



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO**  
**MAGUAZO POR MEDIO DEL MÉTODO WQI EN EL PERIODO**  
**ABRIL A JUNIO DEL 2016**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTORA: JHOANNA ELIZABETH CHÁVEZ NARVÁEZ**

Riobamba- Ecuador

2016

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El proyecto técnico: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO MAGUAZO POR MEDIO DEL MÉTODO WQI EN EL PERIODO ABRIL A JUNIO DEL 2016** de responsabilidad de la señorita egresada Jhoanna Elizabeth Chávez Narváez ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. José Gerardo León Chimbolema <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	_____	_____
Ing. Luis Miguel Santillán Quiroga <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	_____

Yo, Joanna Elizabeth Chávez Narváez, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este proyecto de Titulación; y el patrimonio intelectual del proyecto de Titulación, pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO** y a la **SECRETARÍA DEL AGUA**.

---

**JHOANNA EIZABETH CHÁVEZ NARVÁEZ**

## **DEDICATORIA**

*Quiero dedicar este trabajo primero a mis Padres que han sido uno de los ejes fundamentales en cada paso que doy y me acompañaron durante la realización de mi tesis, al final pero no menos importante a mi Guerrero Eduardo que hoy no está físicamente pero que siempre fue un gran apoyo durante mi formación académica, para ellos está dedicada la culminación de mi proyecto.*

*-Jhoanna-*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por todo los conocimientos que han impartido en mí para hoy estar presentando mi proyecto de titulación.*

*A mis Padres y hermanas por darme la fortaleza para seguir adelante, por cuidarme y tener fe en mí, para ellos unas enormes gracias por ser el eje fundamental en mi vida.*

*A mi tutor Dr. Gerardo León y mi asesor Ing. Miguel Santillán por ser mi guía gracias a sus conocimientos, fomentar en mi apoyo y trabajo en equipo en la realización del presente trabajo.*

*A la Secretaria del Agua por abrirme las puertas de su Institución, brindarme todo el apoyo y confianza para poder elaborar el proyecto, en especial al Ingeniero Paúl Aucancela por sus consejos, conocimientos que compartió conmigo y toda su ayuda en la ejecución de mi Proyecto.*

*A Israel por ser uno de los actores principales para la ejecución y término de mi trabajo de titulación, además de apoyarme en cada momento.*

*Al Ing. Nelson y su señora esposa Esmeraldita que se preocupan por mí y han sido un gran apoyo en todo este tiempo.*

*-Jhoanna-*

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>DBO5</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
<b>°C</b>	Grados Centígrados
<b>%OD</b>	Porcentaje de oxígeno disuelto
<b>Ph</b>	Potencial de hidrógeno
<b>SDT</b>	Sólidos Disueltos Totales
<b>UNT</b>	Unidad nefelométrica de turbidez
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>L/s</b>	Litros por segundo
<b>WQI</b>	Water Quality Index
<b>QBR</b>	Riparian Vegetation Quality Index
<b>IHF</b>	Índice del Hábitat Fluvial
<b>ESPOCH</b>	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
<b>SENAGUA</b>	Secretaría del Agua

## INDICE GENERAL

<i>DEDICATORIA</i> .....	iii
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	iv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	v
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
OBJETIVOS .....	2

### CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Cuenca Hidrográfica .....	4
1.1.1. Tipos de Cuencas Hidrográficas .....	4
1.1.2. Diagnóstico de cuencas hidrográficas .....	4
1.2. Calidad del Agua.....	4
1.2.1. Parámetros Físicoquímicos y microbiológicos a considerar en la calidad del agua.....	
1.2.1.1. Oxígeno Disuelto. ....	6
1.2.1.2. Temperatura. ....	6
1.2.1.3. pH.....	6
1.2.1.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno. ....	7
1.2.1.5. Turbidez. ....	7
1.2.1.6. Nitratos.....	8
1.2.1.7. Fosfatos. ....	9
1.2.1.8. Coliformes Totales.....	9
1.2.2. Índices de Calidad del Agua. ....	9
1.2.3. Método de valoración WQI.....	10
1.3. Cualificación de la zona ripiara en los ecosistemas fluviales. Índice QBR. ....	11
1.4. Índice de hábitat fluvial (IHF).....	12
1.5. Legislación Ambiental en el Ecuador. ....	12
1.5.1. Agua para uso público urbano.....	13
Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico.....	13

### CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA .....	15
2.1. Unidad de estudio.....	15

2.1.1.	Localización .....	15
2.2.	Tipo de trabajo .....	15
2.3.	Línea base del lugar .....	16
2.4.	Métodos y Técnicas.....	16
2.4.1.	Ubicación del Río y selección de los puntos de monitoreo.....	16
2.4.1.1.	Selección de los puntos de muestreo.....	16
2.5.	Caudales .....	17
2.5.1.	caudales.....	17
2.5.1.1.	Cálculo del Caudal .....	17
2.5.1.2.	Determinación de perfil de río Maguazo. ....	17
2.6.	Caracterización de la calidad de agua .....	19
2.6.1.	Cantidad de muestra.....	19
2.6.2.	Frecuencia de muestreo.....	19
2.6.3.	Pasos que se siguió para el muestreo en campo .....	20
2.6.4.	Transporte de la muestra .....	20
2.6.4.1.	Análisis de Muestras .....	20
2.6.5.	Caracterización físico-químicos y microbiológico .....	21
2.7.	Cálculo del índice IHF .....	22
2.8.	Examinar el Índice QBR .....	22
2.9.	Calidad del Agua (WQI) .....	22
2.10.	Equipos, materiales y reactivos utilizados .....	25
2.10.1.	Equipos, materiales y reactivos utilizados en el laboratorio .....	25
2.10.2.	Equipos, materiales y reactivos utilizados en campo .....	25

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>26</b>
3.1.	Ubicación del Río y de los puntos de monitoreo. ....	26
	Descripción de los puntos de monitoreo. ....	28
3.1.1.1.	Punto 1. ....	29
3.1.1.2.	Punto 2. ....	29
3.1.1.3.	Punto 3. ....	30
3.2.	Determinación de Caudales.....	31
3.3.	Resultados Físico-Químicos y Microbiológicos. ....	33
3.4.	Índice QBR. ....	43
3.5.	Índice IHF. ....	45
3.6.	Calidad del Agua por el Método WQI .....	46

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**BIBLIOGRAFÍA- 1 -**

**ANEXOS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1-1: Parámetros para el cálculo del WQI.....	11
Tabla 2-1: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.....	14
Tabla 1-2: Parámetros “in-situ”.....	21
Tabla 2-2: Parámetros analizados en laboratorio.....	22
Tabla 3-2: Métodos para la determinación de Parámetros Físico –Químicos y Microbiológicos.....	24
Tabla 4-2: Equipos, materiales y reactivos utilizados en el laboratorio.....	25
Tabla 5-2: Equipos, materiales y reactivos utilizados en campo.....	25
Tabla 1-3: Puntos de monitoreo de la investigación.....	28
Tabla 2-3: especies vegetales en el punto 1.....	29
Tabla 3-3: Especies vegetales presentes en el punto 2.....	30
Tabla 4-3: Especies vegetales presentes en el punto 3.....	31
Tabla 5-3: Resultados de caudal en el mes de Abril por punto de monitoreo.....	31
Tabla 6-3: Resultados de caudal en el mes de Mayo por punto de monitoreo.....	31
Tabla 7-3: Resultados de caudal en el mes de Junio por punto de monitoreo.....	32
Tabla 8-3: Resultados de caudal en cada uno de los puntos de monitoreo por mes.....	32
Tabla 9-3: pH de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	33
Tabla 10-3: Temperatura del río de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	34
Tabla 11-3: Temperatura ambiente de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	35
Tabla 12-3: Coliformes fecales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	35
Tabla 13-3: Demanda Bioquímica de Oxígeno de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	36

Tabla 14-3: Dureza de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	37
Tabla 15-3: Nitratos de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	38
Tabla 16-3: Oxígeno Disuelto de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	39
Tabla 17-3: Turbiedad de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	40
Tabla 18-3: Fosfatos Totales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio...	41
Tabla 19-3: Sólidos Totales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio...	42
Tabla 20-3: Rangos de calidad según el índice QBR.....	43
Tabla 21-3: Valoración del índice QBR en cada uno de los puntos de monitoreo por mes.....	44
Tabla 22-3: Rangos de calidad según el índice HIF.....	45
Tabla 23-3: Valoración del índice HIF en cada uno de los puntos de monitoreo por mes.....	45
Tabla 24-3: Resultados de calidad del agua de acuerdo al índice WQI en el mes de abril.....	46
Tabla 25-3: Resultados de calidad del agua de acuerdo al índice WQI en el mes de mayo.....	47
Tabla 26-3: Resultados de calidad del agua de acuerdo al índice WQI en el mes de junio.....	48
Tabla 27-3: Resultados de Calidad del Agua por medio del método WQI en cada uno de los puntos de monitoreo por mes.....	49

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

Mapa 1-3: Mapa diagnóstico del Sector.....	26
Mapa2-3: Mapa base de la Microcuenca.....	27
Mapa 3-3: Mapa de la microcuenca del río Maguazo y la ubicación de los puntos de monitoreo.....	28
Gráfico 1-3: Figura de caudal en cada uno de los puntos de monitoreo por mes.....	32
Gráfico 2-3: Figura de pH de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	33
Gráfico 3-3: Figura de temperatura del río de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	34
Gráfico 4-3: Figura de temperatura ambiente de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	35
Gráfico 5-3: Figura de coliformes fecales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	36
Gráfico 6-3: Figura de demanda Bioquímica de Oxígeno de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	37
Gráfico 7-3: Figura de dureza de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	38
Gráfico 8-3: Figura de nitratos de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	39
Gráfico 9-3: Figura de temperatura ambiente de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	40
Gráfico 10-3: Figura de turbiedad de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	41
Gráfico 11-3: Figura de fosfatos Totales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	42
Gráfico 12-3: Figura de sólidos Totales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	43
Gráfico 13-3: Figura del índice QBR de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	44

Gráfico 14-3: Figura del HIF de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.....	45
Gráfico 15-3: Figura de la calidad del agua de acuerdo al índice WQI del mes de abril.....	47
Gráfico 16-3: Figura de la calidad del agua de acuerdo al índice WQI del mes de mayo.....	48
Gráfico 17-3: Figura de la calidad del agua de acuerdo al índice WQI del mes de junio.....	49
Gráfico 18-3: Figura de la calidad del agua de acuerdo al índice WQI del mes de junio.....	50

## RESUMEN

El objetivo fue determinar la calidad del agua del río Maguazo, Parroquia Pungalá, Cantón Riobamba, por medio del método WQI en el periodo Abril a Junio del 2016, se realizó análisis de parámetros físico-químicos Water Quality Index (WQI), en el estudio del hábitat en las zonas de muestreo mediante Riparian Forest Quality index (QBR) y el Índice del hábitat fluvial (HIF). Durante el proyecto se realizó muestreos mensuales en 3 diferentes puntos, el primer punto se encuentra en la zona alta, 100 metros aproximadamente de un puente de madera, el punto 2 zona media, en el punto de referencia EP – EMAPAR, donde se realizará la captación del agua del río, el tercer punto zona baja, punto debajo del puente que comunica la Comunidad de Peltec con la comunidad de Alao. Los parámetros se analizaron con el multi-parámetros, menos fosfatos y nitratos que se realizaron en el Laboratorio de Calidad del Agua SENAGUA, el caudal se determinó por medio del molinete SEBA, variaron según el mes, Abril y Mayo con mayor caudal que el mes de Junio pero siempre manteniéndose sobre los 1000 L/s, el índice QBR arrojó un rango mayor a 80 en todos los puntos dando un resultado ligeramente calidad buena de bosque y el HIF un rango mayor a 53 y no mayor a 64 en todos los puntos demostrando diversidad de hábitat media, la calidad del agua (WQI) en los 3 puntos en Abril y Mayo es media, mientras que en el Julio los puntos 1, 2 tienen buena calidad y el punto 3 media calidad. El río Maguazo después de realizar el estudio presenta una calidad media del agua, por lo cual se debe considerar manejo adecuado para cuidado, conservación y tratamiento para poder hacer uso del recurso para consumo humano.

**Palabras clave:** <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA>, <INGENIERÍA AMBIENTAL>, <CALIDAD DEL AGUA> < SECRETARIA DEL AGUA (SENAGUA) > <ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA> < Water Quality Index (WQI)> < NSF (SOFTWARE)> <RIO MAGUAZO>, <PUNGALÁ (PARROQUIA)>.

## ABSTRACT

The aim was determining quality of the wáter in the water in the Maguazo river, Pungalá parish, Riobamba canton, by means of the WQI method during the period April – June 2016, the analysis of the Physical – chemical parameters Water Quality Index (WQI) was performed, in the habitat study in the sampling zones through Riparian Forest Quality Index (QBR) and the fluvial habitat Index (HIF). During the Project, three monthly samplings were taken in 3 diferent points, the first point is in the high zone, to about 100 meters of a wooden bridge, point 2 in the middle zone, the reference point EP-EMAPAR, the water catchment will be done, the third point lower zone, under the bridge connecting Peltec and Alao communities. The parameters were analyzed with the mullti-parameters, fewer phosphates and nitrates which were carried out at the Laboratory of Water Quality SENAGUA, the caudal was determined by the SEBA pinwheel, they varied depending on the month, April and May with the higher caudal tan June but permanently remaining over 1000L/s, the index QBR showed a range higher to 80 in all the points, providing a result of slightly good quality of forest and the HIF a range higher to 53 and no high to 64 in all the points evidencing a average hábitat diversity, the water quality (WQI) in the three points in April and May is average, whilst in July points 1,2 have good quality and in poin 3 the quality is medium. The Mguazo river shows a medium water quality after performing the study, hence an adequate management must be considered for its care, preservation and treatment in order to be considered for its care, perservation and treatment in order to be able for human consumption.

Keywords:<ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <ENVIRONMENTAL ENGINEERING>,<WATER QUALITY>, <WATER DEPARTMENT (SENAGUA) >, <WATER QUALITY INDEX >, <Water Quality Index (WQI) >, <NSF (SOFTWARE) >, <MAGUAZO RIVER >, <PUNGALÀ (PARISH) >



## **INTRODUCCIÓN.**

El agua siendo la principal fuente que da vida al planeta se presenta en todos los lugares del planeta mientras que en algunos se encuentra en menores cantidades o limitadamente, está en un total de 97,5% para agua salada y el 2,5% siendo el sobrante para agua dulce, de este constando como el 69% en estado sólido, el 30% determinado como aguas subterráneas y el 1% que está disponible en la superficie.

Con el gran aumento de la población mundial y la demanda hídrica de buena calidad para consumo humano generan problemas ambientales, requiriendo una mayor preocupación por los habitantes para de esa manera conservar el recurso y dar un tratamiento adecuado por medio de análisis para saber la calidad del agua.

La contaminación del agua está relacionada directamente con la calidad de la misma, está influenciada por la presencia directa de agentes naturales así como también la intervención diaria del hombre en la naturaleza.

En la Ciudad de Riobamba cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de los recursos hídricos, esto provoca que las fuentes actuales de captación para la distribución de agua no cubra la demanda requerida, ocasionando que la dotación del recurso hídrico en la actualidad sea discontinua y con ello genere molestias e inconformidad en los usuarios, además que existen escasos estudios físico-químicos para la posible explotación de fuentes alternas para su aprovechamiento doméstico. “Tomando en cuenta que en el año 2010 la población era de 156 723 hab. y en el 2016 es de 172 688 aproximadamente”. (Concha, 2015)

El río Maguazo será la fuente principal para la ejecución del Proyecto Trasvase de Agua Superficial Alao-Maguazo y construcción de la reserva San Martín de Veranillo, el uso de agua

para la captación proviene del río Maguazo y permitirá incrementar los caudales de distribución de agua potable de Riobamba, a 500 litros por segundo. Estos caudales serán trasladados por medio de una tubería de acero hacia el sur de Riobamba y alimentarán las redes de distribución de agua potable San Martín de Veranillo y Pisín, también permitirá redirigir los caudales desde la Red Maldonado.

El río Maguazo afluente directo del Rio Alao de la Comunidad Alao, Parroquia Pungalá, Provincia de Chimborazo, tiene una distancia de 6 km. de recorrido en forma de cono con presencia de vegetación a su alrededor, con un caudal aproximado de 500-600 L/seg. Sin actividad humana en la zona alta y media, en la zona baja se encuentran ubicadas varias piscinas clandestinas de truchas sin asentamiento humano pero que pueden estar alterando de una manera constante el recurso hídrico.

Cabe resaltar que no se han realizado estudios que determinen la Calidad del Agua que debería tener el río Maguazo para ser captado, tratado, distribuido y aprovechado como agua de uso doméstico.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la calidad del agua del río Maguazo por medio del método WQI en el periodo Abril a Junio del 2016.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar las condiciones Físico-Químicas del río Maguazo durante el mes de Abril a Junio del 2016.

- Determinar el Caudal del río durante los meses de Abril a Junio del 2016.
- Examinar el Índice de Calidad del Bosque de Ribera del río Maguazo en el periodo Abril a Junio del 2016.
- Calcular el Índice Hábitat Fluvial (IHF) del río Maguazo en el periodo Abril a Junio del 2016.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1. Cuenca Hidrográfica.

*“La cuenca no está determinada solo por su ámbito geográfico sino también por la actividad humana, provocado por efectos socioeconómicos, sociales que necesitan mecanismos de concertación. Es considerada también como una unidad de planificación, en esta los habitantes son los ejes principales, mientras que las organizaciones son las que guían al desarrollo común”* (Escobar, 2005, p. 47)

#### 1.1 *Tipos de Cuencas Hidrográficas.*

Las cuencas se clasifican definitivamente según el resultado que de la relación del drenaje superficial y la importancia principal que tiene el curso del recurso hídrico. La cuenca se forma y divide debido al trayecto del recurso hídrico, esto genera las cuencas y sub-cuencas además de las quebradas. (WORLD, 2010, pág. 12)

##### 1.1.1 *Diagnóstico de cuencas hidrográficas.*

En cada uno de las partes es un precedente al inicio de los nuevos proyectos dando a conocer la realidad local de cada aspecto socioeconómico, biofísico presente en la cuenca y micro cuenca. La fase determina la recopilación, interpretación y distribución de las fuentes primarias y secundarias determinadas por el equipo técnico, los representantes públicos, privados y comunitarios. (Zury, 2008, pág. 65)

### 1.2. Calidad del Agua.

Se puede utilizar la frase calidad del agua para describir y determinar las características físicas, químicas y biológicas del agua analizada.

La calidad del agua se basa de cómo o para que se va a utilizar el agua, la mayoría de las características físico-químicas y biológicas se emplean para un uso determinado del agua a usar. El agua para uso público es la que se encuentra en un mejor estado, o mejor calidad, debe estar libre de minerales que causen efectos fisiológicos o biológicos no deseados, además de no poseer organismos patógenos. (ROMERO, 2007)pp.53

El agua se describe de distintas maneras por lo cual es recomendable tener claro el significado para así evitar confusiones o errores al momento de utilizarlos. Como ejemplo podemos ver que la polución se debe a introducir condiciones indeseables al agua, provocando que sea negativa para el uso diario, siendo no apta a simple vista con su olor y sabor, se puede decir que un tipo de polución es la contaminación, que implica la introducción de materiales tóxicos, microorganismos y sustancias perjudiciales que provocan que este no sea apta para el consumo humano.

Agua pura, no existe dentro de un significado en la naturaleza, pero se puede utilizar el término de agua segura y agua potable. El agua segura es aquella cuyo consumo no provoca ningún riesgo para la salud del consumidor sea humano o animal, mientras que el agua potable es aquella que al ser consumida nos brinda seguridad y satisfacción desde el punto de vista físico, químico y biológico, se puede decir que es apta y aprovechable para emplearse como bebida.

El concepto de agua segura tiene un valor relativo y no absoluto, ya que de acuerdo con la técnica y métodos disponibles afirma que el agua es segura cuando no se ha determinado riesgo alguno para la salud del consumidor. (ROMERO, 2002)pp.32

### ***1.2.1. Parámetros Físicoquímicos y microbiológicos a considerar en la calidad del agua.***

Todos los parámetros que nos determinan el agua es lo que define la calidad del agua para darle un determinado uso y visualizar todos los aspectos, además de la composición química y microbiológica, también se debe aprobar los requerimientos económicos, legales y tratamiento adecuado para aprovecharlo.

#### *1.2.1.1. Oxígeno Disuelto.*

El OD es muy importante porque es un factor que nos da a conocer cada una de las condiciones aeróbicas o anaeróbicas en el medio determinado. Al determinar el OD da el eje principal para considerar DBO, los procesos de tratamiento, las tasas de aireación en los tratamientos aireación en los procesos aeróbicos y el grado de polución de una fuente hídrica. El OD está presente en cantidades diferentes e incluso bajas en el agua, la cantidad de OD en el agua depende de la concentración y estabilidad del material orgánico existente, por eso es que se puede decir que es un factor importante en la auto purificación de los ríos, esta varía también al aumentar la temperatura dándonos un valor de OD bajo. (ROMERO, 2002)

La presencia de OD es esencial el agua; es considerado como un indicador de contaminación.

