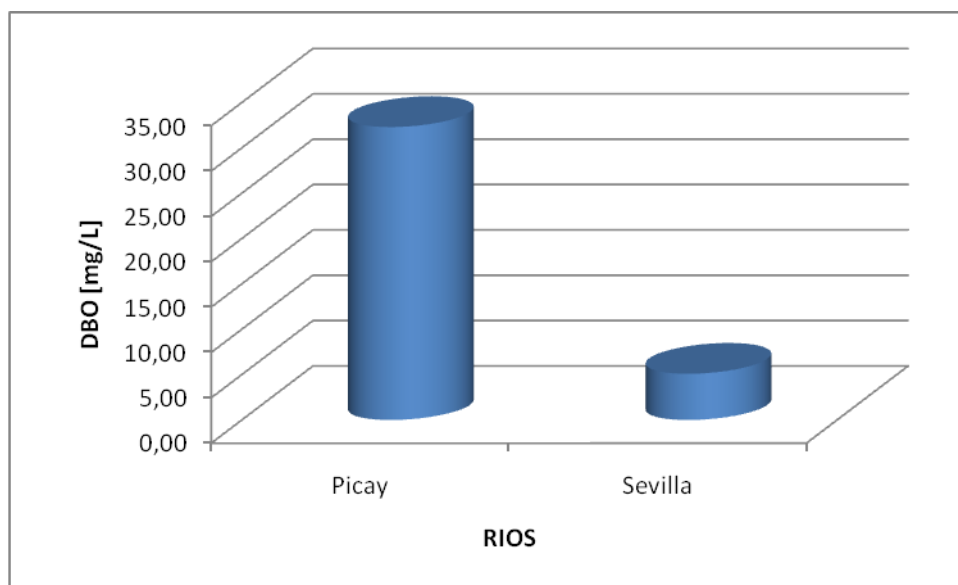


Ilustración 3. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Chunchi

Análisis: Los dos ríos del cantón Chunchi no cumplen la norma que se ha fijado, es decir, el valor de la DBO_5 es mayor que 2 mg/L.

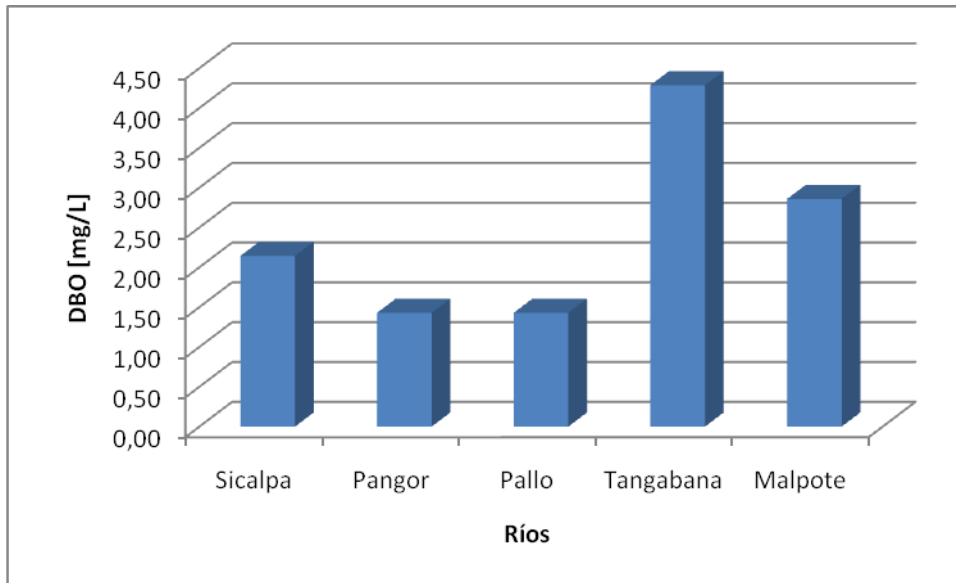


Ilustración 4. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Colta

Análisis: Los ríos del Tangabana y Malpote no cumplen la norma que se ha fijado, es decir, el valor de la DBO es mayor que 2 mg/L, los tres restantes se encuentran bajo el valor fijado.

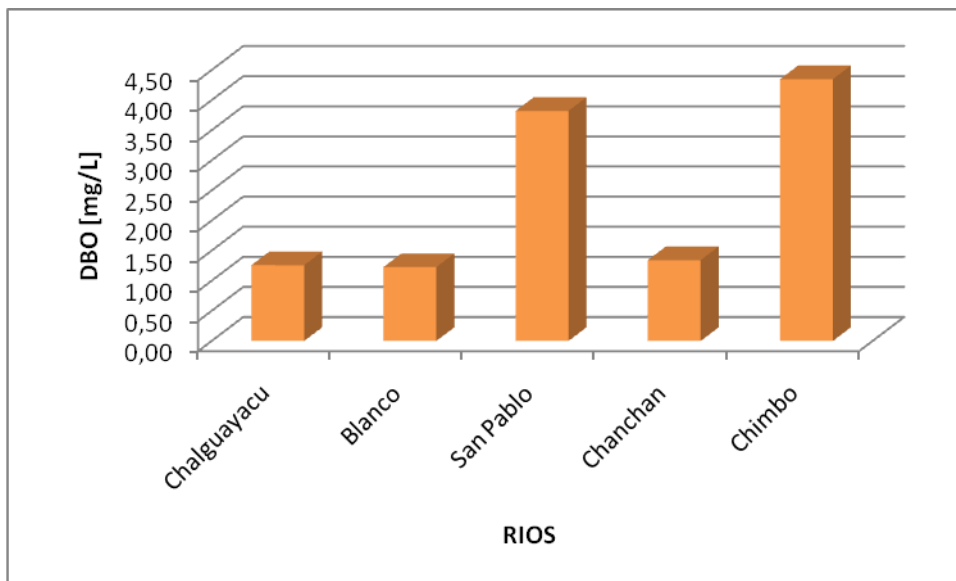


Ilustración 5. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Cumandá

Análisis: Los ríos del San Pablo y Chimbo no cumplen la norma que se ha fijado, es decir, el valor de la DBO₅ es mayor que 2 mg/L, los tres restantes se encuentran bajo el valor fijado.

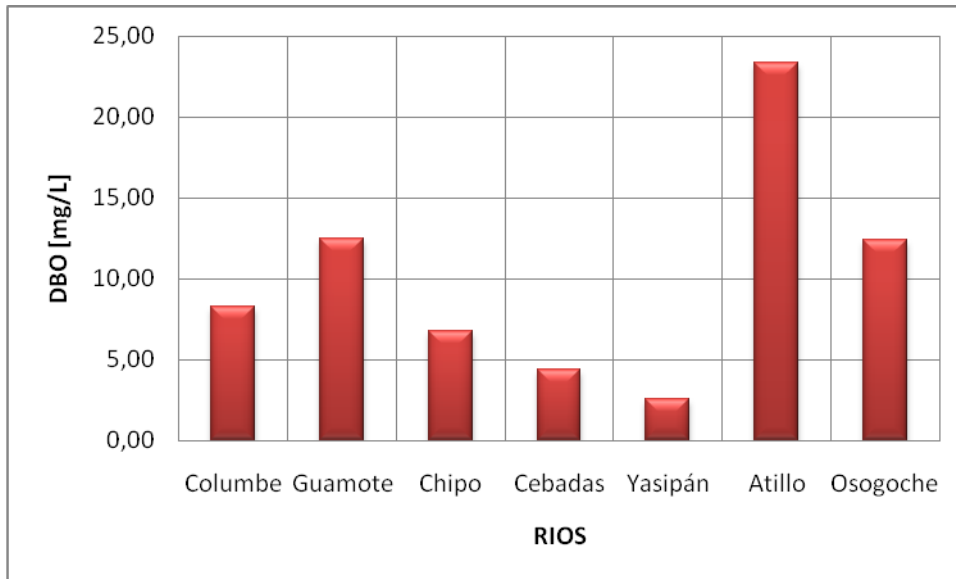


Ilustración 6. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Guamate

Análisis: De los siete ríos del cantón Guamate únicamente la corriente Yasipán cumple con el valor fijado, es decir, el valor de la DBO_5 es mayor que 2 mg/L, los seis restantes se encuentran sobre el valor fijado.

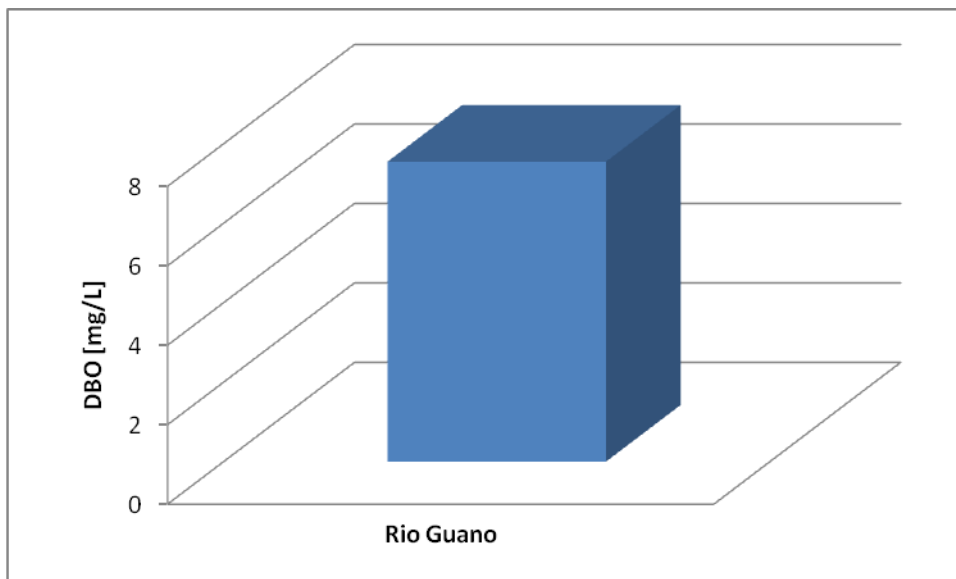


Ilustración 7. Demanda Bioquímica de Oxígeno, río cantón Guano

Análisis: El río Guano no cumplen la norma que se ha fijado, es decir, el valor de la DBO_5 es mayor que 2 mg/L.

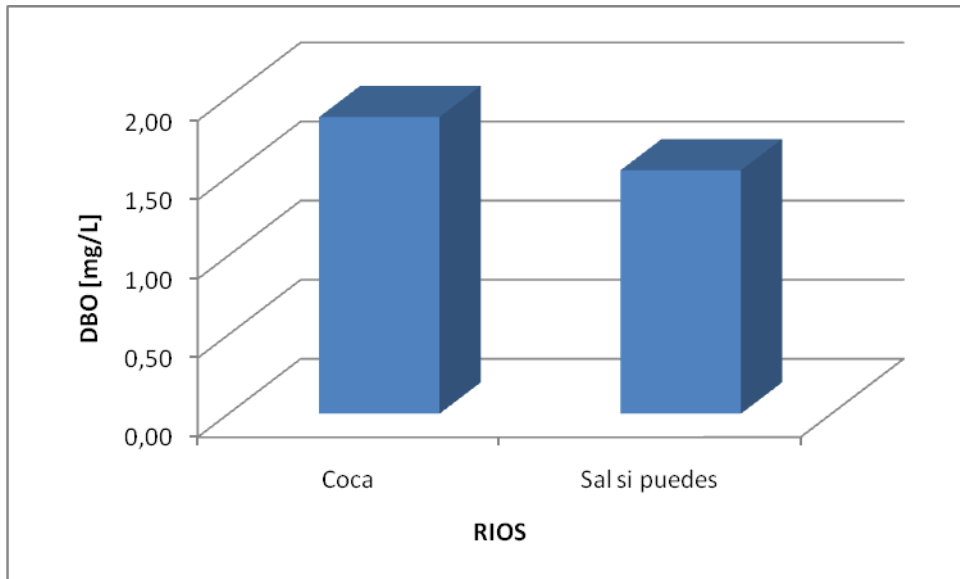


Ilustración 8. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Pallatanga

Análisis: Los dos ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de la DBO₅ es menor que 2 mg/L.

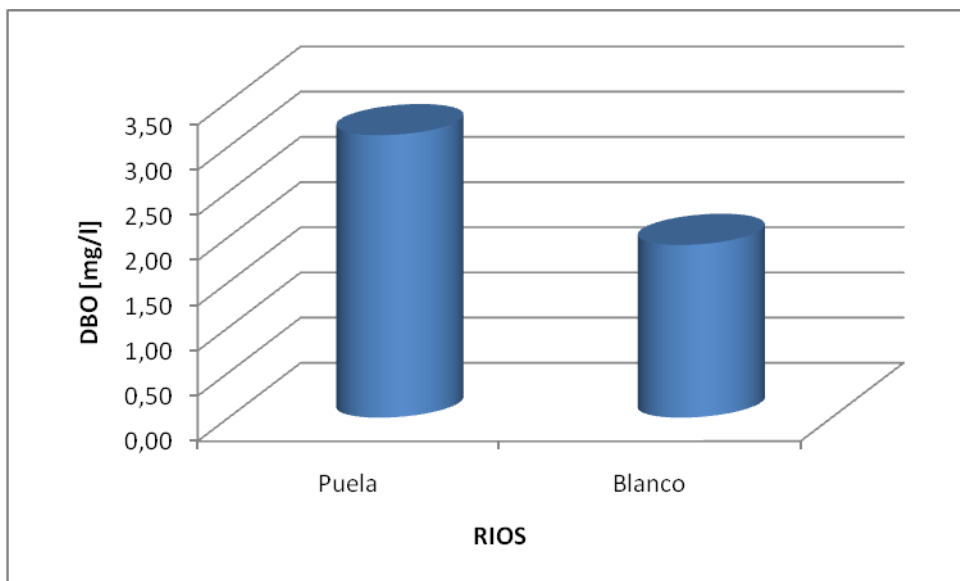


Ilustración 9. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Penipe

Análisis: En el cantón Penipe sobrepasan el valor referencial, es decir, si sus aguas son utilizadas para consumo humano deben ser por lo menos desinfectadas.

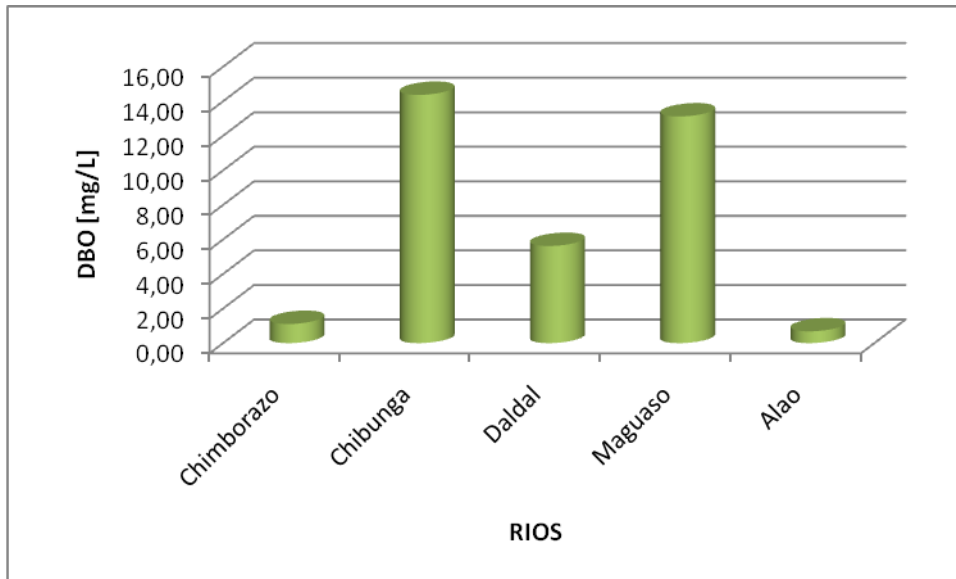


Ilustración 10. Demanda Bioquímica de Oxígeno, ríos cantón Riobamba

Análisis: En el cantón Riobamba, los ríos Chibunga, Daldal y Maguaso sobrepasan el valor referencial, es decir, si sus aguas son utilizadas para consumo humano deben ser por lo menos desinfectadas.

