



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA INFLUENCIA DE  
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO EN  
COMUNIDADES BENTÓNICAS DE SEDIMENTOS DE LA  
CUENCA BAJA DEL RÍO NAPO”**

**Trabajo de titulación**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar por el grado académico de:

**INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

**AUTOR: ÁNGEL MIGUEL VACA ARROBO**

**DIRECTOR: Ing. ANDRÉS AGUSTÍN BELTRÁN DÁVALOS**

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Ángel Miguel Vaca Arrobo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Ángel Miguel Vaca Arrobo, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.




Riobamba, 24 de noviembre del 2020



.....  
**Ángel Miguel Vaca Arrobo**  
C.I. 220008172-3

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación, “**EVALUACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE LA INFLUENCIA DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO EN COMUNIDADES BENTÓNICAS DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO NAPO**”, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Carlos Rolando Rosero Erazo	 CARLOS ROLANDO ROSERO ERAZO Firmado digitalmente por CARLOS ROLANDO ROSERO ERAZO Fecha: 2021.02.03 17:08:24 -05'00'	2020-11-30
<b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		
Ing. Andrés Agustín Beltrán Dávalos	 ANDRES AGUSTIN BELTRAN DAVALOS Firmado digitalmente por ANDRES AGUSTIN BELTRAN DAVALOS	2020-11-30
<b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		
Dr. Fausto Manolo Yaulema Garcés	 FAUSTO MANOLO YAULEMA GARCES Firmado digitalmente por FAUSTO MANOLO YAULEMA GARCES Fecha: 2021.02.03 17:53:49 -05'00'	2020-11-30
<b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi padre Vaca Acaro José Marcelo y mi madre Arrobo Maza Dolores quienes con sus consejos supieron guiarme en esta travesía y con su amor me dieron ánimos para no rendirme.

A mi hija Adamaris, quien se convirtió en mi razón para levantarme y luchar día a día.

A mis hermanos y familia en general por estar siempre conmigo y ayudarme siempre que lo he necesitado.

Ángel

## **AGRADECIMIENTO**

Le doy gracias a Dios por darme vida y salud para poder culminar mi educación superior.

Agradezco a la ESPOCH por darme los conocimientos necesarios para el desarrollo de este trabajo, al Ing. Andrés Beltrán por guiarme con su criterio profesional durante el proceso de investigación, A la Ing. Magaly Orellana y a la Abg. Guadalupe Llori por su gentileza al abrirme las puertas del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana, cuando solicite el apoyo para poder realizar el trabajo de investigación.

A los Ingenieros. Augusto Córdova, Geovanny Salinas, Fernando Aguirre, Lucía Gonzales y al Técnico Pego Nigua por su paciencia, amistad. Profesionalismo y sobre todo por el apoyo incondicional, que me brindaron durante toda la etapa de investigación.

Al departamento de Gestión ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana por su paciencia y experticia, guiándome y proporcionándome nuevos conocimientos.

Ángel

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPITULO I

<b>1</b>	<b>MARCO TEORICO REFERENCIAL.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>Marco Conceptual.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1</b>	<b><i>Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)</i>.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.1.1</b>	<b><i>Principales clases de Hidrocarburos</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.2</b>	<b><i>Sedimentos</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.3</b>	<b><i>Metales pesados en sedimentos</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.4</b>	<b><i>Ciclo Hidrológico</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2.5</b>	<b><i>Cuenca Hidrográfica</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.5.1</b>	<b><i>Clasificación de una cuenca según su tamaño</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.5.2</b>	<b><i>Elementos que forman parte de una cuenca</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.5.3</b>	<b><i>Río principal</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.5.4</b>	<b><i>Afluentes</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.5.5</b>	<b><i>Divortium acuarum</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.5.6</b>	<b><i>Relieve de la cuenca</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.6</b>	<b><i>Monitoreo de ríos</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.6.1</b>	<b><i>Factores a tomar en cuenta en la toma de muestras</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.6.2</b>	<b><i>Localización del sitio de muestreo</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2.6.3</b>	<b><i>Facilidad de acceso</i>.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.6.4</b>	<b><i>Seguridad</i>.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.6.5</b>	<b><i>Representatividad de la muestra</i>.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.7</b>	<b><i>Contaminación del agua</i>.....</b>	<b>9</b>

1.2.8	<i>Contaminación del agua por hidrocarburos</i> .....	9
1.2.9	<i>Efectos de la contaminación del agua por hidrocarburos en la Provincia de Orellana</i> .....	10
1.2.9.1	<i>Contaminación al ambiente</i> .....	10
1.2.9.2	<i>Pérdidas económicas</i> .....	10
1.2.9.3	<i>Efectos a la salud</i> .....	10
1.3	<b>Contaminantes comunes presentes en el agua</b> .....	10
1.4	<b>Macroinvertebrados bentónicos</b> .....	11
1.5	<b>Calidad Ecológica de los ríos</b> .....	12
1.5.1	<i>Importancia de la calidad ecológica de los ríos</i> .....	12
1.6	<b>Índices de Calidad del Agua (ICA)</b> .....	12
1.6.1	<i>Índice BMWP/ Col</i> .....	12
1.6.2	<i>Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) y QBR-And</i> .....	13
1.6.2.1	<i>Grado de la cubierta vegetal</i> .....	13
1.6.2.2	<i>Estructura de la Cubierta vegetal</i> .....	13
1.6.2.3	<i>Calidad de la cubierta vegetal</i> .....	13
1.6.2.4	<i>Naturalidad del canal Fluvial</i> .....	14
1.6.3	<b>Índice de hábitad fluvial (IHF)</b> .....	14
1.6.3.1	<i>Inclusión de rápidos</i> .....	14
1.6.3.2	<i>Frecuencia de rápidos</i> .....	14
1.6.3.3	<i>Composición del sustrato</i> .....	15
1.6.3.4	<i>Regímenes de velocidad y profundidad</i> .....	15
1.6.3.5	<i>Porcentaje de sombra</i> .....	15
1.6.3.6	<i>Elementos de heterogeneidad</i> .....	15
1.6.3.7	<i>Diversidad de vegetación acuática</i> .....	15
1.7	<b>Índice de Geo-acumulación</b> .....	16
1.8	<b>Factor de enriquecimiento (FE)</b> .....	16
1.9	<b>TEC y PET</b> .....	16
1.10	<b>Toxicidad de TPH</b> .....	17
1.11	<b>Base legal</b> .....	17

## CAPITULO II

2	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	19
2.1	<b>Selección de los puntos de monitoreo</b> .....	19



<b>2.2</b>	<b>Muestreo de Sedimentos</b> .....	19
<b>2.3</b>	<b>Caracterización Físico-Química y microbiológica</b> .....	19
<b>2.3.1</b>	Evaluación de los puntos de Monitoreo mediante el índice (QBR).....	19
<b>2.3.2</b>	<i>Determinación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF)</i> .....	20
<b>2.3.3</b>	<i>Recolección e identificación de macroinvertebrados</i> .....	20
<b>2.3.4</b>	<i>Cálculo del Índice BMWP</i> .....	20
<b>2.3.4.1</b>	<i>Principales familias de macroinvertebrados presentes en los ríos de la Provincia de Orellana</i> .....	21
<b>2.3.5</b>	<i>Determinación del Índice de Geo – acumulación</i> .....	22
<b>2.3.6</b>	<i>Factor de Enriquecimiento (FE)</i> .....	24
<b>2.3.7</b>	<i>TEC Y PET</i> .....	24
<b>2.3.8</b>	<i>Toxicidad de TPH</i> .....	24

### CAPITULO III

<b>3</b>	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	25
<b>3.1</b>	<b>Puntos de Monitoreo</b> .....	25
<b>3.2</b>	<b>Resultados de los Análisis Físico Químicos</b> .....	26
<b>3.3</b>	<b>Índice QBR</b> .....	30
<b>3.4</b>	<b>Índice IHF</b> .....	32
<b>3.5</b>	<b>Índice BMWP/Col</b> .....	34
<b>3.5.1</b>	<i>Punto Palo Azul</i> .....	35
<b>3.5.2</b>	<i>Punto Sacha Norte</i> .....	36
<b>3.5.3</b>	<i>Punto Sacha Norte 1</i> .....	37
<b>3.5.4</b>	<i>Punto Sacha Central</i> .....	39
<b>3.5.5</b>	<i>Punto Sacha 192</i> .....	40
<b>3.5.6</b>	<i>Punto Sacha Sur</i> .....	42
<b>3.5.7</b>	<i>Punto Nuevo Paraíso</i> .....	43
<b>3.5.8</b>	<i>Punto Huashito</i> .....	44
<b>3.5.9</b>	<i>Punto Estación Coca</i> .....	45
<b>3.5.10</b>	<i>Punto Tiguino</i> .....	47
<b>3.5.11</b>	<i>Punto Chonta Este</i> .....	48
<b>3.5.12</b>	<i>Punto Puma 2</i> .....	50
<b>3.5.13</b>	<i>Punto Nantu A</i> .....	51
<b>3.5.14</b>	<i>Pindo Central</i> .....	53

3.5.15	<i>Punto Auca Central</i> .....	54
3.5.16	<i>Punto Auca Sur</i> .....	55
3.5.17	<i>Punto Auca 51</i> .....	58
3.5.18	<i>Punto Anaconda 1</i> .....	59
3.5.19	<i>Punto Yuca Central</i> .....	60
3.5.20	<i>Punto Yulebra 1</i> .....	61
3.5.21	<i>Punto Mono 1 CPF</i> .....	62
3.5.22	<i>Punto Mono 6 Sur</i> .....	64
3.5.23	<i>Punto Lobo 3</i> .....	65
3.5.24	<i>Punto Oso 9</i> .....	66
3.5.25	<i>Punto Oso B</i> .....	68
3.6	<b>Índice de Geo-acumulación</b> .....	69
3.7	<b>Factor de enriquecimiento</b> .....	72
3.8	<b>Toxicidad de TPH</b> .....	77
3.9	<b>Toxicidad de Plomo, Cadmio, Níquel, según el TEC y PEC</b> .....	78
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	83
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	85
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Valores establecidos para la calidad del agua por el índice BMWP/ Col.....	13
<b>Tabla 2-1:</b> Rangos de Calidad del bosque de ribera según el índice QBR.....	14
<b>Tabla 3-1:</b> Rangos de la calidad para determinar el nivel de calidad del índice Fluvial (IHF) .	15
<b>Tabla 4-1:</b> Rangos de evaluación del índice de Geo-acumulación .....	16
<b>Tabla 5-1:</b> Factor de enriquecimiento (FE).....	16
<b>Tabla 6-1:</b> Rangos para determinar el nivel de Toxicidad de TPH .....	17
<b>Tabla 7-1:</b> Criterios de Calidad del Suelo.....	17
<b>Tabla 1-2:</b> Principales Familias de macroinvertebrados en la Provincia de Orellana .....	21
<b>Tabla 1-3:</b> Puntos de Monitoreo de Sedimentos .....	25
<b>Tabla 2-3:</b> Resultados del primer muestreo de Sedimentos .....	26
<b>Tabla 3-3:</b> Resultados del Segundo Muestreo de Sedimentos .....	27
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados del Tercer Muestreo de Sedimentos.....	29
<b>Tabla 5-3:</b> Resultados del índice de Bosque de Rivera.....	31
<b>Tabla 6-3:</b> Resultados del Índice de Hábitat Fluvial.....	33
<b>Tabla 7-3:</b> Calidad del Agua utilizando el índice BMWP.(Agosto) .....	35
<b>Tabla 8-3:</b> Calidad del agua según el índice BMWP (Octubre).....	35
<b>Tabla 9-3:</b> Calidad del Agua según el índice BMWP (Noviembre) .....	36
<b>Tabla 10-3:</b> Calidad del agua Sacha Norte 2 (Agosto) .....	36
<b>Tabla 11-3:</b> Calidad del agua Sacha Norte 2 (Octubre) .....	37
<b>Tabla 12-3:</b> Calidad del Agua del punto Sacha Norte 2 (noviembre).....	37
<b>Tabla 13-3:</b> Calidad del Agua. Sacha Norte 1 (agosto) .....	37
<b>Tabla 14-3:</b> Calidad del Agua. Sacha Norte 1(octubre).....	38
<b>Tabla 15-3:</b> Calidad del Agua. Sacha Norte 1 (noviembre).....	38
<b>Tabla 16-3:</b> Calidad del agua. Sacha Central. (agosto).....	39
<b>Tabla 17-3:</b> Calidad del Agua. Punto Sacha Central. (octubre).....	39
<b>Tabla 18-3:</b> Calidad del agua. Sacha Central. (noviembre) .....	40
<b>Tabla 19-3:</b> Calidad del agua. Sacha 192. (agosto) .....	40
<b>Tabla 20-3:</b> Calidad del agua. Sacha 192. (octubre).....	41
<b>Tabla 21-3:</b> Calidad del agua. Sacha 192. (noviembre).....	41
<b>Tabla 22-3:</b> Calidad del agua. Sacha Sur. (agosto).....	42
<b>Tabla 23-3:</b> Calidad del Agua. Sacha Sur. (octubre) .....	42
<b>Tabla 24-3:</b> Calidad del Agua. Sacha Sur. (noviembre) .....	42

<b>Tabla 25-3:</b> Calidad del agua. Nuevo Paraíso. (agosto).....	43
<b>Tabla 26-3:</b> Calidad del agua. Nuevo Paraíso. (octubre).....	43
<b>Tabla 27-3:</b> Calidad del agua. Nuevo Paraíso. (noviembre).....	44
<b>Tabla 28-3:</b> Calidad del agua. Huashito. (agosto).....	44
<b>Tabla 29-3:</b> Calidad del agua. Huashito. (octubre).....	45
<b>Tabla 30-3:</b> Calidad del Agua. Huashito. (noviembre).....	45
<b>Tabla 31-3:</b> Calidad del agua. Estación Coca. (agosto).....	46
<b>Tabla 32-3:</b> Calidad del agua. Estación Coca. (octubre).....	46
<b>Tabla 33-3:</b> Calidad del agua. Estación Coca. (noviembre).....	46
<b>Tabla 34-3:</b> Calidad del agua. Tiguino. (agosto).....	47
<b>Tabla 35-3:</b> Calidad del agua. Tiguino. (octubre).....	47
<b>Tabla 36-3:</b> Calidad del agua. Tiguino. (noviembre).....	48
<b>Tabla 37-3:</b> Calidad del agua. Chonta Este 1. (agosto).....	48
<b>Tabla 38-3:</b> Calidad del agua. Chonta Este 1. (octubre).....	49
<b>Tabla 39-3:</b> Calidad del agua. Chonta Este 1. (noviembre).....	49
<b>Tabla 40-3:</b> Calidad del agua. Puma 2. (agosto).....	50
<b>Tabla 41-3:</b> Calidad del agua. Puma2. (octubre).....	50
<b>Tabla 42-3:</b> Calidad del agua. Puma 2. (noviembre).....	50
<b>Tabla 43-3:</b> Calidad del agua. Nantu A. (agosto).....	51
<b>Tabla 44-3:</b> Calidad del agua. Nantu A. (octubre).....	51
<b>Tabla 45-3:</b> Calidad del agua. Nantu A. (noviembre).....	52
<b>Tabla 46-3:</b> Calidad del agua. Pindo Central. (agosto).....	53
<b>Tabla 47-3:</b> Calidad del agua. Pindo Central. (octubre).....	53
<b>Tabla 48-3:</b> Calidad del agua. Pindo Central. (noviembre).....	53
<b>Tabla 49-3:</b> Calidad del agua. Auca Central. (agosto).....	54
<b>Tabla 50-3:</b> Calidad del agua. Auca Central. (octubre).....	54
<b>Tabla 51-3:</b> Calidad del agua. Auca Central. (noviembre).....	55
<b>Tabla 52-3:</b> Calidad del agua. Auca Sur. (agosto).....	55
<b>Tabla 53-3:</b> Calidad del agua. Auca Sur. (octubre).....	57
<b>Tabla 54-3:</b> Calidad del agua. Auca Sur. (noviembre).....	57
<b>Tabla 55-3:</b> Calidad del agua. Auca 51. (agosto).....	58
<b>Tabla 56-3:</b> Calidad del agua. Auca 51. (octubre).....	58
<b>Tabla 57-3:</b> Calidad del agua. Auca 51. (noviembre).....	58
<b>Tabla 58-3:</b> Calidad del agua. Anaconda 1. (agosto).....	59
<b>Tabla 59-3:</b> Calidad del agua. Anaconda 1. (octubre).....	59

<b>Tabla 60-3:</b> Calidad del agua. Anaconda1. (noviembre) .....	59
<b>Tabla 61-3:</b> Calidad del agua. Yuca central. (agosto).....	60
<b>Tabla 62-3:</b> Calidad del agua. Yuca Central. (octubre) .....	60
<b>Tabla 63-3:</b> Calidad del agua. Yuca Central. (noviembre) .....	61
<b>Tabla 64-3:</b> Calidad del agua. Yulebra1 (agosto).....	61
<b>Tabla 65-3:</b> Calidad del agua. Yulebra 1. (octubre) .....	62
<b>Tabla 66-3:</b> Calidad del agua. Yulebra. (noviembre) .....	62
<b>Tabla 67-3:</b> Calidad del agua. Mono 1 CPF. (agosto) .....	63
<b>Tabla 68-3:</b> Calidad del agua. Mono 1 CPF. (octubre).....	63
<b>Tabla 69-3:</b> Calidad del agua. Mono 1 CPF. (noviembre).....	63
<b>Tabla 70-3:</b> Calidad del agua. Mono 6 Sur. (agosto).....	64
<b>Tabla 71-3:</b> Calidad del agua. Mono 6 Sur. (octubre) .....	64
<b>Tabla 72-3:</b> Calidad del agua. Mono 6 Sur. (noviembre) .....	65
<b>Tabla 73-3:</b> Calidad del agua. Lobo 3 (agosto) .....	65
<b>Tabla 74-3:</b> Calidad del agua. Lobo 3. (octubre).....	66
<b>Tabla 75-3:</b> Calidad del agua. Lobo 3. (noviembre).....	66
<b>Tabla 76-3:</b> Calidad del agua. Oso9. (agosto) .....	66
<b>Tabla 77-3:</b> Calidad del agua. Oso 9. (octubre).....	67
<b>Tabla 78-3:</b> Calidad del agua. Oso 9. (noviembre).....	67
<b>Tabla 79-3:</b> Calidad del agua. Oso B. (agosto).....	68
<b>Tabla 80-3:</b> Calidad del agua. Oso B. (octubre) .....	69
<b>Tabla 81-3:</b> Calidad del agua. Oso B. (noviembre) .....	69
<b>Tabla 82-3:</b> Resultado del índice de Geo-acumulación (agosto) .....	69
<b>Tabla 83-3:</b> Resultados del índice de Geo-acumulación. (octubre) .....	70
<b>Tabla 84-3:</b> Resultados del índice de Geo-acumulación. (noviembre) .....	71
<b>Tabla 85-3:</b> Resultados del Factor de enriquecimiento. (agosto).....	73
<b>Tabla 86-3:</b> Resultados del Factor de enriquecimiento (Octubre) .....	74
<b>Tabla 87-3:</b> Resultados del Factor de Enriquecimiento.(noviembre).....	75
<b>Tabla 88-3:</b> Resultados de TPH durante los tres muestreos.....	78
<b>Tabla 89-3:</b> Resultados del primer muestreo de metales en sedimentos .....	79
<b>Tabla 90-3:</b> Resultados del segundo muestreo de metales en sedimentos. ....	79
<b>Tabla 91-3:</b> Resultados del tercer muestreo de metales en sedimentos .....	80
<b>Tabla 92 3:</b> Calidad del agua del río bueno según el índice BMWP/col.....	80
<b>Tabla 93-3:</b> Resultados Físico-químicos de punto denominado como blanco (río Bueno).....	80



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Comportamiento de variables del índice QBR.....	32
<b>Gráfico 2-3:</b> Comportamiento de variables del IHF .....	34

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE SEDIMENTOS.