#### *1.2.1.2. Temperatura.*

Cuando se determina la temperatura exactamente es esencial para diferentes procesos de tratamiento y los análisis de laboratorio, ya que el grado de saturación del OD, la actividad biológica y el valor de saturación con carbonato de calcio relacionado con la temperatura. Para la determinación en suministro de pozos, polución de ríos además de estudios de fuentes la temperatura no es un dato necesario para poder determinarlo. (ROMERO, 2002)

Todos los factores ambientales hacen que la temperatura del agua varíe continuamente, la temperatura debe ser tomada in – situ, con un termómetro previamente calibrado, para que el grado de error sea muy leve. (Leiva, 2004, pág. 150)

#### *1.2.1.3. pH.*

El pH expresa la concentración de los iones de hidrógeno, o mejor expresado de la actividad del ion hidrogeno dentro del agua.

El potencial de hidrógeno (pH) determina la acidez o alcalinidad del agua provocado por la presencia de iones hidrógeno e hidróxido respectivamente.

El agua que contenga más iones hidrogeno demuestra que tiene mayor acidez, mientras que al contener mayor cantidad de iones de hidróxido indica que tiene mayor alcalinidad. El rango de pH se encuentra en un rango de 0 a 14, donde el 7 es un rango neutral, un valor de pH mayor a 7 nos da alcalinidad, el pH menor a 7 nos indica acidez. (Studholme, 2012, p. 90).

#### *1.2.1.4. Demanda Bioquímica de Oxígeno.*

Una de las principales reacciones generada por la materia orgánica en la oxidación microbial o mineralización, todo esto ocurren en los cuerpos naturales de agua que constituyen las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterótrofos que se deben cuantificar.

Materia orgánica + O<sub>2</sub> + nutrientes                      CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + nuevas células + nutrientes + energía.

El ensayo de DBO en cinco días para aguas residuales es la principal característica a utilizar para determinar la concentración de materia orgánica existente. La DBO es la cantidad de oxígeno que se utiliza por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable bajo condiciones aerobias en el periodo de cinco días bajo los 5 días. (Romero, 2002, p. 98).

#### *1.2.1.5. Turbidez.*

Este término es la propiedad principal o la forma de observar detenidamente y de una mejor manera el estado en el que se encuentra el agua, causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan por el agua a analizar. Esta es la propiedad óptica donde la luz es remitida y no transferida a través de la suspensión.

La turbidez en el agua puede ser originada por una gran variedad de materiales que se encuentran en suspensión, variando de tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas mucho más gruesas como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, a más de organismos planctónicos y variación de microorganismos.

La turbidez en el agua provoca que el agua pierda la transparencia característica de esta, se vuelve opaca, esta es determinada por unidades nefelométricas (NTU por sus siglas en inglés). Durante periodos de bajo flujo muchos ríos se observan de un color verde claro, cuando las turbulencias son bajas, usualmente menos de 10 NTU. (ROMERO, 2002)

#### ***1.2.1.6. Nitratos.***

En todas las plantas y animales vivientes se sabe que el oxígeno es la unidad necesaria para que estas produzcan proteínas. En un ecosistema acuático el nitrógeno se encuentra presente en muchas formas, al combinarse el nitrógeno con el oxígeno se da paso o forma un compuesto llamado nitrato.

- a.*** Los nitratos vienen de fertilizantes, aguas negras y también de desechos industriales.
- b.*** Los nitratos pueden ser causantes de la eutrofización de lagos o pozas. Esto ocurre cuando los nutrientes se añaden a las masas de agua, los nutrientes generalmente provienen de los restos o escurrimientos de agua en las tierras agrícolas, aguas negras, detergentes, desechos de animales y sistemas sépticos con fugas.

Los niveles altos de nutrientes en el agua hacen que la vida vegetal y las algas florezcan, cuando las plantas crecen pueden provocar que otros organismos mueran. (ROMERO, 2002) pp.103.

### *1.2.1.7. Fosfatos.*

Los fosfatos es la forma principal en la que se encuentra el fósforo dentro del agua, estos se encuentran en los fertilizantes, detergentes y llegan al gua junto con el deslizamiento agrícola, los desechos industriales y las fuentes de aguas negras.

Al existir grandes cantidades de fosfato al agua se da un mayor crecimiento de las plantas, estos también ayudan al crecimiento de las algas dentro de los ríos ocasionando que su crecimiento sea mayor. Se puede reconocer con facilidad que al aumentar el crecimiento de las algas estos provoquen capas de limo verde que incluso pueden cubrir la superficie del agua. Con el crecimiento de algas y plantas muchos microorganismos mueren.

Las masas de agua con altos niveles de fosfatos generalmente tienen niveles altos de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) debido a las bacterias que consumen los desechos orgánicos de las plantas y posteriormente a los niveles bajos de OD. (ROMERO, 2002)pp.108.

### *1.2.1.8. Coliformes Totales.*

Los coliformes principales son las bacterias bacilares, aeróbicas facultativas anaeróbicas, Gram – negativas, no formadoras de esporas las cuales se encargan de fermentar la lactosa con formaciones de gas durante 48 horas a 35 C o 37 C.

Las heces humanas y animales son la principal fuente de contaminación y por la cual se introduce gran cantidad de coliformes en el ambiente. Es por esto que la mayor cantidad de coliformes que se encuentran en el ambiente son fecales, a la vez se encuentran muchos coliformes de vida libre. (Características Microbiológicas, 2015)

## *1.2.2. Índices de Calidad del Agua.*

La calidad del agua es entendida de maneras muy distintas y su determinación es entendida como el valor o la valoración de la evaluación del agua según su naturaleza química, física y biológica en relación con la calidad natural de las aguas, los efectos humanos y los usos que le den. Los datos de monitoreo pueden ser fáciles de interpretar usando los índices de calidad del agua (ICA) e índices de contaminación (ICO), esto reduce a los parámetros a evaluar para determinar la calidad del agua, siendo fáciles y sencillos en monitorear y evaluar por técnicos determinados y usuarios en general. La diferencia entre cada uno de los índices es la forma de evaluar cada uno de los procesos de contaminación, el número de variables obtenida, además de la formulación del índice a determinar.

El ICA expresa la calidad del recurso hídrico mediante la integración de análisis numéricos en base a parámetros establecidos para calidad del agua y el uso popular al que le vayan a dar.

(Torres, cruz, & Patiño, 2009)

### **1.2.3. Método de valoración WQI.**

Water Quality Index (WQI) se utiliza para conocer la calidad del agua del río, lago, laguna o fuente hídrica en estudio, determina el grado de contaminación del agua según la fecha de muestreo, se determina cambios y alteraciones producidas según la trayectoria de los cuerpos de agua según su tiempo de vida. (LOBOS, 2005 , pág. 14)

WQI según sus siglas en inglés da una valoración del agua pura, es decir que un WQI aproximado a 100% es indicador de un agua en condiciones óptimas, sin embargo un valor de WQI cercano a 0 cero nos da a conocer que son aguas contaminadas. Previo al análisis de los 9 parámetros de las muestras de agua se calcula el valor teórico de cada uno mediante el software libre calculating NSF WQI o se interpola las curvas teóricas que determina el valor I en relación al valor ideal que debe tener en condiciones de calidad excelente. (LOBOS, 2005 , pág. 14)

“El índice de calidad del agua es valorado según el porcentaje de agua pura lo que quiere decir que si el WQI es de 100% nos indica que el agua se encuentra en extremadas condiciones, de igual manera al encontrarse las condiciones en valores igual a cero o cercanas presentan contaminación constante. Se analizan 9 parámetros en cada una de las muestras de agua, las cuales se van a calcular su valor teórico mediante el software libre *Calculating NSF WQI*” (LOBOS, 2005 , pág. 14)

**Tabla 1-1: Parámetros para el cálculo del WQI**

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	
Fecal coliform	0.16	
pH	0.11	
Biochemical oxygen demand	0.11	
<a href="#">Temperature change</a> Go to This Site to Get Index value	0.10	
Total phosphate	0.10	
Nitrates	0.10	
Turbidity	0.08	
Total solids	0.07	

Fuente: *Calculating NSF WQI*

### 1.3. Cualificación de la zona ripiara en los ecosistemas fluviales. Índice QBR.

- Se aplica en la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera).
- Zonas inundadas en tiempos determinados.
- Según el área presentada se realizarán las evaluaciones debido a la presencia de la masa vegetal ripiaria. No se cuentan las zonas con sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente.

- En tramos de alta montaña sin vegetación ripiaria natural o en zonas áridas, se puede verificar en la hoja de campo para observar cómo se encuentra determinada. (F.M.E. Research Group) (Anexo E)

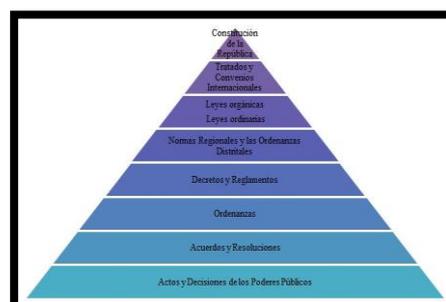
#### 1.4. Índice de hábitat fluvial (IHF).

Es función determinar su nivel físico donde puedan congregarse una determinada fauna del sector. A mayor heterogeneidad y diversidad de disposiciones físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan. El hábitat existente es el que va a dar soporte al medio, suministra el alimento y vivienda a cada uno de sus habitantes. El hábitat fluvial es el principal factor de supervivencia e influencia de las especies demostrando su riqueza a través de sus factores de influencia dentro de las especies acuáticas. (Pardo, Alvarez, Moreno, Vivas, Suárez, & Vidal)

El IHF determina los aspectos físicos del cauce relacionándose con el hábitat que depende en gran medida de la hidrología y del sustrato en el existente. Entre ellos, la frecuencia de rápidos, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos. Se evalúa cada uno de los elementos que contribuyen al aumento e incremento de la diversidad del hábitat físico y de cada una de las fuentes alimenticias como hojas y madera y de origen autóctono, como la presencia de diversos grupos morfológicos de productores primarios. (Pardo, Alvarez, Moreno, Vivas, Suárez, & Vidal) (Anexo F)

#### 1.5. Legislación Ambiental en el Ecuador.

La jerarquía dentro de las normas en el Ecuador y de acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador 2008, establece de la siguiente manera:



**Ilustración 1-1: Gráfico de Pirámide Kelseniana - Jerarquía Legislación Ambiental en Ecuador.**

**Fuente:** BUSTOS, Fernando. (2010).

***1.5.1. Agua para uso público urbano***

Es el agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización.

***1.5.2. Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico.***

Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico aquella que se emplea en actividades como:

- a.*** Bebida y preparación de alimentos para consumo.
- b.*** Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
- c.*** Fabricación o procesamiento de alimentos en general.
- d.*** Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional, deberán cumplir con los siguientes criterios:

**Tabla 2-1: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.**

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoniaco	N-Amoniaco	mg/l	1,0
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural, o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0

Fuente. TULSMA, Libro VI, Anexo No.1, Tabla No. 1

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1 Unidad de estudio.

##### 2.1.1 *Localización.*

Fue determinada por la Secretaria del Agua ubicando al río Maguazo según División Hidrográfica del Ecuador en la cuenca 28 76 río Pastaza, subcuenca 28 76 04 río Chambo y a la microcuenca 28 76 04 11 río Alao y dren al río Chambo; y, según código Pfafstetter nivel 6 pertenece al código 499686 de la Demarcación Hidrográfica de Pastaza en la comunidad Peltetc, parroquia de Pungalá, comunidad de Alao ubicado en la provincia de Chimborazo.

#### 2.2 Tipo de trabajo.

Es un estudio técnico debido a que se busca un fin directo porque se va evaluar la calidad del agua del río Maguazo para verificar si sus aguas son aptas para el aprovechamiento como uso doméstico.

- **Tipo de enfoque: Cualitativo y Cuantitativo.**

Cualitativo porque se va a recolectar datos sin control numérico, es decir con tablas elaboradas por la SENAGUA que nos va ayudar con la resolución de varios de los objetivos propuestos.

Cuantitativo porque se va a recoger datos físicos-químicos de la calidad del agua, al igual que datos de aforos, para establecer si el agua de este río es o no apta para utilizarla como uso doméstico para la ciudad de Riobamba.

### **2.3 Línea base del lugar.**

La línea base del sector detalla el área de influencia del proyecto, a su vez describirá todos los elementos del medio ambiente que se encuentra en el área de influencia tomando en consideración los siguientes contenidos:

- Ubicación
- Determinación del área de influencia
- Descripción del medio físico
- Descripción del medio biológico
- Ambiente socioeconómico

### **2.4 Métodos y Técnicas.**

#### **2.4.1 *Ubicación del Río y selección de los puntos de monitoreo.***

Para la ubicación del río se accedió a información emitida dentro del Informe Técnico N°. 0025-2015-A.T.-DHP con fecha 22 de octubre del 2015, dentro de la SENAGUA.

##### **2.4.1.1 *Selección de los puntos de muestreo.***

La selección de los puntos de muestreo se realizó mediante un recorrido por el sector identificando las características en el lugar y por la información proporcionada de los técnicos de SENAGUA. Se verificó el fácil acceso y que sea seguro para realizar la medición de caudales y toma de muestras en cada punto.

Los puntos de muestreo fueron geo-referenciados con un GPS (proyección WGS84) para luego plasmarlos en un mapa con la ubicación detallada de los puntos de monitoreo de la microcuenca del río Maguazo siendo estos los puntos más representativos en la ejecución del proyecto.

Se implantaron 3 puntos de monitoreo en el río Maguazo; los cuales cumplieron con las características para la toma de muestras físico-químicas, microbiológicas, aptas para la medición de caudales.

## **2.5 Caudales.**

### **2.5.1 Caudales.**

El Caudal se determinó en cada uno de los puntos de monitoreo una vez al mes, para lo cual se utilizó un MOLINETE SEBA con hélice 127-80mm proporcionado por la Secretaría del Agua. No se tomó en cuenta la presencia de rocas o material vegetal flotante.

#### **2.5.1.1 Cálculo del Caudal.**

Con un flexómetro se midió el ancho de un trayecto del río en cada punto de monitoreo, después se midió la altura del mismo en cada uno de los extremos del trayecto y se estableció un determinado número de verticales dependiendo de la profundidad del punto establecido y el número de revoluciones medidas por minuto a distintas profundidades, todo esto se registró en la hoja de cálculo física emitida por la SENAGUA (Anexo C1).

#### **2.5.1.2 Determinación de perfil de río Maguazo.**

Se utilizó un molinete universal F1 de SEBA HYDROMETRIE que midió la velocidad de la corriente del agua del río Maguazo.

El molinete se instaló sobre una barra-soporte y en la parte inferior la hélice 127-80mm, se procedió a ingresar la hélice desde el fondo para empezar con las mediciones a las distintas alturas, terminando la medición a la altura de la superficie del río, las horas de monitoreo fueron aproximadamente a las 10 h 35 am. El río fue dividido en 5 partes según el ancho del río y la profundidad a la cual se pudo utilizar el molinete.

Como medida de seguridad para la determinación del caudal por el método de molinete se extendió un cabo de lado a lado para de esa manera poder sostenerme ante la fuerte corriente del río.

En su cálculo se emplearon las siguientes fórmulas:

- **Fórmula para determinar la velocidad del agua del río:**

La velocidad del río se consideró la fórmula del molinete SEBA de hélice hélice 127-80mm basado en las revoluciones en las que gira la hélice por la velocidad con la que gira la misma.

$$\text{Si } 1,34 < n < 3,95 \dots v = 0,0168 + 0,2487 * n$$

**Dónde:**

**v:** Velocidad

**n:** Número de revoluciones/Tiempo (30 s)

**Fuente:** Secretaría del Agua

- **Fórmula para calcular el área transversal en el punto de aforo:**

$$Ap = \left( \frac{(X_1 - X_0) * (h_1 - h_0)}{2} \right) + [(X_1 - X_0) * (h_0)]$$

**Dónde:**

**Ap:** Área parcial entre dos verticales

**x:** Distancia

**h:** Profundidad

**Fuente:** Secretaría del Agua

- **Fórmula para determinar el caudal del río:**

$$Q=Vm*A$$

**Dónde:**

**Q:** Caudal

**A:** Área

**Vm:** Velocidad media

**Fuente:** Secretaría del Agua

- La información obtenida fue registrada en la hoja de cálculo física (**Anexo C1**) emitida por la SENAGUA para posteriormente ser ingresarla en la hoja de cálculo (Excel) programa oficial para determinación de caudales por molinete. (**Anexo C2**)

## **2.6 Caracterización de la calidad de agua.**

El muestreo en el río Maguazo se realizó tomando en cuenta los puntos representativos de monitoreo en un periodo de tres meses, se obtuvo muestras para análisis físico-químicos y microbiológicos. Se tuvo muy en cuenta los protocolos para cada muestra.

### **2.6.1 Cantidad de muestra.**

Se tomó 1 L de muestra del río Maguazo para análisis físico-químicos y microbiológicos.

### **2.6.2 Frecuencia de muestreo.**

El muestreo se realizó la tercera semana, en los meses de Abril, Mayo y Junio del año 2016, una muestra por cada punto representativo.

### **2.6.3 Pasos que se siguió para el muestreo en campo.**

- Se identificó los puntos de muestreo.
- Preparación de los materiales para el muestreo.
- Toma de datos del lugar y sus características.
- Llenado recipientes de acuerdo al tipo de análisis.
- Homogenizó el envase.
- Codificar la muestra (fecha y hora del muestreo, tipo de análisis, nombre del responsable)
- Se analizó los parámetros in situ.
- Sellar el envase.
- Preservar y transportar la muestra.
- La información procesada fue registrada en una libreta para posteriormente ingresarla en una hoja de cálculo.

### **2.6.4 Transporte de la muestra.**

Una vez recogidas las muestras fueron colocadas en un cooler previamente condicionado con hielo y transportados hacia el laboratorio para ser analizados.

#### **2.6.4.1 Análisis de Muestras.**

Las muestras tomadas fueron analizadas en el laboratorio:

- Laboratorio de calidad del agua SENAGUA.

### 2.6.5 Caracterización físico-química y microbiológica.

Los parámetros a analizar se los realizo tanto en el laboratorio como “in-situ”.

Para la toma de muestras tanto de análisis físico-químicos como microbiológicos se consideró con anterioridad los parámetros requeridos para el proyecto.

Para los parámetros in-situ se utilizó un Multiparámetros de calidad del agua de propiedad de SENAGUA, el cual nos dio los valores directos para cada parámetro en cada uno de los puntos, para los parámetros realizados en el laboratorio se utilizó una botella plástica con cierre hermético, donde previamente se procedió también a lavar el recipiente para que la muestra no sea contaminada.

La botella se sumergió en el río tapada contra corriente, al estar dentro de las aguas se la destapó permitiendo que se llene y ahí tapándola evitando que queden burbujas de aire.

**Tabla 1-2: Parámetros “in-situ”**

PARÁMETRO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
	UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	pH 6 - pH 9
Temperatura del río	°C	Condición Natural + o - 3 grados
Temperatura Ambiente	°C	19 °C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/L	2
Dureza	mg/L	500
Oxígeno Disuelto	mg/L	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	100
Solidos totales	mg/L	1000

Realizado por: Jhoanna Chávez

**Tabla 2-2: Parámetros analizados en laboratorio.**

PARÁMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
	UNIDAD	VALOR
Nitratos	mg/l	10
Fosfatos Totales	mg/l	0,1

Realizado por: Jhoanna Chávez

## 2.7 Cálculo del índice IHF.

La valoración del índice IHF se realizó en cada punto de monitoreo evaluado durante el periodo de estudio, se valoró cada uno de los siete parámetros, este índice se aplicó para observar las particularidades que este poseía. La valoración no puede ser mayor o menor al rango establecido dentro de la tabla de IHF, los apartados son calculados al final se suman para obtener el rango final.

El resultado se terminó según la hoja de cálculo proporcionada por SENAGUA (Anexo F)

## 2.8 Examinar el Índice QBR.

El Índice QBR se utilizó para identificar las zonas de vida, se seleccionó cada punto de monitoreo tomando en cuenta el ancho de la zona de ribera y se tomó como límite a la orilla del río. Se analizaron los siete apartados dentro de la tabla del índice QBR al determinar cada uno de los valores se procede a sumarlos, dándonos un valor no mayor a 100 así como tampoco puede ser negativo. El resultado es registrado en la hoja de cálculo emitida por la SENAGUA. (Anexo E)

## 2.9 Calidad del Agua (WQI).

Con los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos y microbiológicos se realizó el cálculo teórico de cada uno de los parámetros con el software NSF que proporcionará el valor del WQI y que serán comparados con la tabla de rangos ya establecida.

La calidad del agua se determina en una escala de 100 puntos que se resumen en los resultados de un total de nueve parámetros diferentes:

- Oxígeno disuelto
- Coliformes fecales
- pH
- Demanda de oxígeno bioquímico
- Variación de temperatura
- Contenido total de sulfato
- Nitratos
- Turbidez
- Sólidos totales

Finalmente muestra el resultado calculado multiplicando la ponderación de cada parámetro con su índice respectivo y se interpreta de acuerdo a la tabla que presenta los distintos criterios de calidad del agua.