Por otro lado, el amonio, que en gran medida se incorpora al agua procedente de las redes de saneamiento, es otro de los compuestos significativos a la hora de evaluar la calidad de las aguas. Junto con los nitratos es la fuente principal de aporte de nitrógeno al agua y contribuye, por tanto, a los procesos de eutrofización.

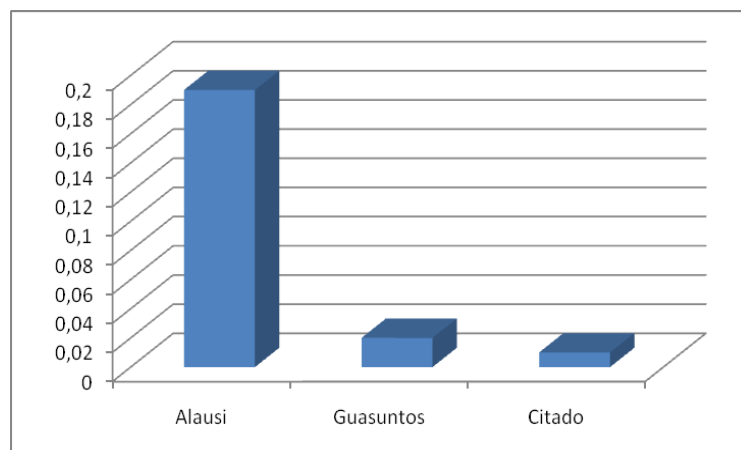


Ilustración 11. Amonio, ríos cantón Alausí

Análisis: Los ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L.

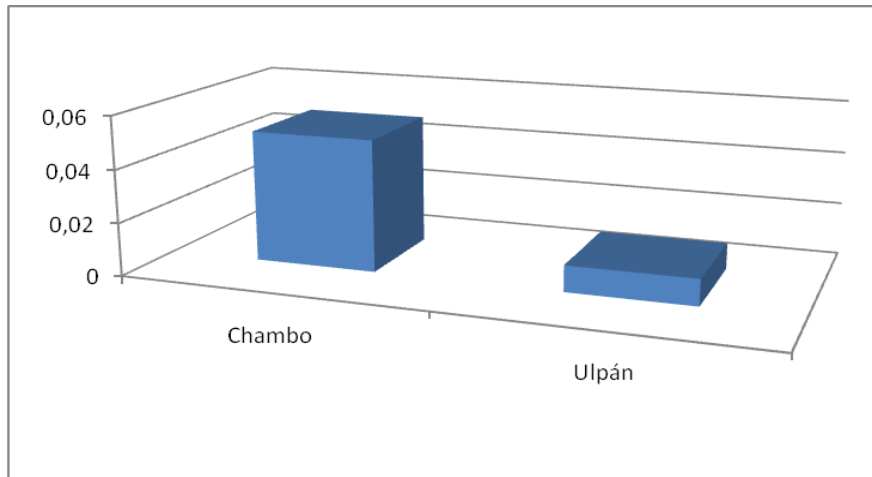


Ilustración 12. Amonio ríos cantón Chambo

Análisis: Los ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L.

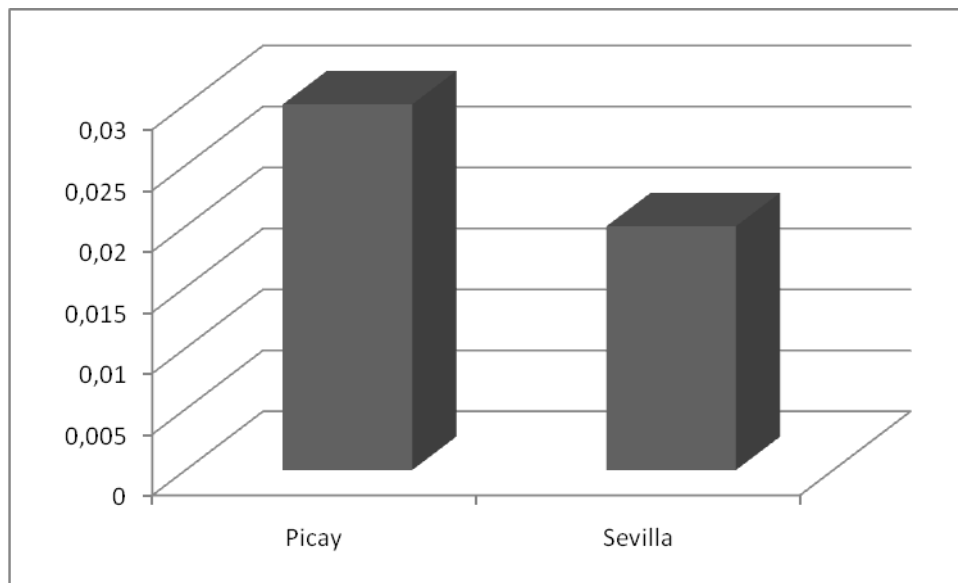


Ilustración 13. Amonio ríos cantón Chunchi

Análisis: Los ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L.

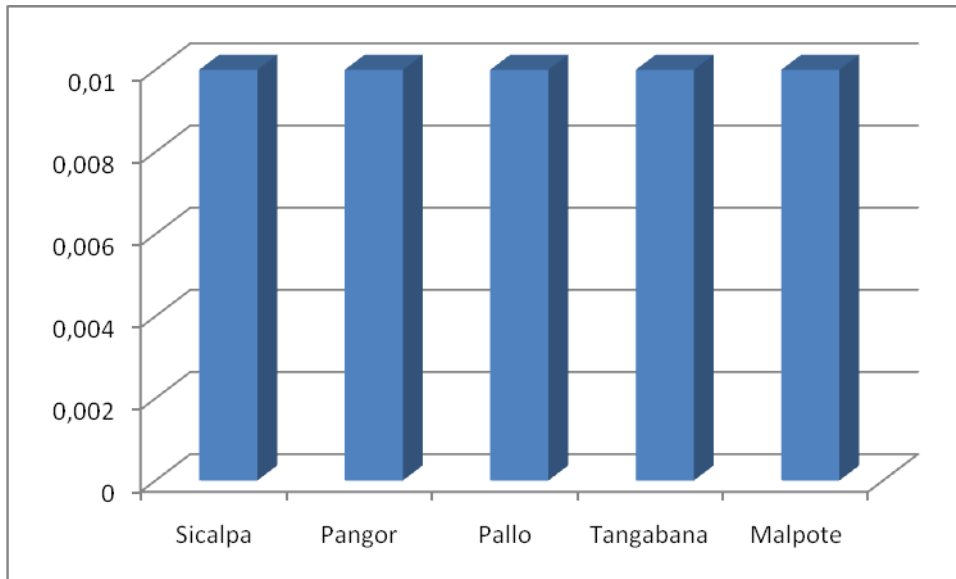


Ilustración 14. Amonio ríos cantón Colta

Análisis: Los ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L

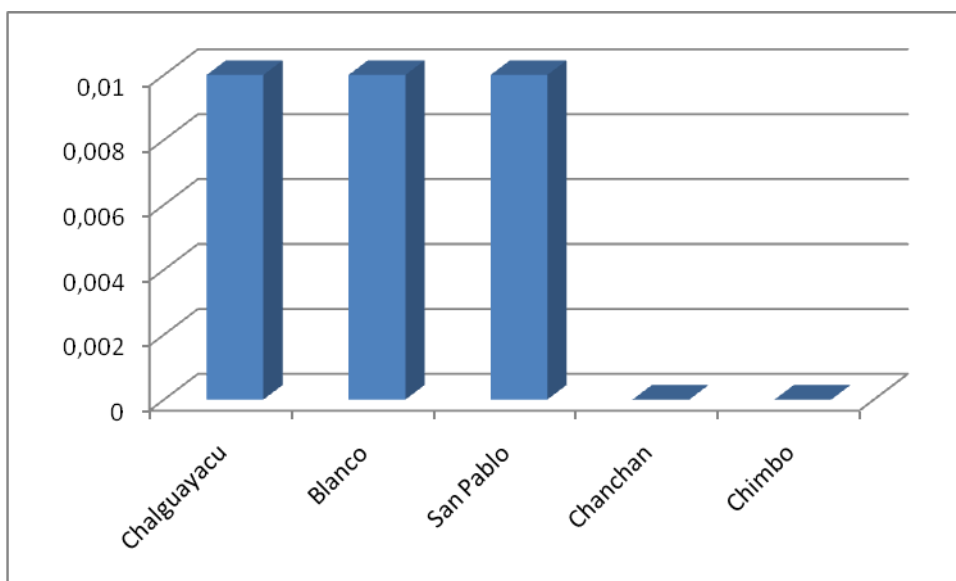


Ilustración 15. Amonio ríos cantón Cumandá

Análisis: Los ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L.

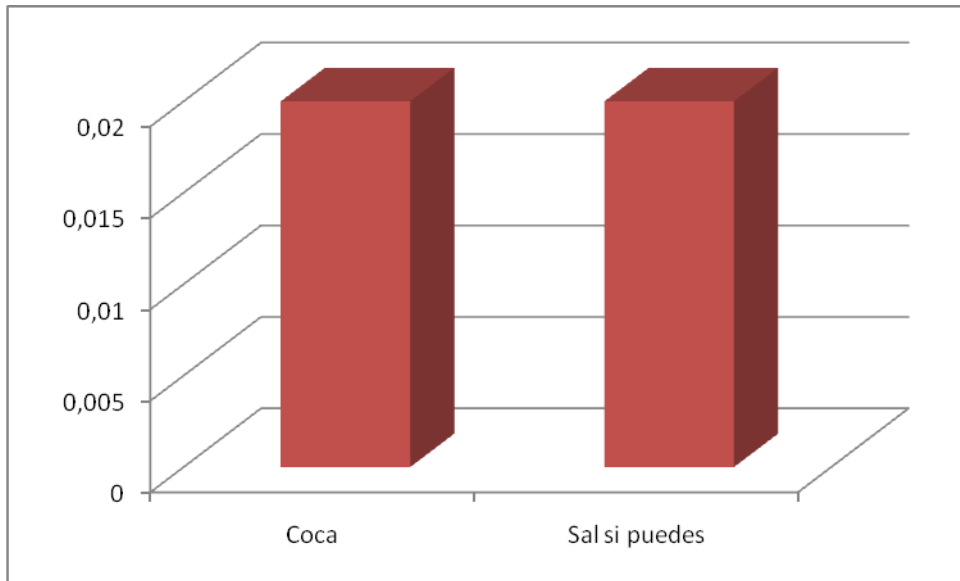


Ilustración 16. Amonio ríos cantón Pallatanga

Análisis: Los ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L.

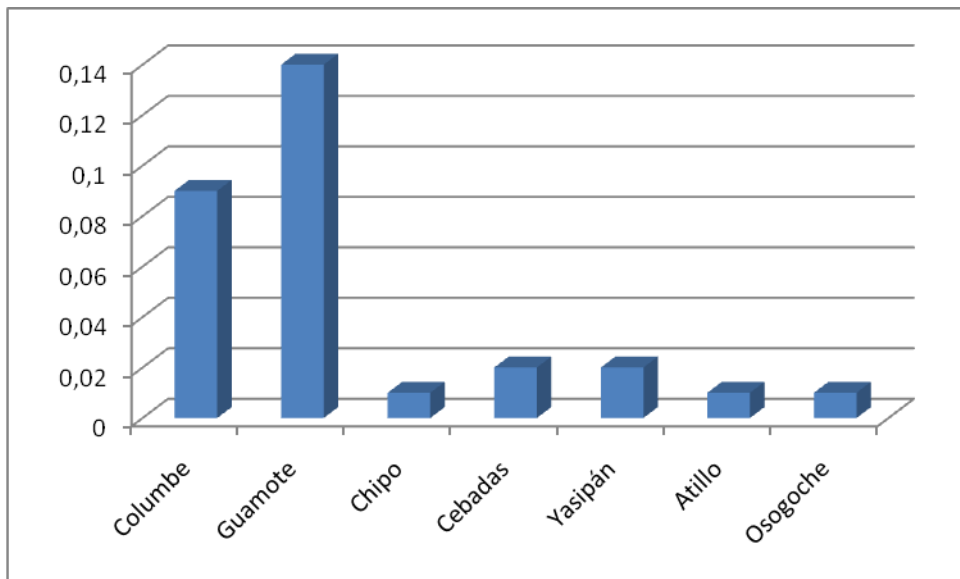


Ilustración 17. Amonio ríos cantón Guamote

Análisis: Los ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L.

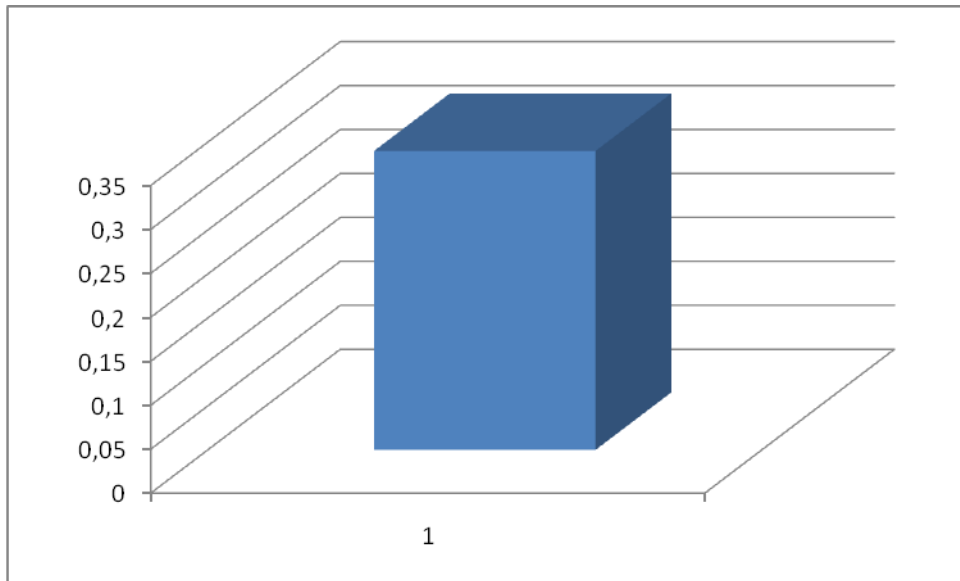


Ilustración 18. Amonio ríos cantón Guano

Análisis: El río Guano cumple con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L.