**ANEXO B:** PROTOCOLO DE CAMPO PARA EL MONITOREO BIOLÓGICO.

**ANEXO C:** FICHA DE CAMPO PARA EVALUAR EL ÍNDICE QBR.

**ANEXO D:** FICHA DE CAMPO PARA MEDIR EL IHF.

**ANEXO E:** MUESTREO DE SEDIMENTOS.

**ANEXO F:** ANÁLISIS EN EL LABORATORIO.

**ANEXO G:** MAPA DE PUNTOS DE MONITOREO

**ANEXO H:** AVAL DE LA INVESTIGACIÓN.



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>GADPO</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Orellana.
<b>BMWP</b>	Biological Monitoring Working Party
<b>IHF</b>	Índice de Hábitat Fluvial
<b>QBR</b>	Índice de Calidad de Bosque de Ribera
<b>TPH</b>	Hidrocarburos Totales de Petróleo
<b>TEC</b>	Threshold Effect Concentration
<b>PEC</b>	Probable Effect Concentration
<b>Pb</b>	Plomo
<b>Cd</b>	Cadmio
<b>Ni</b>	Níquel
<b>TULSMA</b>	Texto Unificado Legislación Secundaria de Medio Ambiente
<b>PH</b>	Potencial de Hidrógeno
<b>CE</b>	Conductividad Eléctrica
<b>ICA</b>	Índices de Calidad del Agua
<b>FE</b>	Factor de Enriquecimiento

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la toxicidad de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en sedimentos y su influencia en comunidades bentónicas de contribuyentes del río Napo, para lo cual se determinó la concentración de (TPH), Plomo, Cadmio y Níquel de los sedimentos de los esteros que se encuentran cerca de los 25 puntos de muestreo entre las que se encuentran estaciones y mini-estaciones petroleras. Además, se recolectó e identificó macroinvertebrados presentes en el sedimento. Para determinar la concentración de TPH, se utilizó un cromatógrafo de gases, los macroinvertebrados se los identificó utilizando la guía de macroinvertebrados del GADPO, los cuales ayudaron a determinar la calidad del agua utilizando, el índice BMWP/Col, además se determinó el (QBR), (IHF), Índice de Geo-acumulación y el Factor de Enriquecimiento. El índice QBR señala que los lugares analizados existen una alteración importante y fuerte, el IHF muestra que la diversidad del hábitat se encuentra entre media y baja. TPH el primer mes de muestreo los puntos Sacha Central y Yuca Central presentaron una toxicidad muy alta, el punto Yulebra presenta una toxicidad alta, el segundo mes el punto Yuca Central presentó una toxicidad alta. En el tercer mes, los puntos, Sacha Norte 1, Anaconda 1, Culebra 1 presentaron una toxicidad alta, los puntos Sacha Central, Sacha 192, Yuca Central, presentaron una toxicidad muy alta de TPH. El índice de geo-acumulación determinó que no existe acumulación de los metales analizados, el índice BMWP/col muestra que la mayoría de los puntos el agua se encuentra entre crítica y dudosa. Se concluye que el 76% de los resultados obtenidos señalan que no existe toxicidad significativa de TPH, mientras que el 24% indica que existe una toxicidad baja, alta y muy alta de TPH donde el punto Yuca Central posee la mayor concentración.

**Palabras clave:** <HIDROCARBUROS>, <METALES>, <BENTÓNICOS>, <MACROINVERTEBRADOS>, <ESTACIONES>, <MINI ESTACIONES>, <CROMATOGRAFÍA DE GASES>



firmado electrónicamente por:  
**JHONATAN RODRIGO  
PARREÑO UQUILLAS**



11/01/2021

0543-DBRAI-UPT-2021

## **ABSTRACT**

The purpose of the research was to evaluate the total petroleum hydrocarbons toxicity (TPH) present in sediment and its influence in benthic communities of Napo river tributaries, for this it was necessary to determine the (TPH) concentration of lead, cadmium and nickel in swamps sediment which are close to 25 sampling points including oil stations and mini-stations. In addition, some macroinvertebrates present in sediment were collected and identified. To determine the TPH concentration, it was necessary to use a gas chromatograph and the macroinvertebrates were identified by using GADPO macroinvertebrates guide, which helped determine the quality of the water by means of BMWP/Col index; additionally, (QBR), (IHF), geo-accumulation index and enrichment factor were also determined. QBR index reveals a high and important alteration in the places that were analyzed, IHF reflects that the habitat diversity is medium and low. According to TPH, during the first sampling month Sacha Central and Yuca Central points presented a very high toxicity level while Yulebra point a high toxicity level. In the second month, Yuca Central point presented a high toxicity. In the third month, Sacha Norte 1, Anaconda 1 and Culebra 1 presented a high toxicity level, Sacha Central, Sacha 192, and Yuca Central point presented a very high toxicity level regarding to TPH. The geo-accumulation index determined that there is no accumulation of metals analyzed, BMWP/col index reveals that water is critical and doubtful in most points. It is concluded that 76% of results obtained show that there is no any TPH significant toxicity, while 24% reflect a low, high and very high TPH toxicity where Yuca Central point has the highest concentration.

**Keywords:** <HYDROCARBONS>, <METALS>, <BENTHIC>, <MACROINVERTEBRATES>, <STATIONS>, <MINI STATIONS>, <GAS CHROMATOGRAPHY>.

## INTRODUCCIÓN

La actividad petrolera impacta directamente al ambiente, principalmente las emisiones atmosféricas, los desechos sólidos y los efluentes líquidos, los cuales arrastran cantidades apreciables de hidrocarburos, materia orgánica y metales pesados. Los efluentes líquidos inciden fuertemente sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres, provocando en la mayoría la ruptura del equilibrio natural del ecosistema afectado (Álvarez et al. 2007). Ecuador ha basado su economía en el petróleo, cuya extracción se da principalmente en la región Amazónica, la cual ha tenido que soportar mucha injusticia, por no perder los beneficios económicos (puestos de trabajo), los cuales se encuentran ligados a la actividad petrolera (Becerra et al. 2013).

La explotación petrolera, ocasiona, descargas de aguas residuales de origen industrial, lodos, a los esteros y ríos, lo que ocasiona una grave contaminación a aguas superficiales y subterráneas (Avellaneda Cusarí 2013). (Álvarez et al. 2007), encontraron que en las aguas residuales del proceso de refinación del petróleo, poseen un alto contenido de materia orgánica, aceites y grasas con una alta concentración de hidrocarburos.

La toxicidad por hidrocarburos comúnmente es asociada a su parte más soluble la cual corresponde a los compuestos aromáticos, durante su proceso de degradación de hidrocarburos, sus elementos más densos se precipitan hacia el sedimento, requiriendo más de tres años para la recuperación del ecosistema. (Ruth Cabrera 2017).

La presencia de metales pesados en el ambiente y los alimentos puede desencadenar diversas intoxicaciones causando daños irreparables en la salud humana y animal, (Londoño Franco, Londoño Muñoz y Muñoz García 2016), la contaminación o presencia de metales pesados como plomo, cadmio y níquel en los sedimentos son de grave preocupación, debido que los peces se alimentan también de los sedimentos por lo cual los metales pueden acumularse en los peces, causando enfermedades graves a quienes se alimenten de ellos, debido que al cadmio y al plomo se los asocia con enfermedades que afectan al sistema nervioso central. (Contreras, Mendoza y Arismendis 2004).

El Índice de Geo-acumulación y el factor de enriquecimiento se los utiliza como indicadores de contaminación, el índice de geo-acumulación que fue propuesto por Müller (1979) se utiliza generalmente para evaluar posibles enriquecimientos de metales en sedimentos acuáticos, mediante una comparación con niveles preindustriales (Guiñez, Valdés y Castillo 2015), mientras que

el factor de enriquecimiento permite evaluar la contribución de las fuentes adicionales, es decir, no naturales, de un elemento dado con respecto a una fuente de tipo natural (Machado et al. 2008). Los macroinvertebrados nos ayudan a medir la calidad del agua, mediante el monitoreo constante de estos recursos hídricos, existen familias de macroinvertebrados que son resistentes a los metales pesados. (Tapia et al. 2018) determinaron que las familias Corixidae, Chironomidae, y Hyalellidae son resistentes a las condiciones ambientales alteradas por materia orgánica y metales pesados.

En un estudio realizado por Crunkilton y Duchrow en 1990 encontraron que las especies de Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera estuvieron ausentes nueve meses después de un derrame de 1.5 millones de litros de crudo, mientras que en el estudio para determinar los efectos de un derrame de petróleo crudo en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un río Amazónico resultados se observó un incremento en el número de Ephemeroptera en los sitios impactados, lo que podría sugerir una mayor capacidad de recuperación de este tipo de organismos en los trópicos.(Lafuente et al. 2019)

El objetivo del presente estudio es evaluar la toxicidad de los hidrocarburos totales de petróleo en sedimentos y su influencia en comunidades bentónicas de contribuyentes del río Napo.

## **Objetivos de la investigación**

### ***General:***

Evaluar la toxicidad de los hidrocarburos totales de petróleo en sedimentos y su influencia en comunidades bentónicas de contribuyentes del río Napo.

### ***Específicos:***

- Establecer puntos de monitoreo tomando principalmente aquellos cuerpos hídricos receptores de las zonas de descarga asociadas a las instalaciones hidrocarburíferas.
- Determinar la concentración de hidrocarburos totales de petróleo, metales pesados y determinar el Factor de enriquecimiento, el índice de geo-acumulación de los sedimentos fluviales de la cuenca baja del río Napo
- Determinar el valor del índice BMWP/col, de acuerdo con los macroinvertebrados recolectados para determinar la calidad biológica del agua.

## CAPITULO I

### 1 MARCO TEORICO REFERENCIAL

#### 1.1 Antecedentes

Orellana es una de las provincias amazónicas con campos petroleros de mayor productividad del país en el pasado y en la actualidad. En Ecuador son pocos los estudios que se han enfocado en evaluar la toxicidad de los hidrocarburos totales de petróleo en sedimentos.

Sin embargo, el Gobierno Autónomo descentralizado de Orellana lleva realizando, muestreos y análisis aislados de hidrocarburos totales de petróleo en agua y sedimentos de los esteros que se encuentran cerca de las plataformas petroleras. Algunas investigaciones que se han realizado a través de los años se detallan a continuación.

(Moronta-Riera et al., 2016) Realizaron análisis de agua y sedimentos en la costa oriental del lago Maracaibo en un periodo seco concluyendo que la principal causa de contaminación es la actividad petrolera, debido a que se encontraron concentraciones elevadas de hidrocarburos totales de petróleo que sobrepasaban los límites permisibles.

(Ramos, R; Bastidas, C; García 2012) llevaron a cabo bioensayos de toxicidad en larvas de camarón (*Litopenaeus vannamei*) con sedimentos marinos del occidente de Venezuela, obteniendo como resultados que los sedimentos contaminados por la actividad del centro Refinador Paraguaná tiene un alto grado de toxicidad en larvas de camarón reduciendo drásticamente su capacidad de supervivencia.

(González-Lozano et al. 2006) evaluaron los sedimentos del área y zona portuaria de Salina Cruz en Oaxaca México encontrando que el 64% de los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas en febrero de 1998 (época seca), el 9% en agosto 2000 y el 18% en junio 2002 se encontraron concentraciones de hidrocarburos que rebasaron el valor permisible de 70mg·kg<sup>-1</sup> para sedimentos no contaminados de la UNESCO.

(Ashraf y Mian 2010) realizaron ensayos para determinar la carga contaminante de hidrocarburos de petróleo en los tejidos de peces obteniendo como resultado que de las Especies analizadas de peces la *Scarus ghabon* mostro El Nivel Más Alto de hidrocarburos totales de petróleo concluyendo que los mismos tienden a acumularse mayormente en la época de invierno.

(Aguirre-Martínez et al. 2009) Toxicidad no específica en sedimentos portuarios, una aproximación al contenido de contaminantes críticos en 4 puertos chilenos obteniendo como resultado que los sedimentos del Puerto de San Vicente presento mayor concentración de MOT y HAPs.

(Sergio et al. 2018) Evaluó la toxicidad de los sedimentos del curso alto del río Lerma, México concluyendo que en general los sedimentos analizados pueden clasificarse como extremadamente tóxicos, lo que indica el impacto que sufren los cuerpos hídricos causados por las contribuciones antrópicas de origen doméstico e industrial.

(Rodríguez Badillo et al. 2016) Evaluó la calidad del agua del río Puyo, en la Amazonía ecuatoriana, mediante macroinvertebrados, concluyendo que la calidad del agua del río desciende significativamente ante la influencia de la zona urbana.

(Lafuente et al. 2019) Determino los efectos que tiene un derrame de petróleo en macroinvertebrados bentónicos de los ríos Santa Rosa, Quijos y Coca ubicados en la Amazonia ecuatoriano concluyendo que a pesar de haber transcurrido 2 años y 7 mese del derrame los macroinvertebrados no se han recuperado totalmente.

## **1.2 Marco Conceptual**

### ***1.2.1 Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)***

Los TPH son aceitosos, viscosos, de coloración negra. (Bastidas y Cedeño 2016). La expresión Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) se utiliza para mencionar a varias sustancias químicas que se obtienen a partir del petróleo.(Registry 1999).

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos cuya molécula tiene solo átomos de hidrógeno y carbono, se los puede encontrar en el ambiente en estado líquido o gaseoso.(Heredia 2000)



### *1.2.1.1 Principales clases de Hidrocarburos*

Las principales clases de hidrocarburos son alcanos, alquenos, alquinos, e hidrocarburos aromáticos. Los alcanos poseen enlaces sencillos, son los componentes principales del gas natural, del gas licuado de petróleo (GLP) al igual que de los combustibles, los alquenos tienen enlaces dobles carbono-carbono, los alquinos se constituyen de enlaces triples carbono-carbono y los hidrocarburos aromáticos denominados árenos se derivan del benceno, el cual posee un anillo de seis miembros con tres enlaces dobles.(Wade 2012)

### *1.2.2 Sedimentos*

Se denomina sedimento a la fase intermedia que separa la corteza terrestre sólida del cuerpo hídrico por lo que se trata de una mezcla sólido líquido.(GADPO 2015).

Los sedimentos marinos son el depósito final de las sustancias producidas en las aguas superficiales y de aquellas introducidas al mar por procesos naturales y antrópicos, el conocimiento de las propiedades y composición de los sedimentos de fondo permite reconocer eventuales perturbaciones que puedan constituir riesgos para la salud del ecosistema.(Valdes y Castillo 2014)

### *1.2.3 Metales pesados en sedimentos*

En los sedimentos se pueden encontrar la presencia de metales pesados, los cuales no son biodegradable y son tóxicos a muy bajas concentraciones, entre ellos tenemos al cadmio que se le han asociado enfermedades como insuficiencia renal e hipertensión, al plomo se lo ha asociado con enfermedades como retraso mental en los niños además de cáncer de estómago y pulmón.(Pernía Santos et al. 2018)

### *1.2.4 Ciclo Hidrológico*

El ciclo hidrológico consta de tres fases principales que son precipitación, evaporación y escorrentía. La precipitación representada por la lluvia es decir el agua que se precipita solo se evapora mientras que la que cae a la tierra pasa por varios procesos antes de volver a la atmosfera por ejemplo: las plantas toman el agua luego la proceden a liberar por medio de la evapotranspiración, los animales por su parte la liberan por medio de la orina, la transpiración y

respiración, otro porcentaje de agua es retenida en ríos, lagos la cual es liberada a la atmosfera por medio de la evaporación y finalmente parte del agua se infiltra pudiéndose mantener por días, meses, años, como agua subterránea.(Gabriel Roldán Pérez , Jhon Jairo Ramírez Restrepo 2008)

Según (Návar, Lizárraga-Mendiola 2013) el ciclo hidrológico de las cuencas forestales ha sufrido cambios debido al calentamiento global.