**Tabla 3-2: Métodos para la determinación de Parámetros Físico –Químicos y Microbiológicos**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>MÉTODO/EQUIPO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno	MULTIPARÁMETROS (PORTÁTIL ) PARA CALIDAD DEL AGUA	Lectura con electrodo
Oxígeno Disuelto	MULTIPARÁMETROS (PORTÁTIL ) PARA CALIDAD DEL AGUA	Lectura con electrodo
Sólidos totales	MULTIPARÁMETROS (PORTÁTIL ) PARA CALIDAD DEL AGUA	Lectura con electrodo
Coliformes fecales	MULTIPARÁMETROS (PORTÁTIL ) PARA CALIDAD DEL AGUA	Lectura con electrodo
Temperatura	MULTIPARÁMETROS (PORTÁTIL ) PARA CALIDAD DEL AGUA	Lectura con electrodo
Nitratos	Espectrofotómetro HaCH DR 2800	Utilizar un blanco de 10mL, el espectrofotómetro es programado para el análisis de nitratos, agregar el reactivo en 10mL de muestra, cubrir con parafilm y agitar durante 1 minuto, dejar en reposo por 5 minutos, encerrar con el blanco y medir.
Fosfatos	Espectrofotómetro HaCH DR 2800	Utilizar un blanco de 10mL, el espectrofotómetro es programado para el análisis de fosfatos, agregar el reactivo en 10mL de muestra, cubrir con parafilm y agitar, dejar en reposo por 2 minutos, encerrar con el blanco y medir.
pH	MULTIPARÁMETROS (PORTÁTIL ) PARA CALIDAD DEL AGUA	Lectura con electrodo
Turbidez	HACH 2100 P turbidimeter HACH 2100 N turbidimeter	Lectura directa para turbiedad hasta 9,99 NTU Lectura directa para turbiedad hasta más de 9,99 NTU

Realizado por: Jhoanna Chávez

## 2.10 Equipos, materiales y reactivos utilizados.

**Tabla 4-2: Equipos, materiales y reactivos utilizados en el laboratorio**

<b>EQUIPOS</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>REACTIVOS</b>
<b>Espectrofotómetro</b>	Buretas de 25 ml	PhosVer – reactivo para fosfatos (Pirosulfato de potasio) Para 10ml muestra
<b>Multiparámetros de Calidad del Agua</b>	Erlenmeyer de 500 ml	NitraVer – Reactivo para nitratos (Cadmio-ácido sulfanilico) Para 10ml muestra
	Picetas	Agua destilada
	Soporte universal	
	Guantes de látex	
	Libreta de campo	

**Realizado por:** Jhoanna Chávez

**Tabla 5-2: Equipos, materiales y reactivos utilizados en campo**

<b>EQUIPOS</b>	<b>MATERIALES</b>
GPS GARMIN	Botellas plásticas estériles de 1 L
Estacas	Libreta
Flexómetro	Esferos
Cronometro	
Multiparámetros para calidad del agua	
Cámara fotográfica	
Turbidímetro	
Molinete SEBA	
Cooler	

**Realizado por:** Jhoanna Chávez



como dato principal que el río Maguazo tiene una extensión de 9687 metros y un área de 3193 hectáreas.

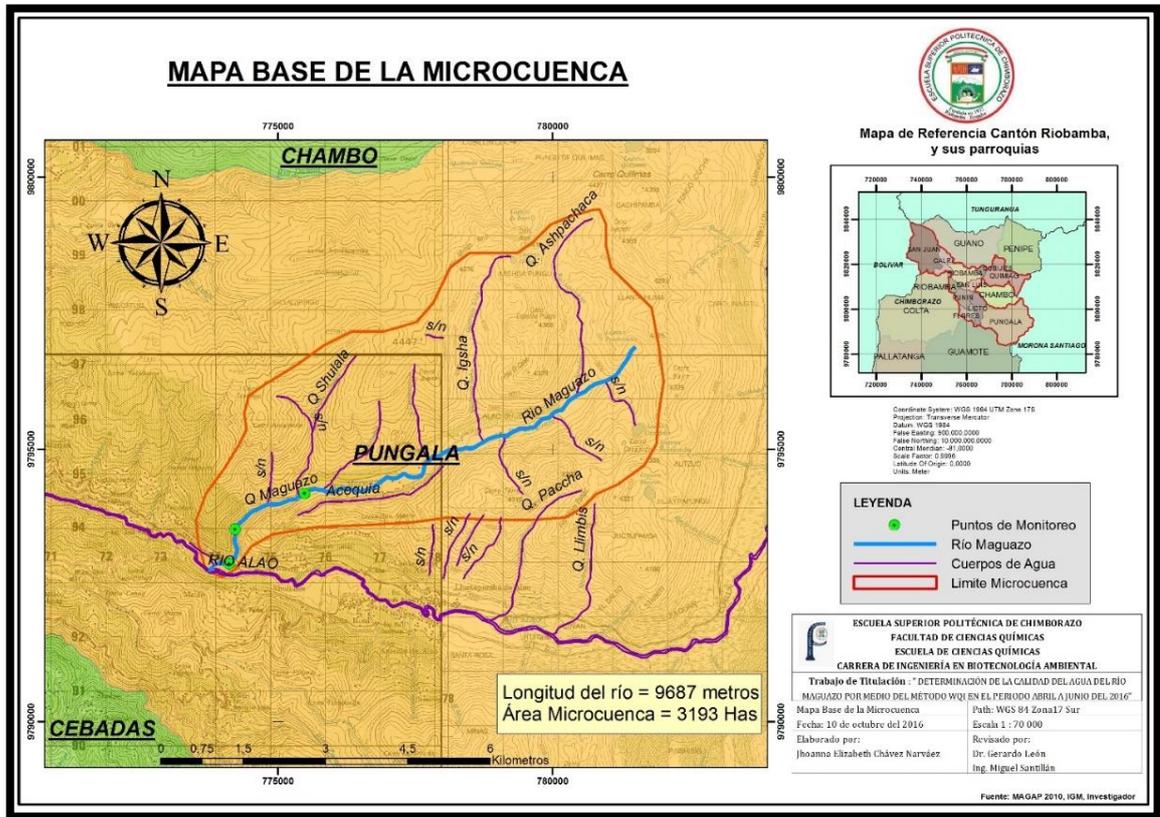


Ilustración 2-3: Mapa base de la Microcuenca

Realizado por: Chávez, J. 2016

Al evaluar los criterios considerados para establecer los puntos a monitorear en la zona de estudio se determinó la información que se encuentra en la tabla 7 y determinando los perfiles del río para poder identificar cómo se desarrolla el monitoreo (Anexo I)

**Tabla 1-3: Puntos de monitoreo de la investigación.**

PUNTO DE MONITOREO	SITIO	DATUM: WGS 1984 UTM		COTA
		ZONA 17S COORDENADAS		
		LONGITUD (X)	LATITUD (Y)	msnm
PUNTO 1	Zona alta, puente de cruce del río Maguazo	775497	9794197	3280
PUNTO 2	Punto de referencia determinado por la EP – EMAPAR, en donde se realizará las obras de captación de las aguas del río.	774229	9793541	3146
PUNTO 3	Zona baja, punto debajo del puente de la vía que comunica la comunidad de PELTEC con la comunidad de Alao.	774121	9792907	3024

Realizado por: Chávez, J. 2016

- Descripción de los puntos de monitoreo.



**Ilustración 3-3: Mapa de la microcuenca del río Maguazo y la ubicación de los puntos de monitoreo**

Realizado por: Chávez, J. 2016

### 3.1.1 Punto 1.

En la comunidad Peltec, perteneciente a la parroquia Pungalá del cantón Riobamba de la provincia de Chimborazo, a una distancia aproximada de 850 metros desde la vía de segundo orden que comunica a los poblados de Pungalá con el poblado de la parroquia Alao, a la margen derecha aguas abajo del río Maguazo, se encuentra el punto de referencia determinado como zona alta, se ubica en el par de coordenadas UTM de latitud 9794197 longitud 775497 cota 3280 msnm del datum WGS 84.

La zona de vida en el punto 1 según sierra pertenece a páramo herbáceo, entre la vegetación identificada en esta zona se encuentran las siguientes especies vegetales:

**Tabla 2-3: especies vegetales en el punto 1**

<b>FORESTAL</b>		
<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Naturaleza</b>
Quishuar	Buddleja incana Ruiz Pav	Endémica
Pumamaqui	Oreopanax sp.	Endémica
Yagual	Polylepis sp. Van Lanata	Endémica
Arrayan	Eugenia halli	Endémica
<b>ARBUSTIVA</b>		
Totora	Opuntia indica	Endémica
Chilca	Baccharis balsamífera Benth	Endémica
Achupalla	Puya lanata Belongs	Endémica
Marco	Ambrosia arbórea	Endémica
Mentha	Mentha spicata	Endémica
Mora	Rubus glaucus	Endémica

Realizado por: Chávez, J. 2016

### 3.1.2 Punto 2.

A una distancia aproximada de 550 metros desde la vía de segundo orden que comunica a los poblados de Pungalá con el poblado de la parroquia Alao, a la margen derecha aguas abajo del río Maguazo, se encuentra el punto de referencia determinado por la EP-EMAPAR, en donde se

realizará las obras de captación de las aguas del río en mención, esto se ubica en el par de coordenadas UTM de latitud 9793541 longitud 774229 cota 3146 msnm del datum WGS 84.

Esta área no se encuentra influenciada por ganadería ni asentamientos poblados cercanos.

La zona de vida en el punto 2 la vegetación identificada en esta zona se encuentra las siguientes especies vegetales endémicas y una introducida:

**Tabla 3-3: Especies vegetales presentes en el punto 2**

<b>FORESTAL</b>		
<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Naturaleza</b>
Quishuar	Buddleja incana Ruiz Pav	Endémica
Yagual	Polylepis sp. Van Lanata	Endémica
Arrayan	Eugenia halli	Endémica
Pino	Pinus radiata D Don.	Introducido
<b>ARBUSTIVA</b>		
Totora	Opuntia indica	Endémica
Chilca	Baccharis balsamífera Benth	Endémica
Achupalla	Puya lanata Belongs	Endémica
Marco	Ambrosia arbórea	Endémica

**Realizado por:** Chávez, J. 2016

### **3.1.3 Punto 3.**

Pertenciente a la cuenca 28 76 río Pastaza, subcuenca 28 76 04 río Chambo y a la microcuenca 28 76 04 11 Río Alao y dren al río Chambo, ubicado en el punto de coordenadas 774121 de longitud y 9792907 de latitud, cota 3024 msnm del datum WGS 84, en este punto se ha considerado como zona baja, punto debajo del puente de la vía que comunica la comunidad de PELTEC con la comunidad de Alao.

En este punto existe una mínima presencia de población ya que el punto se encuentra en una zona transitada pero muy poco poblada, a su margen derecho se encuentra una vivienda de 5 habitantes. Según la zona de vida en el punto 3 la vegetación identificada en esta zona son las siguientes:

**Tabla 4-3: Especies vegetales presentes en el punto 3**

<b>FORESTAL</b>		
<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Naturaleza</b>
Quishuar	Buddleja incana Ruiz Pav	Endémica
Arrayan	Eugenia halli	Endémica
Pino	Pinus radiata D Don.	Introducido
Eucalipto	Eucaliptus melliodora	Introducido
<b>ARBUSTIVA</b>		
Chilca	Baccharis balsamífera Benth	Endémica
Achupalla	Puya lanata Belongs	Endémica
kikuyo	Pennisetum clandestinum	Introducida

Realizado por: Chávez, J. 2016

### 3.2 Determinación de Caudales.

A continuación se presentan los resultados de los cálculos de caudal durante el período de monitoreo establecido.

**Tabla 5-3: Resultados de caudal en el mes de Abril por punto de monitoreo.**

<b>PUNTOS DE MONITOREO</b>	<b>CAUDAL <i>L/s</i></b>	<b>ÁREA TOTAL <i>m<sup>2</sup></i></b>	<b>VELOCIDAD PROMEDIO <i>m/s</i></b>
Punto 1	1026	1,53755	0,576
Punto 2	1040	1,52875	0,603
Punto 3	1461	1,79125	0,697

Realizado por: Chávez, J. 2016

**Tabla 6-3: Resultados de caudal en el mes de Mayo por punto de monitoreo.**

<b>PUNTOS DE MONITOREO</b>	<b>CAUDAL <i>L/s</i></b>	<b>ÁREA TOTAL <i>m<sup>2</sup></i></b>	<b>VELOCIDAD PROMEDIO <i>m/s</i></b>
Punto 1	1135	1,76375	0,581
Punto 2	1280	1,775	0,657
Punto 3	1471	1,905	0,671

Realizado por: Chávez, J. 2016

**Tabla 7-3: Resultados de caudal en el mes de Junio por punto de monitoreo.**

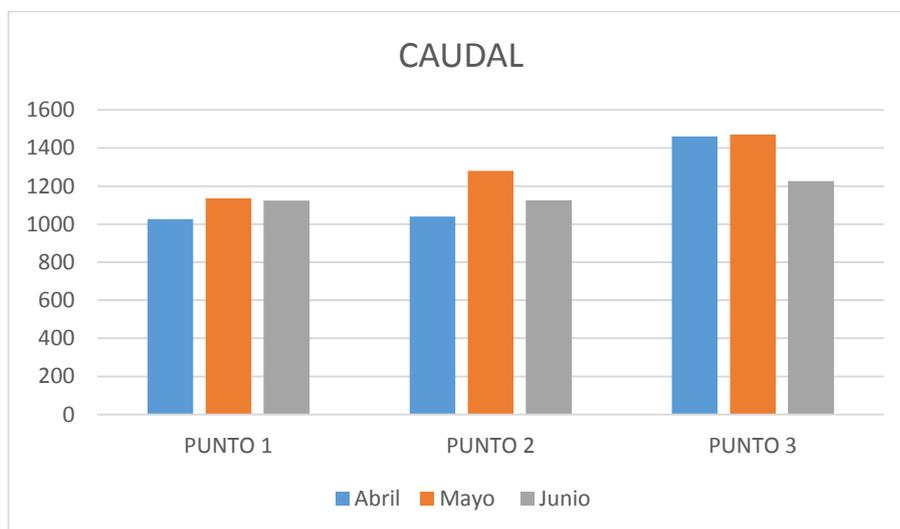
<b>PUNTOS DE MONITOREO</b>	<b>CAUDAL <i>L/s</i></b>	<b>ÁREA TOTAL <i>m<sup>2</sup></i></b>	<b>VELOCIDAD PROMEDIO <i>m/s</i></b>
Punto 1	1123	1,5725	0,629
Punto 2	1125	1,61125	0,618
Punto 3	1226	1,66625	0,656

**Realizado por:** Chávez, J. 2016

**Tabla 8-3: Resultados de caudal en cada uno de los puntos de monitoreo por mes.**

<b>MES</b>	<b>PUNTO 1</b>	<b>PUNTO 2</b>	<b>PUNTO 3</b>	<b>UNIDAD</b>
Abril	1026	1040	1461	<i>L/s</i>
Mayo	1135	1280	1471	<i>L/s</i>
Junio	1123	1125	1226	<i>L/s</i>

**Realizado por:** Chávez, J. 2016



**Gráfico 1-3:** Figura de caudal en cada uno de los puntos de monitoreo por mes

**Realizado por:** Chávez, J. 2016

En el punto 1 el caudal en el mes de abril fue no tan representativo debido a que tuvo un valor menor con relación a los valores de caudal en los monitoreos subsiguientes, esto puede guardar

concordancia con que el punto de referencia representa el punto alto del río Maguazo indicando que en el punto medio (punto 2) se verificó aportantes para el aumento de caudal además de encontrarse en el mes con mayor nivel de lluvia, en el punto 3 del mes de mayo el caudal alcanzó un máximo valor en relación a los otros meses debido a que se determinó la presencia de aportantes al río que influyen en el valor del punto bajo, el mes de Junio posee valor de caudal más bajo considerándolo como el más representativo por ser considerado en época de estiaje.

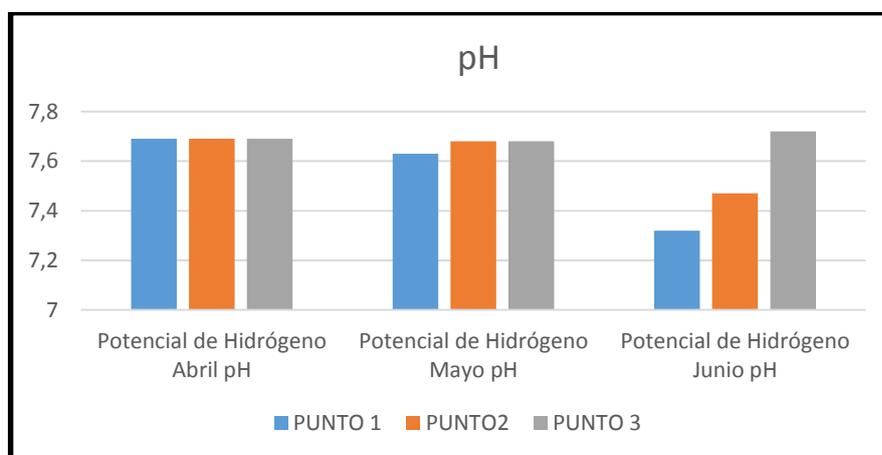
### 3.3 Resultados Físico-Químicos y Microbiológicos.

Los resultados de las muestras de agua analizadas en el laboratorio de calidad del agua SENAGUA y datos de parámetros físico-químicos tomados in situ se muestran en las siguientes tablas por punto y mes de muestreo:

**Tabla 9-3: pH de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>Potencial de Hidrógeno Abril pH</b>	<b>Potencial de Hidrógeno Mayo pH</b>	<b>Potencial de Hidrógeno Junio pH</b>
<b>PUNTO 1</b>	7,69	7,63	7,32
<b>PUNTO2</b>	7,69	7,68	7,47
<b>PUNTO 3</b>	7,69	7,68	7,72

Realizado por: Chávez, J. 2016



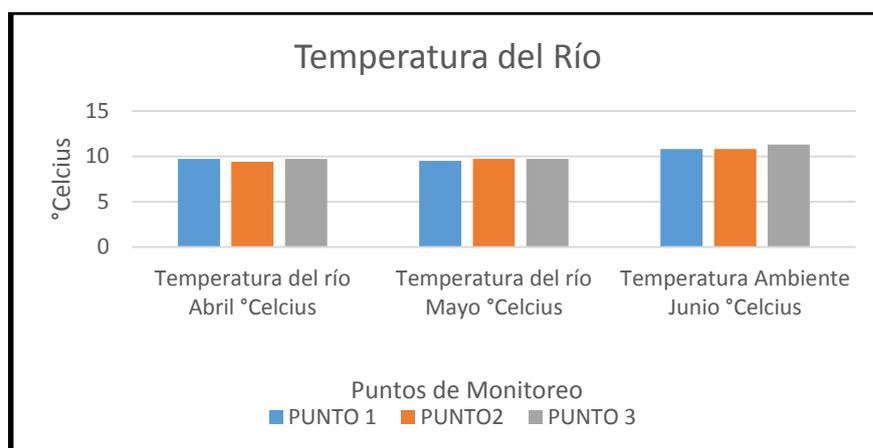
**Gráfico 2-3:** Figura de pH de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

El valor de pH se encuentra en un estado neutro en todo el trayecto del río, siendo su valor más bajo en el punto 1 en el mes de junio 7,32 y su valor más alto 7,72 en el punto 3 en el mes de Junio, mediante esto se determinó que los valores de pH son aptos para el agua como consumo humano.

**Tabla 10-3: Temperatura del río de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio**

PARÁMETRO	Temperatura del río Abril °Celcius	Temperatura del río Mayo °Celcius	Temperatura del río Junio °Celcius
PUNTO 1	9,7	9,5	10,82
PUNTO2	9,4	9,7	10,82
PUNTO 3	9,7	9,7	11,3

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 3-3:** Figura de temperatura del río de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

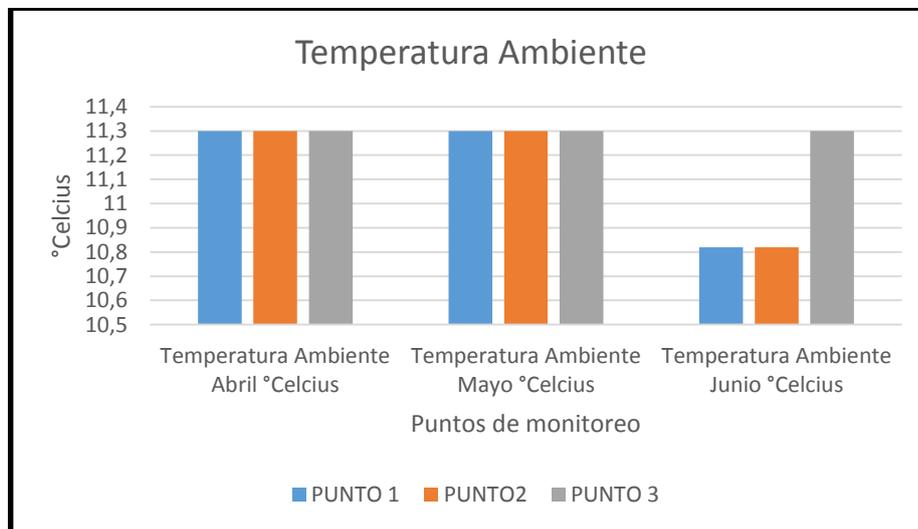
Realizado por: Chávez, J. 2016

La temperatura del río en el mes de Abril y Mayo en cada uno de los puntos no disminuyó de 9,4 °Celcius y no aumentó de 9,7 °Celcius debido a que la presencia de lluvia no permite que el agua aumente en temperatura, mientras que en el mes de Junio existió la variación del punto 1 y punto 2 de 10,82 °Celcius y el punto 3 de 11,3 °Celcius, esto se genera ya que disminuyen las lluvias y los rayos solares provocan que el agua aumente la temperatura.