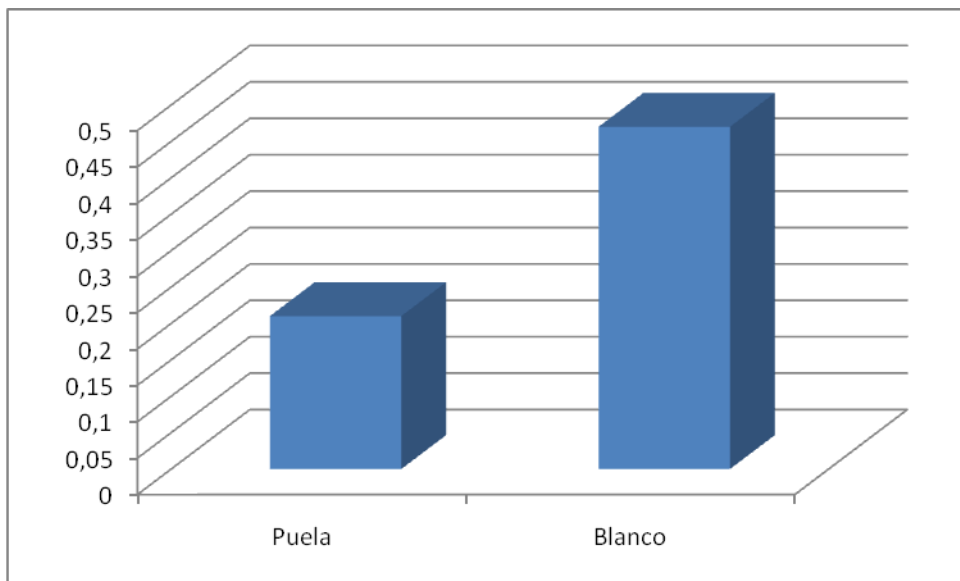


Ilustración 19. Amonio ríos cantón Penipe

Análisis: Los dos ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L.

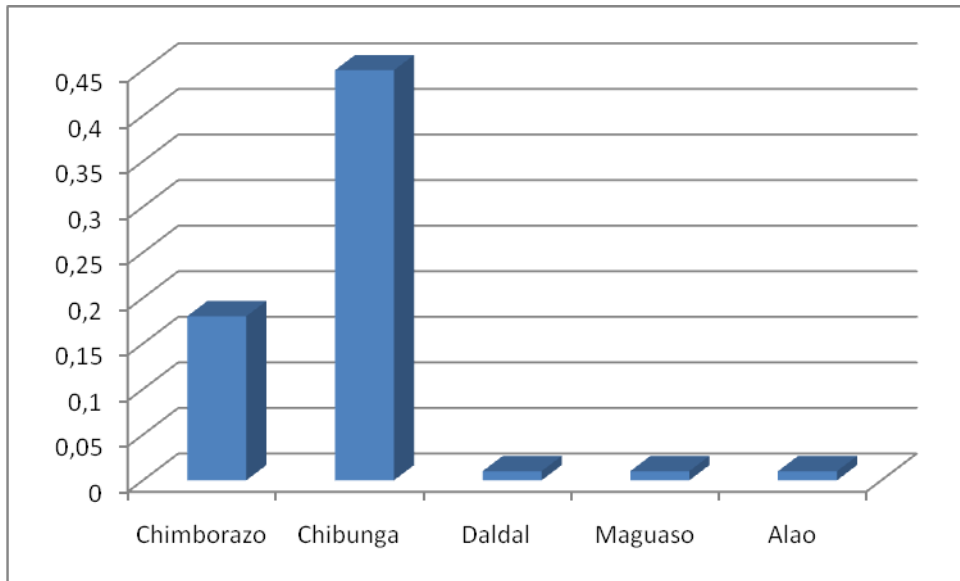


Ilustración 20. Amonio ríos cantón Riobamba

Análisis: Los ríos considerados cumplen con la normativa, es decir, el valor de amonio es menor que 1 mg/L.

Con relación a los restantes parámetros que se han considerado en la investigación se plantea los gráficos de los datos que se han monitoreado correspondientes a: Temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos, Nitratos, Potencial Hidrógeno.

- **CANTÓN ALAUSÍ.**

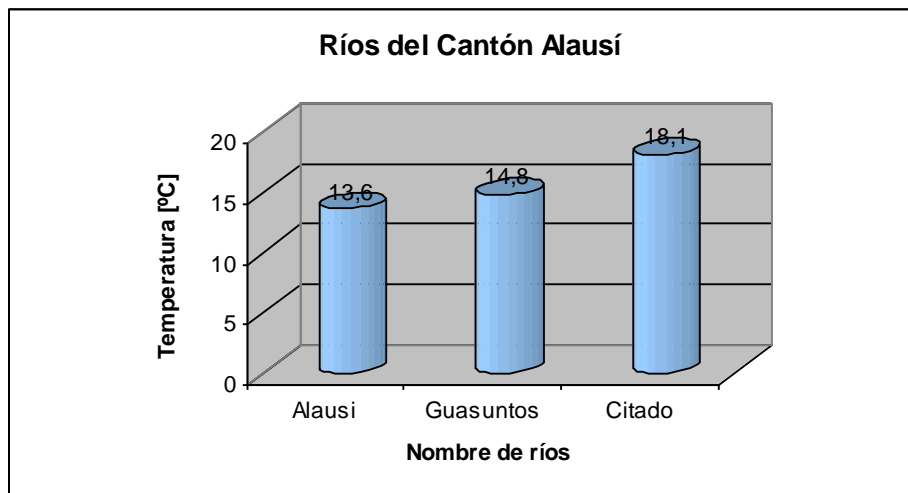


Ilustración 21. Temperatura, ríos cantón Alausí

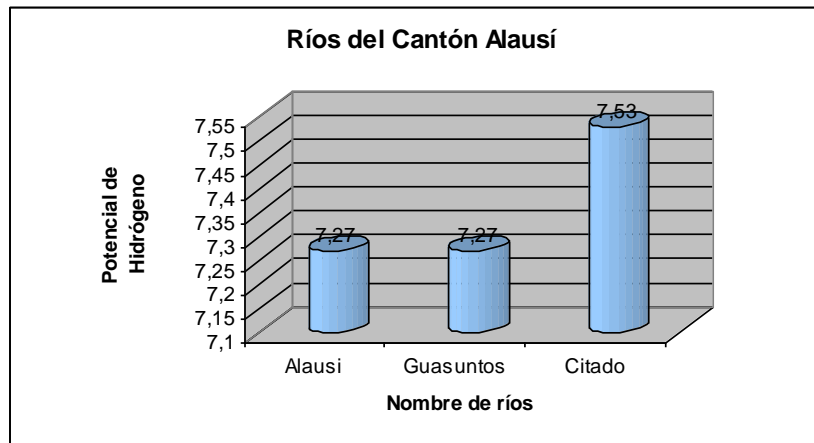


Ilustración 22. pH, ríos cantón Alausí

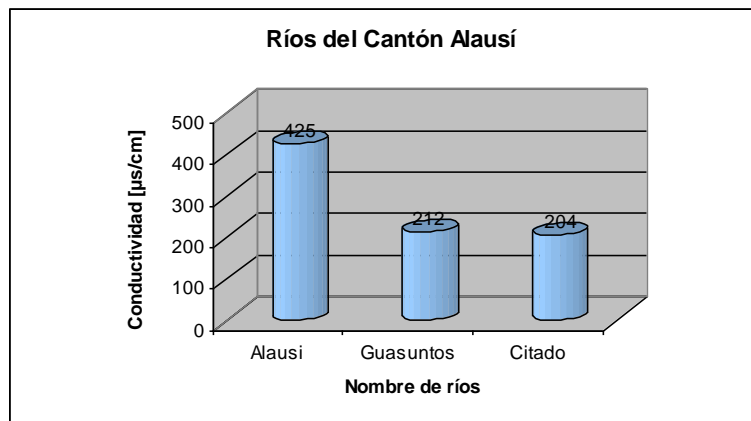


Ilustración 23. Conductividad, ríos cantón Alausí

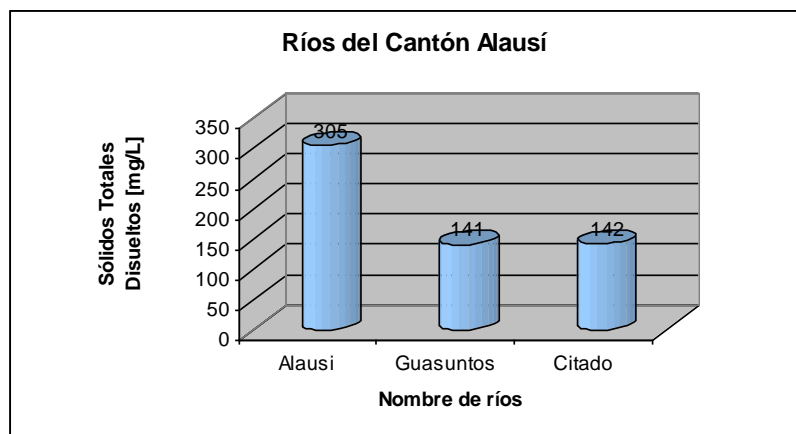


Ilustración 24. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Alausí

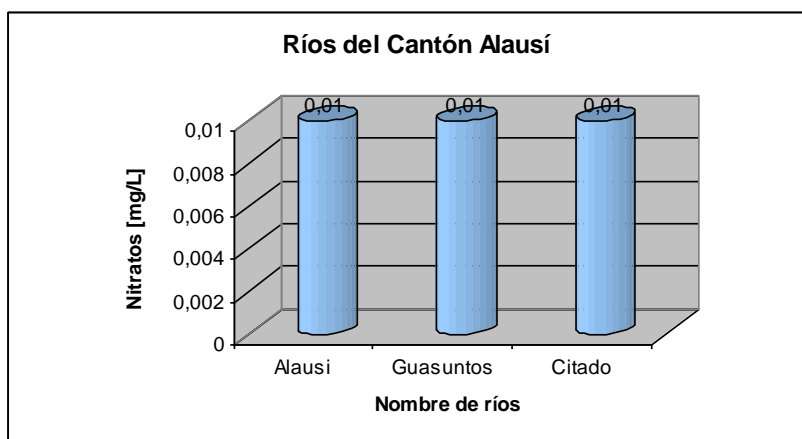


Ilustración 25. Nitratos, ríos cantón Alausí

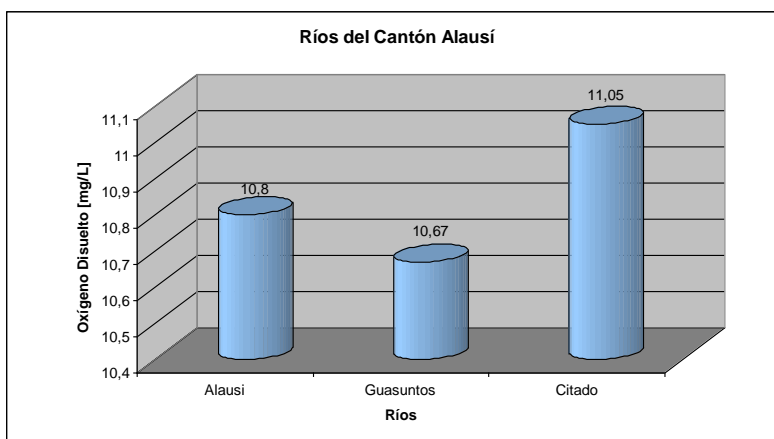


Ilustración 26. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Alausí

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Alausí se encuentran en condiciones adecuadas. Sin embargo debe tenerse en cuenta que no son los parámetros más importantes el momento de tomar decisiones respecto a la calificación de la corriente, que ya fue señalada con los estadígrafos principales que correspondía a demanda biológica de oxígeno y amonio.