### ***1.2.5 Cuenca Hidrográfica***

Superficie natural conformada por el conjunto de sistemas de cursos de agua definidos por el relieve, se divide en subcuenca y microcuenca, la subcuenca está delimitada por la divisoria de aguas de un afluente mientras la microcuenca es la agrupación de unas pequeñas partes de una subcuenca o parte de la misma.(Ramakrishna 1997)

#### ***1.2.5.1 Clasificación de una cuenca según su tamaño***

Según su tamaño se clasifican en grandes y pequeñas. Se la denomina grandes cuando su superficie es mayor a 250 kilómetros cuadrados y en la misma predominan características fisiográficas como pendiente, elevación, área y cauce. Pequeñas son aquellas que responde a las lluvias intensas y leves donde las características como suelo, vegetación son de mayor relevancia que las del cauce y su área es menor o igual a 250 kilómetros cuadrados.(Villón 2004)

#### ***1.2.5.2 Elementos que forman parte de una cuenca***

En una cuenca hidrográfica podemos encontrar elementos esenciales que forman parte de la misma, entre los que se encuentran, el río principal, afluentes, divisoria de aguas, relieve de la cuenca.

#### ***1.2.5.3 Río principal***

Denominamos río principal aquel que posee mayor caudal, mayor área o superficie, posee un curso definido que es la relación de la distancia entre su nacimiento y desembocadura. (JOSE JAVIER GONZALEZ PONCE 2009)

#### *1.2.5.4 Afluentes*

Llamamos afluentes a todo cuerpo hídrico que converge al río principal, cada afluente posee su respectiva cuenca, conocida también como subcuenca. (JOSE JAVIER GONZALEZ PONCE 2009)

#### *1.2.5.5 Divortium acuarum*

Divortium acuarum es una línea que puede separar varias cuencas cercanas, Es la divisoria de aguas, utilizada como límite entre dos espacios geográficos.(JOSE JAVIER GONZALEZ PONCE 2009)

#### *1.2.5.6 Relieve de la cuenca*

El relieve de la cuenca está conformado por las montañas, sus flancos; por las quebradas, valles y mesetas. (Gonzalez, 2009)

### **1.2.6 Monitoreo de ríos**

El monitoreo sirve para medir la calidad del agua y los cambios que ha sufrido una cuenca o microcuenca, para determinar el grado de alteración se toman muestras en varios puntos lo que nos brindara información necesaria para determinar la calidad del agua, río arriba y río abajo.(Carrera y Fierro. 2001)

#### *1.2.6.1 Factores a tomar en cuenta en la toma de muestras*

Antes de elegir un lugar para recoger muestras se debe considerar factores como:

- Localización del sitio de muestreo
- Facilidad de acceso
- Seguridad
- Representatividad de la muestra.

#### *1.2.6.2 Localización del sitio de muestreo*

Para determinar el lugar de muestreo se debe considerar que en el mismo ocurran las situaciones de interés, es decir si se busca determinar la influencia que tiene un cierto contaminante, el o los

puntos de muestro deben encontrarse donde se brinden las características de interés al estudio que se vaya a realizar.(Toledo, 2015)

#### *1.2.6.3 Facilidad de acceso*

Los lugares de interés en los que se piense realizar un muestreo debe tener fácil accesibilidad, debido que para tomar una muestra es necesario llevar equipos e instrumentos los cuales son de utilidad para realizar un análisis con mayor precisión obteniendo datos más confiables.(Toledo,, 2015)

#### *1.2.6.4 Seguridad*

La seguridad es vital antes realizar el muestreo, por lo que siempre se debe considerar los factores de riesgo que presenta el lugar a muestrear, para que la persona encargada lleve todos los equipos de protección personal para cuidar su integridad personal. (Toledo 2015)

#### *1.2.6.5 Representatividad de la muestra*

La muestra es representativa cuando posee las características del lugar en general, por lo que se recomienda realizar en zonas que sean homogéneas.(Toledo, 2015)

#### *1.2.7 Contaminación del agua*

La contaminación del agua se define como la introducción por el ser humano de elementos bióticos y abióticos que puedan ocasionar efectos tóxicos que perjudiquen los recursos vivos, constituyan un peligro para la salud humana. (Arrazcaeta, 2002)

#### *1.2.8 Contaminación del agua por hidrocarburos*

Las contaminaciones del agua por hidrocarburos producen cambios en las características organolépticas del agua, se produce de 2 maneras puntuales y sistemáticas. La puntual se da de manera aleatoria donde generalmente no existe presencia de hidrocarburos, la sistemática se produce de manera habitual y caracteriza aquellas aguas contaminadas por la actividad producida por el ser humano que se realiza en ellas. (Prieto Díaz y De Villa Pérez 1999)

### ***1.2.9 Efectos de la contaminación del agua por hidrocarburos en la Provincia de Orellana***

Durante el tiempo que he vivido en Orellana he observado que los efectos de la contaminación hidrocarburífera en las zonas de mayor explotación petrolera son:

- Contaminación al ambiente
- Pérdidas económicas
- Efectos a la salud

#### ***1.2.9.1 Contaminación al ambiente***

La principal afección que produce la contaminación del agua por hidrocarburos, es el daño ambiental, ya que tanto la flora y la fauna de la zona de influencia se ve afectada, un ejemplo claro es el reciente derrame de petróleo que ocurrió en abril del 2020 en Ecuador el cual afectó a la región amazónica, debido a que cantones como Orellana tuvieron problemas con el abastecimiento de agua para toda su población.

#### ***1.2.9.2 Pérdidas económicas***

Las pérdidas económicas es otro efecto de la contaminación de hidrocarburos, debido que los habitantes, utilizan el agua para alimentar a sus animales, para regar sus sembríos, otros viven de la pesca, y al contaminarse el agua no pueden realizar ninguna de estas actividades, por lo que sus cultivos se pierden, sus animales en ocasiones se mueren, afectando drásticamente a la economía de las familias que viven de la agricultura, ganadería y pesca.

#### ***1.2.9.3 Efectos a la salud***

Los efectos que produce a la salud de los habitantes que viven dentro del área de influencia, en los principales puedo mencionar, infecciones a la piel, deshidratación por falta de líquido para beber y en caso más drásticos podemos mencionar al cáncer.

### **1.3 Contaminantes comunes presentes en el agua**

Los contaminantes microbianos y orgánicos no se los puede detectar a simple vista, los cuales son causantes de enfermedades graves que generalmente se detectan en un largo periodo de tiempo. Los productos químicos de pesticidas y fertilizantes en el agua aumentan el riesgo de contraer enfermedades crónicas como el cáncer.(Water Quality Asociation (WQA) [sin fech)

Los contaminantes más comunes que se pueden transmitir a través del agua son:

- Aluminio
- Amoníaco
- Arsénico
- Bario
- Cadmio
- Cloramina
- Cromo
- Cobre
- Fluoruro
- Bacterias y virus
- Conducir
- Nitratos/Nitritos
- Mercurio
- Perclorato
- Radio
- Selenio
- Plata
- Uranio (Water Quality Asociation. <https://www.wqa.org/Learn-About-Water/Common-Contaminants> )

#### **1.4 Macroinvertebrados bentónicos**

Son aquellos organismos vivos con un tamaño igual o superior a 0.5 mm de longitud que habitan en las profundidades de los ríos, que se los pueden encontrar en rocas, sedimentos, ramas y son utilizado para determinar la calidad del agua siendo una de las metodologías con menor costo en su realización.(González y Lozano 2004).

Según (Hanson, Springer y Ramirez 2010) son aquellos invertebrados que se pueden ver a simple vista, que pueden ser atrapados por una red de malla de aproximadamente 125 $\mu$ mS, siendo más precisos definiremos a los macroinvertebrados en base a su taxonomía. Este grupo tiene representantes en muchos filos de animales, entre ellos: Arthropoda, Mollusca, Annelida, Platyhelminthes, Nematoda y Nematomorpha. Sin embargo, hay que aclarar que varios miembros de estos filos son microscópicos por lo que se les considera parte de la meiofauna (microcrustáceos y micromoluscos, muchos anélidos y nemátodos, entre otros).

## **1.5 Calidad Ecológica de los ríos**

La calidad ecológica de los ríos es una evaluación integrada que toma información sobre el bosque de ribera, el canal, el lecho del río, las áreas adyacentes y la vida acuática que se encuentra en el lugar. (Andrea C. Encalada et al. 2011)

### ***1.5.1 Importancia de la calidad ecológica de los ríos.***

Es importante porque nos permite determinar el grado de contaminación en el que se encuentra un río, lo que nos ayuda a plantear soluciones para mejorar la calidad del agua. (Andrea C. Encalada et al. 2011)

## **1.6 Índices de Calidad del Agua (ICA)**

Los ICA son una herramienta para determinar la calidad del recurso hídrico, entre los que se encuentran el CCME que consideran las variaciones del tiempo y espacio, WQI y DWQI tienen mayor efectividad en los ríos que se encuentran en constantes cambios en su calidad. (Torres et al. 2009). Un índice de calidad es una expresión en la que se combinan varios parámetros que nos ayudan a determinar cuál es el grado de contaminación del recurso hídrico, estos índices son representados por un color lo que facilita su interpretación. (Carrillo, 2016)

### ***1.6.1 Índice BMWP/ Col***

Es una modificación del Biological Monitoring Working Party (BMWP) que fue establecido en Inglaterra en 1970 como un método fácil y rápido que usa los macroinvertebrados como bioindicadores para determinar la calidad del agua. Se les asigna valores que van de entre 1 a 10 de acuerdo a la tolerancia de cada una de las familias de macroinvertebrados. (Roldán y Restrepo 2008)

**Tabla 1-1:** Valores establecidos para la calidad del agua por el índice BMWP/ Col

Clase	Calidad	BMWP/COL	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	> 150 101-120	Aguas muy limpias, no contaminadas o poco alteradas	<b>AZUL</b>
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	<b>VERDE</b>
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	<b>AMARILLO</b>
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	<b>NARANJA</b>
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	<b>ROJO</b>

Fuente: (Roldán y Restrepo 2008)

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

### **1.6.2 Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) y QBR-And**

El índice evalúa la vegetación de las riberas de los ríos, para determinar la calidad del bosque de ribera se debe tomar en cuenta los siguientes 4 aspectos:

#### **1.6.2.1 Grado de la cubierta vegetal**

Analiza toda la cobertura vegetal, sin tomar en cuenta la vegetación de crecimiento anual. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)}

#### **1.6.2.2 Estructura de la Cubierta vegetal**

Evalúa la cantidad de árboles que se encuentran a ambos lados del río.(Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

#### **1.6.2.3 Calidad de la cubierta vegetal**

Contabiliza y determina la cantidad de especies arbóreas que cubren la zona de la ribera del río(Jáimez-Cuéllar et al. 2002)



#### 1.6.2.4 Naturalidad del canal Fluvial.

Valora el grado de modificación del río como la disminución del cauce, aumento de la pendiente, pérdida de sinuosidad y la modificación de las terrazas que se encuentran en el lado adyacente del río. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

**Tabla 2-1:** Rangos de Calidad del bosque de ribera según el índice QBR

NIVEL DE CALIDAD	QBR	Color representativo
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	> 95	<b>Azul</b>
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75-90	<b>Verde</b>
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55-70	<b>Amarillo</b>
Alteración fuerte, calidad mala	30-50	<b>Naranja</b>
Degradación extrema, calidad pésima	< 25	<b>Rojo</b>

Fuente: (Acosta et al. 2009)

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

#### 1.6.3 Índice de habitad fluvial (IHF)

El IHF valora 7 componentes físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente. (Pardo et al. 2002)

Se debe tomar en cuenta 7 componentes que son:

##### 1.6.3.1 Inclusión de rápidos

Determina la cantidad de partículas que se encuentran fijadas en el sustrato del lecho del río. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

##### 1.6.3.2 Frecuencia de rápidos

Determina el tiempo promedio en el que aparecen los rápidos en los ríos. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

### 1.6.3.3 Composición del sustrato

Se observa de que está compuesto el sustrato del río. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

### 1.6.3.4 Regímenes de velocidad y profundidad

Ayuda a determinar con qué frecuencia ocurren los rápidos o los lentos, para lo cual se considera 0.5 m de profundidad para distinguir entre profundo y somero. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

### 1.6.3.5 Porcentaje de sombra

Determina el grado de exposición solar a la que se encuentra sometida el cauce. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

### 1.6.3.6 Elementos de heterogeneidad

Verifica la existencia de elementos que pueden ser aptos para el desarrollo de los organismos. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

### 1.6.3.7 Diversidad de vegetación acuática

Determina la cantidad de vegetación que se encuentra en el cauce del río. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)  
Rangos de calidad para determinar el nivel de calidad del índice fluvial.

**Tabla 3-1:** Rangos de la calidad para determinar el nivel de calidad del índice Fluvial (IHF)

NIVEL DE CALIDAD	IHF	Color representativo
Muy alta diversidad de hábitats	> 90	Azul
Alta diversidad de hábitats	71 - 90	Verde
Diversidad de hábitats media	50 - 70	Amarillo
Baja diversidad de hábitats	31 - 49	Naranja
Muy baja diversidad de hábitats	< 30	Rojo

Fuente: (Acosta et al. 2009)

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

## 1.7 Índice de Geo-acumulación

Determina cuantitativa el grado de contaminación del suelo por sustancias orgánicas e inorgánicas. (del Aguila Juárez, Lugo de la Fuente y Vaca Paulín 2005)

**Tabla 4-1:** Rangos de evaluación del índice de Geo-acumulación

Valor	Categoría
$I\text{-geo} \leq 0$	No contaminado
$0 < I\text{-geo} < 1$	No contaminado a moderadamente contaminado
$1 < I\text{-geo} < 2$	Moderadamente contaminado
$2 < I\text{-geo} < 3$	Moderadamente a altamente contaminado
$3 < I\text{-geo} < 4$	Altamente contaminado
$4 < I\text{-geo} < 5$	Altamente a extremadamente contaminada
$I\text{-geo} \geq 5$	Extremadamente contaminado.

**Fuente:** (Gonzales y Marco A. Torres mora 2015)

**Elaborado por:** Vaca Ángel, 2020

## 1.8 Factor de enriquecimiento (FE)

Determina el grado de enriquecimiento del suelo por metales tomando como referencia los más abundantes de la corteza terrestre como Aluminio, silicio y hierro. (del Aguila Juárez, Lugo de la Fuente y Vaca Paulín 2005)

**Tabla 5-1:** Factor de enriquecimiento (FE)

Valor	Grado de Enriquecimiento
$> 50$	Enriquecimiento extremadamente severo
25-50	Enriquecimiento muy severo
10-25	Enriquecimiento severo
5-10	Enriquecimiento moderado a severo
3-5	Enriquecimiento moderado
1-3	Enriquecimiento menor
$< 1$	Sin enriquecimiento

**Fuente:** (Ambar et al. 2019)

**Elaborado por:** Vaca Ángel, 2020

## 1.9 TEC y PET

Los TEC se los utiliza para identificar concentraciones de contaminantes por debajo de las cuales no se esperaban efectos nocivos sobre los organismos que habitan en los sedimentos. Los PEC sirven para identificar concentraciones de contaminantes por encima de las cuales los efectos nocivos sobre los organismos que habitan en los sedimentos se esperaba que ocurrieran con frecuencia. (MacDonald, Ingersoll y Berger 2000)

### 1.10 Toxicidad de TPH

Para determinar la toxicidad de TPH, nos hemos basado en la legislación ecuatoriana TULSMA donde indica que la concentración de TPH debe ser menor a 150 mg /kg con lo cual se estableció lo siguiente.

**Tabla 6-1:** Rangos para determinar el nivel de Toxicidad de TPH

NIVEL DE CALIDAD	Rango (mg/kg)
No existe toxicidad	< 150
Baja Toxicidad	150 - 300
Toxicidad moderada	300 - 450
Toxicidad alta	450-600
Muy alta toxicidad	> 600

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

### 1.11 Base legal

Los resultados obtenidos en este proyecto en cuanto a pH, conductividad e hidrocarburos totales de petróleo serán comparados con los valores establecidos en la tabla de criterios de calidad del anexo 2 del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio.

**Tabla 7-1:** Criterios de Calidad del Suelo

Parámetro	Unidad	Valor
<b>Parámetros generales</b>		
Conductividad	uS/cm	200
pH		6 a 8
Relación de adsorción de sodio (Índice SAR)		4*

<b>Parámetros inorgánicos</b>		
Arsénico	mg/kg	12
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo Total	mg/kg	54
Cromo VI	mg/kg	0.4
Cianuro	mg/kg	0.9
Estaño	mg/kg	5
Fluoruros	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	5
Níquel	mg/kg	19
Plomo	mg/kg	19
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	76
Zinc	mg/kg	60
<b>Parámetros Orgánicos</b>		
Benceno	mg/kg	0.03
Clorobenceno	mg/kg	0.1
Etilbenceno	mg/kg	0.1
Estireno	mg/kg	0.1
Tolueno	mg/kg	0.1
Xileno	mg/kg	0.1
PCBs	mg/kg	0.1
Clorinados alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorobenceno (cada tipo)	mg/kg	0.05 continua
Hexaclorobenceno	mg/kg	0.05a
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0.01
Fenolicos no clorinados (Cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorofenoles ( cada tipo)	mg/kg	0.05
Hidrocarburos totales TPH	mg/kg	<150
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/kg	0.1

Fuente: (TULSMA 2015)

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

## CAPITULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Selección de los puntos de monitoreo

Con el asesoramiento del Departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana (GADPO) se determinó los puntos de muestreo de 25 estaciones y plataformas hidrocarburíferas que vierten sus desechos a afluentes de la cuenca baja del río Napo las cuales tenían mayor facilidad de acceso.

Se tomó en cuenta las estaciones, plataformas que mayor número de denuncias han tenido por los habitantes de la Provincia de Orellana, las cuales se procedió a muestrear y analizar conjuntamente con los técnicos del GADPO.