**Tabla 11-3: Temperatura ambiente de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>Temperatura Ambiente Abril °Celcius</b>	<b>Temperatura Ambiente Mayo °Celcius</b>	<b>Temperatura Ambiente Junio °Celcius</b>
<b>PUNTO 1</b>	11,3	11,3	10,82
<b>PUNTO2</b>	11,3	11,3	10,82
<b>PUNTO 3</b>	11,3	11,3	11,3

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 4-3:** Figura de temperatura ambiente de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio

Realizado por: Chávez, J. 2016

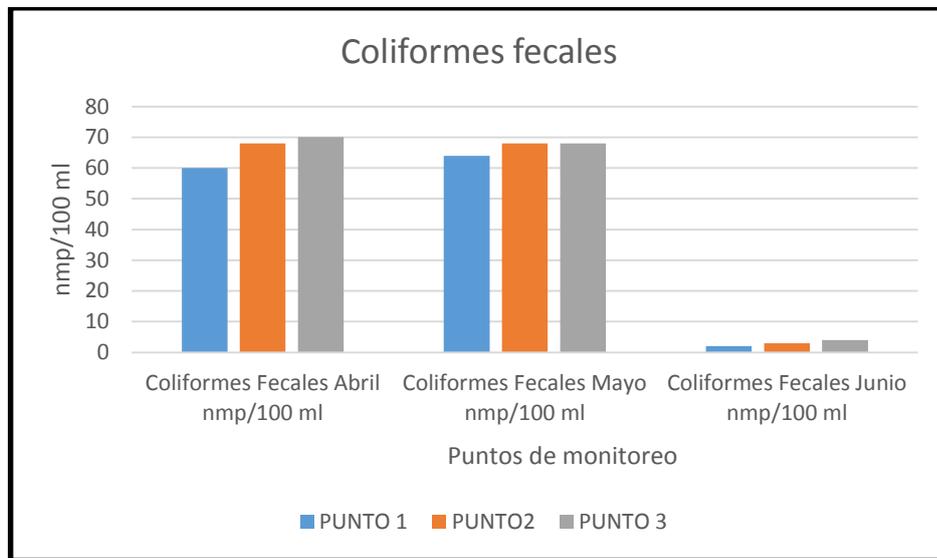
La temperatura ambiente durante el tiempo de estudio en los 3 puntos de muestreo no se vio alterada representativamente manteniéndose en un rango de 11,3 °Celcius y 10,82 °Celcius, esta temperatura no afecta directamente a los resultados que se van a determinar en los monitoreos.

**Tabla 12-3: Coliformes fecales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>Coliformes Fecales Abril nmp/100 ml</b>	<b>Coliformes Fecales Mayo nmp/100 ml</b>	<b>Coliformes Fecales Junio nmp/100 ml</b>
<b>PUNTO 1</b>	60	64	2

<b>PUNTO2</b>	68	68	3
<b>PUNTO 3</b>	70,1	68	4

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 5-3:** Figura de coliformes fecales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

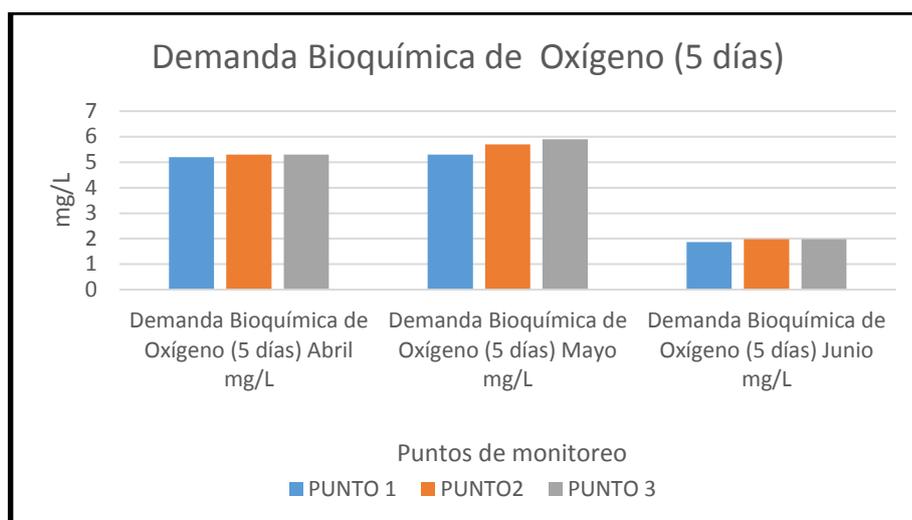
Realizado por: Chávez, J. 2016

El agua del río Maguazo no posee una considerable presencia de coliformes fecales ya que en la ribera del río y sus alrededores no existe presencia de actividades agrícolas o ganaderas. En el mes de Junio cada uno de los puntos monitoreados disminuyó la cantidad de coliformes fecales demostrando así que el agua se encuentra en un estado aceptable y manteniéndose en los rangos permisibles para ser usada como agua de consumo humano.

**Tabla 13-3: Demanda Bioquímica de Oxígeno de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) Abril mg/L</b>	<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) Mayo mg/L</b>	<b>Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) Junio mg/L</b>
<b>PUNTO 1</b>	5,2	5,3	1,87
<b>PUNTO2</b>	5,3	5,7	1,98
<b>PUNTO 3</b>	5,3	5,9	1,98

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 6-3:** Figura de demanda Bioquímica de Oxígeno de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio

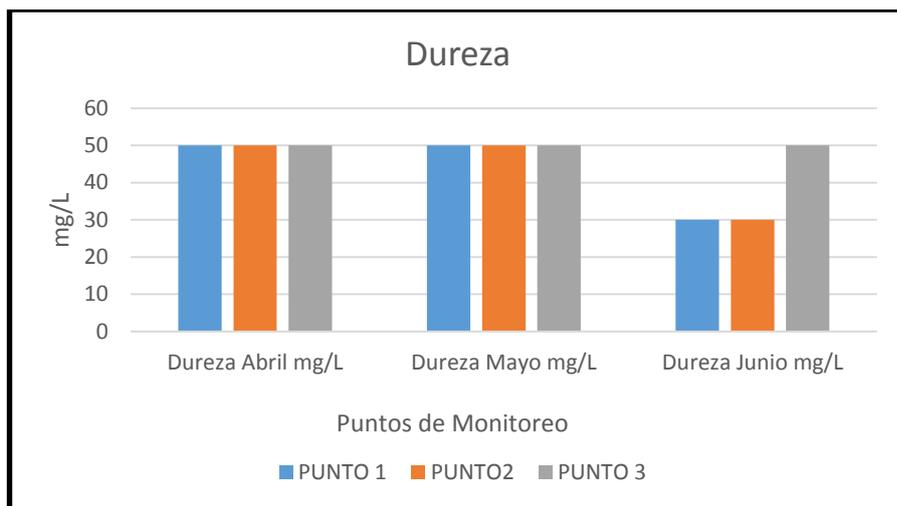
**Realizado por:** Chávez, J. 2016

La demanda bioquímica de oxígeno es uno de los parámetros más importantes dentro de la calidad del agua es por esto que al ver que el agua en cada uno de los puntos de monitoreo en los 3 meses de análisis es mayor a 1,5 se determina que se encuentra fuera de la norma permisible, siendo un agua poco contaminada y que para poder utilizarla para consumo humano tiene que ser tratada para disminuir los valores.

**Tabla 14-3: Dureza de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>Dureza Abril mg/L</b>	<b>Dureza Mayo mg/L</b>	<b>Dureza Junio mg/L</b>
<b>PUNTO 1</b>	50	50	30
<b>PUNTO 2</b>	50	50	30
<b>PUNTO 3</b>	50	50	50

**Realizado por:** Chávez, J. 2016



**Gráfico 7-3: Figura de dureza de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.**

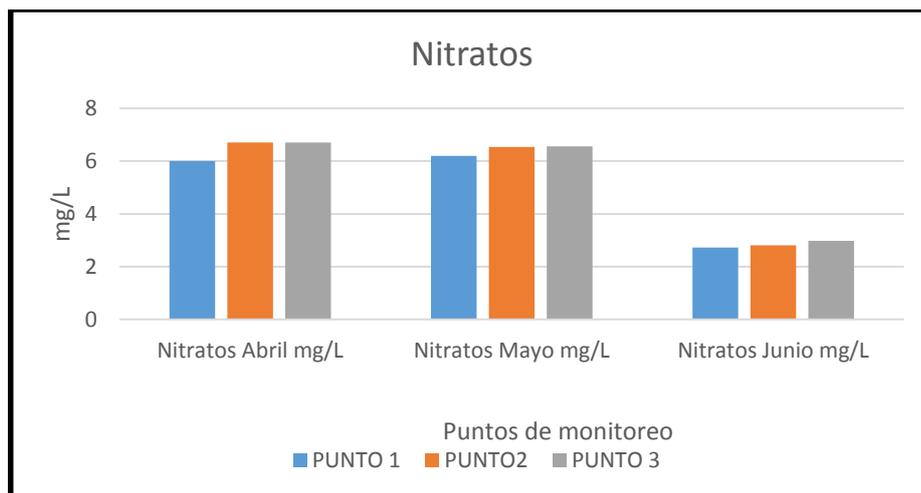
Realizado por: **Chávez, J. 2016**

La dureza del agua del río Maguazo durante los monitoreos realizados se encuentra dentro de la norma no teniendo un valor mayor a 50 mg/L determinando que es agua suave y pudiendo ser utilizada si los otros parámetros analizados son aceptables. No presenta una cantidad alta de sales de magnesio y calcio.

**Tabla 15-3: Nitratos de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>Nitratos Abril mg/L</b>	<b>Nitratos Mayo mg/L</b>	<b>Nitratos Junio mg/L</b>
<b>PUNTO 1</b>	6	6,2	2,73
<b>PUNTO 2</b>	6,7	6,54	2,81
<b>PUNTO 3</b>	6,7	6,56	2,98

Realizado por: **Chávez, J. 2016**



**Gráfico 8-3:** Figura de nitratos de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

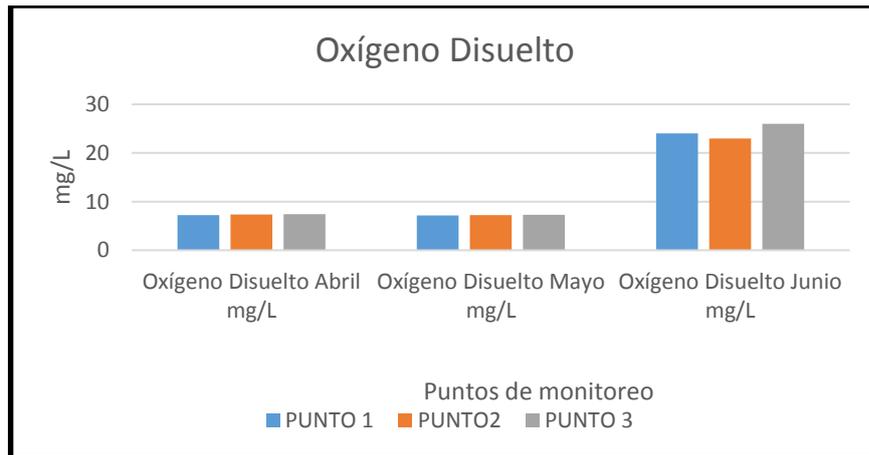
Realizado por: Chávez, J. 2016

Los nitratos en los tres meses de estudio en cada uno de los puntos de monitoreo no se encuentran en un valor mayor a 6,7 mg/L, estos valores se encuentran dentro de los valores permisibles para agua de consumo humano, el mes de Junio tiene valores menores debido a que las lluvias en el sector disminuyeron, el agua no arrastra con facilidad materiales distintos o ajenos al agua del río.

**Tabla 16-3:** Oxígeno Disuelto de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio

PARÁMETRO	Oxígeno Disuelto Abril mg/L	Oxígeno Disuelto Mayo mg/L	Oxígeno Disuelto Junio mg/L
PUNTO 1	7,23	7,19	24
PUNTO 2	7,38	7,26	23
PUNTO 3	7,45	7,32	26

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 9-3:** Figura de oxígeno disuelto de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

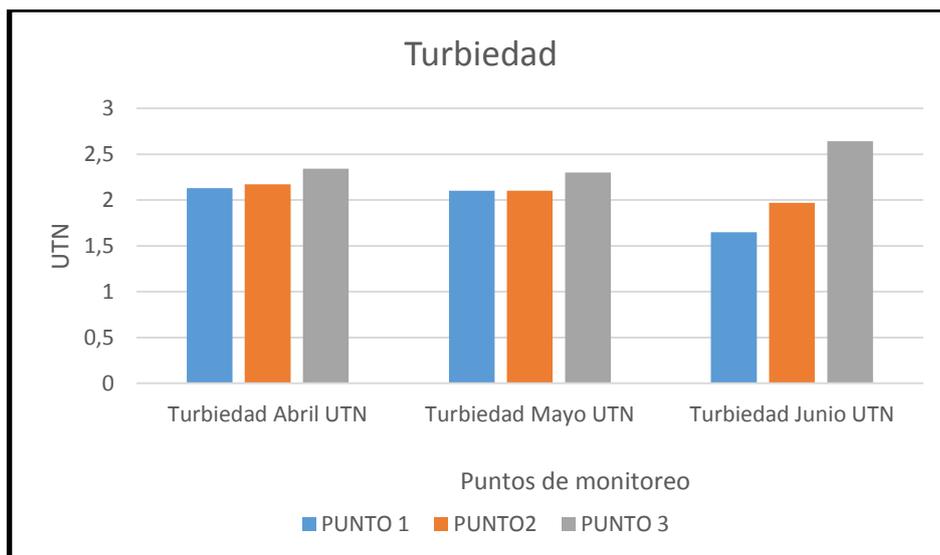
Realizado por: **Chávez, J. 2016**

El oxígeno disuelto del agua del río Maguazo se encuentra dentro de la norma de agua para consumo humano en los meses de abril y mayo con un valor mayor a 7,19 mg/L y menor a 7,45 mg/L mientras que el mes de Junio no se encuentra dentro de la norma. Se determina que el OD aumenta considerablemente en el mes de Junio debido a las prolongadas y fuertes lluvias en el sector desde hace una semana atrás (versiones de los comuneros), el elevado valor de OD se comprueba que se debe al efecto lluvia en el trayecto del río, no solo alterando este valor sino comprobando que alteró a varios de los parámetros evaluados (aumento de caudal en cada punto, disminuye la DBO, los coliformes fecales disminuyeron notablemente, los sólidos totales disminuyeron al igual que los nitratos). La capacidad de re-oxigenación del cuerpo de agua se incrementa debido a la época de lluvia y turbulencia generada en el río, dando parámetros superiores a 10 mg/l a mayor concentración, existiendo una super-saturación. (Montalvo, García, Loza, & María, 2008)

**Tabla 17-3:** Turbiedad de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio

PARÁMETRO	Turbiedad Abril UTN	Turbiedad Mayo UTN	Turbiedad Junio UTN
PUNTO 1	2,13	2,1	1,65
PUNTO2	2,17	2,1	1,97
PUNTO 3	2,34	2,3	2,64

Realizado por: **Chávez, J. 2016**



**Gráfico 10-3:** Figura de turbiedad de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

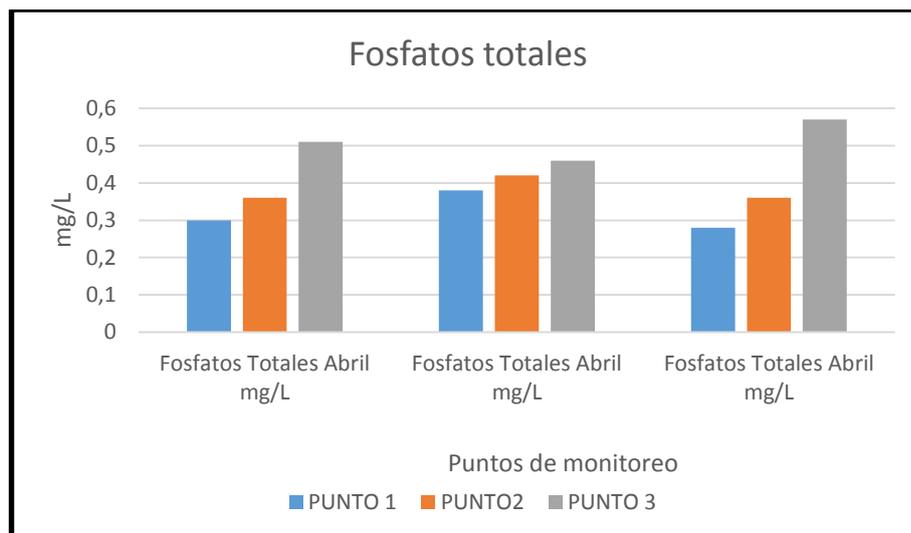
Realizado por: Chávez, J. 2016

El agua del río es a simple vista limpia la turbidez es mínima en cada uno de los puntos de monitoreo, siendo el punto 3 en cada uno de los meses el que posee mayor cantidad de turbidez en relación a los otros puntos. Según los parámetros permisibles la turbidez del agua del río Maguazo permite que el agua sea usada como agua de consumo humano.

**Tabla 18-3: Fosfatos Totales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio**

PARÁMETRO	Fosfatos Totales Abril mg/L	Fosfatos Totales Abril mg/L	Fosfatos Totales Abril mg/L
PUNTO 1	0,3	0,38	0,28
PUNTO 2	0,36	0,42	0,36
PUNTO 3	0,51	0,46	0,57

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 11-3:** Figura de fosfatos Totales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

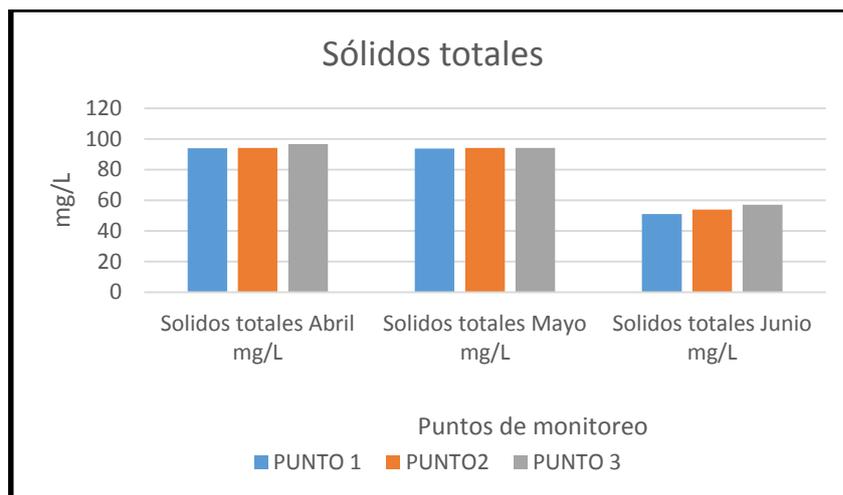
Realizado por: Chávez, J. 2016

Los valores de fosfatos totales no son superiores a 0,57 mg/L en el punto 3 del mes de Junio y no son menores a 0,28 mg/L en el punto 1 del mismo mes de Junio. Los valores en todos los puntos de monitoreo durante el periodo de estudio no son altos permitiendo que el agua sea usada para uso de consumo doméstico.

**Tabla 19-3:** Sólidos Totales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio

PARÁMETRO	Sólidos totales Abril mg/L	Sólidos totales Mayo mg/L	Sólidos totales Junio mg/L
PUNTO 1	93,9	93,7	51
PUNTO 2	94,2	94,1	54
PUNTO 3	96,7	94,26	57

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 12-3:** Figura de sólidos Totales de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

**Realizado por:** Chávez, J. 2016

En el mes de abril y mayo los sólidos disueltos se encuentran en valores altos siendo el punto 3 del mes de abril el que se encuentra con una cantidad de 96,7 mg/L pero aún están dentro de la norma de valores permisibles, el mes de Junio se ve alterado con la disminución de sólidos totales debido a que el agua se encuentra más constante y por la falta de lluvia no sufre alteraciones con arrastre de material sólido acumulado.