- **CANTÓN CHAMBO.**

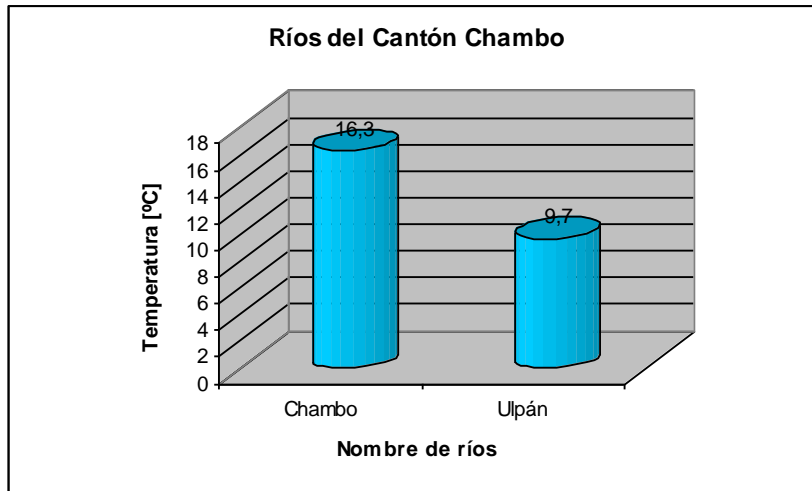


Ilustración 27. Temperatura, ríos cantón Chambo

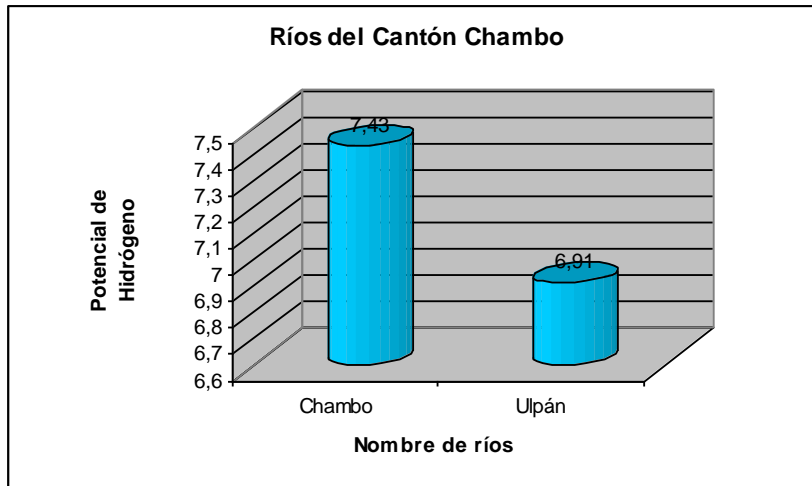


Ilustración 28. pH, ríos cantón Chambo

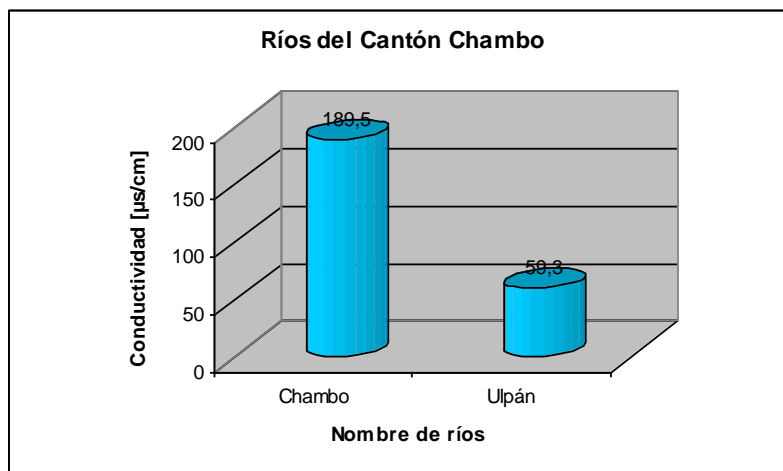


Ilustración 29. Conductividad, ríos cantón Chambo

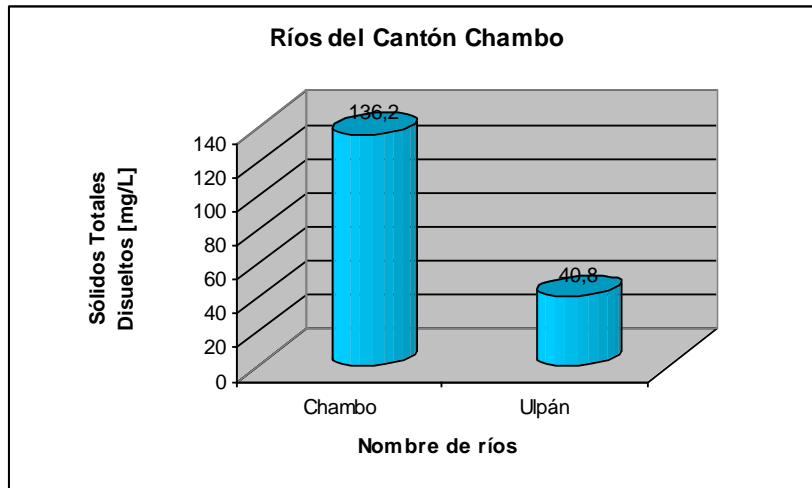


Ilustración 30. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Chambo

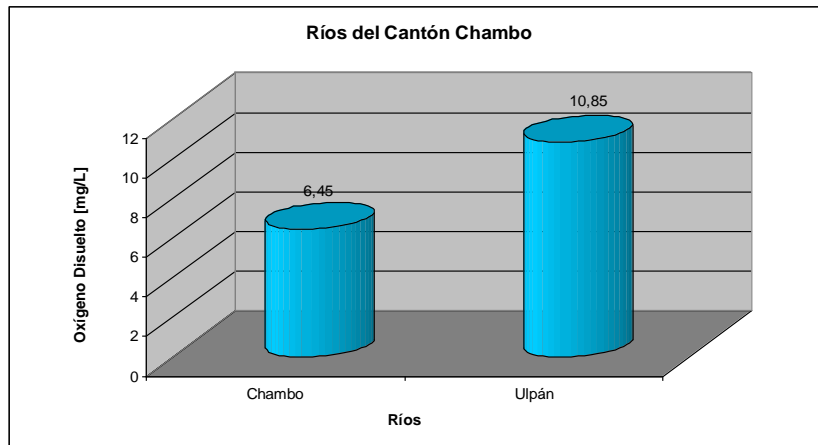


Ilustración 31. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Chambo

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Chambo se encuentran en condiciones adecuadas.

- **CANTÓN CHUNCHI.**

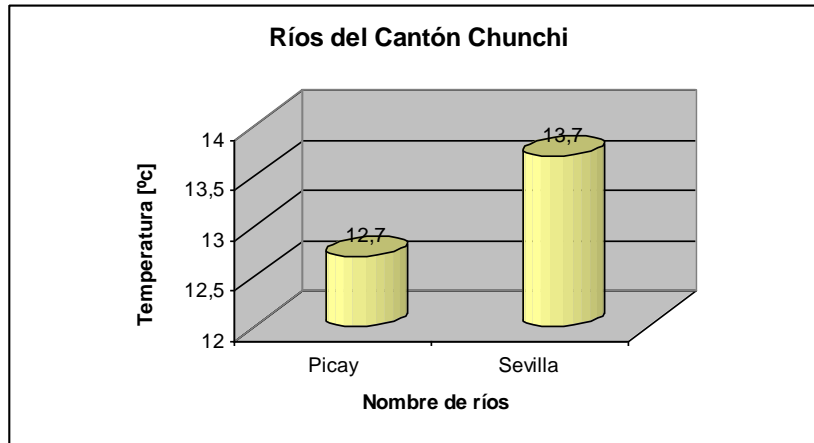


Ilustración 32. Temperatura, ríos cantón Chunchi

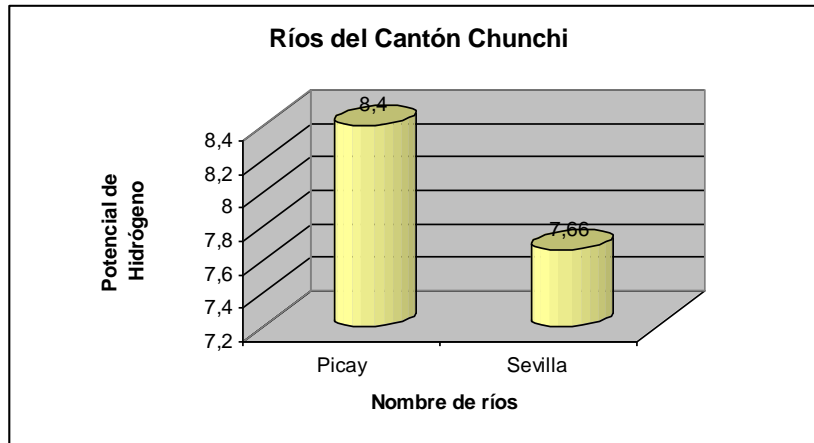


Ilustración 33. pH, ríos cantón Chunchi

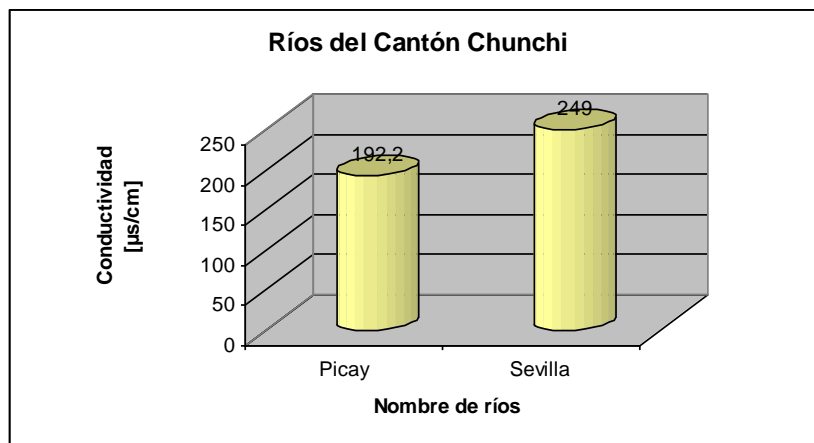


Ilustración 34. Conductividad, ríos cantón Chunchi

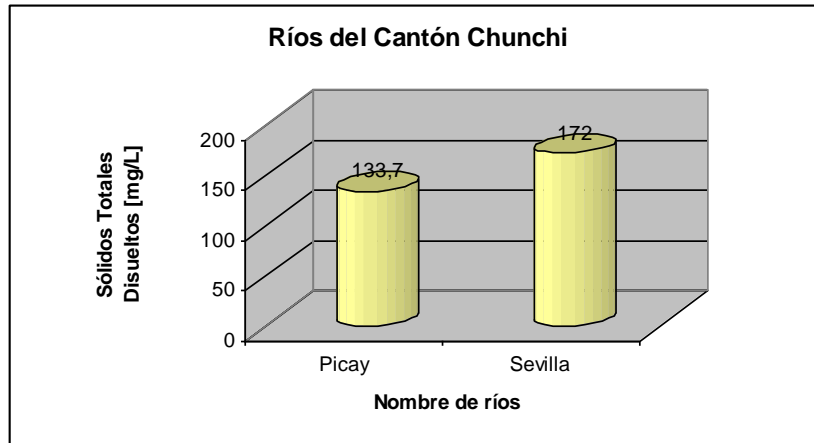


Ilustración 35. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Chunchi

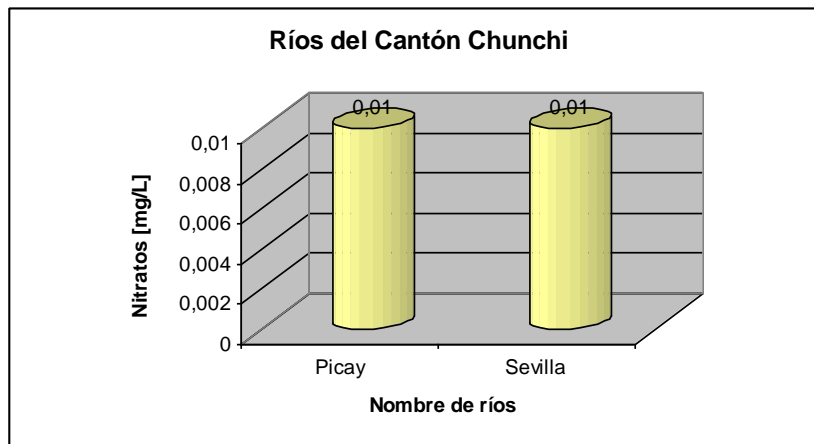


Ilustración 36. Nitratos, ríos cantón Chunchi

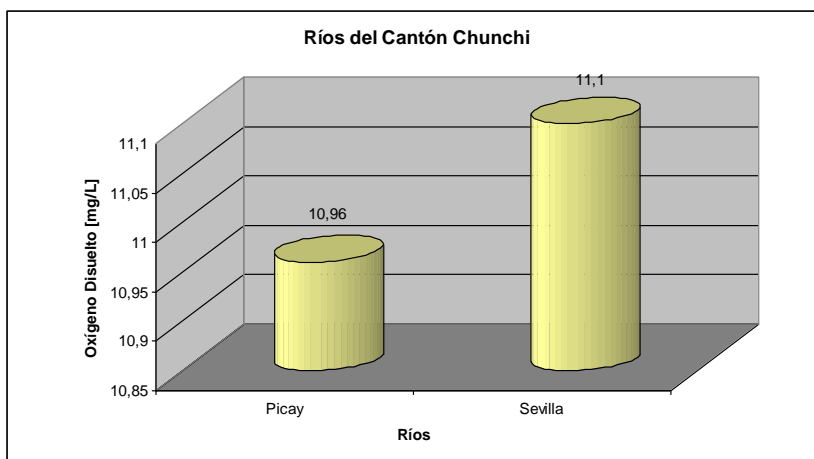


Ilustración 37. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Chunchi

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial

hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Chunchi se encuentran en condiciones adecuadas.

- **CANTÓN COLTA.**

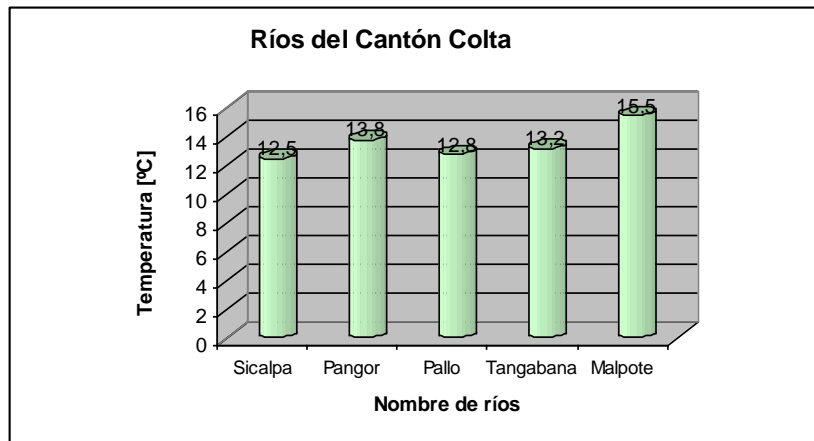


Ilustración 38. Temperatura, ríos cantón Colta

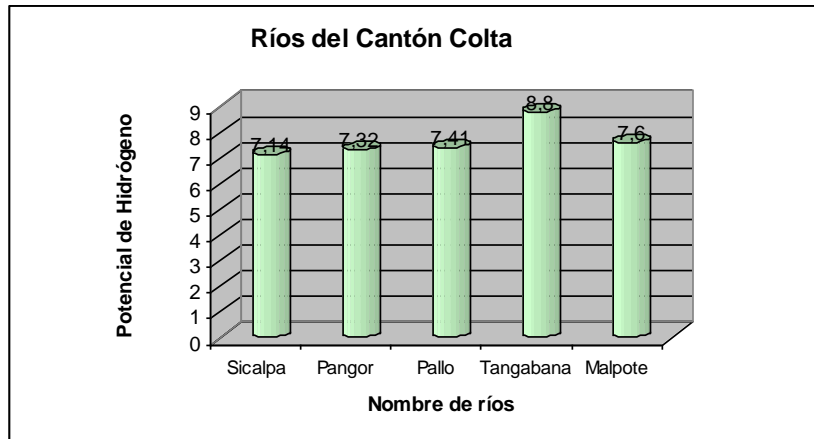


Ilustración 39. pH, ríos cantón Colta

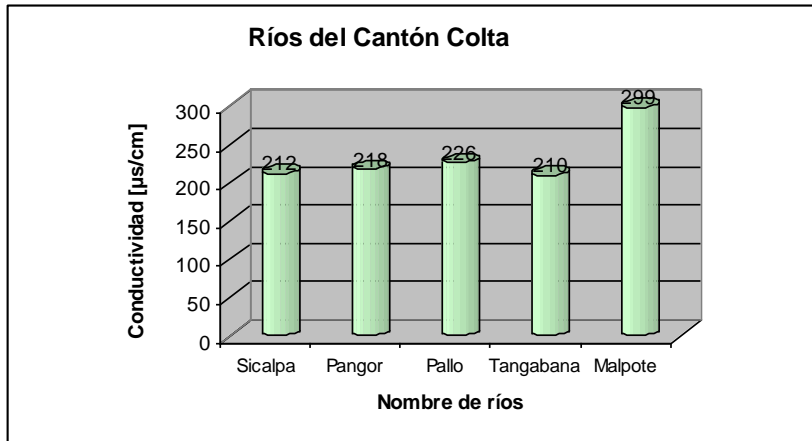


Ilustración 40. Conductividad, ríos cantón Colta

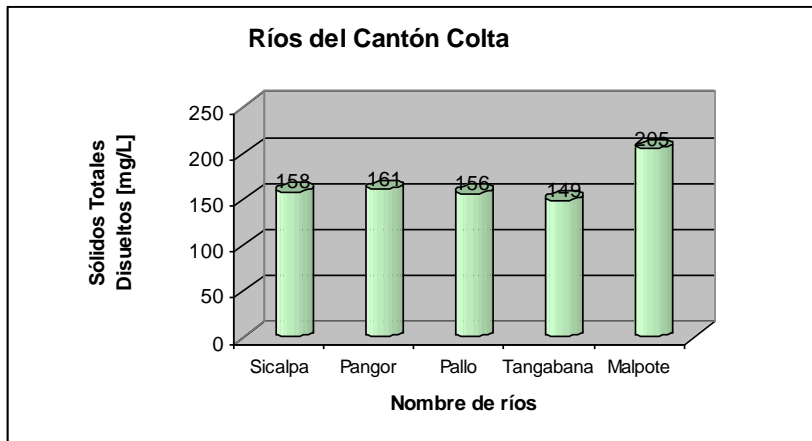


Ilustración 41. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Colta

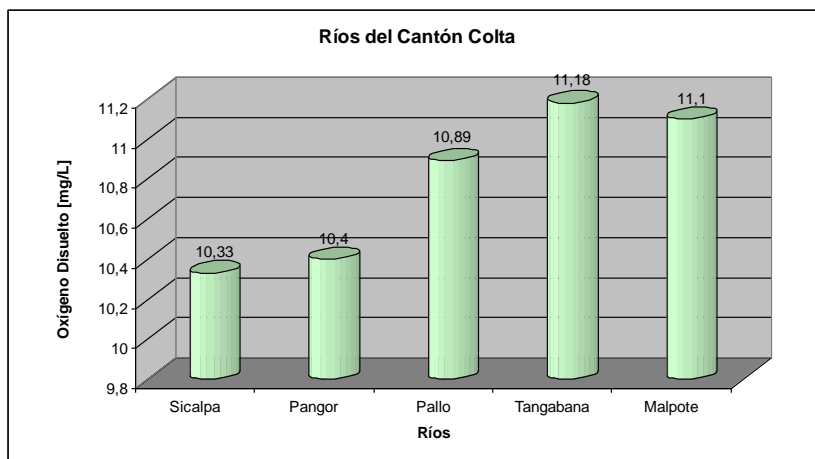


Ilustración 42. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Colta

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial

hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Colta se encuentran en condiciones adecuadas.