#### 2.2 Muestreo de Sedimentos

Para el muestreo de sedimentos se utilizó la metodología del Gobierno Autónomo descentralizado de Orellana (GADPO) para realizar el muestreo se lo realizo a lo largo de una distancia de 80 metros a lo largo del cuerpo hídrico, a una profundidad de 0.7m de profundidad, de la cual se tomó una cantidad no inferior a 0.5 kg, una vez tomada la muestra se procede a rotular la misma con la hora de toma de la muestra, fecha, nombre de la persona que toma la muestra, código de la muestra, sin olvidar de llenar la ficha técnica proporcionada por el GADPO, y posteriormente se procedió a dejar en el laboratorio de la misma institución para realizarle los análisis de TPH, Pb, Cd, Ni, CE, pH.(GADPO 2015)

#### 2.3 Caracterización Físico-Química y microbiológica

##### 2.3.1 Evaluación de los puntos de Monitoreo mediante el índice (QBR)

Para evaluar el índice QBR se tomó una distancia de observación de 80m, considerando el ancho de la zona de ribera limitándose a la ribera del recurso hídrico.

El índice QBR evalúa el Grado de cubierta de la zona de ribera, la estructura de la cubierta, el grado de naturalidad del canal fluvial y la calidad de la cubierta, cada uno con una puntuación no mayor a 25 puntos los cuales se proceden a sumar dando un valor que se procede a verificar con los rangos para la calidad para el índice QBR y obteniendo como resultado el nivel de calidad que presenta el Bosque de Rivera. (Acosta et al. 2009)

### **2.3.2 *Determinación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF)***

Para determinar el IHF se tomó en cuenta los 7 parámetros establecido por el índice de hábitat fluvial, el cual se lo aplico en la época con menor precipitación en la provincia de Orellana cuando el caudal de los afluentes era bajo para observar detalladamente el sustrato.

Una vez hecha la evaluación se procede a sumar los datos obteniendo como resultado un valor que no debe ser mayor a 100 puntos el cual se procede a verificar en la tabla del IHF para determinar el nivel de calidad. (Jáimez-Cuéllar et al. 2002)

### **2.3.3 *Recolección e identificación de macroinvertebrados***

Para recolectar los macroinvertebrados podemos utilizar una red tipo D, para realizar una recolección a las orillas del río o estero, consiguiendo atrapar a bioindicadores de tipo nadadores y los que habitan en los tallos u hojas. Una vez recolectados se los pone en una bandeja para iniciar a contar la cantidad de especies recolectadas las cuales se las pone en un frasco que contenga una mezcla de alcohol y glicerina, rotulando el frasco con las indicaciones necesarias del muestreo para llevarlos a identificarlos al laboratorio y clasificarlos de acuerdo a las especies de sus respectivas familias determinando el número total de especies recolectadas. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana (GADPO) 2015)

### **2.3.4 *Cálculo del Índice BMWP***

Para determinar el índice BMWP se identifica a que familia pertenece el macroinvertebrado para poder obtener el valor de su sensibilidad el cuál se procede a sumar y a comparar con los valores establecidos para el índice BMWP y determinar la calidad del agua. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana (GADPO) 2015)

2.3.4.1 Principales familias de macroinvertebrados presentes en los ríos de la Provincia de Orellana

**Tabla 1-2:** Principales Familias de macroinvertebrados en la Provincia de Orellana

Valor	Orden	Familia
10	Ephemeroptera	leptophlebiidae
		Euthyplocidae
		Oligoneuridae
		Polymitarcydae
	Plecoptera	Perlidae
		Perlodidae
	Trichoptera	Leptoceridae
		Calamoceratidae
		Lepidostomatidae
	Odonata	Polythoridae
8	Trichoptera	Philopotamidae
		Helicopsychidae
		Glossosomatidae
		Hydrobiosidae
		Polycentropodidae
		Hydroptilidae
		Xiphocentronidae
7	Ephemeroptera	Leptohyphidae
		Trycorithidae
		Caenidae
	Hemiptera	Nepidae
6	Decapoda	Paleomonidae
	Odonata	Coenagrionidae
		Megapodagrionidae
	Veneroidea	Corbiculidae
		Unionidae
	Bassomatophora	Ancylidae
Megaloptera	Corydalidae	
5	Coleoptera	Elmidae
		Ptilodactylidae
		Psephenidae
		Scirtidae
		Dryopidae
	Hemiptera	Naucoridae



	Diptera	Tipulidae
		Simuliidae
	Trichoptera	Hydropsychidae
4	Ephemeroptera	Baetidae
	Diptera	Ceratopogonidae
		Tabanidae
		Muscidae
Hemiptera	Belostomatidae	
3	Hemiptera	Veliidae
		Notonectidae
		Gerridae
		Corixidae
	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae
	Mesogastropoda	Ampullariidae
		Hidrobiidae
		Thiaridae
	Bassomatophora	Physidae
		Lymnaeidae
Neotaenioglossa	Pleuroceridae	
2	Diptera	Chironomidae
1	Aelosomatidae	Aelosomatidae

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana (GADPO) 2015)

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

### 2.3.5 Determinación del Índice de Geo – acumulación

Para determinar el índice de geo-acumulación utilizamos la siguiente formula:

$$I - geo = \log_2 \left( \frac{Cs}{1.5 \times Bn} \right)$$

El valor 1.5 se lo utiliza para reducir los cambios en los valores de fondo ocasionados por el medio, Cs se refiere a la concentración del metal presente en la muestra y Bn el valor de referencia.(Gonzales y Marco A. Torres mora 2015)

En este caso se tomaron los valores de referencia para plomo, níquel y cadmio utilizados por (Gonzales y Marco A. Torres mora 2015) y los valores de referencia planteados por (Fadigas et al. 2006).



### 2.3.6 *Factor de Enriquecimiento (FE)*

Para calcular el grado de enriquecimiento se utiliza la siguiente ecuación.

$$FE = \left( \frac{\frac{X}{\bar{Y}} \text{ muestra}}{\frac{X}{\bar{Y}} \text{ fondo}} \right)$$

Donde X es la concentración del metal posiblemente enriquecido e Y la concentración del metal de referencia presente en la corteza terrestre. (Ambar et al. 2019). Las concentraciones teóricas de rocas sedimentarias de tipo pizarra propuestas por (Turekian y Wedepohl 1961).

### 2.3.7 *TEC Y PET*

La concentración de metales pesados según el TEC para cadmio es de 0.596 mg/kg, níquel, 18mg/kg, plomo, 35mg/kg si las concentraciones que se obtienen de las muestras son menores a las concentraciones indicadas por el TEC se puede considerar que no hay riesgo ecológico potencial para las especies nativas, la concentración según el PEC para cadmio es de 3.53 mg/kg, níquel 36 mg/kg, plomo 91.3 mg/kg, si las concentraciones obtenidas de los metales en la muestra superan los valores del PEC se espera que ocurra un riesgo ecológico potencial para las especies nativas.(MacDonald, Ingersoll y Berger 2000)

### 2.3.8 *Toxicidad de TPH*

Una vez determina la concentración de TPH, se procede a comparar con los rangos establecidos en la tabla 6-1 donde menciona que si la concentración es menor a 150 mg/kg mg no existe toxicidad, si se encuentra entre (150 a 300) mg/kg la toxicidad es baja, si la concentración oscila entre los (300 a 450) mg/kg la toxicidad es moderada, si la concentración se encuentra entre (450 a 600) mg/ kg la toxicidad es alta, si la concentración es mayor a 600 mg/kg la toxicidad de TPH es muy alta.

## CAPITULO III

### 3 MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1 Puntos de Monitoreo

Para establecer los puntos de monitoreo de calidad de sedimentos se han establecido los puntos en el lecho de los cuerpos hídricos receptores de las zonas de descarga asociados a las instalaciones hidrocarburíferas (plataformas, estaciones, subestaciones, mini estaciones u otras) en las que se encuentran los mecheros monitoreados por el Departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana. (GADPO).

**Tabla 1-3:** Puntos de Monitoreo de Sedimentos

PUNTOS DE MONITOREO DE SEDIMENTOS				
LUGAR		X	Y	PARROQUIA
1	Palo Azul – Unión Imbabureña	280819	9979701	3 de Noviembre
2	Sacha Norte 2 - Enokanqui	293839	9975291	Enokanqui
3	Sacha Norte 1	292989	9965884	Joya de los Sachas
4	Sacha Central	291138	9961630	Joya de los Sachas
5	Sacha 192	296131	9971666	Enokanqui
6	Sacha Sur	290565	9958519	San Carlos
7	Nuevo paraíso	273088	9960967	Nuevo paraíso
8	Huashito	272694	9955560	Pto. Fco de Orellana
9	Estación Coca	269905	9954387	Nuevo paraíso
10	Tiguino	284072	9875996	Inés Arango
11	Chonta Este 1	288418	9904495	Inés Arango
12	Puma 2	282800	9923394	Dayuma
13	Nantu A	303462	9916947	Dayuma
14	Pindo Central	299429	9923999	Dayuma
15	Auca Central	290011	9928856	Dayuma
16	Auca Sur	290140	9921892	Dayuma
17	Auca 51	291211	9932706	Dayuma
18	Anaconda 1	294612	9942183	Taracoa
19	Yuca Central	301507	9947932	Taracoa
20	Yulebra 1	292337	9946419	Taracoa
21	Mono 1 – CPF	272232	9907280	La Belleza

22	Mono 6 – Sur	272352	9905740	La Belleza
23	Oso 9	263054	9924935	La Belleza
24	Lobo 3	275401	9941727	García Moreno
25	Oso B	261387	9923896	Puerto Murialdo

**Fuente.** Gobierno Autónomo descentralizado de Orellana (GADPO 2015) Informe de calidad de agua aire y sedimentos de la Provincia de Orellana.

**Realizado por:** Vaca Ángel 2020

### 3.2 Resultados de los Análisis Físico Químicos

Los resultados de las muestras de sedimentos analizadas en el laboratorio del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Orellana (GADPO) se muestran en las siguientes tablas por punto y mes de muestreo.

**Tabla 2-3:** Resultados del primer muestreo de Sedimentos

RESULTADOS DEL PRIMER MUESTREO DE SEDIMENTOS							
PUNTOS		TPH (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	PH	CE uS/cm
1	Palo Azul –	0	13,2	0,07	23,1	7,25	28,43
2	Sacha Norte 2	6,65	17,23	0,18	23,37	7,06	31,82
3	Sacha Norte 1	23,85	15,02	0,26	18,12	7,36	45,37
4	Sacha Central	628,67	22,47	0,18	45,93	7,43	112,6
5	Sacha 192	1,18	14,15	0,2	19,79	7,33	48,88
6	Sacha Sur	33,76	22,05	0,2	30	7,2	43,55
7	Nuevo paraíso	0	9,46	0,15	12,87	6,91	41,23
8	Huashito	0	16,59	0,19	36,42	6,85	38,32
9	Estación Coca	0	22,95	0,46	34,17	6,87	72,12
10	Tiguino	0	28,06	0,7	29,73	6,04	19,4
11	Chonta Este 1	0	26,02	0,26	36,37	6,59	79,92
12	Puma 2	0	19,66	0,58	13,32	5,9	8,777
13	Nantu A	0	21,2	0,58	18,44	6,17	10,23
14	Pindo Central	0	24,32	0,72	22,46	5,22	11,2
15	Auca Central	2,69	14,17	0,17	21,42	6,06	24,01
16	Auca Sur	4,12	19,48	0,6	21,81	5,77	67,64
17	Auca 51	6,52	16,71	0,11	23,39	6,22	26,49
18	Anaconda 1	0	16,19	0,11	13,94	5,67	18,55
19	Yuca Central	1280,97	18,56	0,37	29,73	6,13	40,7
20	Yulebra 1	492,08	22	0,35	29,71	5,32	41,73
21	Mono 1 – CPF	38,06	30,26	0,53	29,5	5,69	16,29

22	Mono 6 – Sur	0	32,61	0,59	42,08	6,05	16,35
23	Oso 9	0	20,69	0,84	18,22	6,9	54,87
24	Lobo 3	0	20,37	1,31	29,7	6,47	13,72
25	Oso B	3,21	17,14	0,71	21,21	6,6	181,8

Elaborado por Vaca Ángel, 2020

Los resultados obtenidos de los análisis Físico Químicos del primer mes de muestreo al compararlos con los valores establecidos en la Tabla 1: Criterios de calidad del suelo, Libro VI, Anexo 2 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente mediante Acuerdo Ministerial N° 097-A. hemos tenido como resultado en el primer muestreo en cuanto a TPH que tres de los 25 puntos se encuentran fuera del rango establecido en la Norma, los cuales son Yulebra 1, Sacha Central y Yuca Central.

En cuanto a Plomo 12 de los 25 puntos monitoreados se encuentran fuera de los límites establecidos los cuales son, Sacha Central, Sacha Sur, Estación Coca, Chonta Este, Puma 2, Nantu A, Pindo Central, Auca Sur, Mono 1 CPF, Mono 6 Sur, Oso 9 y Lobo 3. Mientras para Cadmio, los análisis muestran que 8 puntos superan los valores establecidos, entre los que se encuentran, Puma 2, Nantu A, Pindo Central, Mono 1 CPF, Mono 6 Sur, Oso 9, Oso B y Lobo 3 que es el que presenta mayor concentración que es de 1.31 mg/ kg. los resultados en cuanto a Níquel solo 6 de los 25 se encuentran dentro de lo establecido ente los que se encuentran, Puma 2, Nantu A, Anaconda 1, Oso 9, Sacha Norte 1 y Nuevo Paraíso.

Conductividad Eléctrica todos los puntos están por debajo de la norma, en cuanto al potencial de Hidrógeno los resultados muestran que en su mayoría el pH es ácido, esto puede ser por el gran uso de ácido en las plataformas que es utilizado para la limpieza o puede ser por la presencia de sales. De los puntos analizados 6 se encuentran por debajo de lo establecido en la norma los cuales son, Puma 2, Pindo Central, Auca Sur, Anaconda 1, Yulebra 1, y Mono 1 CPF.

**Tabla 3-1:** Resultados del Segundo Muestreo de Sedimentos

RESULTADOS DEL SEGUNDO MUESTREO DE SEDIMENTOS (OCTUBRE)							
Puntos	TPH (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)	PH	CE uS/cm	
1	Palo Azul –	23.66	11.1543	0.2218	20.8599	6.17	26.3
2	Sacha Norte 2	24.87	14.3804	0.204	13.4849	6.42	43.06
3	Sacha Norte 1	151.41	25.4445	0.2593	42.3995	6.97	145.5
4	Sacha Central	21.98	14.2019	0.163	14.134	6.58	30.51
5	Sacha 192	25.38	12.9009	0.3919	15.6512	6.15	23.82
6	Sacha Sur	24.99	21.6251	0.6594	22.7937	6.95	118.2
7	Nuevo paraíso	22.19	19.79	0.2665	24.6331	6.73	39.87

8	Huashito	23.39	20.8905	0.1404	26.0471	6.88	39.12
9	Estación Coca	27.67	28.2916	0.6844	15.8476	6.27	53.91
10	Tiguino	26.66	23.2631	0.5244	23.7187	6.96	19.49
11	Chonta Este 1	25.71	24.4184	0.1443	24.2337	6.52	12.36
12	Puma 2	23.16	19.8011	0.7685	14.9445	6.83	75.18
13	Nantu A	27.47	15.968	0.7937	8.3461	6.04	16.49
14	Pindo Central	30.24	18.1346	0.5231	14.8343	5.94	19.04
15	Auca Central	36.21	21.3762	0.4098	20.4945	6.43	11
16	Auca Sur	26.61	13.4406	0.2718	17.7165	6.88	142.4
17	Auca 51	26.83	17.0573	0.3117	14.5995	4.99	31.04
18	Anaconda 1	22.46	20.6247	0.1564	10.4968	6.11	17.9
19	Yuca Central	584.16	20.8575	1.8522	32.4858	5.3	77.8
20	Yulebra 1	23.74	21.9863	0.7436	37.8643	6.85	13.06
21	Mono 1 – CPF	26.38	19.4865	0.6589	15.2352	6.88	35.16
22	Mono 6 – Sur	22.69	18.7485	0.6967	15.6711	6.75	42.75
23	Oso 9	22.23	23.2396	0.6073	17.6917	6.87	91.36
24	Lobo 3	22.53	21.4386	1.1376	23.8206	6.43	19.65
25	Oso B	27.61	9.7072	0.1936	10.349	6.47	24.69

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el segundo mes de muestreo se ve un aumento en cuanto a la concentración de TPH en relación al primer mes en el cual varios puntos arrojaron un valor de 0 en su concentración, de los tres puntos que en el primer mes se encontraban fuera del valor establecido solo una de ellos aún se encuentra fuera de lo permitido pero con una considerable disminución a lo referente en el primer mes, este punto es Yuca Central, El punto Sacha Norte 1 también tuvo un ligero aumento en lo referente al primer mes, por lo cual se encuentra fuera de lo establecido en la norma.

En cuanto a Plomo en comparación al primer mes aumentaron tres puntos más es decir de los 12 puntos que estaban fuera de los límites ahora son 15 puntos entre los que se encuentran, Sacha Norte 1, Sacha Sur, Nuevo paraíso, Huashito, Estación Coca, Tiguino, Chonta Este 1, Puma 2, Auca Central, Anaconda 1, Yuca Central, Yulebra 1, Mono 1 – CPF, Oso 9, Lobo 3.

Cadmio, los análisis muestran que 9 puntos superan los valores establecidos, entre los que se encuentran, Yuca Central, Yulebra 1, Mono 1 – CPF, Oso 9, Lobo 3, Mono 6 Su, Sacha Sur, Nantu A, Pindo Central, de los cuales Yuca Central presenta mayor concentración que es de 1.85 mg/ kg. Los resultados en cuanto a Níquel en comparación al primer mes el número de puntos que exceden el valor permitido han disminuido de 19 a 11 entre los cuales tenemos a Palo Azul,

Sacha Norte 1 Sacha Sur, Nuevo paraíso, Huashito, Tiguino, Chonta Este 1, Auca Central, Yuca Central, Yulebra 1, Lobo 3.