### 3.4 Índice QBR.

**Tabla 20-3: Rangos de calidad según el índice QBR.**

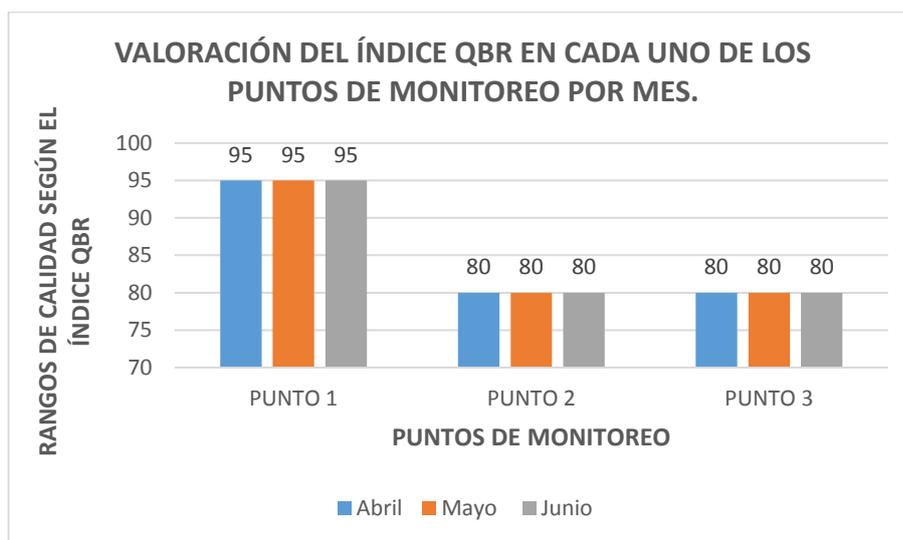
Rangos de calidad según el índice QBR		
Puntuación	Total	
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy bueno		> 95
Bosque ligeramente perturbada, calidad buena		75 - 90
Inicio de alteración importante, calidad intermedia		55 - 70
Alteración fuerte, mala calidad		30 - 50
Degradación extrema, calidad pésima		< 25

**Fuente:** Secretaria del Agua

**Tabla 21-3: Valoración del índice QBR en cada uno de los puntos de monitoreo por mes.**

MES	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Abril	95	80	80
Mayo	95	80	80
Junio	95	80	80

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 13-3:** Figura del índice QBR de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

Realizado por: Chávez, J. 2016

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice QBR se muestran en la tabla 21-3., en la cual se muestra que en los tres meses el punto 1 presenta el valor más alto indicando que presenta una calidad muy buena (Bosque de ribera sin alteraciones), este índice evalúa la flora presente en la zona andina y su zona de ribera, el punto 2 durante los meses de estudio se presenta una calidad buena con signos de una alteración por las estructuras transversales presentes (estructuras del EMAPAR), en el punto 3 debido a la presencia de especies introducidas en el área de estudio, la ausencia de basura en el tramo de muestreo y aún con la presencia de una infraestructura transversal dentro del lecho del río (puente que conecta a las comunidades) presenta una buena calidad de Bosque de Ribera según la tabla de Rangos emitida por SENAGUA.

### 3.5 Índice IHF.

Tabla 22-3: Rangos de calidad según el índice HIF

Rangos de calidad según el índice de hábitat fluvial	
Muy alta diversidad de hábitats	> 90
Alta diversidad de hábitats	71– 90
Diversidad de hábitats media	50 - 70
Baja diversidad de hábitats	31 – 49
Muy baja diversidad de hábitats	< 30

Fuente: Secretaria del Agua

Tabla 23-3: Valoración del índice HIF en cada uno de los puntos de monitoreo por mes.

MES	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Abril	61	64	53
Mayo	61	64	53
Junio	61	64	53

Realizado por: Chávez, J. 201

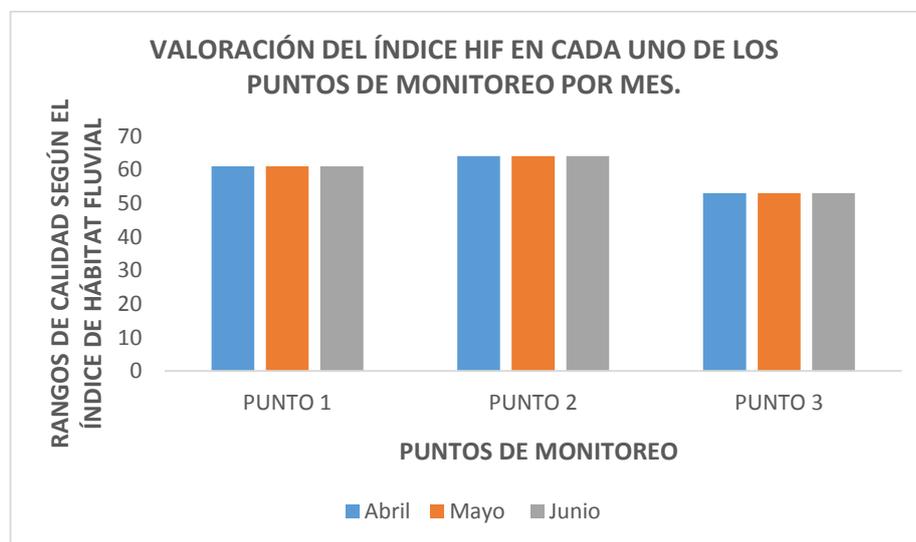


Gráfico 14-3: Figura del HIF de cada punto de monitoreo durante los meses de estudio.

Realizado por: Chávez, J. 2016

Los resultados del índice se muestran en la tabla 23-3. donde el punto 1 presenta diversidad media de hábitats ya que en esta zona andina el lecho del río se encuentra expuesto debido a la composición vegetal de la ribera y la carencia de elementos de heterogeneidad como hojarasca, no presencia de troncos y ramas o raíces expuestas, en el punto 2 el índice indica que existe una media diversidad de hábitats, después de la creciente del río en este punto la calidad se mantiene pero aumenta su valor de 61 a 64 debido a la presencia de troncos y ramas, en el punto 3 con un valor de 53 existe también una diversidad de hábitats media debido a que el cauce del río se encuentra, en equilibrio de elementos de heterogeneidad y la ocurrencia ocasional de aumento de velocidad.

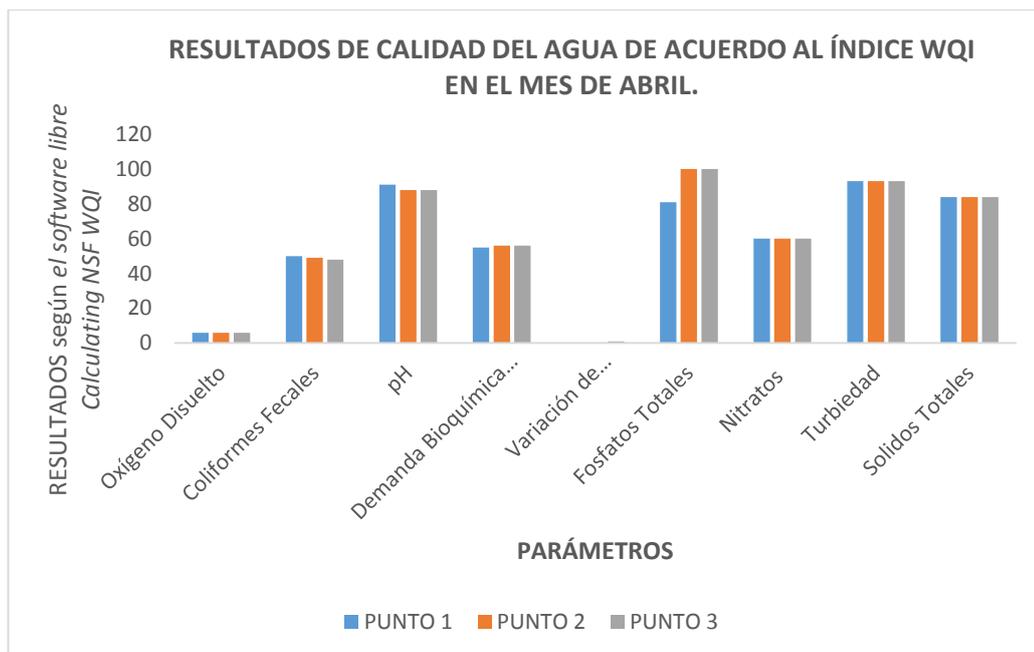
### 3.6 Calidad del Agua por medio del Método WQI.

El índice WQI durante el período de monitoreo se obtuvo los siguientes resultados presentados en la tabla 24-3:

**Tabla 24-3: Resultados de calidad del agua de acuerdo al índice WQI en el mes de abril.**

<b>FACTOR</b>	<b>PUNTO 1</b>	<b>PUNTO 2</b>	<b>PUNTO 3</b>
Oxígeno Disuelto	6	6	6
Coliformes Fecales	50	49	48
pH	91	88	88
Demanda Bioquímica de Oxígeno	55	56	56
Variación de Temperatura	1.6	1.9	1
Fosfatos Totales	81	100	100
Nitratos	60	60	60
Turbiedad	93	93	93
Solidos Totales	84	84	84
<b>WQI</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 15-3:** Figura de la calidad del agua de acuerdo al índice WQI del mes de abril.

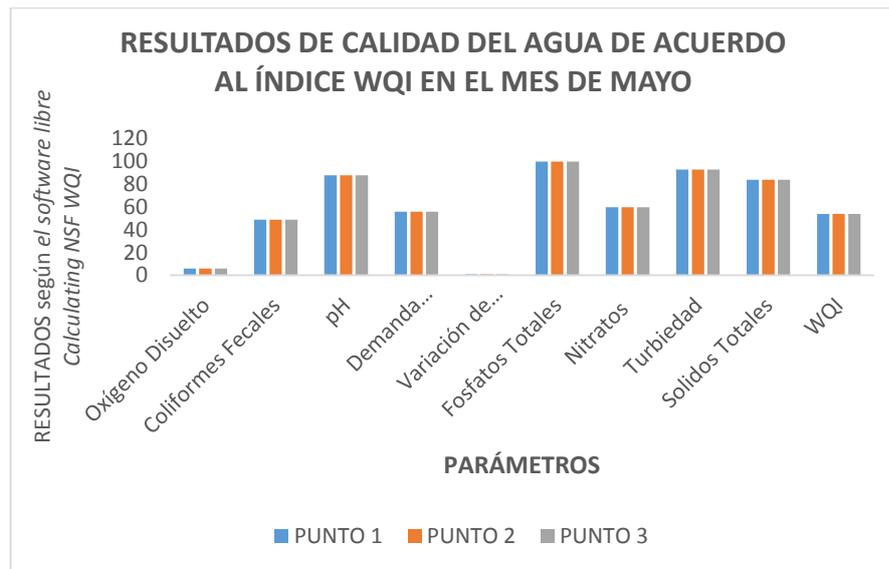
**Realizado por:** Chávez, J. 2016

En abril todos los resultados de calidad del agua tienen valores buenos, con variaciones muy pequeñas, esto se debe a que todos los resultados de los análisis tienen valores bastante similares, no representan rangos críticos sino que tienen valores muy aceptables, y en algunos casos incluso tiene calidad excelente, como los coliformes o la turbidez, y dado que los índices presentan cifras que no solo refieren a un parámetro sino a todo en conjunto, por lo que obtiene agua de media calidad.

**Tabla 25-3: Resultados de calidad del agua de acuerdo al índice WQI en el mes de mayo.**

FACTOR	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Oxígeno Disuelto	6	6	6
Coliformes Fecales	49	49	49
pH	88	88	88
Demanda Bioquímica de Oxígeno	56	56	56
Variación de Temperatura	1	1	1
Fosfatos Totales	100	100	100
Nitratos	60	60	60
Turbiedad	93	93	93
Solidos Totales	84	84	84
WQI	54	54	54

**Realizado por:** Chávez, J. 2016



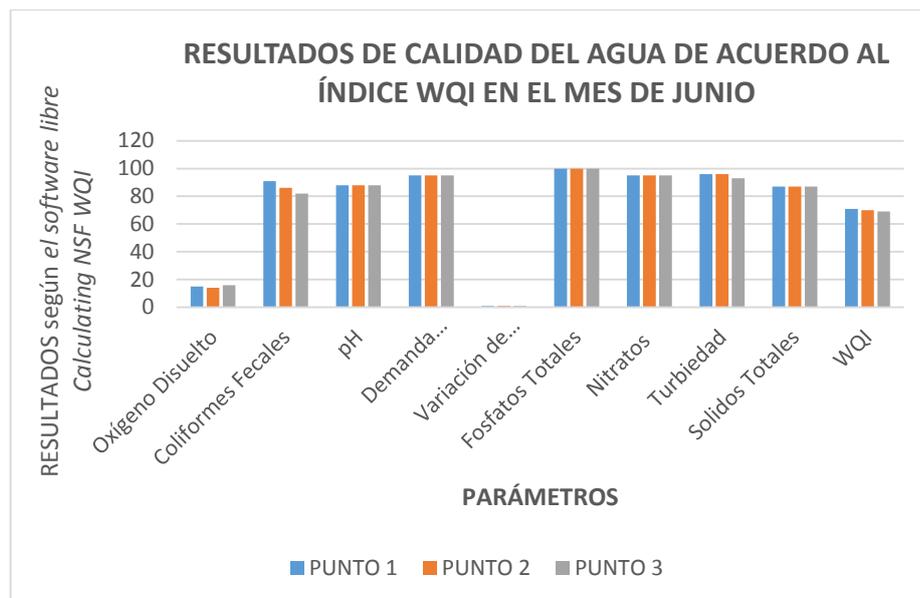
**Gráfico 16-3: Figura de la calidad del agua de acuerdo al índice WQI del mes de mayo.**  
Realizado por: Chávez, J. 2016

En el mes de mayo los resultados de calidad del agua tienen valores muy buenos, con variaciones muy pequeñas, esto se debe a que todos los resultados de los análisis tienen valores bastante similares, no representan rangos críticos sino que tienen valores muy aceptables, y en casos incluso tiene calidad excelente, como coliformes, la turbidez, sólidos totales y dado que los índices presentan cifras que no solo refieren a un parámetro sino a todo en conjunto, por lo que obtiene agua de media calidad que son obtenidos al realizar el análisis correspondiente de los 9 parámetros.

**Tabla 26-3: Resultados de calidad del agua de acuerdo al índice WQI en el mes de junio.**

FACTOR	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Oxígeno Disuelto	15	14	16
Coliformes Fecales	91	86	82
pH	88	88	88
Demanda Bioquímica de Oxígeno	95	95	95
Variación de Temperatura	1	1	1
Fosfatos Totales	100	100	100
Nitratos	95	95	95
Turbiedad	96	96	93
Solidos Totales	87	87	87
WQI	71	70	69

Realizado por: Chávez, J. 2016



**Gráfico 17-3:** Figura de la calidad del agua de acuerdo al índice WQI del mes de junio.

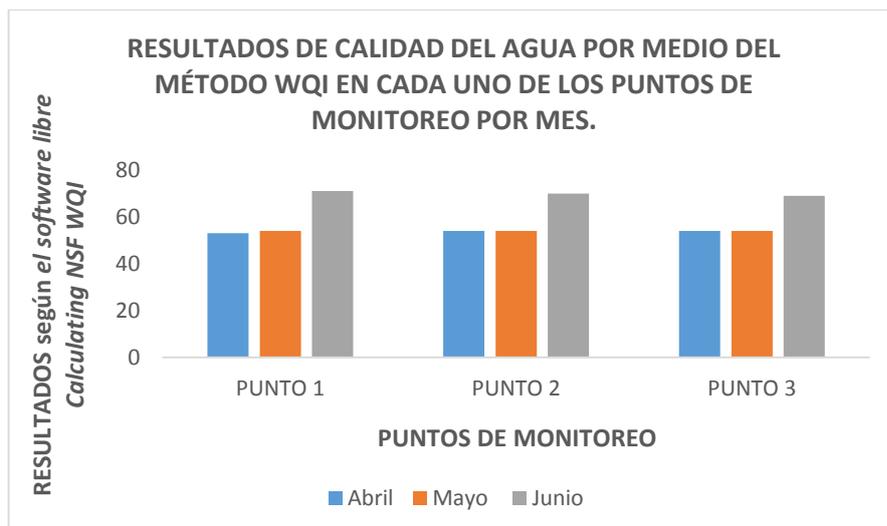
**Realizado por:** Chávez, J. 2016

En junio todos los resultados de calidad del agua tienen valores muy buenos a que son medidos época de estiaje, con variaciones muy pequeñas, esto se debe a que todos los resultados tienen valores muy similares, no representan rangos críticos, tienen valores muy aceptables, y en la mayoría de los casos tiene calidad excelente, como coliformes, ST o la turbidez, dado que los índices presentan cifras que no solo refieren a un parámetro sino a todo en conjunto, por lo que obtiene agua de buena calidad.

**Tabla 27-3: Resultados de Calidad del Agua por medio del método WQI en cada uno de los puntos de monitoreo por mes.**

MES	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	CALIDAD
Abril	53	54	54	Media calidad
Mayo	54	54	54	Media calidad
Junio	71	70	69	Buena calidad

**Realizado por:** Chávez, J. 2016



**Gráfico 18-3: Figura de la calidad del agua de acuerdo al índice WQI del mes de junio.**

**Realizado por:** Chávez, J. 2016

En base a cada uno de los parámetros de estudio analizados mediante el *software libre Calculating NSF WQI* se determinó que la calidad del agua del río Maguazo por medio del método WQI en el periodo Abril a Junio del 2016 fue: En el mes de Abril media calidad, Mayo media calidad y en el mes de Junio buena calidad, demostrando que el agua puede ser utilizada para agua de consumo humano con un tratamiento adecuado para los parámetros fuera de límite máximo permisible dentro del Proyecto Traspase de Agua Alao – Maguazo para la ciudad de Riobamba.

## CONCLUSIONES

- La interpretación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos a través del índice WQI indican que la calidad del agua en los meses de Abril y Mayo en todos los puntos de monitoreo se mantiene en un criterio de calidad del agua media, mientras que en el mes de Junio se determinó una calidad del agua buena en los tres puntos de monitoreo.
- Las condiciones físico-químicas del río Maguazo durante el mes de Abril a Junio del 2016 presentan características similares donde cada parámetro se encuentran dentro de la norma establecida en el TULSMA para agua de consumo humano con la excepción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) y Fosfatos Totales que sobrepasan los límites permisibles en los meses de Abril y Mayo, mientras que en el mes de Junio se ve alterado los fosfatos totales.
- El Caudal del río durante los meses de Abril a Junio del 2016 no se vio afectado por el aumento y disminución de lluvias, manteniendo un caudal no menor de 10 263 L/s en Abril (Punto 1) y no mayor de 1,4711 L/s en Junio (Punto2).
- El Índice de Calidad del Bosque de Ribera del río Maguazo determinó que en los meses de estudio (Abril, Mayo y Junio) existe una similitud amplia en relación a los puntos de monitoreo, dándonos dentro del rango de calidad según el índice QBR en el punto 1 un Bosque de ribera sin alteraciones (muy buena calidad) mientras que en los puntos 2y 3 se obtuvo Bosque ligeramente perturbado (buena calidad).
- Dentro del Índice Hábitat Fluvial (IHF) del río Maguazo en los meses de análisis (Abril, Mayo y Junio) se asemejan según el punto de monitoreo ya que estos son permanentes

durante el estudio. En el punto 1 se determinó un valor de 61; en el punto 2 de 64 y en el punto 3 de 53, estando los 3 puntos dentro del Rango de calidad según el Índice de hábitat fluvial se determinó una diversidad de hábitats media.