- **CANTÓN CUMANDA.**

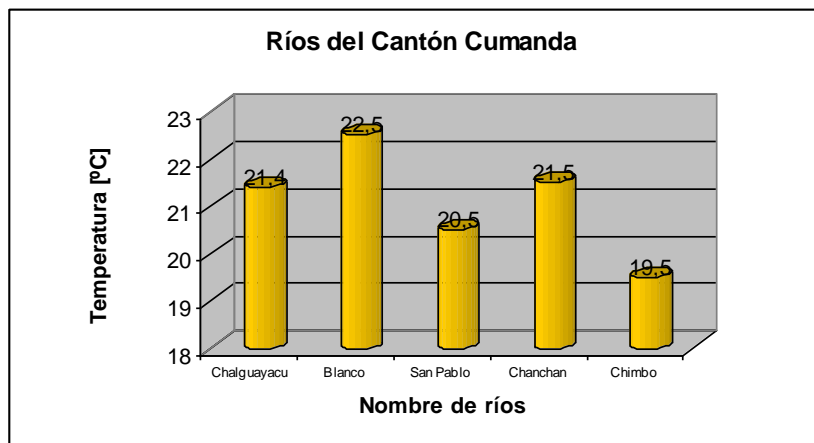


Ilustración 43. Temperatura, ríos cantón Cumandá

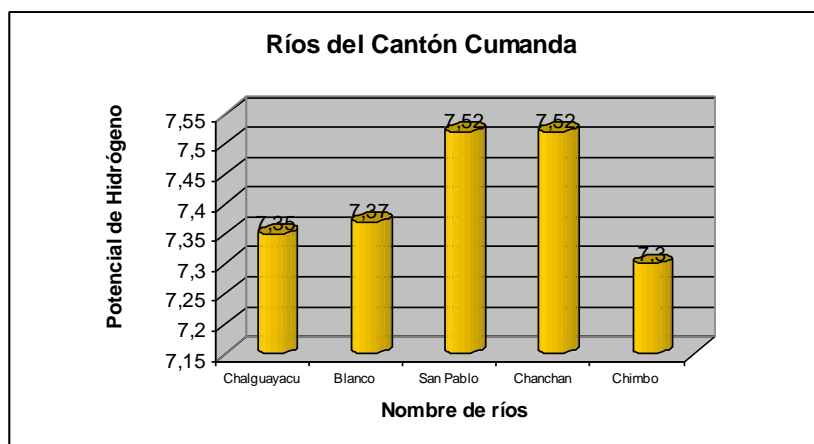


Ilustración 44. pH, ríos cantón Cumandá

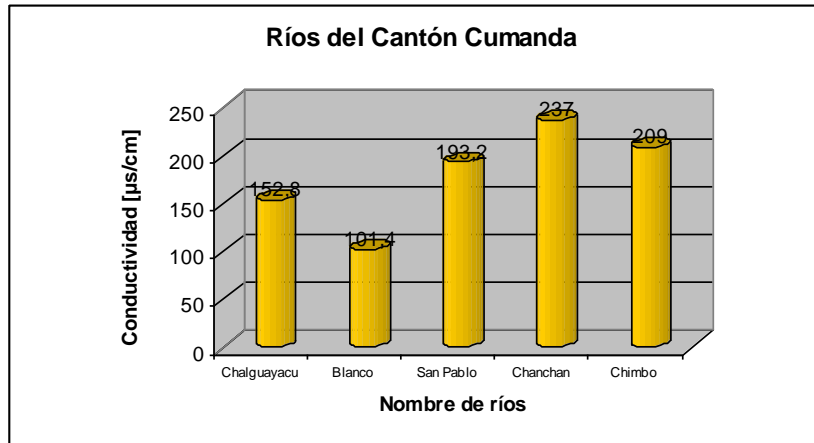


Ilustración 45. Conductividad, ríos cantón Cumandá

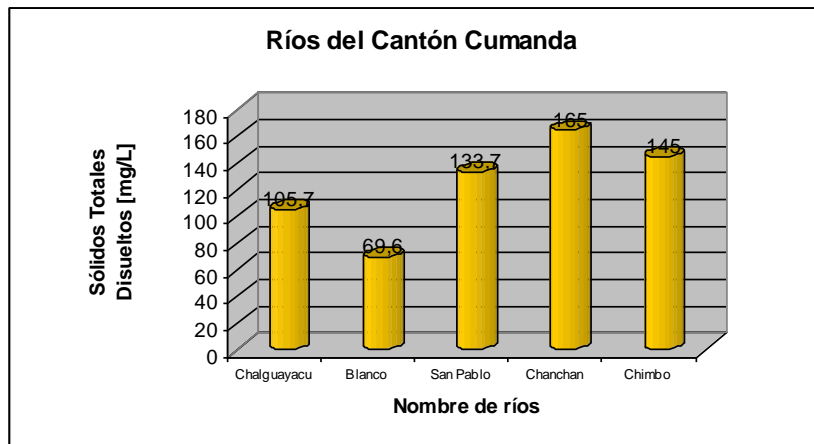


Ilustración 46. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Cumandá

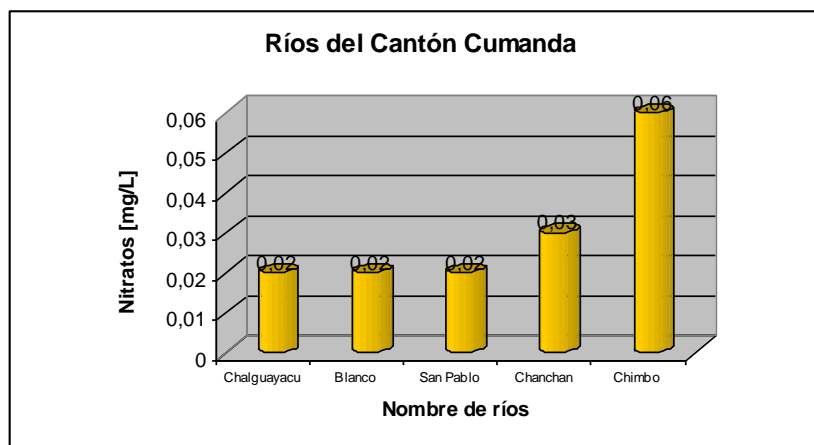


Ilustración 47. Nitratos, ríos cantón Cumandá

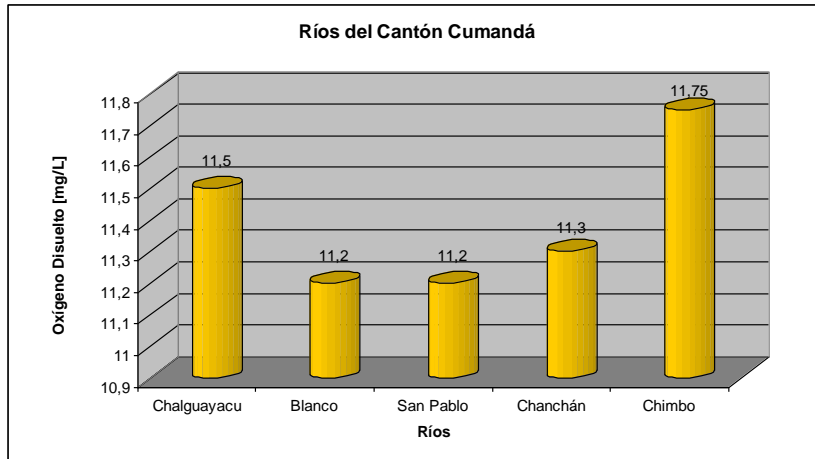


Ilustración 48. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Cumandá

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Cumandá se encuentran en condiciones adecuadas.

- **CANTÓN GUAMOTE.**

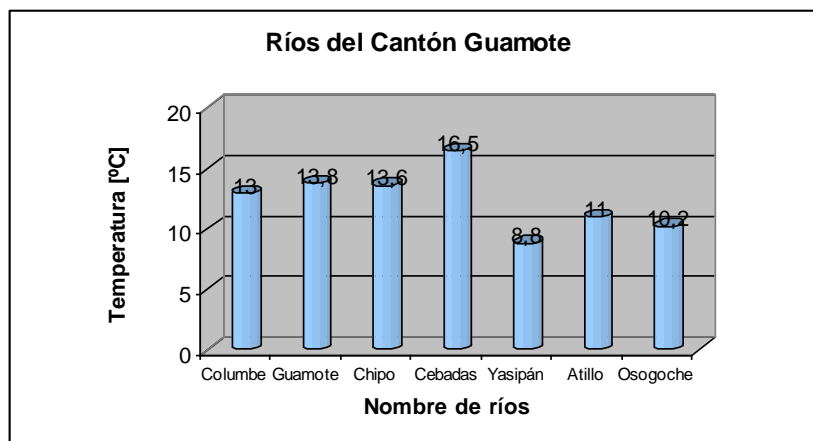


Ilustración 49. Temperatura, ríos cantón Guamote

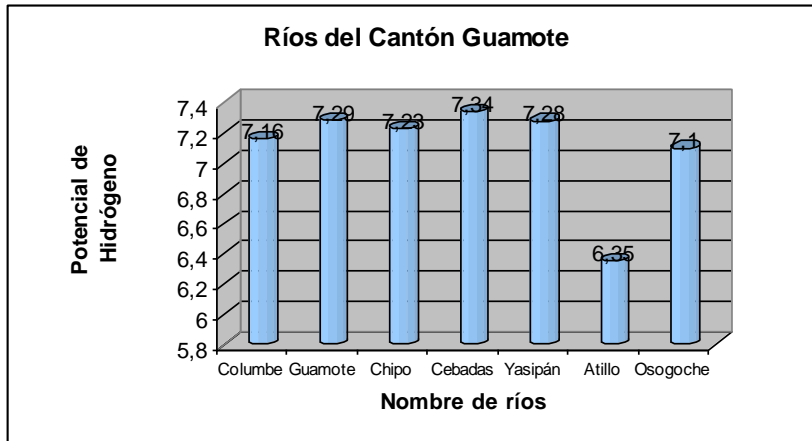


Ilustración 50. pH, ríos cantón Guamote

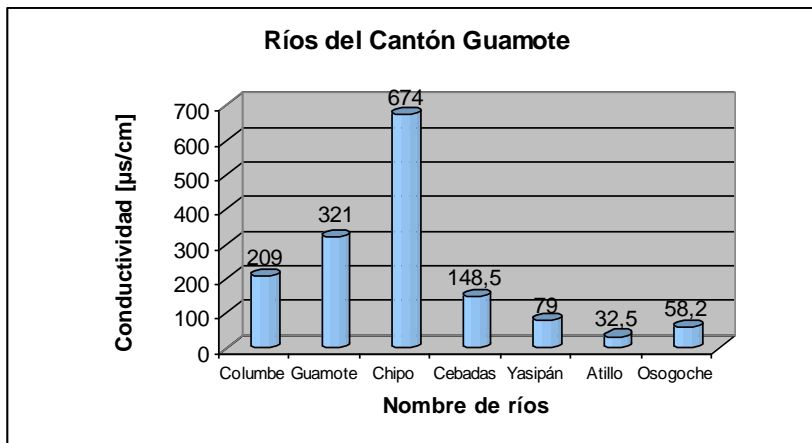


Ilustración 51. Conductividad, ríos cantón Guamote

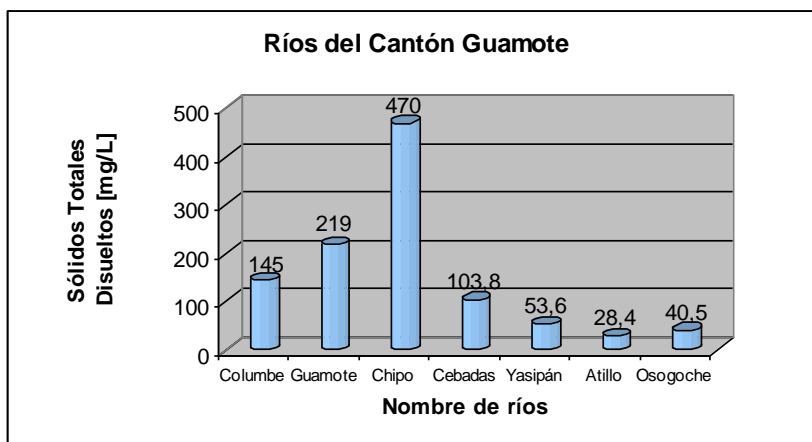


Ilustración 52. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Guamote

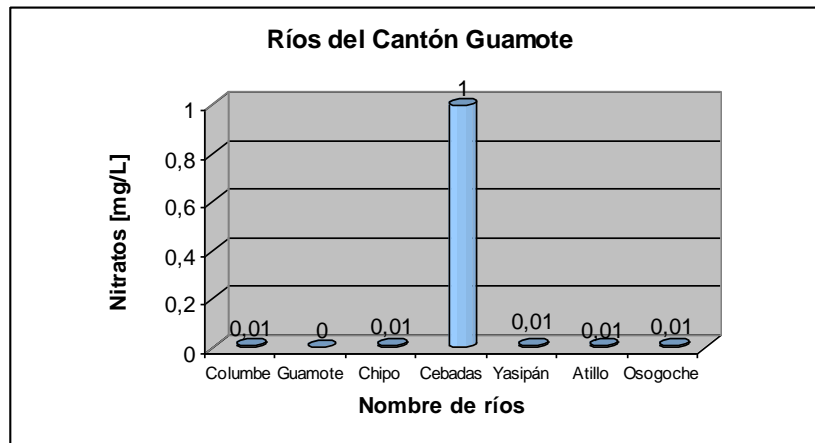


Ilustración 53. Nitratos, ríos cantón Guamote

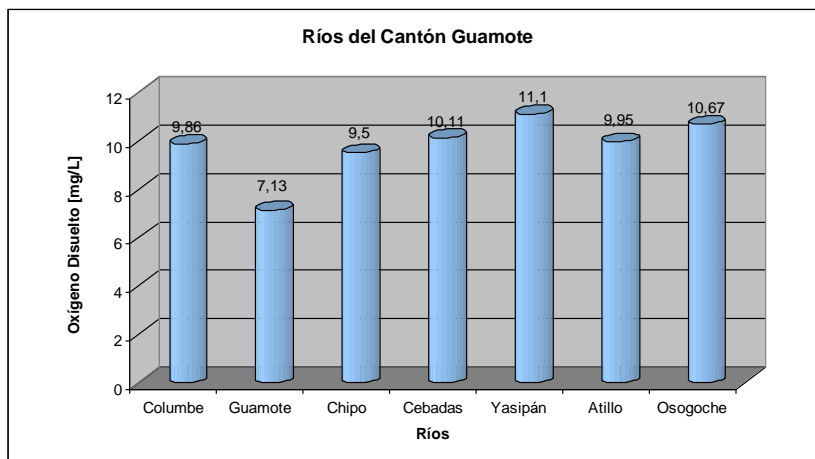


Ilustración 54. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Guamote

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Guamote se encuentran en condiciones adecuadas.