Conductividad Eléctrica todos los puntos están por debajo de la norma, en cuanto al potencial de Hidrógeno los resultados muestran que el pH en el segundo muestreo sigue en el nivel ácido, a pesar de que en su mayoría se encuentra dentro de lo permitido a excepción de los puntos Pindo Central, Auca 51 y Yuca Central hay que tomar en cuenta que este punto sobrepasa los límites permitidos en 5 de los seis parámetros analizados.

**Tabla 4-3: Resultados del Tercer Muestreo de Sedimentos**

<b>RESULTADOS DEL TERCER MUESTREO DE SEDIMENTOS (NOVIEMBRE)</b>							
<b>Puntos</b>		<b>TPH (mg/Kg)</b>	<b>Pb (mg/Kg)</b>	<b>Cd (mg/Kg)</b>	<b>Ni (mg/Kg)</b>	<b>PH</b>	<b>CE uS/cm</b>
1	Palo Azul	274.08	13.121	0.291	38.1092	6.85	38.33
2	Sacha Norte 2	420.94	19.2151	0.4614	26.1486	6.88	41.62
3	Sacha Norte 1	548.77	19.6573	0.8836	18.83	6.87	35.27
4	Sacha Central	742.46	20.4511	0.1815	42.3321	6.04	122.6
5	Sacha 192	832.75	17.9234	0.2423	20.8576	6.96	88.28
6	Sacha Sur	33.76	36.7641	0.2147	25.303	7.2	40.25
7	Nuevo Paraíso	104.1	19.8461	0.1856	16.1888	6.85	40.23
8	Huashito	100.2	17.5495	0.1925	24.0421	6.5	36.32
9	Estación Coca	151.38	21.9877	0.4615	24.371	6.87	75.32
10	Tiguino	310.02	25.1283	0.8725	23.1051	6.4	69.4
11	Chonta Este	299.31	23.1026	0.4611	26.883	6.59	89.92
12	Puma 2	298.83	15.2012	0.7523	17.3231	5.9	6.77
13	Nantu A	48.93	25.4445	0.7645	15.9521	6.72	40.23
14	Pindo Central	98.56	22.4712	0.683	20.4636	5.87	21.2
15	Auca Central	31.54	198,671	0.321	18.754	7.5	120.33
16	Auca Sur	32.59	14.2019	0.9912	23.1425	6.6	64.01
17	Auca 51	349.32	19.1486	0.8854	24.1581	6.47	77.64
18	Anaconda 1	599.37	12.9009	0.211	13.1194	6.9	58.55
19	Yuca Central	1080.97	18.7256	0.9921	25.5737	6.43	45.7
20	Yulebra 1	542.28	22.1432	0.524	27.7412	6.47	40.73
21	Mono 1 – CPF	47.32	30.7264	0.4851	29.2511	7.06	18.19
22	Mono 6 - Sur	28.93	22.7616	0.0976	43.1082	7.25	15.85
23	Oso 9	199.3	19.6954	0.0071	19.1228	7.36	64.87
24	Lobo 3	69.65	20.1378	2.45	29.1723	6.17	53.72
25	Oso B	33.51	18.3145	0.14	19.2124	6.42	81.8

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020



Los TPH en comparación con los muestreos anteriores han aumentado considerablemente en casi el 50% de los puntos, por lo que es evidente ver que en la mayoría de los mismos el límite permisible establecidos en la Tabla 1: Criterios de calidad del suelo, Libro VI, Anexo 2 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente mediante Acuerdo Ministerial N° 097-A. se encuentran fuera de lo permitido, esto puede ser porque tal vez sucedió algún percance en alguna de las plataformas que vierten sus residuos a los efluentes cercanas a las mismas lo que causo este aumento no muy grande pero significativo.

Los puntos que se encuentran dentro de lo que establece la norma son Sacha Sur, Nuevo paraíso, Huashito, Nantu A, Pindo Central, Auca Central, Auca Sur, Mono 1 – CPF, Mono 6 Sur, Oso B y Lobo 3.

Plomo, en relación a los dos primeros meses de muestreo en el tercer mes se observa mayor número de puntos que extreman el valor establecido en la norma antes mencionada, de los cuales solo 8 puntos se encuentran dentro de lo permitido, como, Palo Azul, Sacha 192, Huashito, Puma 2, Auca Sur, Anaconda 1, Yuca Central, Oso B. Cadmio la presencia de este metal se encuentra en mayor proporción en 10 puntos de los 25 analizados, los cuales son, Sacha Norte 1, Tiguino, Puma 2, Nantu A, Pindo Central, Auca sur, Auca 51, Yuca Central, Yulebra 1 y Lobo 3 el cual presenta mayor concentración de 2.45 mg/kg. Níquel, al igual que en el primer mes solo 6 puntos no exceden el valor establecido, entre los que encontramos a Sacha Norte 1, Nuevo Paraíso, Puma 2, Nantu A, Auca central y Anaconda 1.

El pH en el último mes de muestreo como en los demás meses tiene intervalos no muy distantes uno del otro mantiene un valor ácido en su gran mayoría solo 5 puntos se encuentran en el nivel básico y 2 no se encuentran dentro de lo permitido entre los que tenemos a Puma 2 y Pindo central. Conductividad eléctrica los valores al igual que los demás meses se encuentran dentro de lo establecido.

### **3.3 Índice QBR**

Los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice QBR muestran que 14 de los 25 puntos analizados presentan una calidad intermedia debido a que según el QBR presenta un valor entre 55 y 70 puntos mientras los 11 restantes obtuvieron una calidad mala debido a que presentan un valor entre 30 y 50 puntos. Los puntos como Palo Azul, Sacha Norte 2, Nuevo Paraíso, Huashito, Chonta Este 1, Puma 2, Nantu A, Pindo Central, Auca Sur, Auca 51, Anaconda 1, Lobo 3, Oso B, Mono 1 CPF presenta una calidad intermedia con signos del inicio de una alteración importante debido a la presencia de especies introducidas en el área de estudio, mientras que los

puntos Sacha Norte 1, Sacha Central, Sacha 192, Sacha Sur, Estación Coca, Tiguino, Auca Central, Yuca Central, Yulebra 1, Mono 6 – Sur, Oso 9, presentan calidad mala representando una alteración fuerte en el bosque de ribera esto se debe a que existe un porcentaje considerable de especies de árboles introducidas e infraestructuras transversales en la mayoría de los lechos de los esteros (puente) debido a las estaciones petroleras cercanas.

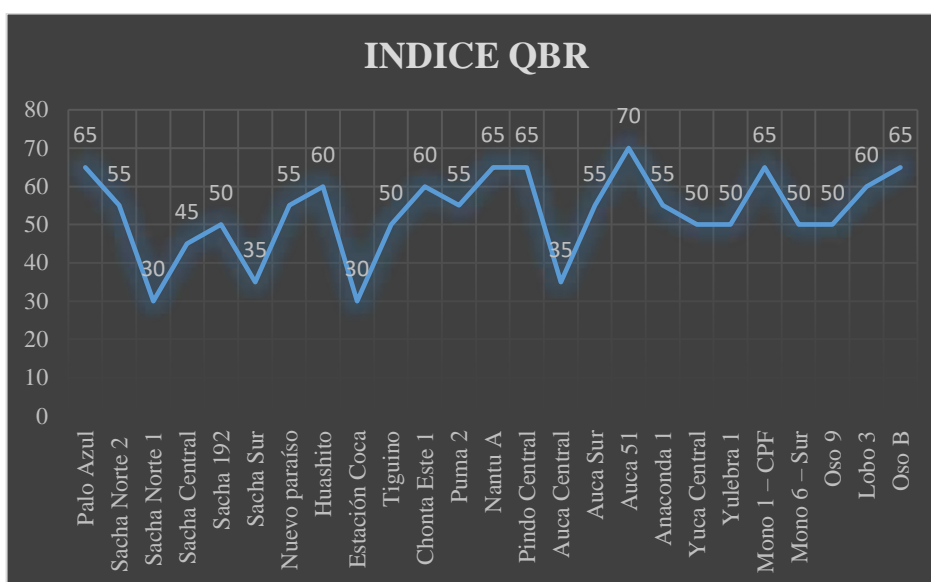
**Tabla 5-3:** Resultados del índice de Bosque de Rivera

PUNTOS		INDICE QBR	NIVEL DE CALIDAD	COLOR REPRESENTATIVO
1	Palo Azul	65	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
2	Sacha Norte 2	55	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
3	Sacha Norte 1	30	Alteración fuerte. Calidad Mala	
4	Sacha Central	45	Alteración fuerte. Calidad Mala	
5	Sacha 192	50	Alteración fuerte. Calidad Mala	
6	Sacha Sur	35	Alteración fuerte. Calidad Mala	
7	Nuevo paraíso	55	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
8	Huashito	60	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
9	Estación Coca	30	Alteración fuerte. Calidad Mala	
10	Tiguino	50	Alteración fuerte. Calidad Mala	
11	Chonta Este 1	60	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
12	Puma 2	55	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
13	Nantu A	65	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
14	Pindo Central	65	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
15	Auca Central	35	Alteración fuerte. Calidad Mala	
16	Auca Sur	55	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
17	Auca 51	70	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
18	Anaconda 1	55	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
19	Yuca Central	50	Alteración fuerte. Calidad Mala	
20	Yulebra 1	50	Alteración fuerte. Calidad Mala	

21	Mono 1 – CPF	65	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
22	Mono 6 – Sur	50	Alteración fuerte. Calidad Mala	
23	Oso 9	50	Alteración fuerte. Calidad Mala	
24	Lobo 3	60	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	
25	Oso B	65	Inicio de alteración importante. Calidad Intermedia	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el gráfico se muestra de forma clara el comportamiento de variables del índice QBR en cada uno de los puntos de monitoreo



**Gráfico 3-1:** Comportamiento de variables del índice QBR

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

### 3.4 Índice IHF

Los resultados del IHF se muestran en la tabla donde se indica que los puntos como, Palo Azul, Sacha Norte 2, Sacha Norte 1, Sacha Central, Sacha 192, Nuevo paraíso, Huashito, Tiguino, Chonta Este 1, Puma 2, Nantu A, Pindo Central, Auca Central, Auca Sur, Auca 51, Yuca Central, Yulebra 1, Mono 1 – CPF, Mono 6 – Sur, Oso 9, Lobo 3, presenta una diversidad de hábitats media debido a que se encuentra expuesto debido a la composición vegetal de la ribera y la carencia de elementos de heterogeneidad como hojarasca, presencia de troncos y ramas, así como también raíces expuestas y los puntos como Sacha Sur, Estación Coca, Anaconda 1, Oso B,

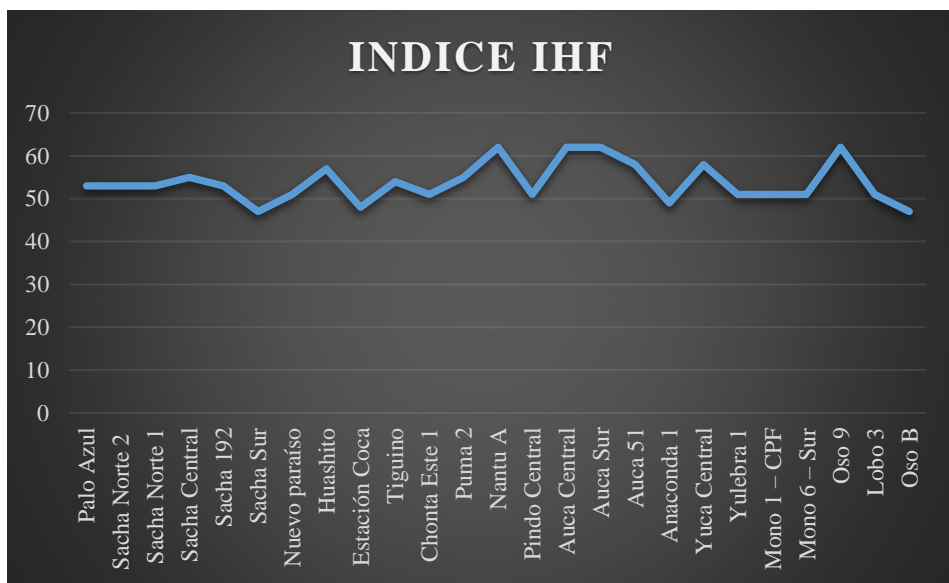
presentan diversidad baja. debido a que el cauce del río se encuentra expuesto, la ausencia de elementos de heterogeneidad y la ocurrencia de rápidos.

**Tabla 6-3:** Resultados del Índice de Hábitat Fluvial.

PUNTOS		INDICE IHF	NIVEL DE CALIDAD	COLOR REPRESENTATIVO
1	Palo Azul	53	Diversidad de Hábitats Media	
2	Sacha Norte 2	53	Diversidad de Hábitats Media	
3	Sacha Norte 1	53	Diversidad de Hábitats Media	
4	Sacha Central	55	Diversidad de Hábitats Media	
5	Sacha 192	53	Diversidad de Hábitats Media	
6	Sacha Sur	47	Baja Diversidad de Hábitats	
7	Nuevo paraíso	51	Diversidad de Hábitats Media	
8	Huashito	57	Diversidad de Hábitats Media	
9	Estación Coca	48	Baja Diversidad de Hábitats	
10	Tiguino	54	Diversidad de Hábitats Media	
11	Chonta Este 1	51	Diversidad de Hábitats Media	
12	Puma 2	55	Diversidad de Hábitats Media	
13	Nantu A	62	Diversidad de Hábitats Media	
14	Pindo Central	51	Diversidad de Hábitats Media	
15	Auca Central	62	Diversidad de Hábitats Media	
16	Auca Sur	62	Diversidad de Hábitats Media	
17	Auca 51	58	Diversidad de Hábitats Media	

18	Anaconda 1	49	Baja Diversidad de Hábitats	
19	Yuca Central	58	Diversidad de Hábitats Media	
20	Yulebra 1	51	Diversidad de Hábitats Media	
21	Mono 1 – CPF	51	Diversidad de Hábitats Media	
22	Mono 6 – Sur	51	Diversidad de Hábitats Media	
23	Oso 9	62	Diversidad de Hábitats Media	
24	Lobo 3	51	Diversidad de Hábitats Media	
25	Oso B	47	Baja Diversidad de Hábitats	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020



**Gráfico 3-2:** Comportamiento de variables del IHF

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

### 3.5 Índice BMWP/Col

Los resultados del índice BMWP con la valoración a cada familia identificada y el valor resultado de la calidad de agua en cada punto de monitoreo y de forma mensual se muestran en las siguientes tablas.

### 3.5.1 Punto Palo Azul

**Tabla 7-3:** Calidad del Agua utilizando el índice BMWP/ col.(agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Palo Azul	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8	10	64	ACEPTABLE
			Trycorithidae	9	7		
		Plecoptera	Perlidae	7	10		
		Odonata	Gomphidae	5	8		
		Megaloptera	Corydalidae	9	6		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Diptera	Muscidae	8	4		
			Simuliidae	11	5		
			Chironomidae	15	2		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
		Hemiptera	Veliidae	7	3		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	8	1		
		Total					

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 8-3:** Calidad del agua según el índice BMWP/col (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Palo Azul	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8	10	59	DUDOSA
			Trycorithidae	11	7		
		Plecoptera	Perlidae	4	10		
		Odonata	Gomphidae	2	8		
		Megaloptera	Corydalidae	2	6		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Diptera	Simuliidae	7	5		
			Chironomidae	20	2		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	6	3		
		Hemiptera	Veliidae	8	3		
Total				78		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 9-3:** Calidad del Agua según el índice BMWP/col (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Palo Azul	Plecoptera	Perlidae	4	10	43	DUDOSA
		Odonata	Gomphidae	6	8		
		Megaloptera	Corydalidae	7	6		
		Coleoptera	Elmidae	5	5		
		Diptera	Muscidae	4	4		
			Simuliidae	8	5		
			Chironomidae	24	2		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
Total				70	CLASE	CLASE III	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el punto Palo Azul en el mes de Agosto la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría aceptable y de clase II, en los meses de octubre y Noviembre, la calidad del agua se encuentra en el rango de dudosa clase III. A pesar de que los resultados han variado, podremos resaltar que aún cuando la calidad del agua resulto dentro del rango de dudosa en los últimos dos meses de análisis, aún se pudo encontrar familias con valor BMWP de 10.

### 3.5.2 Punto Sacha Norte

**Tabla 10-3:** Calidad del agua Sacha Norte 2 (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Sacha Norte 2	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	4	10	29	CRÍTICA
		Amphipoda	Gammaridae	8	7		
		Hemiptera	Veliidae	10	3		
			Gerridae	8	3		
		Mesogastropoda	Ampullaridae	11	3		
		Diptera	Chironomidae	16	2		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	5	1		
Total				62	CLASE	CLASE IV	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 11-3:** Calidad del agua Sacha Norte 2 (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Sacha Norte 2	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	2	10	28	CRÍTICA
		Amphipoda	Gammaridae	5	7		
		Hemiptera	Veliidae	10	3		
			Gerridae	8	3		
		Mesogastropoda	Ampullaridae	12	3		
		Diptera	Chironomidae	15	2		
		Total		52		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 12-2:** Calidad del Agua del punto Sacha Norte 2 (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Sacha Norte 2	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	2	10	22	CRÍTICA
		Amphipoda	Gammaridae	8	7		
		Mesogastropoda	Ampullaridae	10	3		
		Diptera	Chironomidae	20	2		
		Total		40		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el punto Sacha Norte 2 en el mes de Agosto, octubre y Noviembre, la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Crítica y de clase IV, con puntuaciones de 29, 28 y 22 respectivamente siendo el último mes con la peor puntuación.