## **RECOMENDACIONES**

- Ejecutar un muestreo frecuente del río en los puntos determinados en el proyecto para tener la variación con nuevos resultado físico-químico.
- Realizar un estudio de la variabilidad climática entre la zona alta, zona media y baja de los páramos ya que esto puede influir en los resultados de estudios de calidad del agua.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**AUCANCELA CONCHA, Paúl Ignacio & CHILUIZA RAMOS, Paola Cristina.** *Estudio de la Microcuenca del Río Chiquicahua en Función de la Cantidad, Calidad y Aprovechamiento Hídrico de sus Afluentes* (Tesis) (Ing. Biotecnología Ambiental). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ingeniería en Biotecnología Ambiental. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 21,53. [Consulta: 2016-03-22]. Disponible en:  
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/1625>

**CEVALLOS GAIBOR, Cinthia Fernanda.** *Caracterización de la calidad hídrica de la microcuenca del río Guano* (Tesis) (Ing. Biotecnología Ambiental). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ingeniería en Biotecnología Ambiental. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 29,36. [Consulta: 2016-05-28]. Disponible en:  
<file:///C:/Users/MARINA/Downloads/236T0123%20UDCTFC.pdf>

**ECUADOR. ASAMBLEA NACIONAL.** *Constitución de la República del Ecuador.* Montecristi-Ecuador. 2008. pp. 34-200.

**ECUADOR. ASAMBLEA NACIONAL.** *Ley Orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua.* Quito-Ecuador. 2014. 314 pp

**ECUADOR. ASAMBLEA NACIONAL.** *Tuluma. Libro VI. Anexo I.*

**FAO.** *Caudal.* [Consulta: 2016-04-14]. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s06.htm>.

**F.M.E. RESEARCH GROUP.** *Índice de calidad del Bosque de ribera: QBR.* [Consulta: 2016-05-216]. Disponible en:

[http://www.ub.edu/fem/docs/protocols/Prot\\_QBR%20cast.pdf](http://www.ub.edu/fem/docs/protocols/Prot_QBR%20cast.pdf)

**PNUMA.** *Calidad de las Aguas.* [Consulta: 2016-04-13]. Disponible en:

<http://www.pnuma.org/aguamiac/CODIA%20CALIDAD%20DE%20LAS%20AGUAS/MATERIAL%20ADICIONAL/PONENCIAS/PARTICIPANTES/Ecuador/CALIDAD%20AGUAS-ECUADOR.pdf>

**PROYECTO GUADALMED.** *Índice QBR.* [Consulta: 2016-05-17]. Disponible en:

<http://limnetica.com/Limnetica/limne21b/L21b115.indice.habitat.fluvial.rios.mediterraneos.proyecto.Guadalmed.pdf>

**PROYECTO GUADALMED.** *Índice HIF.* [Consulta: 2016-05-20]. Disponible en:

<http://limnetica.com/Limnetica/limne21b/L21b115.indice.habitat.fluvial.rios.mediterraneos.proyecto.Guadalmed.pdf>

**ROMERO, J.** *Calidad del Agua.* Bogotá- Colombia. 2002. 30-258 pp

**SECRETARÍA DEL AGUA.** *Diagnóstico de las estadísticas del agua en el Ecuador.* [Consulta:

2016-05-17]. Disponible en:

<http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIC%202012-2.pdf>

**TOLEDO BASANTES, Margarita Belén.** “*Determinación de la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en la microcuenca del río Chimborazo*” (Tesis) (Ing. Biotecnología Ambiental). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ingeniería en Biotecnología Ambiental. Riobamba-Ecuador. 2015. pp. 48,49. [Consulta: 2016-06-16]. *Disponible en:*  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4774/1/236T0141.pdf>

## ANEXOS

### Anexo A: PUNTOS DE MUESTREO



**A1:** Zona alta- ubicado en línea recta 50m Norte del puente transversal de madera



**A 2:** Zona media- determinado por la EP – EMAPAR, en donde se realizará las obras de captación de las aguas del río



**A 3:** Bajo del puente de la vía que comunica la Comunidad de PELTEC con la comunidad de Alao

## **Anexo B: CAUDALES**



**B1:** Aforo con molinete SEBA

## B2: Multiparámetros Calidad del Agua

















## Anexo D: ANALISIS DE MUESTRAS LABORATORIO SENAGUA

### D 1.1: ABRIL- PUNTO 1

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	<b>7,69</b>	Unidades de pH	06-sep
Temperatura del río	°Celsius	<b>9,7</b>	°C	Condición Natural + o - 3 grados
Temperatura Ambiente	°Celsius	<b>11,3</b>	°C	19 °C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	<b>60</b>	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	<b>5,2</b>	mg/l	2
Dureza	mg/l	<b>50</b>	mg/l	500
Nitratos	mg/l	<b>6</b>	mg/l	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	<b>7,23</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	<b>2,13</b>	UTN	100
Fosfatos Totales	mg/l	<b>0,3</b>	mg/l	0,1
Solidos totales	mg/l	<b>93,9</b>	mg/l	1000

Fuente: Análisis de Calidad del Agua (Laboratorio SENAGUA)

**D 1.2: ABRIL- PUNTO 2**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	<b>7,69</b>	Unidades de pH	pH 6 - pH 9
Temperatura del río	□ Celcius	<b>9,4</b>	□ C	Condición Natural + o - 3 grados
Temperatura Ambiente	□ Celcius	<b>11,3</b>	□ C	19 □ C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	<b>68</b>	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	<b>5,3</b>	mg/l	2
Dureza	mg/l	<b>50</b>	mg/l	500
Nitratos	mg/l	<b>6,7</b>	mg/l	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	<b>7,38</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	<b>2,17</b>	UTN	100
Fosfatos Totales	mg/l	<b>0,36</b>	mg/l	0,1
Solidos totales	mg/l	<b>94,2</b>	mg/l	1000

Fuente: Análisis de Calidad del Agua (Laboratorio SENAGUA)

**D 1.3: ABRIL- PUNTO 3**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	<b>7,69</b>	Unidades de pH	pH 6 –pH 9
Temperatura del río	□ Celcius	<b>9,7</b>	□ C	Condición Natural + o – 3 grados
Temperatura Ambiente	□ Celcius	<b>11,3</b>	□ C	19 □ C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	<b>70,1</b>	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	<b>5,3</b>	mg/l	2
Dureza	mg/l	<b>50</b>	mg/l	500
Nitratos	mg/l	<b>6,7</b>	mg/l	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	<b>7,45</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	<b>2,34</b>	UTN	100
Fosfatos Totales	mg/l	<b>0,51</b>	mg/l	0,1
Solidos totales	mg/l	<b>96,7</b>	mg/l	1000

Fuente: Análisis de Calidad del Agua (Laboratorio SENAGUA)

**D 2.1: MAYO- PUNTO 1**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	<b>7,63</b>	Unidades de pH	pH 6 - pH 9
Temperatura del río	□ Celcius	<b>9,5</b>	□ C	Condición Natural + o - 3 grados
Temperatura Ambiente	□ Celcius	<b>11,3</b>	□ C	19 □ C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	<b>64</b>	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	<b>5,3</b>	mg/l	2
Dureza	mg/l	<b>50</b>	mg/l	500
Nitratos	mg/l	<b>6,2</b>	mg/l	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	<b>7,19</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	<b>2,1</b>	UTN	100
Fosfatos Totales	mg/l	<b>0,38</b>	mg/l	0,1
Solidos totales	mg/l	<b>93,7</b>	mg/l	1000

Fuente: Análisis de Calidad del Agua (Laboratorio SENAGUA)

**D 2.2: MAYO- PUNTO 2**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	<b>7,68</b>	Unidades de pH	pH 6 - pH 9
Temperatura del río	□ Celcius	<b>9,7</b>	□ C	Condición Natural + o - 3 grados
Temperatura Ambiente	□ Celcius	<b>11,3</b>	□ C	19 □ C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	<b>68</b>	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	<b>5,7</b>	mg/l	2
Dureza	mg/l	<b>50</b>	mg/l	500
Nitratos	mg/l	<b>6,54</b>	mg/l	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	<b>7,26</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	<b>2,1</b>	UTN	100
Fosfatos Totales	mg/l	<b>0,42</b>	mg/l	0,1
Solidos totales	mg/l	<b>94,1</b>	mg/l	1000

Fuente: Análisis de Calidad del Agua (Laboratorio SENAGUA)

**D 2.3: MAYO- PUNTO 3**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	<b>7,68</b>	Unidades de pH	pH 6 - pH 9
Temperatura del río	□ Celcius	<b>9,7</b>	□ C	Condición Natural + o - 3 grados
Temperatura Ambiente	□ Celcius	<b>11,3</b>	□ C	19 □ C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	<b>68</b>	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	<b>5,9</b>	mg/l	2
Dureza	mg/l	<b>50</b>	mg/l	500
Nitratos	mg/l	<b>6,56</b>	mg/l	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	<b>7,32</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	<b>2,3</b>	UTN	100
Fosfatos Totales	mg/l	<b>0,46</b>	mg/l	0,1
Solidos totales	mg/l	<b>94,26</b>	mg/l	1000

Fuente: Análisis de Calidad del Agua (Laboratorio SENAGUA)

**D 3.1: JUNIO - PUNTO 1**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	<b>7,32</b>	Unidades de pH	pH 6 - pH 9
Temperatura del río	°Celcius	<b>9,64</b>	°C	Condición Natural + o - 3 grados
Temperatura Ambiente	°Celcius	<b>10,82</b>	°C	19 °C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	<b>2</b>	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	<b>1,87</b>	mg/l	2
Dureza	mg/l	<b>30</b>	mg/l	500
Nitratos	mg/l	<b>2,73</b>	mg/l	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	<b>24</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	<b>1,65</b>	UTN	100
Fosfatos Totales	mg/l	<b>0,28</b>	mg/l	0,1
Solidos totales	mg/l	<b>51</b>	mg/l	1000

Fuente: Análisis de Calidad del Agua (Laboratorio SENAGUA)

**D 3.2: JUNIO - PUNTO 2**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	<b>7,47</b>	Unidades de pH	pH 6 - pH 9
Temperatura del río	□ Celcius	<b>9,64</b>	□ C	Condición Natural + o - 3 grados
Temperatura Ambiente	□ Celcius	<b>10,82</b>	□ C	19 □ C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	<b>3</b>	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	<b>1,98</b>	mg/l	2
Dureza	mg/l	<b>30</b>	mg/l	500
Nitratos	mg/l	<b>2,81</b>	mg/l	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	<b>23</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	<b>1,97</b>	UTN	100
Fosfatos Totales	mg/l	<b>0,36</b>	mg/l	0,1
Solidos totales	mg/l	<b>54</b>	mg/l	1000

Fuente: Análisis de Calidad del Agua (Laboratorio SENAGUA)

**D 3.3: JUNIO - PUNTO 3**

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR OBTENIDO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			UNIDAD	VALOR
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	<b>7,72</b>	Unidades de pH	pH 6 - pH9
Temperatura del río	°Celcius	<b>9,87</b>	°C	Condición Natural + o - 3 grados
Temperatura Ambiente	°Celcius	<b>11,3</b>	°C	19 °C
Coliformes Fecales	nmp/100 ml	<b>4</b>	nmp/100 ml	600
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	mg/l	<b>1,98</b>	mg/l	2
Dureza	mg/l	<b>50</b>	mg/l	500
Nitratos	mg/l	<b>2,98</b>	mg/l	10
Oxígeno Disuelto	mg/l	<b>26</b>	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Turbiedad	UTN	<b>2,64</b>	UTN	100
Fosfatos Totales	mg/l	<b>0,57</b>	mg/l	0,1
Sólidos totales	mg/l	<b>57</b>	mg/l	1000

Fuente: Análisis de Calidad del Agua (Laboratorio SENAGUA)

## Anexo E: FICHA DE CAMPO PARA EVALUAR EL ÍNDICE QBR

### Medición del Índice de calidad del Bosque de Ribera



Grado de cobertura de la zona de ribera		
Puntuación	Total	
25	> 80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no son tomadas en cuenta)	
10	50-80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	
5	10-50 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	
0	< 10 % de cobertura vegetal de la zona de ribera	
10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total	
5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es > 50 %	
-5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre 25 y 50 %	
-10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es < 25 %	

Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)		
Puntuación	Total	
25	Cobertura de los árboles superior a 75 %	
10	Cobertura de los árboles entre 50 y 75 % o cobertura de los árboles entre el 25 y 50 % y el resto de la cubierta de los arbustos superan el 25 %	
5	Cobertura de los árboles inferior a 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %	
0	Sin árboles y arbustos por debajo del 10 %	
10	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es > 50 %	
5	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25-50 %	
5	Si existe una buena conexión entre la una de arbustos y la de árboles con sotobosque	
-5	Si existe una distribución regular (lineal) de los árboles y sotobosque recubre más del 50 %	
-5	Si los bosque y arbustos se distribuyen en manchas sin una continuidad	
-10	Si existe una distribución regular (lineal) de los árboles y sotobosque recubre menos del 50 %	

Grado de naturalidad del canal fluvial		
Puntuación	Total	
25	El canal del río no ha sido modificado	
20	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	
5	Signos de liberación y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	
0	Río canalizado en la totalidad del tramo	
-10	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	
-10	Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río	
-5	Si hay basura en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes	
-10	Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	

Calidad de la cubierta		
Puntuación	Total	
25	Todos los árboles de la vegetación ribereña autóctonos	
10	Máximo un 25 % de la cobertura es de especies de árboles introducidos	
5	26 - 50 % de los árboles de ribera son especies introducidas	
0	Más del 51 % de los árboles son especies introducidas	
10	> 75 % de los arbustos son especies autóctonas	
5	51 %- 75 % o más de los arbustos de especies autóctonas	
-5	26 - 50 % de la cobertura de arbustos es de especies autóctonas	
-10	Menos del 25 % de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas	

Rango de calidad según el índice QBR		
Puntuación	Total	
	Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy bueno	> 95
	Bosque ligeramente perturbada, calidad buena	75 - 90
	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	65 - 70
	Alteración fuerte, mala calidad	30 - 50
	Degradación extrema, calidad pésima	< 25

Fuente: SENAGUA

## Anexo F: FICHA DE CAMPO PARA EVALUAR EL ÍNDICE HIF

<b>Medición del Índice Hábitat Fluvial (IHf)</b>			
			

<b>Inclusión de rápidos = polimerización de chozas</b>			
Puntuación	Descripción	Total	
10	Piedras, cantos rodeados y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 2-30 %		
5	Piedras, cantos rodeados y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30-50 %		
0	Piedras, cantos rodeados y gravas medianamente fijadas por el sedimento fino. Inclusión > 50 %		

<b>Regimenes de velocidad / profundidad</b>			
Puntuación	Descripción	Total	
10	4 categorías : Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero		
8	Solo 3 de las 4 categorías		
6	Solo 2 de las 4		
4	Solo 1 de las 4		

<b>Frecuencia de rápidos</b>			
Puntuación	Descripción	Total	
10	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7		
8	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15		
6	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos y anchura del río 15		
4	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos del río > 25		
2	Sólo pozas		

<b>Composición del sustrato</b>			
Puntuación	Categoría	Porcentaje	Total
2	% Bloques y piedras	1-10 %	
5		> 10 %	
2	% Cantos y gravas	1-10 %	
5		> 10 %	
2	% Arena	1-10 %	
5		> 10 %	
2	% Limo y arcilla	1-10 %	
5		> 10 %	

<b>Elemento de heterogeneidad</b>			
Puntuación	Categoría	Porcentaje	Total
4	Hojassecas	> 10 % o < 75 %	
2	Presencia de troncos y ramas	< 10 % o > 75 %	
2		Raíces expuestas	
2	Diapas acuáticas		

<b>Porcentaje de sombra en el cauce</b>			
Puntuación	Categoría	Porcentaje	Total
10	Sombreado con ventanas		
7	Totalmente en sombra		
5	Grandes claros		
4	Expuesto		

<b>Rangos de calidad según el índice de hábitat fluvial</b>			
Muy alta diversidad de hábitats		> 80	
Alta diversidad de hábitats		71 - 80	
Diversidad de hábitats media		50 - 70	
Baja diversidad de hábitats		31 - 49	
Muy baja diversidad de hábitats		< 30	

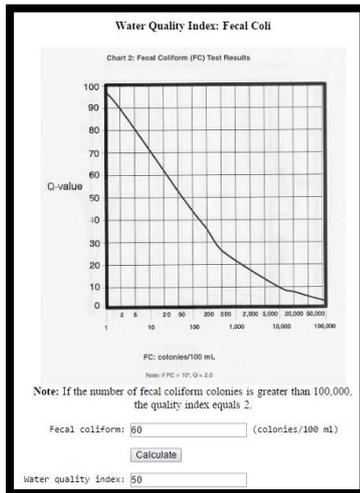
<b>Cobertura de vegetación acuática</b>			
Puntuación	Descripción	Total	
10	Algas + briofitas (líquenes y musgos) material flotante	10 - 50 %	
5		<10 % > 50 %	
0		Ausencia Total	
10	Vegetación pegada a las rocas	10 - 50 %	
5		<10 % > 50 %	
0		Ausencia Total	
10	Plantas acuáticas / sema acuáticas	10 - 50 %	
5		<10 % > 50 %	
0		Ausencia Total	
Puntuación	Total		

Fuente: SENAGUA

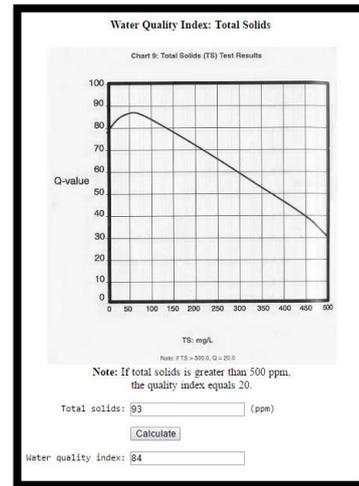
# Anexo G: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR EL MÉTODO WQI EN EL CALCULATING NSF WATER QUALITY INDEX

## G1.1: Abril-punto 1

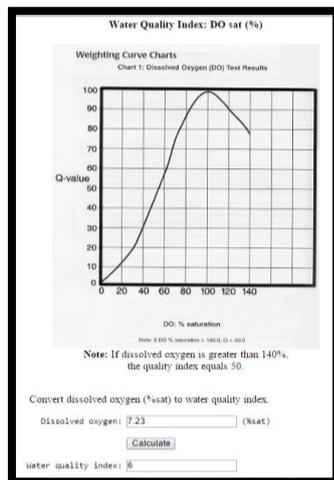
### Coliformes fecales



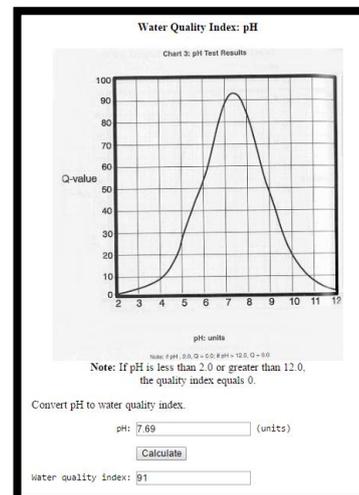
### Solidos totales



### Oxígeno Disuelto



### Potencial de Hidrógeno



### Turbiedad

**Water Quality Index: Turbidity**

Chart 8: Turbidity Test Results

Turbidity: NTU/ftu

Note: If Turbidity > 100 ftu, Q = 5.0

Note: If turbidity is greater than 100 ntu, the quality index equals 5.

Convert turbidity to water quality index.

Turbidity:  (ftu)

Water quality index:

### Demanda Bioquímica de Oxígeno

**Water Quality Index: BOD**

Chart 4: 5-Day Biochemical Oxygen Demand (BOD) Test Results

BOD<sub>5</sub>: mg/L

Note: If BOD<sub>5</sub> > 30.0, Q = 2.0

Note: If biochemical oxygen demand is greater than 30 ppm, the quality index equals 2.

Convert biochemical oxygen demand (ppm) to water quality index.

Biochemical oxygen demand:  (ppm)

Water quality index:

### Nitratos

**Water Quality Index: Nitrate**

Chart 7: Nitrate (as NO<sub>3</sub>-N) Test Results

NO<sub>3</sub>-N: mg/L

Note: If NO<sub>3</sub>-N > 100.0, Q = 1.0

Note: If nitrate nitrogen is greater than 100 ppm, the quality index equals 1.

Convert nitrates (ppm) to water quality index.

Nitrates:  (ppm)

Water quality index:

### Fosfatos Totales

**Water Quality Index: Total Phosphate**

Chart 6: Total Phosphate (as PO<sub>4</sub>-P) Test Results

PO<sub>4</sub>-P: mg/L

Note: If PO<sub>4</sub>-P > 10.0, Q = 2.0

Note: If total phosphate is greater than 10 ppm, the quality index equals 2.

Convert total phosphate (ppm) to water quality index.

Total phosphate:  (ppm)

Water quality index:

## Calidad del agua por el método wqi

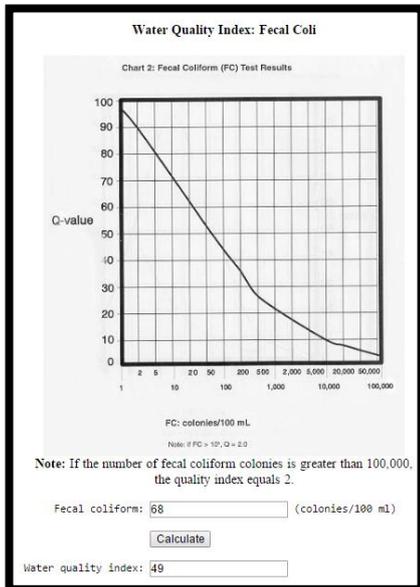
Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	6
Fecal coliform	0.16	50
pH	0.11	91
Biochemical oxygen demand	0.11	55
Temperature change	0.10	1.6
Total phosphate	0.10	81
Nitrates	0.10	60
Turbidity	0.08	93
Total solids	0.07	84

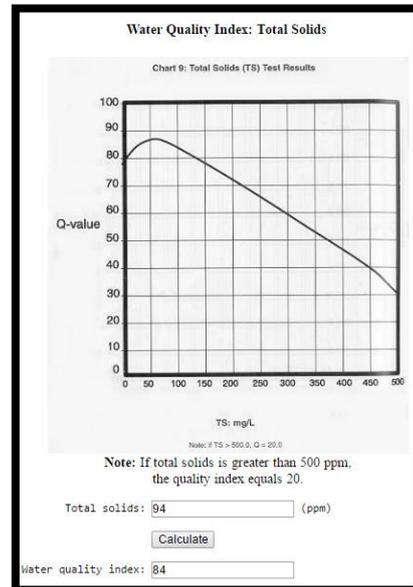
Based on the  factors entered,  
the water quality index is .