- **CANTÓN GUANO.**

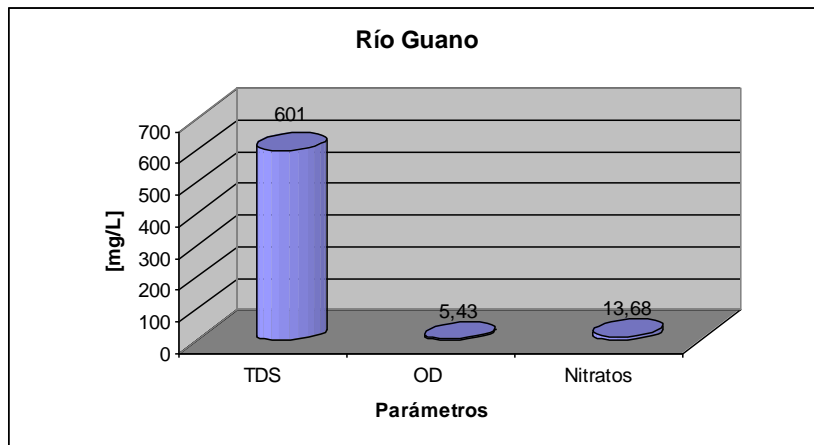


Ilustración 55. TDS, OD y Nitratos, río Guano

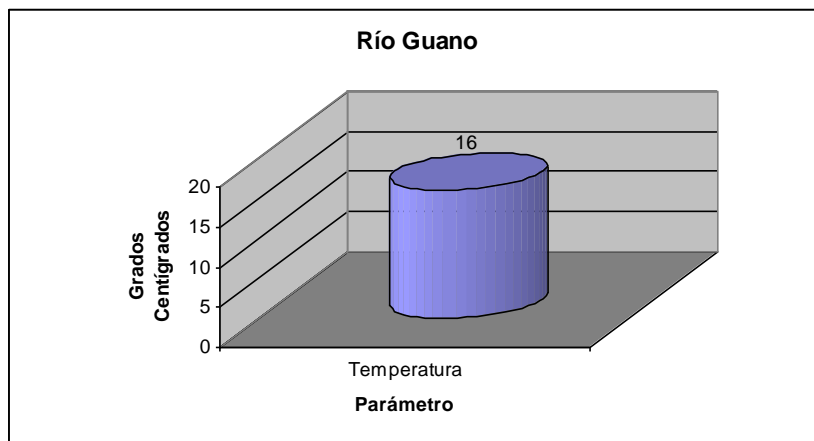


Ilustración 56. Temperatura, río Guano

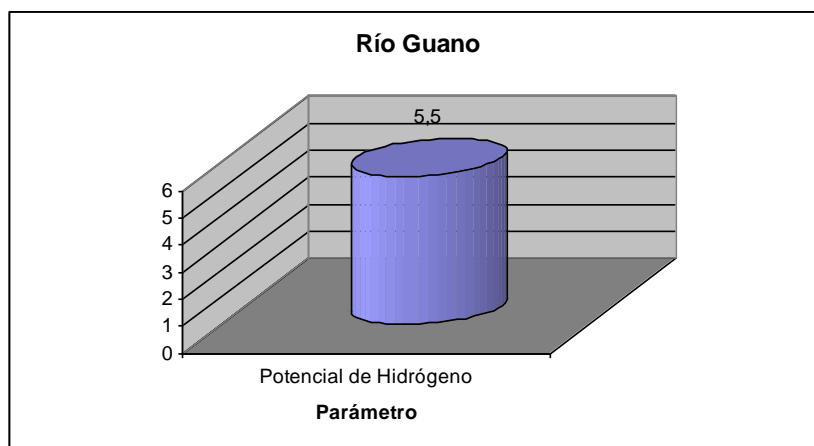


Ilustración 57. pH, río Guano

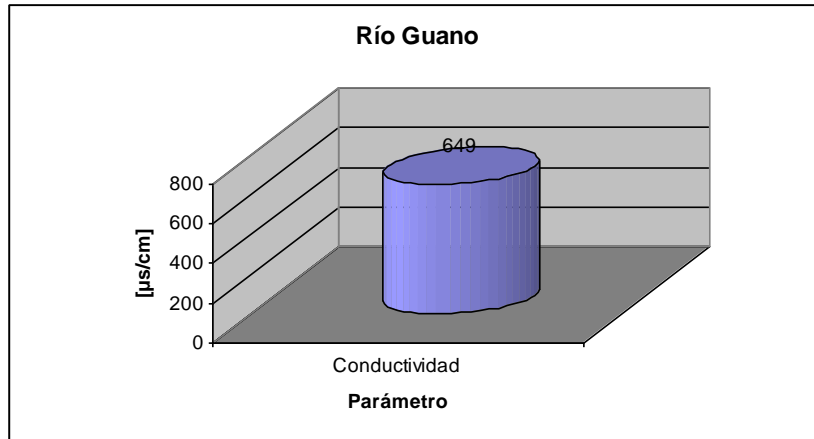


Ilustración 58. Conductividad, río Guano

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Guano se encuentran en condiciones adecuadas.

- **CANTÓN PALLATANGA.**

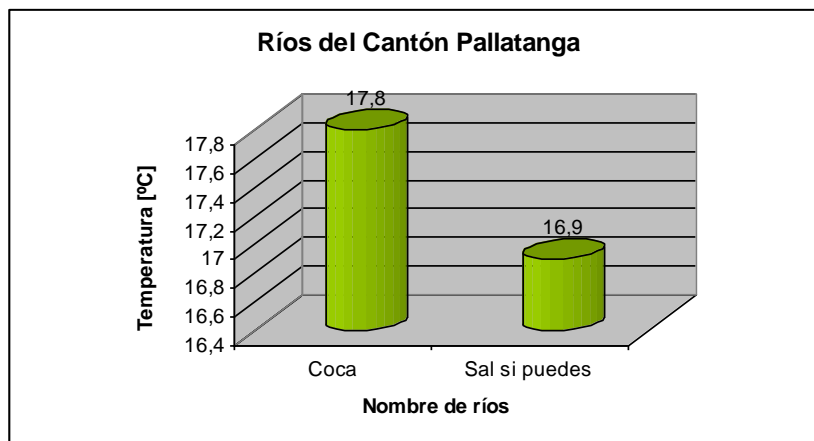


Ilustración 59. Temperatura, ríos cantón Pallatanga

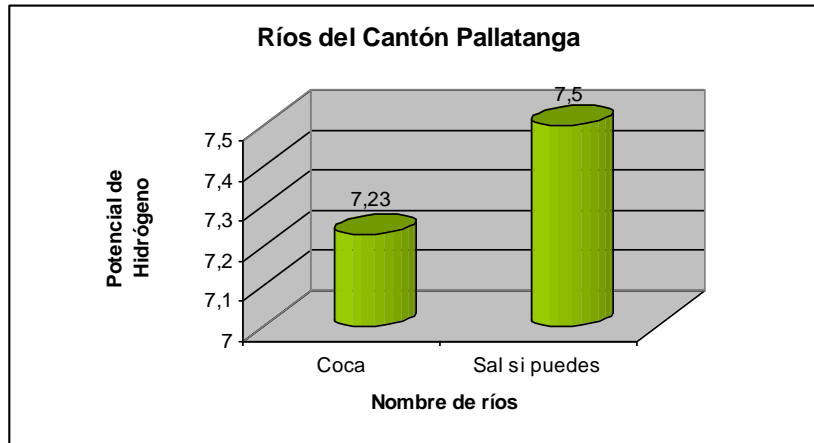


Ilustración 60. pH, ríos cantón Pallatanga

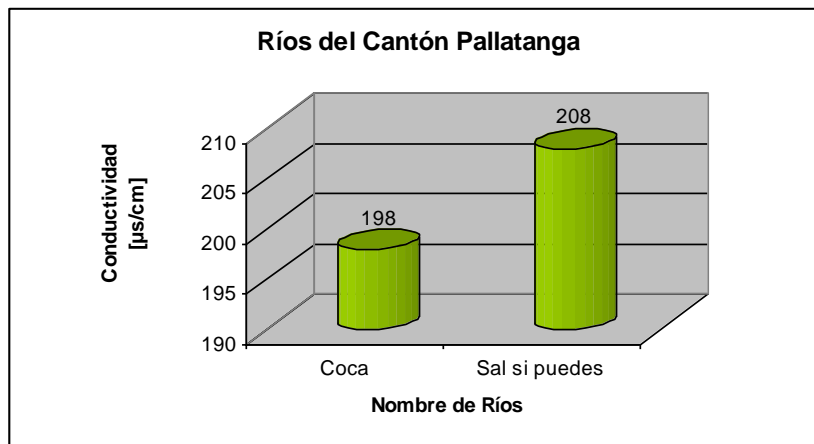


Ilustración 61. Conductividad, ríos cantón Pallatanga

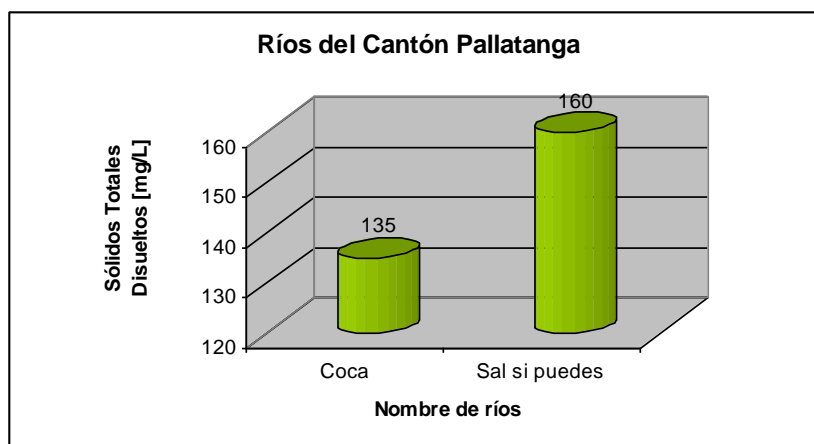


Ilustración 62. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Pallatanga

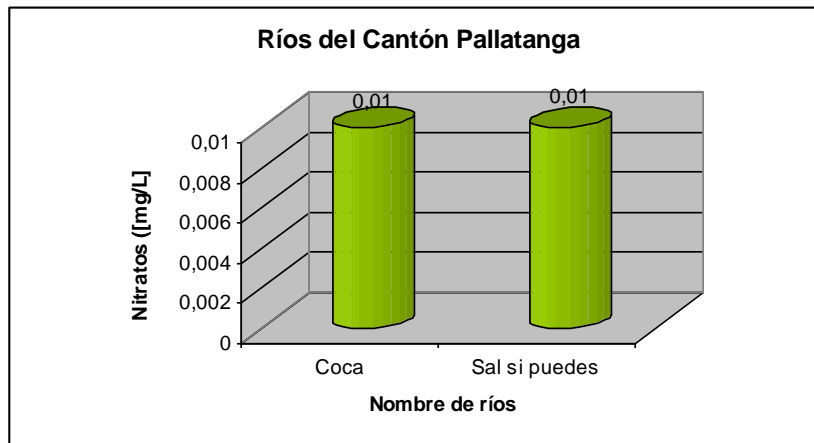


Ilustración 63. Nitratos, ríos cantón Pallatanga

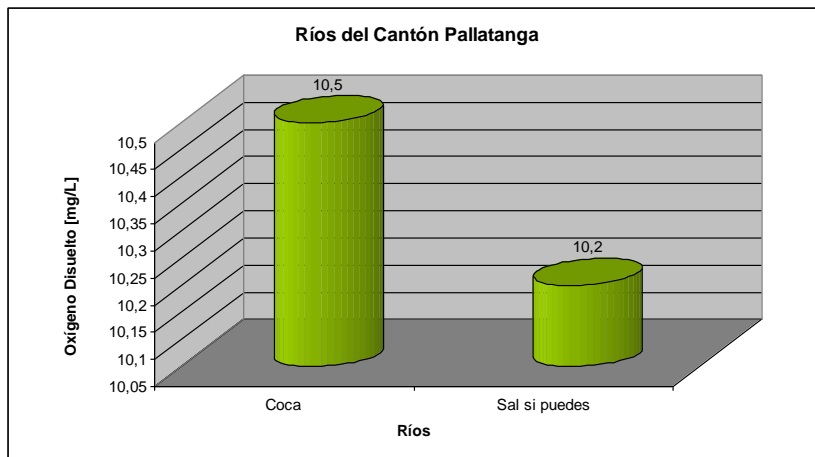


Ilustración 64. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Pallatanga

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Pallatanga se encuentran en condiciones adecuadas.