### 3.5.3 Punto Sacha Norte 1

**Tabla 13-3:** Calidad del Agua. Sacha Norte 1 (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Sacha Norte 1	Ephemeroptera	Caenidae	8	7	35	CRÍTICA
			Baetidae	6	4		
		Veneroida	Corbiculidae	10	6		
		Hemiptera	Veliidae	5	3		
		Diptera	Tipulidae	7	5		
			Muscidae	8	4		



		Chironomidae	12	2		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	6	3	
		Aelosomatida	Aelosomatidae	4	1	
		Total	66		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 14-3:** Calidad del Agua. Sacha Norte 1 (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Sacha Norte 1	Ephemeroptera	Caenidae	1	7	27	CRÍTICA
			Baetidae	5	4		
		Hemiptera	Veliidae	6	3		
		Diptera	Tipulidae	5	5		
			Muscidae	4	4		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	14	3		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	4	1		
		Total	39		CLASE	CLASE IV	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 15-4:** Calidad del Agua. Sacha Norte 1 (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Sacha Norte 1	Ephemeroptera	Caenidae	5	7	22	CRÍTICA
			Baetidae	7	4		
		Diptera	Tipulidae	9	5		
			Chironomidae	15	2		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	8	3		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	9	1		
		Total	53		CLASE	CLASE IV	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el punto Sacha Norte 1 en el mes de agosto, octubre y noviembre, la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Crítica y de clase IV, con puntuaciones de 35, 27 y 22 respectivamente siendo el último mes con la peor puntuación. Durante el segundo mes comparando con el primer de muestreo no se encontraron familias de macroinvertebrados como Corbiculidae, Chironomidae, mientras que en el tercer mes

en relación al segundo mes no se encontraron familias de macroinvertebrados como, Veliidae y Muscidae.

### 3.5.4 Punto Sacha Central.

**Tabla 16-3:** Calidad del agua. Sacha Central. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Sacha Central	Ephemeroptera	Oligoneuridae	7	10	61	ACEPTABLE
			Euthyplocidae	4	10		
		Plecoptera	Perlidae	5	10		
		Trichoptera	Hydrobiosidae	8	8		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Diptera	Tipulidae	9	5		
			Muscidae	8	4		
			Chironomidae	15	2		
		Hemiptera	Veliidae	11	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	8	3		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	4	1		
Total				89		CLASE	CLASE II

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 17-5:** Calidad del Agua. Punto Sacha Central. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Sacha Central	Ephemeroptera	Oligoneuridae	4	10	58	DUDOSA
			Euthyplocidae	2	10		
		Plecoptera	Perlidae	3	10		
		Trichoptera	Hydrobiosidae	3	8		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Diptera	Tipulidae	8	5		
			Muscidae	7	4		
			Veliidae	15	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
		Total					

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 18-3:** Calidad del agua. Sacha Central. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Sacha Central	Ephemeroptera	Oligoneuridae	2	10	30	CRÍTICA
		Trichoptera	Hydrobiosidae	5	8		
		Diptera	Muscidae	10	4		
			Chironomidae	8	2		
		Hemiptera	Veliidae	12	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	14	3		
		Total		51		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el punto Sacha Central en el mes de agosto la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría aceptable y de clase II con una puntuación de 61, en el mes de octubre, la calidad del agua se encuentra en el rango de dudosa clase III con puntuación 58, en noviembre la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica clase IV con una puntuación de 30.

### 3.5.5 Punto Sacha 192

**Tabla 19-3:** Calidad del agua. Sacha 192. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Sacha 192	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	6	10	52	DUDOSA
		Odonata	Polythoridae	5	10		
			Gomphidae	9	8		
			Calopterygidae	4	8		
		Trichoptera	Hydropsychidae	8	5		
		Hemiptera	Veliidae	9	3		
			Gerridae	12	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	10	3		
		Diptera	Chironomidae	14	2		
		Total		77		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 20-3:** Calidad del agua. Sacha 192. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Sacha 192	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	6	10	46	DUDOSA
		Odonata	Polythoridae	1	10		
			Gomphidae	3	8		
			Calopterygidae	1	8		
		Trichoptera	Hydropsychidae	10	5		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	15	3		
		Diptera	Chironomidae	25	2		
		Total		61		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 21-3:** Calidad del agua. Sacha 192. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Sacha 192	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	3	10	34	CRÍTICA
		Odonata	Gomphidae	5	8		
		Trichoptera	Hydropsychidae	8	5		
		Hemiptera	Veliidae	9	3		
			Gerridae	8	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
		Diptera	Chironomidae	10	2		
		Total		55		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el punto Sacha 192 en los meses de agosto y octubre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría dudosa y de clase III con una puntuación de 52 y 46 respectivamente encontrando una pequeña disminución en el segundo mes, mientras que en el mes de noviembre la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica clase IV con una puntuación de 34.

### 3.5.6 Punto Sacha Sur

**Tabla 22-3:** Calidad del agua. Sacha Sur. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Sacha Sur	Odonata	Gomphidae	9	8	39	DUDOSA
		Trichoptera	Philopotamidae	8	8		
		Coleoptera	Ptilodactylidae	10	5		
		Hemiptera	Naucoridae	12	5		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	8	3		
		Diptera	Chironomidae	15	2		
		Total		62		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 23-6:** Calidad del Agua. Sacha Sur. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Sacha Sur	Odonata	Gomphidae	8	8	31	CRÍTICA
		Trichoptera	Philopotamidae	6	8		
		Coleoptera	Ptilodactylidae	7	5		
		Hemiptera	Naucoridae	8	5		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
		Diptera	Chironomidae	17	2		
		Total		58		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 24-3:** Calidad del Agua. Sacha Sur. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Sacha Sur	Odonata	Gomphidae	8	8	21	CRÍTICA
		Trichoptera	Philopotamidae	7	8		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	20	3		
		Diptera	Chironomidae	18	2		
		Total		53		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el punto Sacha Sur en el mes de agosto, octubre y noviembre, la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Crítica y de clase IV, con puntuaciones de 31, 31 y 21 respectivamente siendo el último mes con la peor puntuación

### 3.5.7 Punto Nuevo Paraíso

**Tabla 25-3:** Calidad del agua. Nuevo Paraíso. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Nuevo Paraíso	Odonata	Gomphidae	5	8	59	DUDOSA
			Libellulidae	7	8		
			Calopterygidae	4	8		
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	6	10		
			Baetidae	8	4		
		Coleoptera	Elmidae	9	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	10	5		
		Hemiptera	Veliidae	5	3		
			Gerridae	7	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	6	3		
		Diptera	Chironomidae	12	2		
Total				79		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 26-3:** Calidad del agua. Nuevo Paraíso. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Nuevo Paraíso	Odonata	Gomphidae	9	8	54	DUDOSA
			Libellulidae	1	8		
			Calopterygidae	1	8		
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8	10		
			Baetidae	8	4		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	8	5		
		Hemiptera	Veliidae	12	3		
			Gerridae	10	3		
		Total					

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 27-3:** Calidad del agua. Nuevo Paraíso. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Nuevo Paraíso	Odonata	Calopterygidae	1	8	33	CRÍTICA
		Ephemeroptera	Baetidae	5	4		
		Coleoptera	Elmidae	8	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	7	5		
		Hemiptera	Veliidae	9	3		
			Gerridae	8	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
		Diptera	Chironomidae	15	2		
		Total		65		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el punto Nuevo Paraíso en los meses de agosto y octubre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría dudosa y de clase III con una puntuación de 59 y 54 respectivamente encontrando una pequeña disminución en el segundo mes, mientras que en el mes de noviembre la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica clase IV con una puntuación de 33.

### 3.5.8 Punto Huashito

**Tabla 28-3:** Calidad del agua. Huashito. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Huashito	Odonata	Gomphidae	5	8	45	DUDOSA
		Decapoda	Palaeomonidae	8	6		
		Veneroida	Corbiculidae	10	6		
		Coleoptera	Elmidae	6	5		
		Hemiptera	Naucoridae	9	5		
			Gerridae	7	3		
		Ephemeroptera	Baetidae	9	4		
		Hemiptera	Veliidae	4	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	15	3		
		Diptera	Chironomidae	10	2		
		Total		83		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 29-3:** Calidad del agua. Huashito. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Huashito	Coleoptera	Elmidae	8	5	25	CRÍTICA
		Hemiptera	Naucoridae	8	5		
			Gerridae	8	3		
		Ephemeroptera	Baetidae	8	4		
		Hemiptera	Veliidae	8	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	8	3		
		Diptera	Chironomidae	10	2		
		Total		58		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 30-7:** Calidad del Agua. Huashito. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Huashito	Odonata	Gomphidae	5	8	34	CRÍTICA
		Decapoda	Palaeomonidae	9	6		
		Veneroida	Corbiculidae	10	6		
		Coleoptera	Elmidae	8	5		
		Hemiptera	Gerridae	9	3		
		Ephemeroptera	Baetidae	10	4		
		Diptera	Chironomidae	12	2		
		Total		63		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

En el punto Huashito en el mes de agosto la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría dudosa y de clase III con una puntuación de 45, mientras que en los meses de octubre y noviembre la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica clase IV con una puntuación de 25 y 34 donde el segundo mes presenta el valor más bajo.

### 3.5.9 Punto Estación Coca



**Tabla 31-8:** Calidad del agua. Estación Coca. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Estación Coca	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8	10	66	ACEPTABLE
			Trycorithidae	4	7		
			Baetidae	10	4		
		Odonata	Gomphidae	9	8		
			Calopterygidae	7	8		
		Coleoptera	Elmidae	11	5		
			Ptilodactylidae	9	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	10	5		
		Veneroidea	Veneroidea	11	6		
		Hemiptera	Gerridae	8	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
Diptera	Chironomidae	10	2				
		Total	109		CLASE	CLASE II	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 32-9:** Calidad del agua. Estación Coca. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP7col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Estación Coca	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	10	57	DUDOSA
			Trycorithidae	5	7		
			Baetidae	2	4		
		Odonata	Gomphidae	3	8		
			Calopterygidae	3	8		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
			Ptilodactylidae	8	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	9	5		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	15	3		
		Diptera	Chironomidae	16	2		
		Total	76		CLASE	CLASE III	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 33-10:** Calidad del agua. Estación Coca. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Nov		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	2	10	51	DUDOSA

Estación Coca		Trycorithidae	8	7	CLASE	CLASE III
		Gomphidae	10	8		
	Odonata	Calopterygidae	7	8		
	Coleoptera	Ptilodactylidae	8	5		
	Trichoptera	Hydropsychidae	9	5		
	Hemiptera	Gerridae	10	3		
	Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
	Diptera	Chironomidae	15	2		
Total			81			

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Estación Coca en agosto la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría aceptable y de clase II, en el mes de octubre y noviembre, la calidad del agua se encuentra en el rango de dudosa clase III, con valores de 57 y 51 respectivamente, lo que indica que el agua posee un tipo de contaminación moderada.

### 3.5.10 Punto Tiguino

**Tabla 34-11:** Calidad del agua. Tiguino. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Tiguino	Odonata	Gomphidae	4	8	36	DUDOSA
		Trichoptera	Hydrobiosidae	9	8		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Ephemeroptera	Baetidae	8	4		
		Hemiptera	Gerridae	11	3		
			Veliidae	8	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	15	3		
		Diptera	Chironomidae	10	2		
Total				75		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 35-12:** Calidad del agua. Tiguino. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Tiguino	Odonata	Gomphidae	2	8	23	CRÍTICA
		Ephemeroptera	Baetidae	3	4		
		Hemiptera	Gerridae	9	3		
			Veliidae	6	3		

		Mesogastropoda	Ampullariidae	10	3		
		Diptera	Chironomidae	11	2		
		Total		41		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 36-13:** Calidad del agua. Tiguino. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Tiguino	Odonata	Gomphidae	8	8	25	CRÍTICA
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Ephemeroptera	Baetidae	5	4		
		Hemiptera	Gerridae	9	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	11	3		
		Diptera	Chironomidae	14	2		
		Total		57		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Tiguino en agosto la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Dudosa, de clase III, con valor de 36, lo que revela que el agua posee un tipo de contaminación moderada, en el mes de octubre y noviembre, la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica de clase IV, con valores de 23 y 25 correspondientemente, lo que indica que el agua posee alta contaminación.

### 3.5.11 Punto Chonta Este

**Tabla 37-14:** Calidad del agua. Chonta Este 1. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Chonta Este 1	Plecoptera	Perlidae	5	10	47	DUDOSA
		Trichoptera	Leptoceridae	3	10		
		Odonata	Gomphidae	9	8		
		Coleoptera	Elmidae	8	5		
		Hemiptera	Veliidae	10	3		
			Gerridae	11	3		
			Corixidae	8	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
Diptera	Chironomidae	14	2				
		Total		80		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 38-15:** Calidad del agua. Chonta Este 1. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Chonta Este 1	Plecoptera	Perlidae	4	10	47	DUDOSA
		Trichoptera	Leptoceridae	5	10		
		Odonata	Gomphidae	10	8		
		Coleoptera	Elmidae	9	5		
		Hemiptera	Veliidae	5	3		
			Gerridae	5	3		
			Corixidae	7	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	13	3		
Diptera	Chironomidae	16	2				
		Total		74		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 39-16:** Calidad del agua. Chonta Este 1. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Chonta Este 1	Odonata	Gomphidae	7	8	24	CRÍTICA
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Hemiptera	Veliidae	9	3		
			Gerridae	12	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	17	3		
		Diptera	Chironomidae	12	2		
		Total		67		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Chonta Este en agosto y octubre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Dudosa, de clase III, con valor de 47 en ambos meses, lo que revela que el agua posee un tipo de contaminación moderada, en el mes de noviembre, la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica de clase IV, con valores de 24, lo que indica que el agua posee alta contaminación.

### 3.5.12 Punto Puma 2

**Tabla 40-3:** Calidad del agua. Puma 2. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Puma 2	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	4	10	47	DUDOSA
			Leptohyphidae	9	7		
			Trycorithidae	8	7		
		Coleoptera	Elmidae	6	5		
			Psephenidae	9	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	10	5		
		Hemiptera	Veliidae	11	3		
			Gerridae	12	3		
		Diptera	Chironomidae	10	2		
		Total	79			CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 41-3:** Calidad del agua. Puma2. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Puma 2	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	8	10	40	DUDOSA
			Trycorithidae	3	7		
		Coleoptera	Elmidae	11	5		
			Psephenidae	8	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	10	5		
		Hemiptera	Veliidae	12	3		
			Gerridae	10	3		
		Diptera	Chironomidae	14	2		
				Total	76		

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 42-3:** Calidad del agua. Puma 2. (noviembre)

Mes	Puntos	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	Total	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Puma 2	Ephemeroptera	Trycorithidae	3	7	30	CRÍTICA
			Elmidae	2	5		
		Coleoptera	Psephenidae	10	5		
			Trichoptera	Hydropsychidae	8		

			Veliidae	10	3		
		Hemiptera	Gerridae	11	3		
		Diptera	Chironomidae	14	2		
			Total	58		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Puma 2 en agosto y octubre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Dudosa, de clase III, con valor de 47 y 40, lo que revela que el agua posee un tipo de contaminación moderada, en el mes de noviembre, la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica de clase IV, con valores de 30, lo que indica que el agua posee alta contaminación.

### 3.5.13 Punto Nantu A

**Tabla 43-17:** Calidad del agua. Nantu A. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Nantu A	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	10	49	DUDOSA
		Trichoptera	Hydrobiosidae	3	8		
		Decapoda	Palaeomonidae	8	6		
		Coleoptera	Elmidae	5	5		
		Hemiptera	Veliidae	10	3		
			Gerridae	9	3		
		Diptera	Tipulidae	8	5		
			Chironomidae	14	2		
		Ephemeroptera	Baetidae	10	4		
Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3				
		Total		84		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 44-3:** Calidad del agua. Nantu A. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Nantu A	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	3	10	19	CRÍTICA
		Ephemeroptera	Baetidae	8	4		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
		Diptera	Chironomidae	18	2		

Total	41
-------	----

CLASE	CLASE IV
-------	----------

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 45-3:** Calidad del agua. Nantu A. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Nantu A	Trichoptera	Hydrobiosidae	4	8	30	CRÍTICA
		Coleoptera	Elmidae	9	5		
		Hemiptera	Veliidae	10	3		
			Gerridae	7	3		
		Diptera	Tipulidae	8	5		
			Chironomidae	15	2		
		Ephemeroptera	Baetidae	3	4		
		Total		56		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Nantu A en agosto la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Dudosa, de clase III, con valor de 49, lo que revela que el agua posee un tipo de contaminación moderada, en el mes de octubre y noviembre, la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica de clase IV, con valores de 19y 30, lo que indica que el agua posee alta contaminación.

### 3.5.14 Pindo Central

**Tabla 46-3:** Calidad del agua. Pindo Central. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Pindo Central	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	1	10	44	DUDOSA
			Baetidae	8	4		
		Odonata	Libellulidae	6	8		
			Gomphidae	7	8		
		Hemiptera	Naucoridae	12	5		
			Gerridae	10	3		
			Veliidae	9	3		
		Diptera	Chironomidae	15	2		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	10	1		
Total			78		CLASE	CLASE III	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 47-3:** Calidad del agua. Pindo Central. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Pindo Central	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	6	10	43	DUDOSA
			Baetidae	3	4		
		Odonata	Libellulidae	1	8		
			Gomphidae	3	8		
		Hemiptera	Naucoridae	11	5		
			Gerridae	10	3		
			Veliidae	15	3		
		Diptera	Chironomidae	16	2		
		Total			65		

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 48-3:** Calidad del agua. Pindo Central. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/co	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Pindo Central	Ephemeroptera	Baetidae	8	4	21	CRÍTICA
		Odonata	Libellulidae	3	8		
		Hemiptera	Gerridae	7	3		
			Veliidae	12	3		
		Diptera	Chironomidae	10	2		



		Aelosomatida	Aelosomatidae	14	1		
			Total	54		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Pindo Central en agosto y octubre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Dudosa, de clase III, con valor de 44 y 43, lo que revela que el agua posee un tipo de contaminación moderada, en el mes de noviembre, la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica de clase IV, con valores de 21, lo que indica que el agua posee alta contaminación.