### G1.2: Abril-punto 2

#### Coliformes Fecales

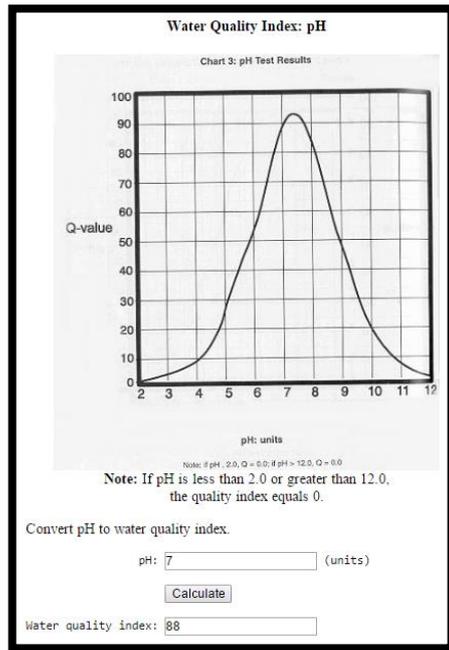
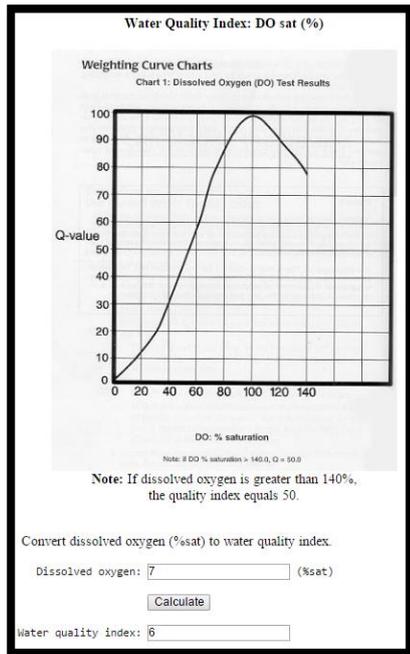


#### Solidos totales

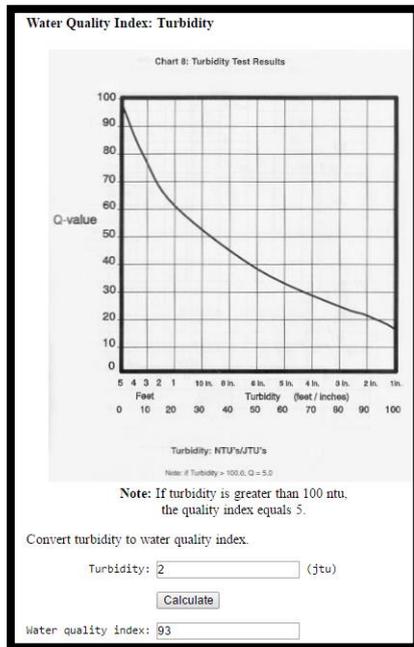


#### Oxígeno Disuelto

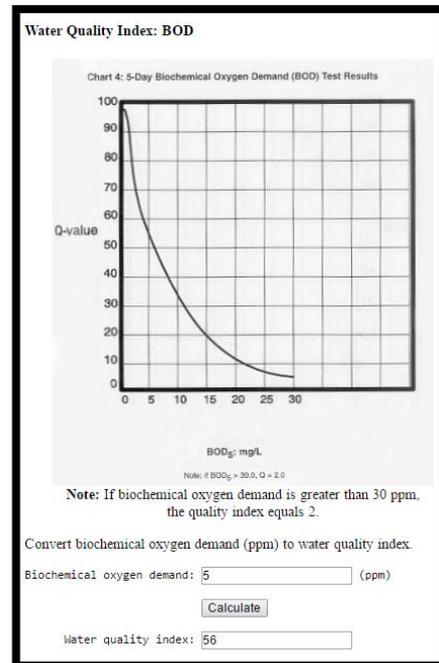
#### Potencial de Hidrógeno



## Turbiedad



## Demanda Bioquímica de Oxígeno



### Nitratos

Water Quality Index: Nitrate

Chart 7: Nitrate (as NO<sub>3</sub>) Test Results

Note: If nitrate nitrogen is greater than 100 ppm, the quality index equals 1.

Convert nitrates (ppm) to water quality index.

Nitrates:  (ppm)

Water quality index:

### Fosfatos Totales

Water Quality Index: Total Phosphate

Chart 6: Total Phosphate (as PO<sub>4</sub>-P) Test Results

Note: If total phosphate is greater than 10 ppm, the quality index equals 2.

Convert total phosphate (ppm) to water quality index.

Total phosphate:  (ppm)

Water quality index:

### CALIDAD DEL AGUA POR EL MÉTODO WQI

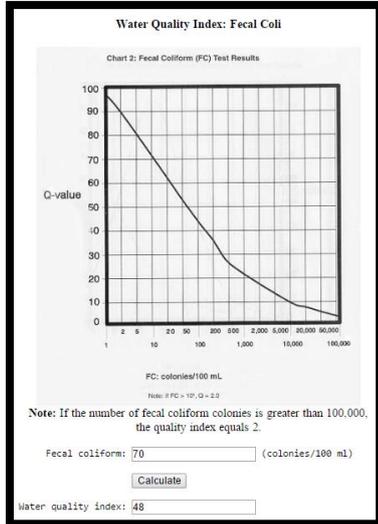
Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	6
Fecal coliform	0.16	49
pH	0.11	88
Biochemical oxygen demand	0.11	56
Temperature change	0.10	1.9
Total phosphate	0.10	100
Nitrates	0.10	60
Turbidity	0.08	93
Total solids	0.07	84

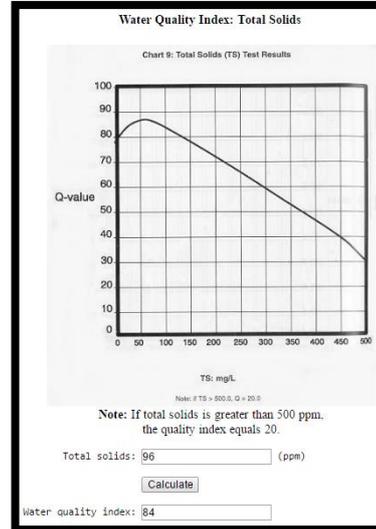
Based on the  factors entered, the water quality index is .

### G1.3: Abril- punto 3

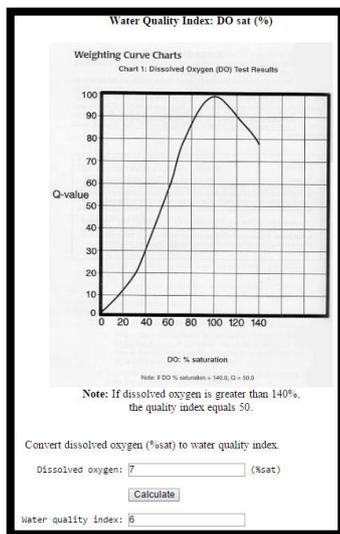
#### Coliformes Fecales



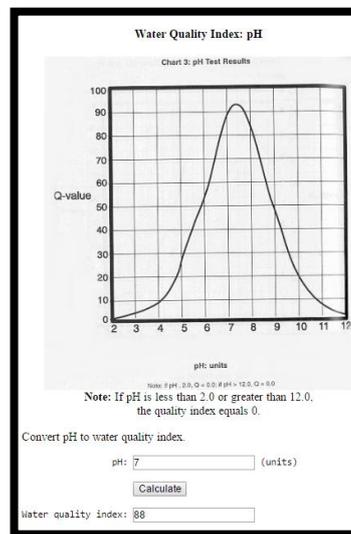
#### Solidos totales



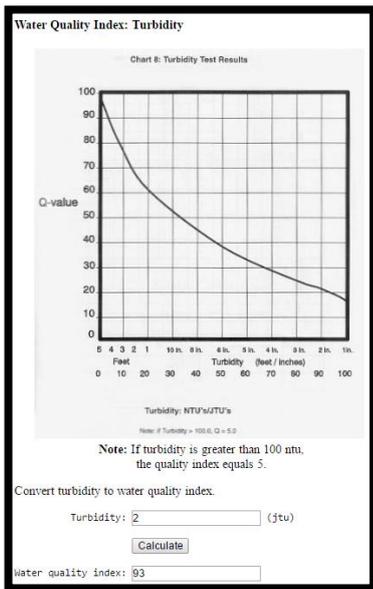
#### Oxígeno Disuelto



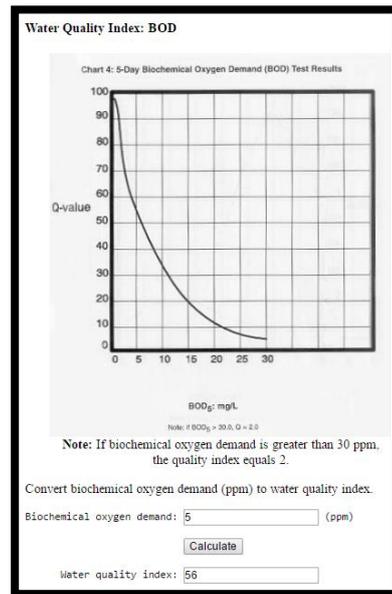
#### Potencial de Hidrógeno



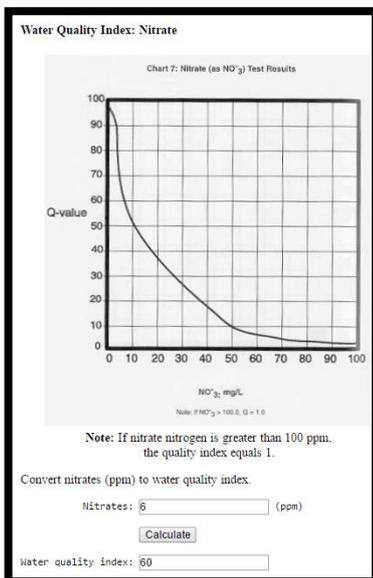
## Turbiedad



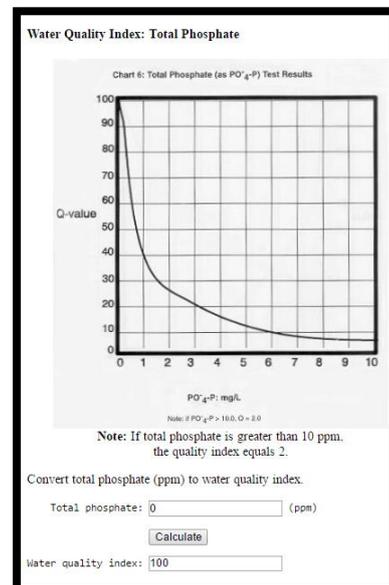
## Demanda Bioquímica de Oxígeno



## Nitratos



## Fosfatos Totales



## CALIDAD DEL AGUA POR EL MÉTODO WQI

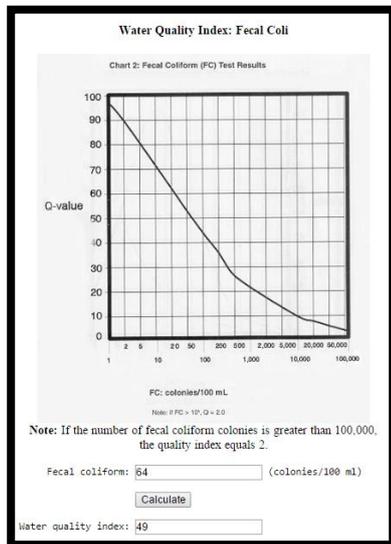
Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	6
Fecal coliform	0.16	48
pH	0.11	88
Biochemical oxygen demand	0.11	56
Temperature change	0.10	1
Total phosphate	0.10	100
Nitrates	0.10	60
Turbidity	0.08	93
Total solids	0.07	84

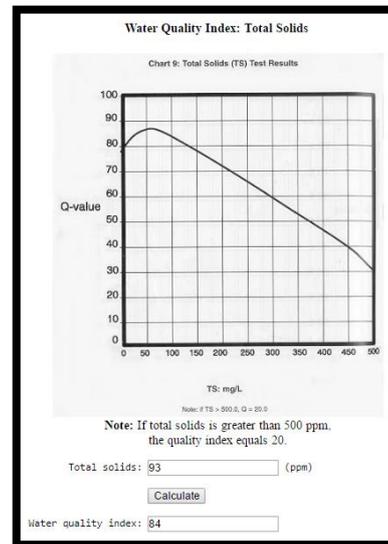
Based on the  factors entered,  
the water quality index is .

### G2.1: Mayo-punto 1

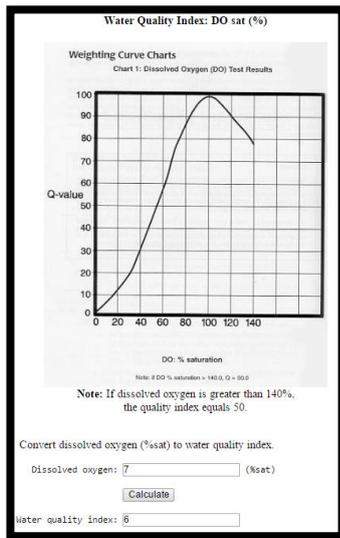
#### Coliformes Fecales



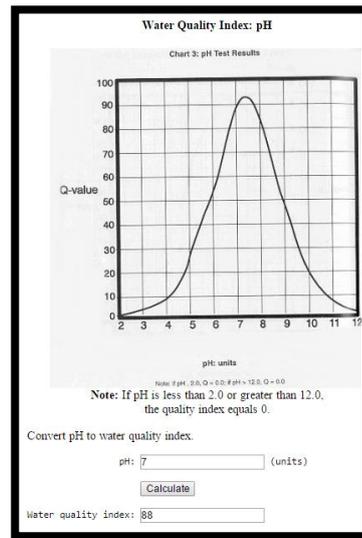
#### Solidos totales



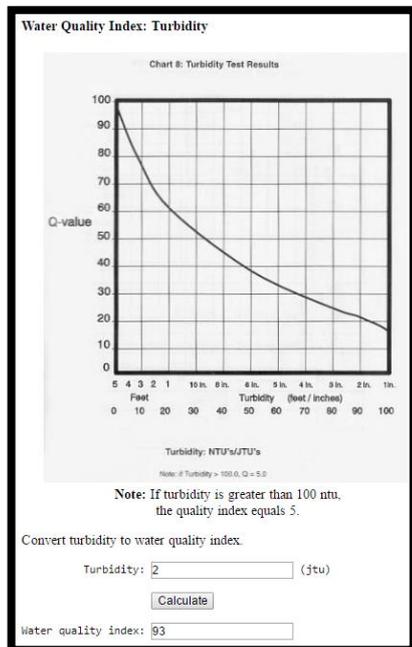
## Oxígeno Disuelto



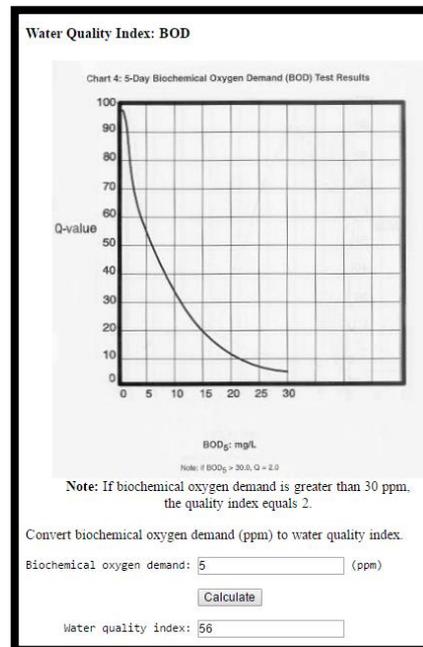
## Potencial de Hidrógeno



## Turbiedad



## Demanda Bioquímica de Oxígeno



### Nitratos

Water Quality Index: Nitrate

Chart 7: Nitrate (as NO<sub>3</sub>-N) Test Results

Note: If nitrate nitrogen is greater than 100 ppm, the quality index equals 1.

Convert nitrates (ppm) to water quality index.

Nitrates:  (ppm)

Water quality index:

### Fosfatos Totales

Water Quality Index: Total Phosphate

Chart 6: Total Phosphate (as PO<sub>4</sub>-P) Test Results

Note: If total phosphate is greater than 10 ppm, the quality index equals 2.

Convert total phosphate (ppm) to water quality index.

Total phosphate:  (ppm)

Water quality index:

### CALIDAD DEL AGUA POR EL MÉTODO WQI

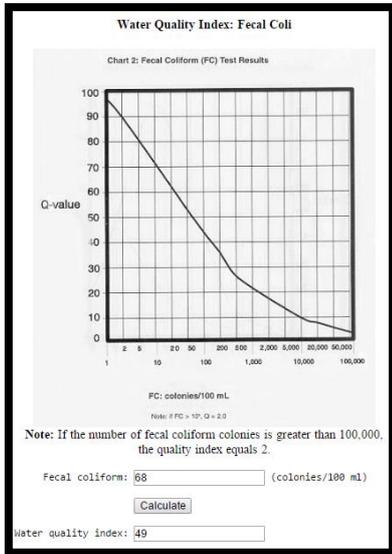
Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	6
Fecal coliform	0.16	49
pH	0.11	88
Biochemical oxygen demand	0.11	56
Temperature change	0.10	1
Total phosphate	0.10	100
Nitrates	0.10	60
Turbidity	0.08	93
Total solids	0.07	84

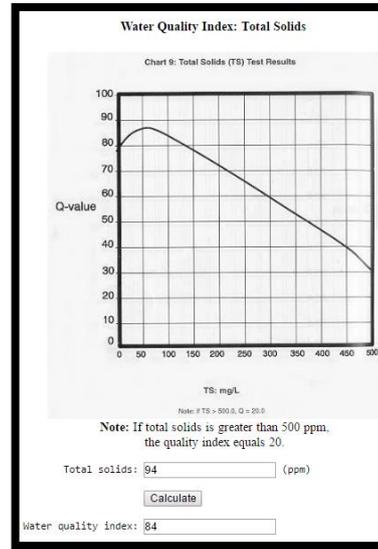
Based on the  factors entered, the water quality index is .

## G2.2: Mayo- punto 2

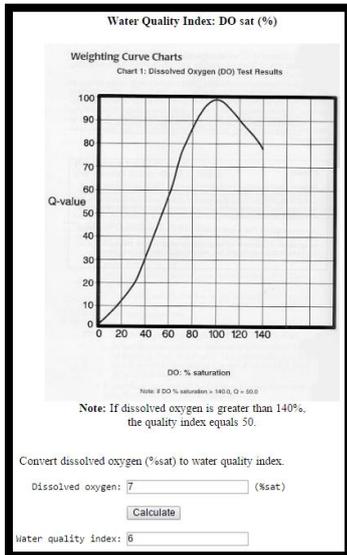
### Coliformes Fecales



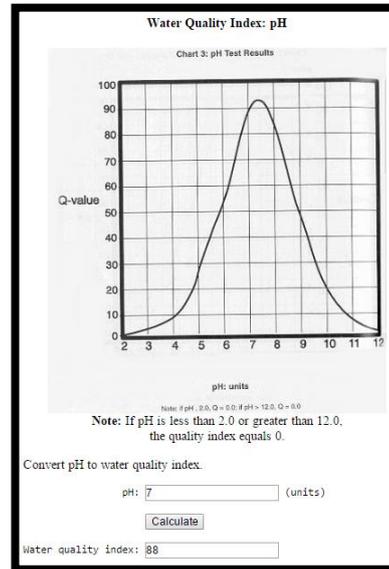
### Solidos totales



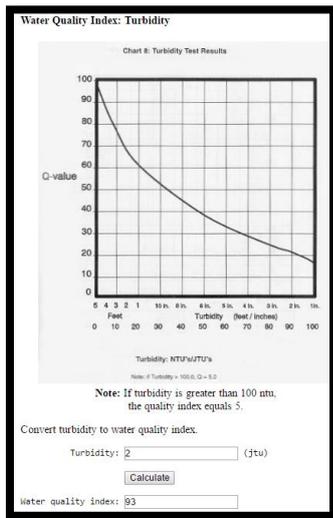
### Oxígeno Disuelto



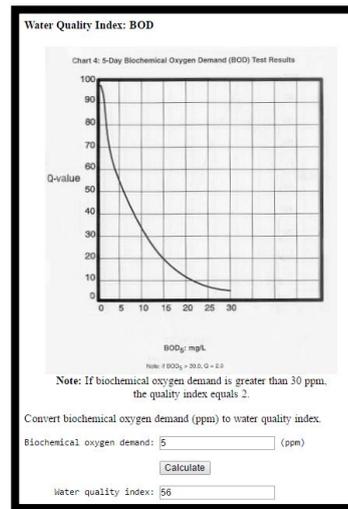
### Potencial de Hidrógeno



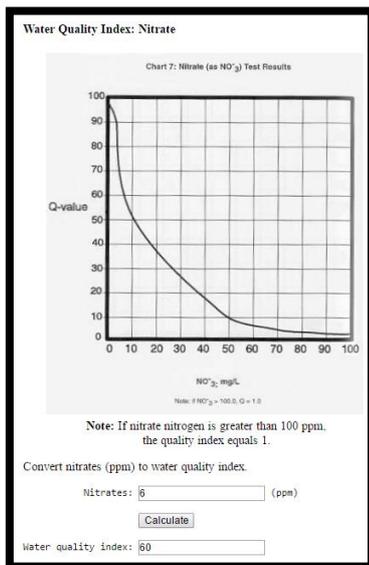
## Turbiedad



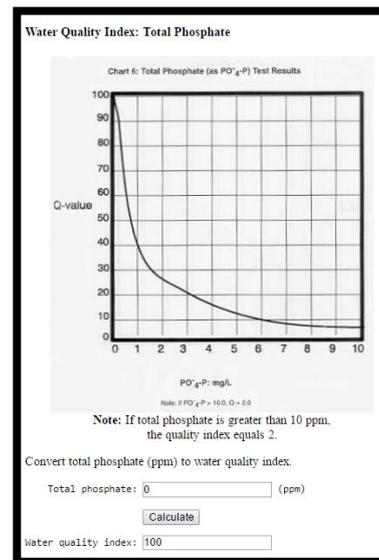
## Demanda Bioquímica de Oxígeno



## Nitratos



## Fosfatos Totales



## CALIDAD DEL AGUA POR EL MÉTODO WQI

Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	6
Fecal coliform	0.16	49
pH	0.11	88
Biochemical oxygen demand	0.11	56
Temperature change	0.10	1
Total phosphate	0.10	100
Nitrates	0.10	60
Turbidity	0.08	93
Total solids	0.07	84

Based on the  factors entered,  
the water quality index is .

### G2.3: Mayo- punto 3

#### Coliformes Fecales

Water Quality Index: Fecal Coli

Chart 2: Fecal Coliform (FC) Test Results

FC: colonies/100 mL  
Note: If FC > 10, Q = 2.0

Note: If the number of fecal coliform colonies is greater than 100,000, the quality index equals 2.