- **CANTÓN PENIPE.**

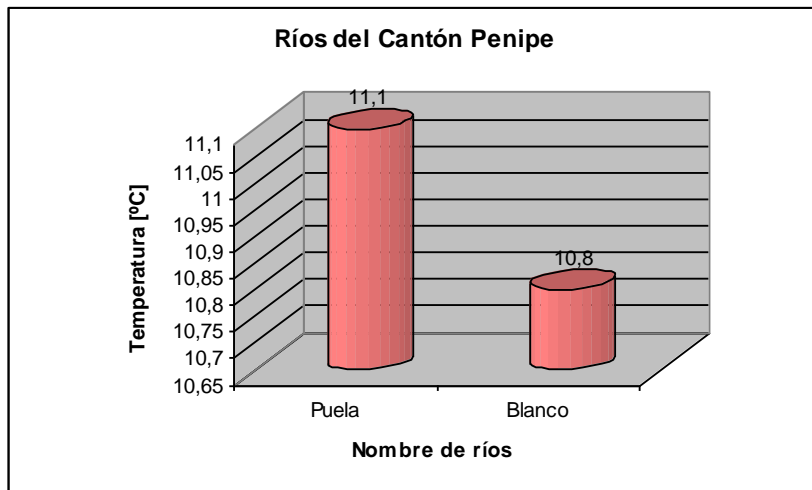


Ilustración 65. Temperatura, ríos cantón Penipe

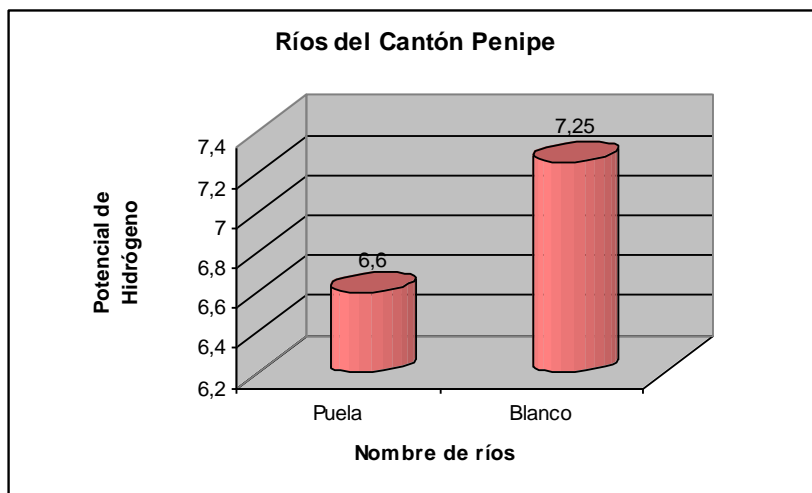


Ilustración 66. pH, ríos cantón Penipe

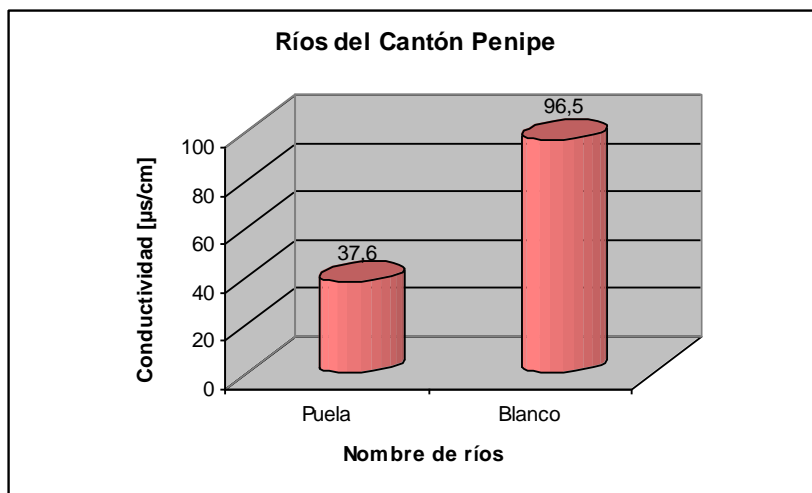


Ilustración 67. Conductividad, ríos cantón Penipe

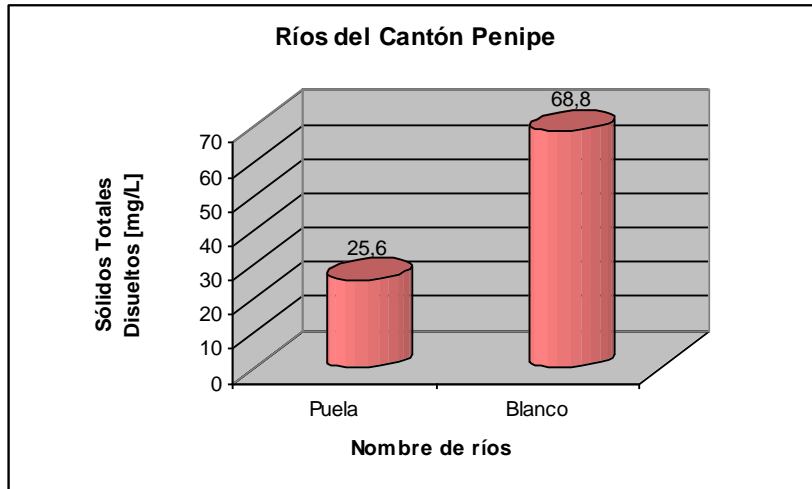


Ilustración 68. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Penipe

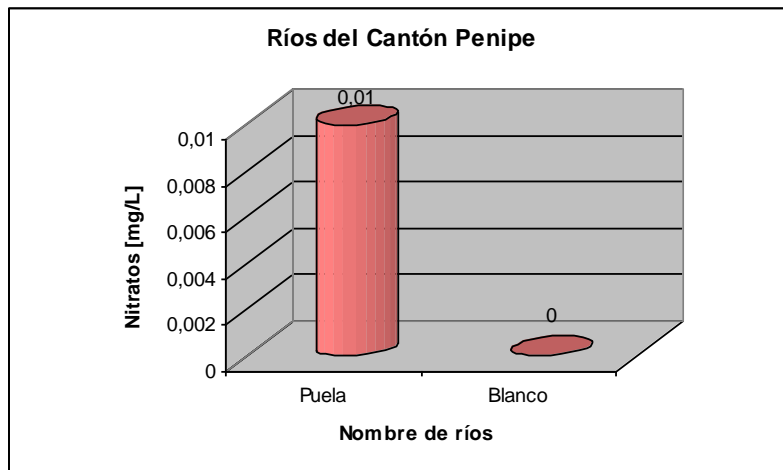


Ilustración 69. Nitratos, ríos cantón Penipe

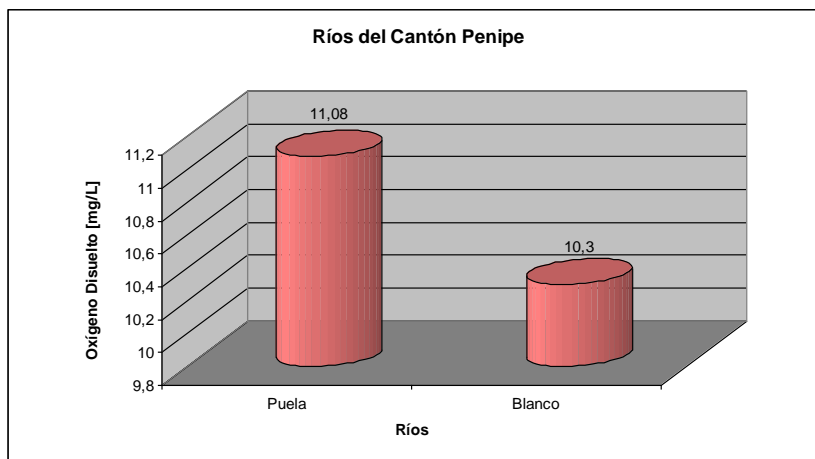


Ilustración 70. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Penipe

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Penipe se encuentran en condiciones adecuadas.

- **CANTÓN RIOBAMBA.**

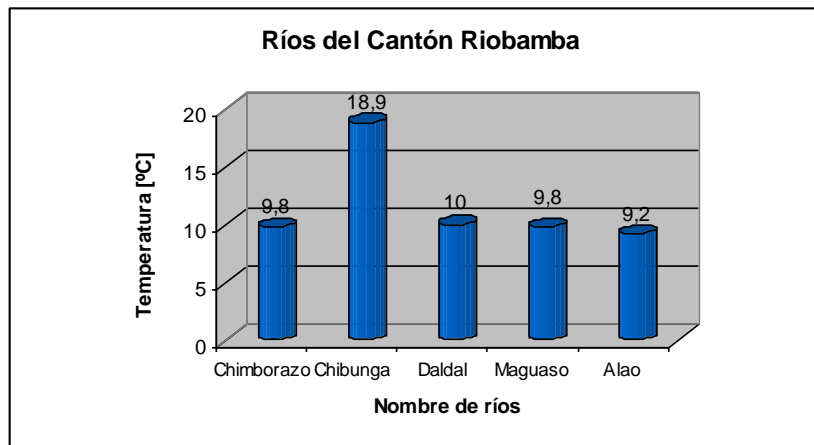


Ilustración 71. Temperatura, ríos cantón Riobamba

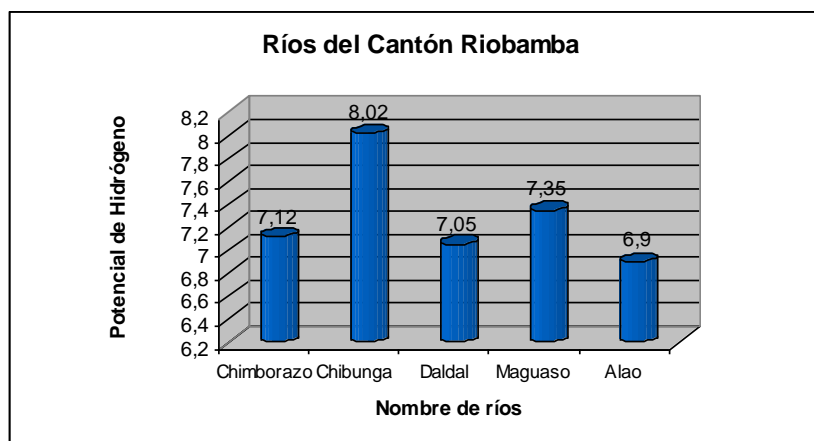


Ilustración 72. pH, ríos cantón Riobamba

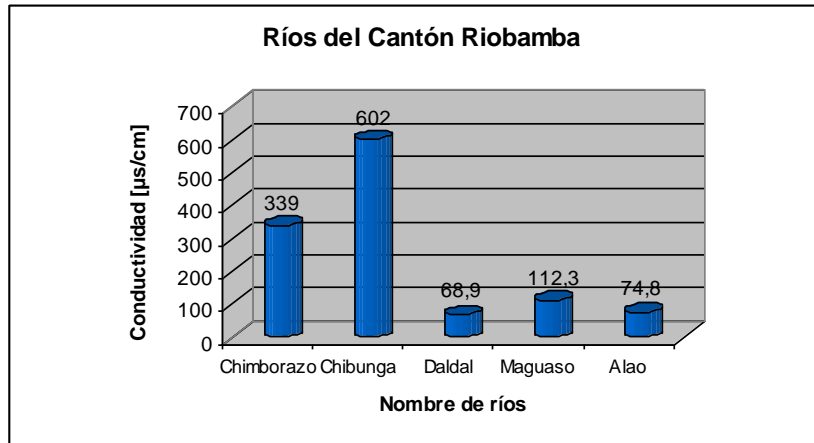


Ilustración 73. Conductividad, ríos cantón Riobamba

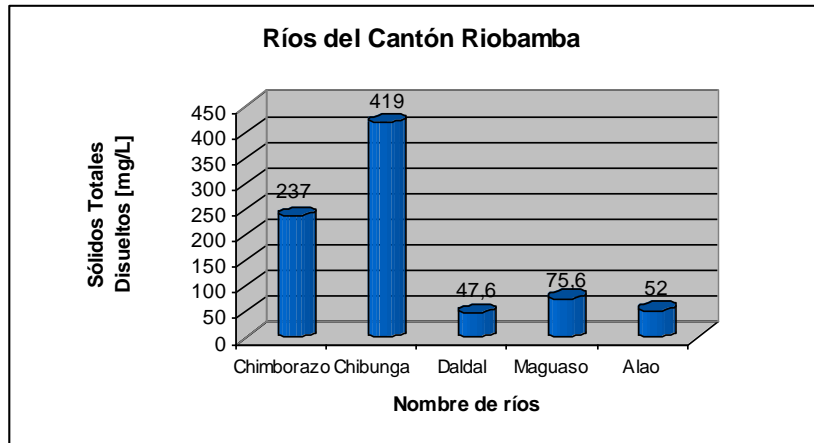


Ilustración 74. Sólidos Totales Disueltos, ríos cantón Riobamba

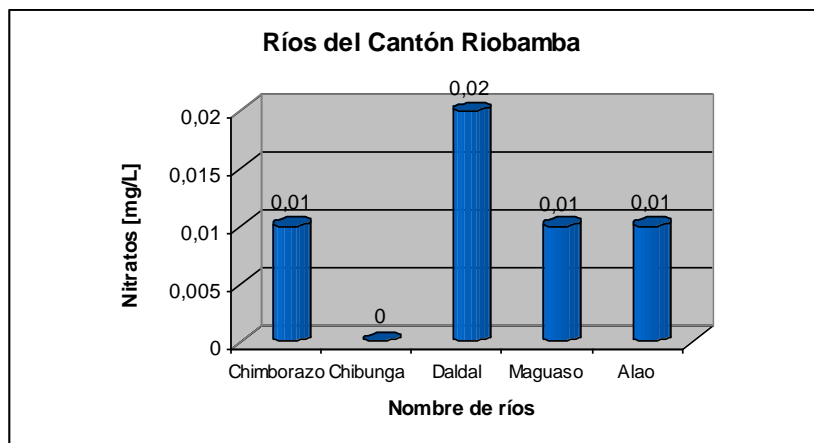


Ilustración 75. Nitratos, ríos cantón Riobamba

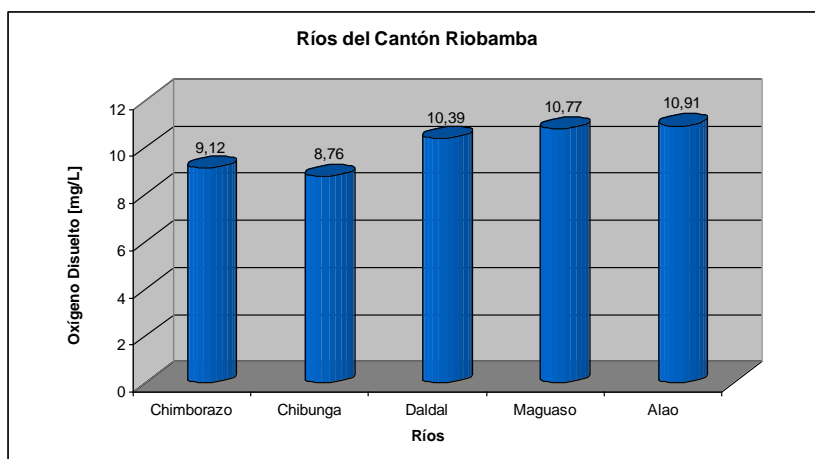


Ilustración 76. Oxígeno Disuelto, ríos cantón Riobamba

Análisis: Los resultados que se han obtenido referentes a los parámetros ADICIONALES, que se han considerado en la investigación como son: Potencial hidrogeno, Oxígeno disuelto, Nitratos, Sólidos Totales Disueltos, Conductividad se encuentran en niveles menores que los permisibles planteados en el TULAS, por lo tanto, se puede afirmar en forma a priori, que en relación a esta información los ríos del cantón Riobamba se encuentran en condiciones adecuadas.

4.4 PLAN DE MANEJO

4.4.1 ANTECEDENTES

El agua es la base de la vida en nuestro planeta forma parte de todos los organismos vivos y es el medio físico de multitud de ecosistemas de incalculable valor ecológico y social. En la actualidad los ecosistemas (ríos, lagos, humedales, entre otros) se encuentran seriamente amenazados por una gestión inadecuada de los recursos hídricos basada en un modelo insostenible de uso del agua.