### 3.5.15 Punto Auca Central.

**Tabla 49-3:** Calidad del agua. Auca Central. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Auca Central	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	2	10	55	DUDOSA
		Plecoptera	Perlidae	5	10		
		Odonata	Gomphidae	8	8		
			Calopterygidae	4	8		
		Trichoptera	Philopotamidae	1	8		
		Hemiptera	Veliidae	7	3		
			Notonectidae	8	3		
			Gerridae	12	3		
Diptera	Chironomidae	14	2				
		Total	61			CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 50-3:** Calidad del agua. Auca Central. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Auca Central	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	2	10	58	DUDOSA
		Odonata	Gomphidae	4	8		
			Libellulidae	6	8		
		Trichoptera	Philopotamidae	5	8		
		Hemiptera	Veliidae	18	3		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
			Ptilodactylidae	5	5		
			Notonectidae	8	3		
		Gerridae	12	3			

		Diptera	Chironomidae	13	2		
		Total		83		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 51-3:** Calidad del agua. Auca Central. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Auca Central	Plecoptera	Perlidae	1	10	45	DUDOSA
		Odonata	Gomphidae	8	8		
			Calopterygidae	10	8		
		Trichoptera	Philopotamidae	9	8		
		Hemiptera	Veliidae	12	3		
			Notonectidae	15	3		
			Gerridae	18	3		
		Diptera	Chironomidae	16	2		
		Total		89		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Auca Central en agosto, octubre y noviembre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Dudosa, de clase III, con valores de 55, 58, 45 respectivamente, lo que revela que el agua posee un tipo de contaminación moderada.

### 3.5.16 Punto Auca Sur

**Tabla 52-3:** Calidad del agua. Auca Sur. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
AGOSTO	Auca Sur	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	3	10	68	ACEPTABLE
		Plecoptera	Perlidae	1	10		
		Trichoptera	Hydroptilidae	5	8		
			Hydropsychidae	4	5		
		Odonata	Gomphidae	8	8		
			Coenagrionidae	9	6		
		Coleoptera	Elmidae	2	5		
			Ptilodactylidae	10	5		
		Hemiptera	Veliidae	8	3		
Notonectidae	3		3				

		Gerridae	15	3		
	Diptera	Chironomidae	10	2		
		Total	78		CLASE	CLASE II

**Elaborado por:** Vaca Ángel, 2020

**Tabla 53-18:** Calidad del agua. Auca Sur. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Auca Sur	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	10	63	ACEPTABLE
			Trycorithidae	8	7		
			Baetidae	7	4		
		Plecoptera	Perlidae	6	10		
		Trichoptera	Hydropsychidae	13	5		
		Odonata	Gomphidae	3	8		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
			Ptilodactylidae	5	5		
		Hemiptera	Veliidae	10	3		
			Notonectidae	3	3		
Gerridae	10		3				
		Total	84			CLASE	CLASE II

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 54-3:** Calidad del agua. Auca Sur. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Auca Sur	Plecoptera	Perlidae	2	10	50	DUDOSA
		Trichoptera	Hydroptilidae	7	8		
		Odonata	Gomphidae	10	8		
			Coenagrionidae	8	6		
		Coleoptera	Elmidae	12	5		
			Ptilodactylidae	10	5		
		Hemiptera	Veliidae	11	3		
			Gerridae	18	3		
Diptera	Chironomidae	25	2				
		Total	103			CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Auca Sur en agosto y octubre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Aceptable, de clase II, con valores de 68 y 63 respectivamente, lo que revela que el agua se encuentra ligeramente contaminada en los dos primeros meses, mientras en noviembre la calidad del agua se encuentra dentro del rango perteneciente a la categoría Dudosa, de clase III, con valor de 50, lo que revela que el agua posee un tipo de contaminación moderada.

### 3.5.17 Punto Auca 51

**Tabla 55-3:** Calidad del agua. Auca 51. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Auca 51	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	2	10	40	DUDOSA
			Trycorithidae	5	7		
		Odonata	Gomphidae	4	8		
			Calopterygidae	8	8		
		Coleoptera	Elmidae	14	5		
		Diptera	Chironomidae	15	2		
		Total	48			CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 56-3:** Calidad del agua. Auca 51. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/co	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Auca 51	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	10	40	DUDOSA
			Trycorithidae	9	7		
		Odonata	Gomphidae	10	8		
			Calopterygidae	7	8		
		Coleoptera	Elmidae	12	5		
		Diptera	Chironomidae	15	2		
		Total	58			CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 57-3:** Calidad del agua. Auca 51. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Auca 51	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	3	10	25	CRÍTICA
		Odonata	Gomphidae	8	8		
		Coleoptera	Elmidae	15	5		
		Diptera	Chironomidae	30	2		
		Total	56			CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Auca 51 en agosto y octubre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un rango perteneciente a la categoría Dudosa, de clase III, con valor de 40 en ambos meses, en noviembre, la calidad del agua se encuentra en el rango de crítica de clase IV, con un valor de 25.

### 3.5.18 Punto Anaconda 1

**Tabla 58-3:** Calidad del agua. Anaconda 1. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
AGOSTO	Anaconda 1	Odonata	Gomphidae	8	8	38	DUDOSA
		Trichoptera	Philopotamidae	7	8		
		Veneroida	Corbiculidae	10	6		
		Coleoptera	Elmidae	15	5		
		Hemiptera	Veliidae	8	3		
			Gerridae	6	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	10	3		
		Diptera	Chironomidae	12	2		
		Total	76		CLASE	CLASE III	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 59-3:** Calidad del agua. Anaconda 1. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Anaconda 1	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	6	10	36	DUDOSA
			Trycorithidae	10	7		
		Odonata	Gomphidae	8	8		
		Hemiptera	Veliidae	12	3		
			Gerridae	10	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3		
		Diptera	Chironomidae	16	2		
				Total	74		

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 60-3:** Calidad del agua. Anaconda1. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviem	Anaconda 1	Trichoptera	Leptoceridae	2	10	45	DUDOSA
		Odonata	Gomphidae	5	8		

		Trichoptera	Philopotamidae	9	8		
		Veneroida	Corbiculidae	10	6		
		Coleoptera	Elmidae	12	5		
		Hemiptera	Gerridae	14	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	18	3		
		Diptera	Chironomidae	13	2		
			Total	83		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Anaconda 1 en agosto, octubre y noviembre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango perteneciente a la categoría Dudosa, de clase III, con valor de 38, 36, 45 respectivamente, lo que revela que el agua posee un tipo de contaminación moderada.

### 3.5.19 Punto Yuca Central

**Tabla 61-3:** Calidad del agua. Yuca central. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Yuca Central	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	2	10	34	CRÍTICA
		Coleoptera	Elmidae	8	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	5	5		
		Diptera	Tipulidae	6	5		
		Hemiptera	Gerridae	3	3		
			Veliidae	7	3		
		Diptera	Chironomidae	5	2		
Aelosomatida	Aelosomatidae	12	1				
		Total		48		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 62-3:** Calidad del agua. Yuca Central. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Yuca Central	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	3	10	29	CRÍTICA
		Coleoptera	Elmidae	8	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	7	5		
		Hemiptera	Gerridae	11	3		
			Veliidae	9	3		
		Diptera	Chironomidae	12	2		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	4	1		

Total	54
-------	----

CLASE	CLASE IV
-------	----------

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 63-19:** Calidad del agua. Yuca Central. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Yuca Central	Coleoptera	Elmidae	10	5	20	CRÍTICA
		Trichoptera	Hydropsychidae	12	5		
		Diptera	Tipulidae	11	5		
		Hemiptera	Gerridae	18	3		
		Diptera	Chironomidae	13	2		
		Total		64		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Yuca Central en agosto, octubre y noviembre la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango de crítica de clase IV, con un valor de 34, 29 y 20 respectivamente para cada mes, lo que indica que el agua posee alta contaminación, en los tres meses de análisis con una disminución en su valor no muy grande pero significativo.

### 3.5.20 Punto Yulebra 1

**Tabla 64-3:** Calidad del agua. Yulebra1 (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Yulebra 1	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	1	10	41	DUDOSA
		Odonata	Gomphidae	3	8		
		Ephemeroptera	Trycorithidae	8	7		
		Trichoptera	Hydropsychidae	9	5		
		Hemiptera	Gerridae	10	3		
			Veliidae	12	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	15	3		
		Diptera	Chironomidae	10	2		
		Total		68		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020



**Tabla 65-3:** Calidad del agua. Yulebra 1. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Yulebra 1	Odonata	Gomphidae	5	8	24	CRÍTICA
		Trichoptera	Hydropsychidae	8	5		
		Hemiptera	Gerridae	9	3		
			Veliidae	10	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	7	3		
		Diptera	Chironomidae	13	2		
		Total		52		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 66-3:** Calidad del agua. Yulebra. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Yulebra 1	Odonata	Gomphidae	4	8	28	CRÍTICA
		Ephemeroptera	Trycorithidae	8	7		
		Trichoptera	Hydropsychidae	12	5		
		Hemiptera	Gerridae	14	3		
			Veliidae	19	3		
		Diptera	Chironomidae	15	2		
		Total		72		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Yulebra 1 durante el mes de agosto, la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango de Dudosa, de clase III con un valor de 41, obteniendo que son aguas moderadamente contaminadas, octubre y noviembre presentaron cambio en sus resultados obteniendo valores de 24 y 28 respectivamente, encontrándose la calidad del agua dentro del rango de Crítica clase IV, es decir las aguas pasaron de moderadamente contaminadas a altamente contaminadas.

### 3.5.21 Punto Mono 1 CPF

**Tabla 67-3:** Calidad del agua. Mono 1 CPF. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Mono 1 CPF	Plecoptera	Perlidae	4	10	54	DUDOSA
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	1	10		
		Odonata	Gomphidae	6	8		
		Coleoptera	Elmidae	9	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	10	5		
		Diptera	Tipulidae	8	5		
			Simuliidae	9	5		
			Chironomidae	14	2		
			Hemiptera	Veliidae	13		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	5	1		
Total				79		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 68-3:** Calidad del agua. Mono 1 CPF. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Mono 1 CPF	Plecoptera	Perlidae	3	10	44	DUDOSA
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	10		
		Odonata	Gomphidae	5	8		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	12	5		
		Diptera	Chironomidae	18	2		
		Hemiptera	Veliidae	4	3		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	6	1		
Total				63		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 69-3:** Calidad del agua. Mono 1 CPF. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Mono 1 CPF	Plecoptera	Perlidae	3	10	26	CRÍTICA
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	12	5		

		Diptera	Chironomidae	15	2		
		Hemiptera	Veliidae	10	3		
		Aelosomatida	Aelosomatidae	8	1		
		Total		58		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Mono 1- CPF durante el mes de agosto y octubre, la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un rango de Dudosa, de clase III con un valor de 54 y 44, obteniendo como resultado que son aguas moderadamente contaminadas, noviembre obtuvo 26 puntos, la calidad del agua se encuentra dentro del rango de Crítica clase IV.

### 3.5.22 Punto Mono 6 Sur

**Tabla 70-3:** Calidad del agua. Mono 6 Sur. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Mono 6 Sur	Plecoptera	Perlidae	2	10	54	DUDOSA
		Odonata	Libellulidae	1	8		
			Gomphidae	7	8		
		Trichoptera	Philopotamidae	9	8		
		Ephemeroptera	Trycorithidae	10	7		
		Coleoptera	Elmidae	8	5		
		Hemiptera	Veliidae	12	3		
			Gerridae	14	3		
		Diptera	Chironomidae	14	2		
		Total		77		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 71-3:** Calidad del agua. Mono 6 Sur. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Mono 6 Sur	Plecoptera	Perlidae	4	10	49	DUDOSA
		Odonata	Libellulidae	3	8		
			Gomphidae	10	8		
		Trichoptera	Philopotamidae	6	8		
		Ephemeroptera	Trycorithidae	10	7		
		Hemiptera	Veliidae	11	3		
			Gerridae	9	3		

		Diptera	Chironomidae	18	2		
		Total		71		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 72-3:** Calidad del agua. Mono 6 Sur. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Mono 6 Sur	Odonata	Gomphidae	8	8	33	CRÍTICA
		Trichoptera	Philopotamidae	12	8		
		Ephemeroptera	Trycorithidae	10	7		
		Coleoptera	Elmidae	18	5		
		Hemiptera	Veliidae	15	3		
		Diptera	Chironomidae	12	2		
		Total		75		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Mono 6- Sur durante el mes de agosto y octubre, la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado Dudosa, de clase III con un valor de 54 y 49, lo que muestra que son aguas moderadamente contaminadas, noviembre presento un cambio en su resultado obteniendo 33 puntos, la calidad del agua se encuentra dentro del rango de Crítica clase IV, es decir las aguas pasaron de moderadamente contaminadas a altamente contaminadas.

### 3.5.23 Punto Lobo 3

**Tabla 73-20:** Calidad del agua. Lobo 3

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Lobo 3	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	5	10	57	DUDOSA
		Trichoptera	Leptoceridae	1	10		
		Plecoptera	Perlidae	2	10		
		Odonata	Gomphidae	8	8		
		Decapoda	Palaeomonidae	5	6		
		Coleoptera	Elmidae	9	5		
		Hemiptera	Veliidae	12	3		
			Gerridae	11	3		
		Diptera	Chironomidae	8	2		
		Total		61		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 74-3:** Calidad del agua. Lobo 3. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Lobo 3	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	6	10	47	DUDOSA
		Plecoptera	Perlidae	5	10		
		Odonata	Gomphidae	8	8		
		Decapoda	Palaeomonidae	9	6		
		Coleoptera	Elmidae	11	5		
		Hemiptera	Veliidae	8	3		
			Gerridae	12	3		
		Diptera	Chironomidae	14	2		
Total				73	CLASE	CLASE III	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 75-3:** Calidad del agua. Lobo 3. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Lobo 3	Trichoptera	Leptoceridae	1	10	31	CRÍTICA
		Odonata	Gomphidae	7	8		
		Coleoptera	Elmidae	12	5		
		Hemiptera	Veliidae	18	3		
			Gerridae	10	3		
		Diptera	Chironomidae	12	2		
Total				60	CLASE	CLASE IV	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Lobo 3 durante el mes de agosto y octubre, la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango de Dudosa, de clase III con un valor de 57 y 47, obteniendo como resultado que son aguas moderadamente contaminadas, noviembre presento un cambio en su resultado obteniendo 31 puntos, la calidad del agua se encuentra dentro del rango de Crítico clase IV, es decir las aguas son altamente contaminadas en este mese según el índice BMWP/Col.

### 3.5.24 Punto Oso 9

**Tabla 76-3:** Calidad del agua. Oso 9. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Oso 9	Plecoptera	Perlidae	5	10	50	DUDOSA
		Odonata	Calopterygidae	8	8		

		Libellulidae	1	8		
		Megaloptera	Sialidae	1	5	
		Trichoptera	Hydropsychidae	8	5	
		Hemiptera	Veliidae	7	3	
			Gerridae	10	3	
		Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	8	3	
		Mesogastropoda	Ampullariidae	12	3	
		Diptera	Chironomidae	11	2	
		Total		71		CLASE CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 77-3:** Calidad del agua. Oso 9. (octubre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Oso 9	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	6	10	53	DUDOSA
			Baetidae	6	4		
		Plecoptera	Perlidae	5	10		
		Odonata	Calopterygidae	4	8		
			Libellulidae	6	8		
		Trichoptera	Hydropsychidae	8	5		
		Hemiptera	Veliidae	12	3		
			Gerridae	8	3		
		Diptera	Chironomidae	17	2		
		Total		72		CLASE CLASE III	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 78-3:** Calidad del agua. Oso 9. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Oso 9	Plecoptera	Perlidae	4	10	31	CRÍTICA
		Megaloptera	Sialidae	8	5		
		Trichoptera	Hydropsychidae	10	5		
		Hemiptera	Gerridae	15	3		
		Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	4	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	3	3		
		Diptera	Chironomidae	17	2		
		Total		61		CLASE CLASE IV	

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Oso 9 durante el mes de agosto y octubre, la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango de Dudosa, de clase III con un valor de 50 y 53, obteniendo como resultado que son aguas moderadamente contaminadas, noviembre presento un cambio en su resultado obteniendo 31 puntos, la calidad del agua se encuentra dentro del rango de Crítica clase IV.

### 3.5.25 Punto Oso B

**Tabla 79-3:** Calidad del agua. Oso B. (agosto)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Agosto	Oso B	Plecoptera	Perlidae	7	10	42	DUDOSA
		Trichoptera	Hydroptilidae	9	8		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
			Scirtidae	8	5		
		Hemiptera	Veliidae	6	3		
			Gerridae	9	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	11	3		
		Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	9	3		
Diptera	Chironomidae	12	2				
		Total		81		CLASE	CLASE III

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 80-3:** Calidad del agua. Oso B. (octubre)

Me	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Octubre	Oso B	Plecoptera	Perlidae	6	10	34	CRÍTICA
		Trichoptera	Hydroptilidae	4	8		
		Coleoptera	Elmidae	10	5		
		Hemiptera	Veliidae	4	3		
			Gerridae	2	3		
		Mesogastropoda	Ampullariidae	7	3		
		Diptera	Chironomidae	9	2		
		Total		42		CLASE	CLASE IV

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 81-3:** Calidad del agua. Oso B. (noviembre)

Mes	Punto	Orden	Familia	Abundancia	Valor BMWP/col	TOTAL	CALIDAD DEL AGUA
Noviembre	Oso B	Coleoptera	Elmidae	8	5	21	CRÍTICA
			Scirtidae	10	5		
		Hemiptera	Veliidae	12	3		
			Gerridae	10	3		
		Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	8	3		
		Diptera	Chironomidae	15	2		
				Total			

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

El punto Oso B durante el mes de agosto, la calidad del agua con el índice BMWP/Col presenta un resultado dentro del rango de Dudosa, de clase III con un valor de 42, obteniendo como resultado que son aguas moderadamente contaminadas, octubre y noviembre presento un cambio en su resultado obteniendo 34 y 21 puntos, la calidad del agua se encuentra dentro del rango de Crítico clase IV, es decir las aguas son altamente contaminadas según el índice BMWP/Col.