Fecal coliform:  (colonies/100 mL)

Water quality index:

#### Solidos totales

Water Quality Index: Total Solids

Chart 9: Total Solids (TS) Test Results

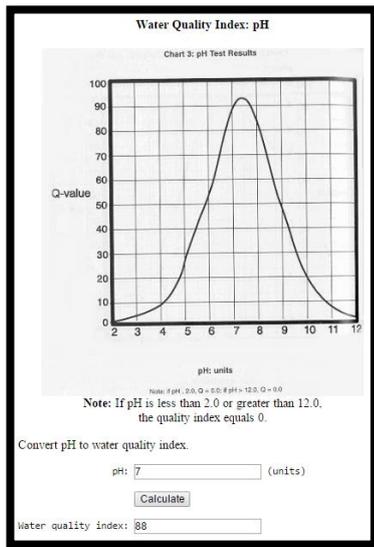
TS: mg/L  
Note: If TS > 500.0, Q = 20.0

Note: If total solids is greater than 500 ppm, the quality index equals 20.

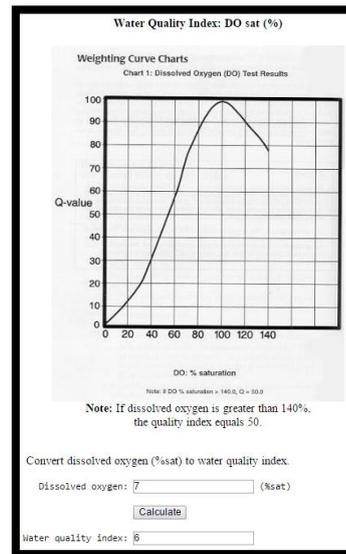
Total solids:  (ppm)

Water quality index:

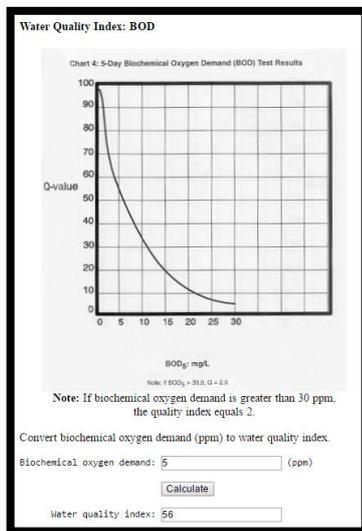
## Oxígeno Disuelto



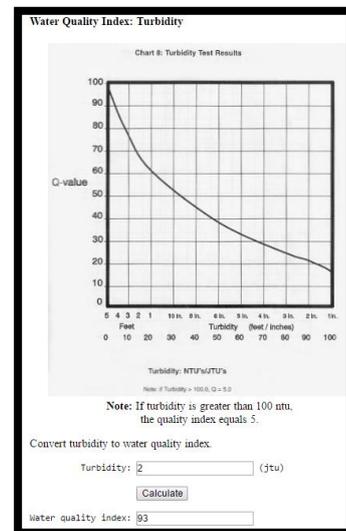
## Potencial de Hidrógeno



## Turbiedad



## Demanda Bioquímica de Oxígeno



### Nitratos

Water Quality Index: Nitrate

Chart 7: Nitrate (as NO<sub>3</sub>) Test Results

Note: If nitrate nitrogen is greater than 100 ppm, the quality index equals 1.

Convert nitrates (ppm) to water quality index.

Nitrates:  (ppm)

Water quality index:

### Fosfatos Totales

Water Quality Index: Total Phosphate

Chart 6: Total Phosphate (as PO<sub>4</sub>-P) Test Results

Note: If total phosphate is greater than 10 ppm, the quality index equals 2.

Convert total phosphate (ppm) to water quality index.

Total phosphate:  (ppm)

Water quality index:

### CALIDAD DEL AGUA POR EL MÉTODO WQI

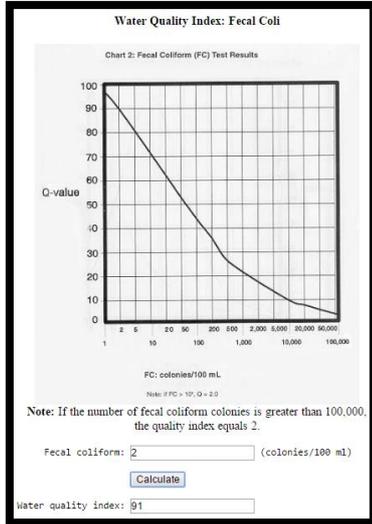
Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	6
Fecal coliform	0.16	49
pH	0.11	88
Biochemical oxygen demand	0.11	56
Temperature change	0.10	1
Total phosphate	0.10	100
Nitrates	0.10	60
Turbidity	0.08	93
Total solids	0.07	84

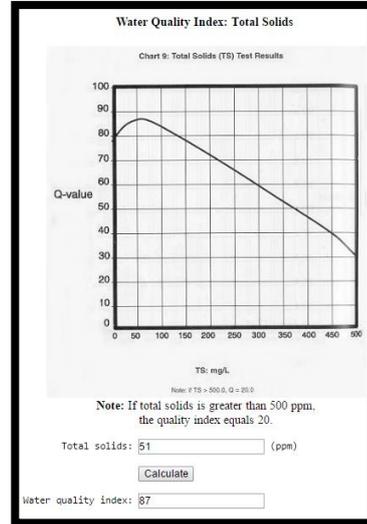
Based on the  factors entered, the water quality index is .

### G3.1: Junio- punto 1

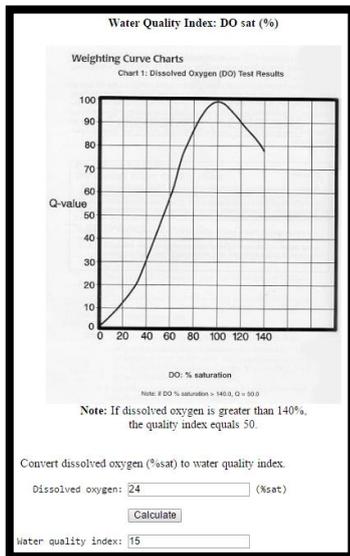
#### Coliformes Fecales



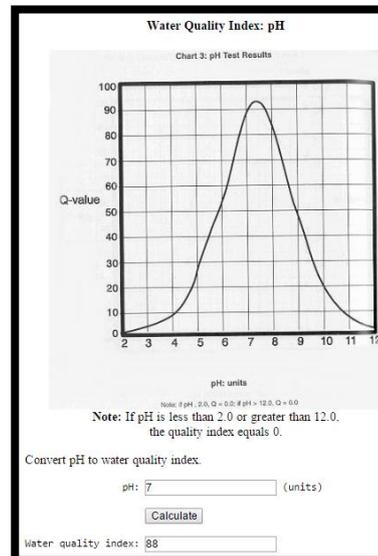
#### Solidos totales



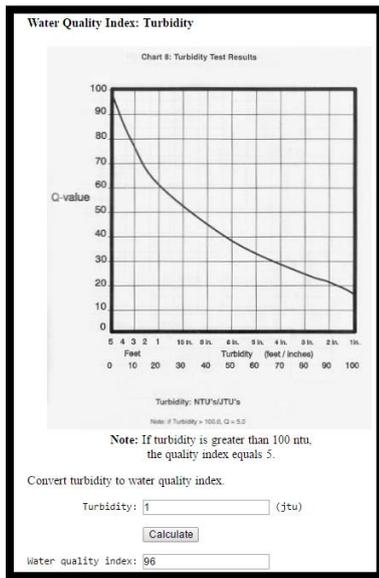
#### Oxígeno Disuelto



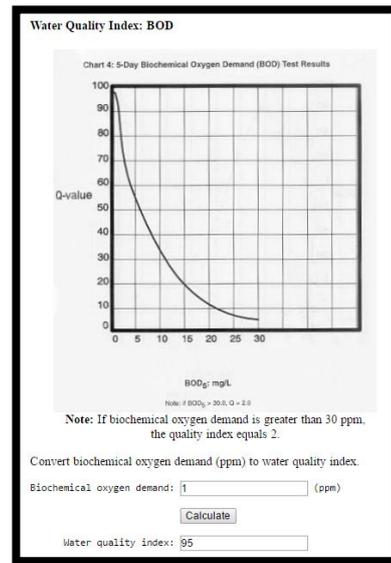
#### Potencial de Hidrógeno



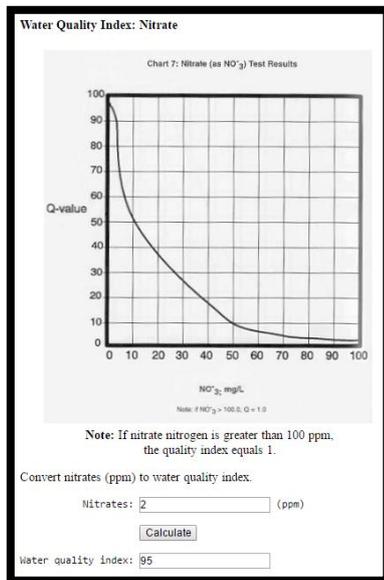
## Turbiedad



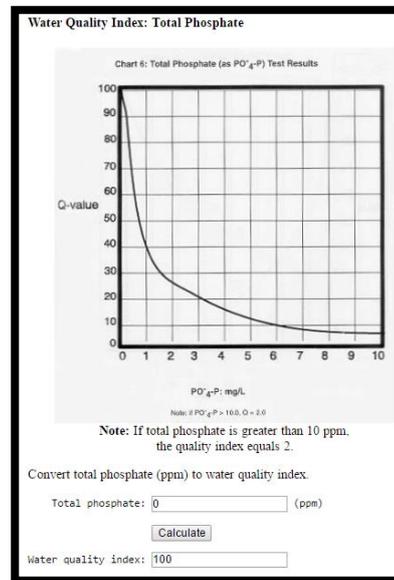
## Demanda Bioquímica de Oxígeno



## Nitratos



## Fosfatos Totales



## CALIDAD DEL AGUA POR EL MÉTODO WQI

Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	15
Fecal coliform	0.16	91
pH	0.11	88
Biochemical oxygen demand	0.11	95
Temperature change	0.10	1
Total phosphate	0.10	100
Nitrates	0.10	95
Turbidity	0.08	96
Total solids	0.07	87

Based on the  factors entered,  
 the water quality index is .

### G3.2: Junio- punto 2

#### Coliformes Fecales

Water Quality Index: Fecal Coli

Chart 2: Fecal Coliform (FC) Test Results

FC: colonies/100 mL  
Note: If FC > 10, Q = 2.0

Note: If the number of fecal coliform colonies is greater than 100,000, the quality index equals 2.

Fecal coliform:  (colonies/100 mL)

Water quality index:

#### Solidos totales

Water Quality Index: Total Solids

Chart 9: Total Solids (TS) Test Results

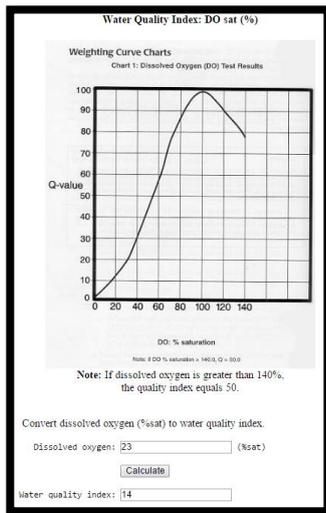
TS: mg/L  
Note: If TS > 500.0, Q = 20.0

Note: If total solids is greater than 500 ppm, the quality index equals 20.

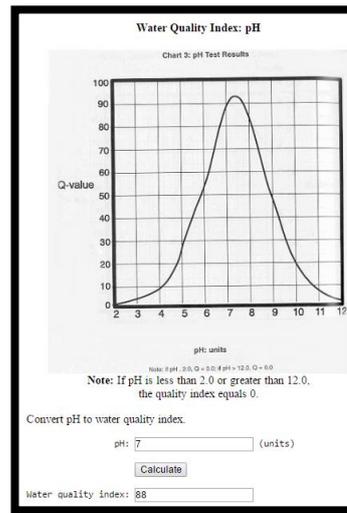
Total solids:  (ppm)

Water quality index:

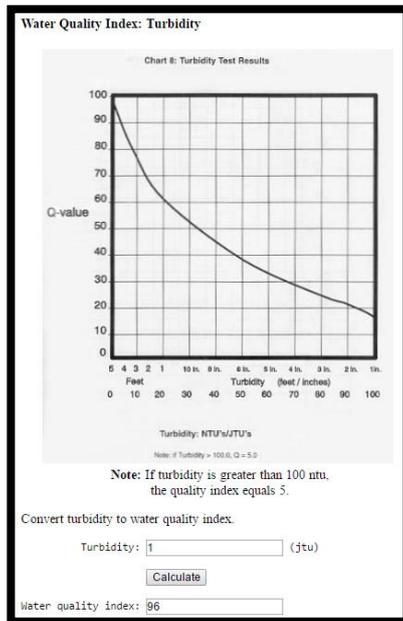
## Oxígeno Disuelto



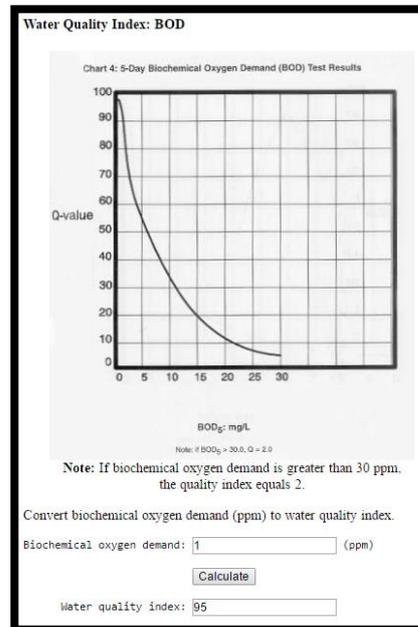
## Potencial de Hidrógeno



## Turbiedad



## Demanda Bioquímica de Oxígeno



### Nitratos

Water Quality Index: Nitrate

Chart 7: Nitrate (as NO<sub>3</sub>) Test Results

Note: If nitrate nitrogen is greater than 100 ppm, the quality index equals 1.

Convert nitrates (ppm) to water quality index.

Nitrates:  (ppm)

Water quality index:

### Fosfatos Totales

Water Quality Index: Total Phosphate

Chart 6: Total Phosphate (as PO<sub>4</sub>-P) Test Results

Note: If total phosphate is greater than 10 ppm, the quality index equals 2.

Convert total phosphate (ppm) to water quality index.

Total phosphate:  (ppm)

Water quality index:

### CALIDAD DEL AGUA POR EL MÉTODO WQI

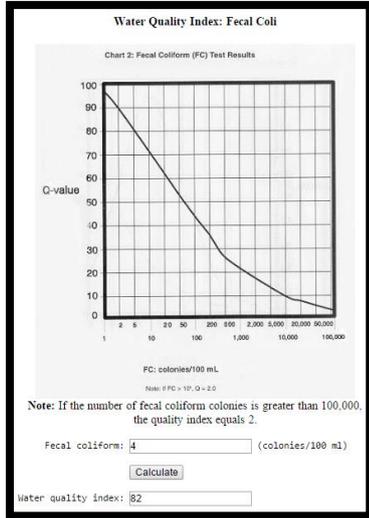
Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	14
Fecal coliform	0.16	86
pH	0.11	88
Biochemical oxygen demand	0.11	95
Temperature change	0.10	1
Total phosphate	0.10	100
Nitrates	0.10	95
Turbidity	0.08	96
Total solids	0.07	87

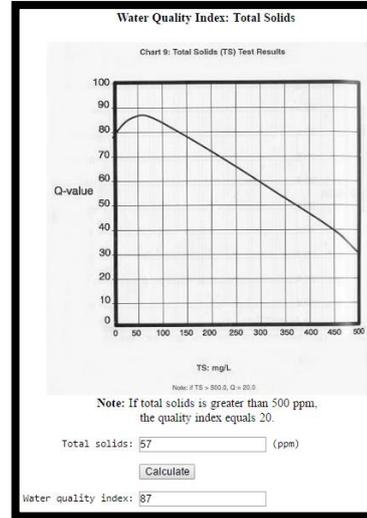
Based on the  factors entered,  
the water quality index is .

### G3.3: Junio- punto 3

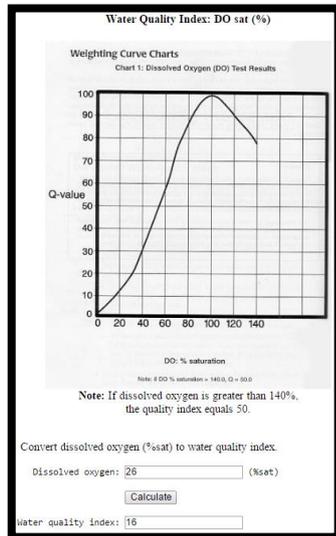
#### Coliformes Fecales



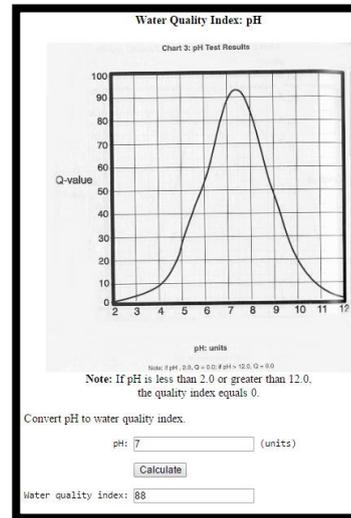
#### Solidos totales



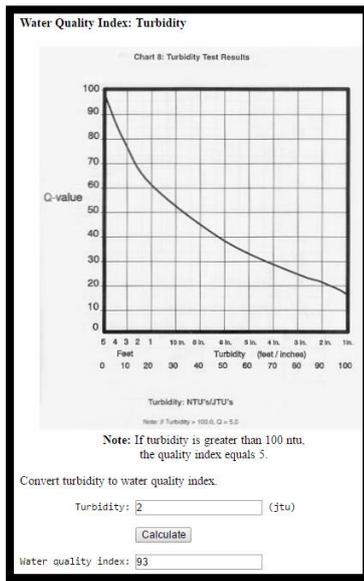
#### Oxígeno Disuelto



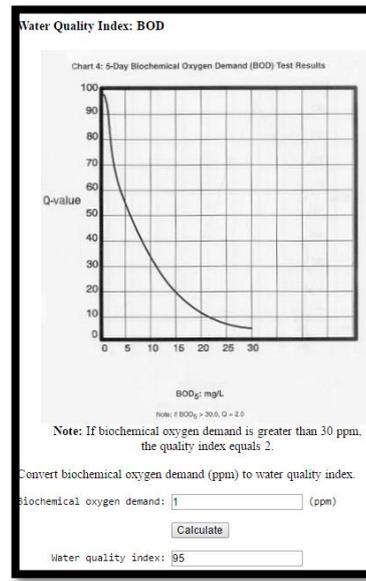
#### Potencial de Hidrógeno



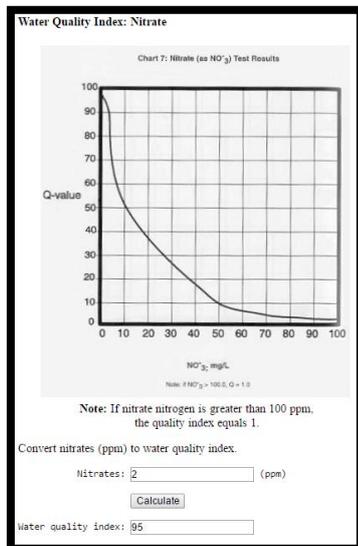
## Turbiedad



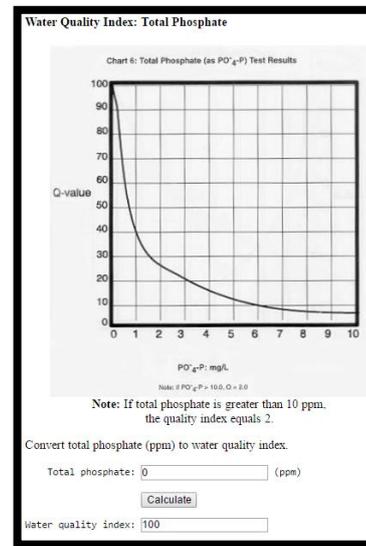
## Demanda Bioquímica de Oxígeno



## Nitratos



## Fosfatos Totales



**CALIDAD DEL AGUA POR EL MÉTODO WQI**

Calculation of Overall Water Quality Index

Factor	Weight	Quality Index
Dissolved oxygen	0.17	16
Fecal coliform	0.16	82
pH	0.11	88
Biochemical oxygen demand	0.11	95
Temperature change	0.10	1
Total phosphate	0.10	100
Nitrates	0.10	95
Turbidity	0.08	93
Total solids	0.07	87

Based on the  factors entered,  
 the water quality index is .

**Anexo H: APORTANTES DEL RÍO MAGUAZO**

APORTANTES					
		COTA	CAUDAL	UNIDAD	APORTANTES
775231	9794273	3472	0,08	m <sup>3</sup> /s	1
774702	9794129	3421	0,01	m <sup>3</sup> /s	2
774569	9794090	3334	0,02	m <sup>3</sup> /s	3

<b>TOTAL DE CAUDAL DE APORTANTES</b>	0,11	m <sup>3</sup> /s
--------------------------------------	------	-------------------

**Anexo I: PERFIL HÍDRICO DEL RÍO MAGUAZO**