Actualmente se ha venido dando mayor interés al tema de la problemática de la cantidad y calidad de los recursos hídricos, en especial por ser un recurso considerado como no renovable y posiblemente el causante de futuras disputas internacionales, lo cual implica examinar, investigar y determinar formas de conservarlas para su uso futuro.

En Ecuador poco o nada se ha hecho para recabar información sobre los aspectos fundamentales que hacen rico a este país, habiendo solo información relacionada al aspecto socio-económico, y deficiente información relacionada al ambiente, esto hace necesario buscar métodos de integración del aspecto ambiental con el aspecto socio-económico, para establecer indicadores de sostenibilidad que nos ayuden a analizar, valorar y decidir un adecuado ordenamiento territorial, tomando en cuenta la distribución y uso de los recursos naturales, sean estos renovables o no, así como la necesidad de desarrollar actividades productivas que estén acordes con el medio ambiente natural.

En lugares tan sensibles como la zona Andina, en la que los ecosistemas están en constante adecuación a las condiciones climatológicas y en donde el uso y explotación de los recursos naturales cada vez se hace mas agresivo, ya sea por las actividades agropecuarias, presión demográfica y extracción de minerales, es conveniente trabajar integrando a los actores del desarrollo en propuestas que estén dentro del marco del desarrollo sostenible.

Por todas estas razones, es importante trabajar en la identificación de indicadores de sostenibilidad que nos ayuden a integrar los aspectos ecológicos, económicos y sociales en los proyectos de desarrollo, que busque el alcanzar un equilibrio entre la oferta de los recursos y las necesidades de los diferentes actores del desarrollo.

Lamentablemente en nuestro país donde existe una elevada riqueza biológica, pocos son los estudios, investigaciones e inventarios realizados, lo que dificulta realizar un tipo de estudio de tipo ambiental.

Por la necesidad de disponer de información primaria, el presente trabajo investigativo y práctico busca rescatar información real y concreta que nos ayude a determinar las condiciones actuales que presenta los principales ríos de la provincia de Chimborazo para toma de decisiones posteriores.

4.4.2 FORMA DE MANEJO

Con base en las convenciones internacionales y los resultados de foros celebrados desde Mar del Plata en la década de los setenta, se reconoce a las cuencas hidrológicas como los territorios más apropiados para conducir los procesos de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, incluyendo los aspectos de políticas públicas, estrategias de

desarrollo, planificación del desarrollo espacial o territorial, y las prácticas de conservación necesarias para garantizar la sustentabilidad de los procesos inherentes.

La gestión de los recursos hídricos la podemos entender como el proceso sustentado en un conjunto de principios, políticas, actos, recursos, instrumentos, normas formales y no formales, bienes, recursos, derechos, atribuciones y responsabilidades, mediante el cual coordinadamente el Estado, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, promueven y realizan acciones para lograr el desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y su entorno social, económico y ambiental, entre las que podemos mencionar:

- 1) El control y manejo del agua y las cuencas hidrológicas, incluyendo los acuíferos, además de su distribución y administración.
- 2) La regulación de la explotación, uso o aprovechamiento del agua, y
- 3) La preservación y sustentabilidad de los recursos hídricos en cantidad y calidad, considerando los riesgos ante la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extraordinarios y daños a ecosistemas vitales y al medio ambiente.

La gestión del agua comprende en su totalidad a la administración gubernamental y se requiere de:

- La medición de las variables del ciclo hidrológico y el conocimiento de sus características determinantes y consecuencias, para ampliar la base de conocimiento sobre recursos hídricos, tanto para fines educativos y científicos, como para apoyar la toma de decisiones en los gobiernos y en las sociedades.
- La prevención y mitigación de desastres naturales asociados a la presencia de fenómenos hidrometeorológicos.
- La construcción, mantenimiento y operación de las obras hidráulicas y la administración de los servicios asociados a ellas.
- El mantenimiento, operación y administración de sistemas de riego.
- La prevención y control de la contaminación, y el mejoramiento de la calidad del agua.

- La conservación cuantitativa y cualitativa del agua y del medio acuático, incluyendo ecosistemas frágiles.
- La satisfacción de las necesidades de agua de la población en cantidad y calidad apropiadas, y de las demandas derivadas de los procesos productivos y de servicios de la economía.
- La planificación hídrica participativa y co-responsable entre sociedad y gobiernos, incluyendo sus sistemas de verificación, cumplimiento de metas, evaluación, retroalimentación, reorientación, índices de gestión y rendición de cuentas. En la planificación hídrica es esencial la consistencia de estrategias, acciones y programas en términos cronológicos, y en los espacios geográficos en los niveles nacional, regional, estatal y por cuenca hidrológica o acuífero.
- La legislación y regulación de los usos y de los derechos de agua surgidos de los regímenes de dominio hídrico.
- La administración de las aguas superficiales y subterráneas.

De esta forma, la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos es un proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Dicha gestión está íntimamente vinculada con el desarrollo sustentable.

En resumen, podemos mencionar que la gestión de las cuencas hidrológicas tiene como finalidad armonizar el uso, aprovechamiento y administración del agua y de todos los recursos naturales inherentes a ella, tales como suelo, flora y fauna, y el manejo de los ecosistemas comprendidos en sus límites, tomando en consideración, tanto las relaciones establecidas entre recursos y ecosistemas, como los niveles de desarrollo socioeconómico así como su prognosis, incluyendo los procesos productivos y formas de organización, de normas, regulación y control que adopta la sociedad para satisfacer sus necesidades y procurar su bienestar en términos sustentables.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- Previo a cualquier conclusión que se obtenga de este trabajo a favor o en contra de la calidad de las corrientes de la provincia de Chimborazo, lo primero que se debe razonar es el motivo por el cual se realizó este trabajo, en este contexto debemos señalar que al no existir ninguna información sobre los niveles de los estadígrafos considerados, los resultados obtenidos en la investigación constituyen los primeros índices ambientales que se podrán consultar a través de la internet luego que sean publicados al concluir la investigación desarrollada por el Ing. Patricio Romero.
- Luego del análisis de la información referente a los diferentes estadígrafos utilizados en la investigación se concluye que la “Demanda bioquímica de oxígeno”, es una de las variables que nos señala la problemática de cada corriente, ya que la presencia de materia orgánica necesariamente implica problemas de salud pública. Bajo esta óptica los ríos que a continuación se detallan se encuentran dentro rango de 0 a 2 mg DBO₅/L. De acuerdo con el Texto unificado de legislación ambiental secundaria este tipo de aguas solo requieren desinfección para su consumo.

• Cantón	Ríos
• Alausí	Citado
• Colta	Pangor y Pallo
• Cumandá	Chalguayacu, Blanco y Chanchán
• Pallatanga	Coca y Sal si puedes
• Penipe	Blanco
• Riobamba	Chimborazo y Alao
- En el rango de 2 – 10 mg DBO₅/L, de acuerdo con una interpretación desde el punto de vista de la ingeniería ambiental y tomando en cuenta la información del Texto unificado de legislación ambiental secundaria este tipo de aguas requieren de un tratamiento convencional para reducir los problemas de salud pública por la presencia de mayor cantidad de materia orgánica, en este problema se hallan los siguientes ríos:

- Cantón Ríos
- Alausí Alausí
- Chambo Ulpán
- Chunchi Sevilla
- Colta Sicalpa, Tangabana y Malpote
- Cumandá San Pablo y Chimbo
- Guamote Columbo, Chipó, Cebadas y Yasipán
- Penipe Puela
- Riobamba Daldal

- En el rango de 10 mg DBO₅/L en adelante, se encuentran las siguientes corrientes que se detallan a continuación:

- Cantón Ríos
- Alausí Guasuntos
- Chambo Chambo
- Chunchi Picay
- Guamote Guamote, Atillo y Ozogoche
- Guano Guano
- Riobamba Chibunga y Maguazo

Estas aguas necesariamente requieren de un tratamiento más completo con la finalidad de eliminar los problemas de contaminación, como es el caso del río Guano.

- **La influencia que tiene la presencia de poblaciones situadas a lo largo de los ríos es bien diferenciada ya que los resultados obtenidos nos indican que mientras más sea la densidad poblacional que se sirve del recurso mayor será también la presencia de Amonio, por lo tanto, a pesar de que se obtuvieron datos bajo los límites que nos indica la norma, estos pueden variar en el transcurso del tiempo y convertirse en un problema a largo plazo, debido principalmente al desarrollo propio de las poblaciones como**

incremento poblacional, generación de desechos, actividades agrícolas y ganaderas, entre otras.

- Las mediciones de oxígeno disuelto para los tramos de ríos y descargas presentan valores cercanos a la saturación, lo cual evidencia la gran capacidad de oxigenación de los ríos por efecto de las altas velocidades y su condición de ríos de alta montaña.
- **En la mayoría de los ríos de estudio se puede considerar que no existe contaminación por partículas sólidas, lo que se demuestra por la alta visibilidad que presentan sus aguas. Los ríos que presentan turbiedad visible son aquellos afectados por la presencia de actividades humanas (descargas, movimientos de tierra) y naturales (deslaves, erupciones volcánicas).**
- Las aguas de los ríos de estudio presentan un pH entre 6,35 – 8,8 unidades, tienen muy baja presencia de nitratos (menor a 1,5), amonio (menor a 0,5) y baja concentración de sólidos disueltos totales (menores a 480 mg/L). Por lo tanto se puede deducir mediante estos parámetros que son aguas que presentan condiciones adecuadas, sin embargo para su utilización requieren tratamientos convencionales de desinfección.
- En la casi totalidad de los ríos estudiados, a pesar de tener influencia directa de la población, presentan un condiciones adecuadas para la autodepuración. Esto se debe al caudal que presentan y al incremento del mismo, favorecido por el ingreso de agua de pequeños riachuelos y vertientes naturales durante su recorrido. Con un mayor caudal, los contaminantes se diluyen y dispersan más rápido, a la vez que aumenta el oxígeno disuelto.
- De los ríos estudiados, el que presenta a simple vista problemas mayores es el Río Guano, ya que a lo largo de este, varía el caudal que en cierto tramo del mismo se reduce totalmente. El río se forma nuevamente más abajo por la presencia de canales de riego, descargas de aguas residuales y fluviales, y

por la existencia de vertientes que aportan la casi totalidad del caudal del río.

- El agua del Río Guano a más de ser perturbada en su caudal es también objeto de contaminación por descargas de aguas residuales de hilanderías, comprobándose esto visualmente ya que en ciertos momentos el agua del río se torna del color de la descarga (rojo, azul, verde) y permanece así hasta que es el propio río aguas más abajo que se recupera nuevamente por medio de su caudal.
- El volumen del agua de los ríos estudiados, hasta el momento, se podría decir que es aceptable y puede abastecer a las distintas poblaciones que se sirven de los mismos a lo largo de estos. Sin embargo, como han expresado algunos pobladores, el caudal era mayor antiguamente.

Eso indica la existencia de un cambio a través del tiempo, cuya tendencia a la disminución puede seguir avanzando. Los factores de perturbación pueden ser directos o indirectos. Los primeros pueden estar relacionados a la quema de la vegetación de páramo que, según ciertos estudios, reduciría la capacidad de almacenar agua del suelo y disminuir su nivel freático. Entre factores indirectos podría estar el Calentamiento Global, que produce cambios importantes en el ciclo del agua.

- Sin embargo, se debe recalcar que los datos tomados son un promedio de datos puntuales, que se corresponden con el día y época del muestreo, pero que pueden variar en otra estación del año o momento del día. A pesar de ello, esta investigación indica una referencia de la calidad frecuente del agua, pues las variaciones por lo general no serán demasiado diferentes, a menos que se presente intempestivamente un cambio drástico en el ambiente.

5.2 RECOMENDACIONES

- Una de las recomendaciones a las poblaciones es tomar muy en cuenta las causas que pueden reducir la calidad y cantidad de agua, las mismas que fueron expuestas a ciertas personas durante el estudio. Esto les permitirá seguir manteniendo su recurso en las adecuadas condiciones actuales.
- Buscar financiamiento para implementar estrategias de conservación, lo cual no debería ser función únicamente de los entes controladores si no también de los gobiernos locales.
- Es indispensable crear y mantener una base de datos que permita monitorear efectivamente la calidad y cantidad de agua de los ríos ya que éstos son indicadores que permitirán la identificación de cambios en la zona.
- Se recomienda que luego de por lo menos tres años de monitoreo continuo de los estadígrafos considerados en la investigación, se modelice la información, de tal manera que en el futuro se pueda realizar proyecciones de la información para un adecuado manejo de las aguas de las corrientes de Chimborazo.

BIBLIOGRAFIA.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNEP/LAC-IGWG.XIV/Inf.11

CALLES, J. 2007. Manual básico de monitoreo de la calidad del agua Monitoreo físico-químico, microbiológico, biológico e hidrológico. Fundación Natura. Quito – Ecuador.

EPA. 1997. Volunteer stream monitoring: A methods manual. United States Environmental Protection Agency. Office of water. USA.

FIGUEROA Adriana Ojeda, ¡Agua viene, agua va!: El hidrociclo, el clima y la vida,– 1991.

MERCÉ José María, La arquitectura en el ciclo natural del agua, - 1999

RIVAS, Z. 1995. Determinación del Índice de calidad del agua en la cuenca del río. Editorial ICLAM. Catatumbo, Venezuela.

ROLDÁN, G. 1992. Fundamentos de limnología neotropical. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia

El ciclo integral del agua: 8o curso EGB, Mancomunidad de Aguas de la Comarca – 1987.

INTERNET

http://www.aquapurificacion.com/purificacion_agua.htm.- Aqua Purificacion Systems. (2000-2009). Purificacion. Recuperado el 08 de noviembre del 2005. De

[http://es.wikipedia.org/wiki/Chimborazo_\(provincia\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Chimborazo_(provincia))

<http://www.inamhi.gov.ec/html/inicio.htm>.

<http://www.buscaopciones.com>

<http://www.monografias.com>.

<http://www.google.co.ec>.

ANEXOS

ANEXO I: MONITOREO DE LOS RÍOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.



Río Alausí



Río Alausí



Río Atillo



Río Atillo



Río Cebadas



Río Cebadas



Río Chanchán

Río Chanchán

ANEXO II: MONITOREO DE LOS RÍOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.



Río Chibunga

Río Chibunga



Río Chimbo

Río Chimbo



Río Columbe

Río Columbe



Río Guamote
ANEXO III: MONITOREO DE LOS RÍOS DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

Río Guamote



Río Daldal

Río Daldal



Río Guasuntos

Río Guasuntos



Río Ulpán



Río Ulpán



Río Alao



Río Alao

ANEXO IV: ANÁLISIS DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO



Kit de análisis de agua in situ
laboratorio



Muestras en el



Análisis de muestras en el laboratorio laboratorio



Análisis de muestras en el



Vehículo utilizado para monitoreo

ANEXO V: CARTILLA DE ANÁLISIS DE AGUA IN SITU Y ETIQUETA PARA MUESTRAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL

CARTILLA DE ANALISIS DE AGUA IN SITU

RESPONSABLES:

FECHA:

No	Sitio	Ubicación	Datos de Calidad del agua in situ				
			T° agua°C	pH	Conductividad. µS/cm	TDS mg/L	OD mg/L
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

SITIO
UBICACION
FECHA Y HORA