### 3.6 Índice de Geo-acumulación

**Tabla 82-3:** Resultado del índice de Geo-acumulación (agosto)

INDICE DE GEO-ACUMULACIÓN (AGOSTO)						
PUNTOS	Pb (mg/Kg)	Geo Acumulación	Cd (mg/Kg)	Geo Acumulación	Ni (mg/Kg)	Geo Acumulación



			(Pb)		(Cd)		(Ni)
1	Palo Azul –	-0,94	No contaminado	-3,42	No contaminado	0,22	No contaminado
2	Sacha Norte 2	-0,56	No contaminado	-2,05	No contaminado	0,24	No contaminado
3	Sacha Norte 1	-0,76	No contaminado	-1,52	No contaminado	-0,13	No contaminado
4	Sacha Central	-0,18	No contaminado	-2,05	No contaminado	1,21	Moderadamente contaminado
5	Sacha 192	-0,84	No contaminado	-1,9	No contaminado	0	No contaminado
6	Sacha Sur	-0,2	No contaminado	-1,9	No contaminado	0,6	No contaminado
7	Nuevo paraíso	-1,43	No contaminado	-2,32	No contaminado	-0,62	No contaminado
8	Huashito	-0,62	No contaminado	-1,98	No contaminado	0,88	No contaminado
9	Estación Coca	-0,15	No contaminado	-0,7	No contaminado	0,79	No contaminado
10	Tiguino	0,13	No contaminado	-0,1	No contaminado	0,59	No contaminado
11	Chonta Este 1	0,03	No contaminado	-1,52	No contaminado	0,88	No contaminado
12	Puma 2	-0,37	No contaminado	-0,37	No contaminado	-0,57	No contaminado
13	Nantu A	-0,26	No contaminado	-0,37	No contaminado	-0,1	No contaminado
14	Pindo Central	-0,06	No contaminado	-0,06	No contaminado	0,18	No contaminado
15	Auca Central	-0,84	No contaminado	-2,14	No contaminado	0,11	No contaminado
16	Auca Sur	-0,38	No contaminado	-0,32	No contaminado	0,14	No contaminado
17	Auca 51	-0,6	No contaminado	-2,76	No contaminado	0,24	No contaminado
18	Anaconda 1	-0,65	No contaminado	-2,76	No contaminado	-0,5	No contaminado
19	Yuca Central	-0,45	No contaminado	-1,01	No contaminado	0,59	No contaminado
20	Yulebra 1	-0,21	No contaminado	-1,09	No contaminado	0,59	No contaminado
21	Mono 1 – CPF	0,24	No contaminado	-0,5	No contaminado	0,58	No contaminado
22	Mono 6 – Sur	0,35	No contaminado	-0,34	No contaminado	1,08	Moderadamente Contaminado
23	Oso 9	-0,3	No contaminado	0,16	No contaminado	-0,11	No contaminado
24	Lobo 3	-0,32	No contaminado	0,8	No contaminado	0,58	No contaminado
25	Oso B	-0,5	No contaminado	-0,07	No contaminado	0,1	No contaminado

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 83-21:** Resultados del índice de Geo-acumulación. (octubre)

<b>RESULTADOS DEL INDICE DE GEO-ACUMULACIÓN (OCTUBRE)</b>							
		Pb	Geo	Cd	Geo	Ni	
	Puntos	(mg/Kg)	Acumulación (Pb)	(mg/Kg)	Acumulación (Cd)	(mg/Kg)	
						Acumulación (Ni)	
1	Palo Azul –	-1,19	No contaminado	-1,75	No contaminado	0,07	No contaminado
2	Sacha Norte 2	-0,82	No contaminado	-1,87	No contaminado	-0,55	No contaminado

3	Sacha Norte 1	0	No contaminado	-1,53	No contaminado	1,1	Moderadamente Contaminado
4	Sacha Central	-0,84	No contaminado	-2,2	No contaminado	-0,49	No contaminado
5	Sacha 192	-0,98	No contaminado	-0,94	No contaminado	-0,34	No contaminado
6	Sacha Sur	-0,24	No contaminado	-0,18	No contaminado	0,2	No contaminado
7	Nuevo paraíso	-0,36	No contaminado	-1,49	No contaminado	0,32	No contaminado
8	Huashito	-0,28	No contaminado	-2,41	No contaminado	0,4	No contaminado
9	Estación Coca	0,15	No contaminado	-0,13	No contaminado	-0,32	No contaminado
10	Tiguino	-0,13	No contaminado	-0,51	No contaminado	0,26	No contaminado
11	Chonta Este 1	-0,06	No contaminado	-2,38	No contaminado	0,29	No contaminado
12	Puma 2	-0,36	No contaminado	0,03	No contaminado	-0,41	No contaminado
13	Nantu A	-0,68	No contaminado	0,08	No contaminado	-1,24	No contaminado
14	Pindo Central	-0,49	No contaminado	-0,52	No contaminado	-0,42	No contaminado
15	Auca Central	-0,25	No contaminado	-0,87	No contaminado	0,05	No contaminado
16	Auca Sur	-0,92	No contaminado	-1,46	No contaminado	-0,16	No contaminado
17	Auca 51	-0,58	No contaminado	-1,27	No contaminado	-0,44	No contaminado
18	Anaconda 1	-0,3	No contaminado	-2,26	No contaminado	-0,92	No contaminado
19	Yuca Central	-0,29	No contaminado	1,3	No contaminado	0,71	No contaminado
20	Yulebra 1	-0,21	No contaminado	0	No contaminado	0,94	No contaminado
21	Mono 1 – CPF	-0,38	No contaminado	-0,19	No contaminado	-0,37	No contaminado
22	Mono 6 – Sur	-0,44	No contaminado	-0,11	No contaminado	-0,34	No contaminado
23	Oso 9	-0,13	No contaminado	-0,3	No contaminado	-0,16	No contaminado
24	Lobo 3	-0,25	No contaminado	0,6	No contaminado	0,27	No contaminado
25	Oso B	-1,39	No contaminado	-1,95	No contaminado	-0,94	No contaminado

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 84-3:** Resultados del índice de Geo-acumulación. (noviembre)

RESULTADOS DEL INDICE DE GEO-ACUMULACIÓN (NOVIEMBRE)							
	Puntos	Pb (mg/Kg)	Geo Acumulación (Pb)	Cd mg/Kg	Geo Acumulación (Cd)	Ni (mg/Kg )	Geo Acumulación (Ni)
1	Palo Azul	-0,96	No contaminado	-1,36	No contaminado	0,94	No contaminado
2	Sacha Norte 2	-0,4	No contaminado	-0,7	No contaminado	0,4	No contaminado
3	Sacha Norte 1	-0,38	No contaminado	0,23	No contaminado	-0,07	No contaminado
4	Sacha Central	-0,32	No contaminado	-2,05	No contaminado	1,096	Moderadamente contaminado
5	Sacha 192	-0,51	No contaminado	-1,63	No contaminado	0,08	No contaminado
6	Sacha Sur	0,53	No contaminado	-1,8	No contaminado	0,35	No contaminado
7	Nuevo Paraíso	-0,36	No contaminado	-2,01	No contaminado	-0,29	No contaminado

8	Huashito	-0,54	No contaminado	-1,96	No contaminado	0,28	No contaminado
9	Estación Coca	-0,21	No contaminado	-0,7	No contaminado	0,3	No contaminado
10	Tiguino	-0,02	No contaminado	0,21	No contaminado	0,22	No contaminado
11	Chonta Este	-0,14	No contaminado	-0,7	No contaminado	0,44	No contaminado
12	Puma 2	-0,74	No contaminado	0	No contaminado	-0,2	No contaminado
13	Nantu A	0	No contaminado	0,02	No contaminado	-0,31	No contaminado
14	Pindo Central	-0,18	No contaminado	-0,14	No contaminado	0,04	No contaminado
15	Auca Central	3	Altamente contaminado	-1,22	No contaminado	-0,08	No contaminado
16	Auca Sur	-0,84	No contaminado	0,4	No contaminado	0,23	No contaminado
17	Auca 51	-0,41	No contaminado	0,24	No contaminado	0,29	No contaminado
18	Anaconda 1	-0,98	No contaminado	-1,83	No contaminado	-0,6	No contaminado
19	Yuca Central	-0,45	No contaminado	0,4	No contaminado	0,37	No contaminado
20	Yulebra 1	-0,2	No contaminado	-0,51	No contaminado	0,49	No contaminado
21	Mono 1 – CPF	0,27	No contaminado	-0,63	No contaminado	0,56	No contaminado
22	Mono 6 - Sur	-0,17	No contaminado	-2,94	No contaminado	1,12	Moderadamente contaminado
23	Oso 9	-0,37	No contaminado	-6,72	No contaminado	-0,05	No contaminado
24	Lobo 3	-0,34	No contaminado	1,7	Moderadamente contaminado	0,56	No contaminado
25	Oso B	-0,48	No contaminado	-2,42	No contaminado	-0,04	No contaminado

**Elaborado por:** Vaca Ángel, 2020

El índice de geo-acumulación en los tres meses de muestreo se obtiene como resultado que no existe acumulación importante de los metales de plomo, níquel y cadmio en los 25 puntos de muestreo.

Con excepción de los puntos Sacha central y Mono 6-Sur que en el mes de agosto y noviembre se encuentran según el índice de geo-acumulación como moderadamente contaminados con el metal níquel, igualmente para el punto Sacha Norte 1 se encuentra moderadamente contaminado por el mismo metal.

En el mes de noviembre se encontró que en el punto Lobo 3, se encuentra según el índice de geo-acumulación como moderadamente contaminado del metal cadmio, en el mismo mes el punto Auca Central se encuentra altamente contaminado del metal plomo según el índice de geo-acumulación.

### **3.7 Factor de enriquecimiento**

**Tabla 85-3:** Resultados del Factor de enriquecimiento. (agosto)

RESULTADOS DEL FACTOR DE ENRIQUECIMIENTO (FE)							
PUNTOS		Pb (mg/Kg)	FE (Pb)	Cd (mg/Kg)	FE (Cd)	Ni (mg/Kg)	FE (Ni)
1	Palo Azul –	0,66	Sin enriquecimiento	0,23	Sin enriquecimiento	0,34	Sin enriquecimiento
2	Sacha Norte 2	0,86	Sin enriquecimiento	0,6	Sin enriquecimiento	0,34	Sin enriquecimiento
3	Sacha Norte 1	0,75	Sin enriquecimiento	0,87	Sin enriquecimiento	0,27	Sin enriquecimiento
4	Sacha Central	1,12	Enriquecimiento menor	0,6	Sin enriquecimiento	0,68	Sin enriquecimiento
5	Sacha 192	0,71	Sin enriquecimiento	0,67	Sin enriquecimiento	0,3	Sin enriquecimiento
6	Sacha Sur	1,1	Enriquecimiento menor	0,67	Sin enriquecimiento	0,44	Sin enriquecimiento
7	Nuevo paraíso	0,473	Sin enriquecimiento	0,5	Sin enriquecimiento	0,19	Sin enriquecimiento
8	Huashito	0,83	Sin enriquecimiento	0,63	Sin enriquecimiento	0,54	Sin enriquecimiento
9	Estación Coca	1,15	Enriquecimiento menor	1,53	Enriquecimiento menor	0,5	Sin enriquecimiento
10	Tiguino	1,4	Enriquecimiento menor	2,33	Enriquecimiento menor	0,44	Sin enriquecimiento
11	Chonta Este 1	1,3	Enriquecimiento menor	0,87	Sin enriquecimiento	0,53	Sin enriquecimiento
12	Puma 2	0,98	Sin enriquecimiento	1,93	Enriquecimiento menor	0,2	Sin enriquecimiento
13	Nantu A	1,06	Enriquecimiento menor	1,93	Enriquecimiento menor	0,27	Sin enriquecimiento
14	Pindo Central	1,22	Enriquecimiento menor	2,4	Enriquecimiento menor	0,33	Sin enriquecimiento
15	Auca Central	0,71	Sin enriquecimiento	0,57	Sin enriquecimiento	0,32	Sin enriquecimiento
16	Auca Sur	0,97	Sin enriquecimiento	2	Enriquecimiento menor	0,32	Sin enriquecimiento
17	Auca 51	0,84	Sin enriquecimiento	0,37	Sin enriquecimiento	0,34	Sin enriquecimiento
18	Anaconda 1	0,81	Sin enriquecimiento	0,37	Sin enriquecimiento	0,21	Sin enriquecimiento

19	Yuca Central	0,93	Sin enriquecimiento	1,23	Enriquecimiento menor	0,44	Sin enriquecimiento
20	Yulebra 1	1,1	Enriquecimiento menor	1,17	Enriquecimiento menor	0,44	Sin enriquecimiento
21	Mono 1 – CPF	1,5	Enriquecimiento menor	1,77	Enriquecimiento menor	0,43	Sin enriquecimiento
22	Mono 6 – Sur	1,63	Enriquecimiento menor	1,97	Enriquecimiento menor	0,62	Sin enriquecimiento
23	Oso 9	1,03	Enriquecimiento menor	2,8	Enriquecimiento menor	0,27	Sin enriquecimiento
24	Lobo 3	1,01	Enriquecimiento menor	4,37	Enriquecimiento moderado	0,44	Sin enriquecimiento
25	Oso B	0,86	Sin enriquecimiento	2,37	Enriquecimiento menor	0,31	Sin enriquecimiento

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 86-3:** Resultados del Factor de enriquecimiento (octubre)

RESULTADOS DEL FACTOR DE ENRIQUECIMIENTO							
PUNTOS		Pb mg/Kg	FE (Pb)	Cd mg/Kg	FE Cd	Ni mg/Kg	
1	Palo Azul –	0,55	Sin enriquecimiento	0,74	Sin enriquecimiento	0,31	Sin enriquecimiento
2	Sacha Norte 2	0,72	Sin enriquecimiento	0,68	Sin enriquecimiento	0,2	Sin enriquecimiento
3	Sacha Norte 1	1,27	Enriquecimiento menor	0,86	Sin enriquecimiento	0,62	Sin enriquecimiento
4	Sacha Central	0,71	Sin enriquecimiento	0,54	Sin enriquecimiento	0,21	Sin enriquecimiento
5	Sacha 192	0,64	Sin enriquecimiento	1,3	Enriquecimiento o menor	0,23	Sin enriquecimiento
6	Sacha Sur	1,08	Enriquecimiento menor	2,2	Enriquecimiento o menor	0,34	Sin enriquecimiento
7	Nuevo paraíso	0,99	Sin enriquecimiento	0,89	Sin enriquecimiento	0,36	Sin enriquecimiento
8	Huashito	1,04	Enriquecimiento menor	0,47	Sin enriquecimiento	0,38	Sin enriquecimiento
9	Estación Coca	1,41	Enriquecimiento menor	2,28	Enriquecimiento o menor	0,23	Sin enriquecimiento

10	Tiguino	1,16	Enriquecimiento menor	1,75	Enriquecimiento o menor	0,35	Sin enriquecimiento
11	Chonta Este 1	1,22	Enriquecimiento menor	0,48	Sin enriquecimiento	0,36	Sin enriquecimiento
12	Puma 2	0,99	Sin enriquecimiento	2,56	Enriquecimiento o menor	0,22	Sin enriquecimiento
13	Nantu A	0,8	Sin enriquecimiento	2,65	Enriquecimiento o menor	0,12	Sin enriquecimiento
14	Pindo Central	0,91	Sin enriquecimiento	1,74	Enriquecimiento o menor	0,22	Sin enriquecimiento
15	Auca Central	1,07	Enriquecimiento menor	1,37	Enriquecimiento o menor	0,3	Sin enriquecimiento
16	Auca Sur	0,67	Sin enriquecimiento	0,91	Sin enriquecimiento	0,26	Sin enriquecimiento
17	Auca 51	0,85	Sin enriquecimiento	1,039	Enriquecimiento o menor	0,21	Sin enriquecimiento
18	Anaconda 1	1,03	Enriquecimiento menor	0,52	Sin enriquecimiento	0,15	Sin enriquecimiento
19	Yuca Central	1,04	Enriquecimiento menor	6,17	Enriquecimiento o severo	0,48	Sin enriquecimiento
20	Yulebra 1	1,1	Enriquecimiento menor	2,48	Enriquecimiento o menor	0,56	Sin enriquecimiento
21	Mono 1 – CPF	0,97	Sin enriquecimiento	2,2	Enriquecimiento o menor	0,22	Sin enriquecimiento
22	Mono 6 – Sur	0,94	Sin enriquecimiento	2,32	Enriquecimiento o menor	0,23	Sin enriquecimiento
23	Oso 9	1,16	Enriquecimiento menor	2,02	Enriquecimiento o menor	0,26	Sin enriquecimiento
24	Lobo 3	1,07	Enriquecimiento menor	3,79	Enriquecimiento o moderado	0,35	Sin enriquecimiento
25	Oso B	0,49	Sin enriquecimiento	0,64	Sin enriquecimiento	0,15	Sin enriquecimiento

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 87-3:** Resultados del Factor de Enriquecimiento. (noviembre)

RESULTADOS DEL FACTOR DE ENRIQUECIMIENTO						
PUNTOS	Pb (mg/Kg)	FE (Pb)	Cd (mg/Kg)	FE (Cd)	Ni (mg/Kg)	FE (Ni)

1	Palo Azul –	0,66	Sin enriquecimiento	0,97	Sin enriquecimiento	0,56	Sin enriquecimiento
2	Sacha Norte 2	0,96	Sin enriquecimiento	1,54	Enriquecimiento menor	0,38	Sin enriquecimiento
3	Sacha Norte 1	0,98	Sin enriquecimiento	2,95	Enriquecimiento menor	0,28	Sin enriquecimiento
4	Sacha Central	1,02	Enriquecimiento menor	0,61	Sin enriquecimiento	0,62	Sin enriquecimiento
5	Sacha 192	0,9	Sin enriquecimiento	0,81	Sin enriquecimiento	0,31	Sin enriquecimiento
6	Sacha Sur	1,84	Enriquecimiento menor	0,72	Sin enriquecimiento	0,37	Sin enriquecimiento
7	Nuevo paraíso	0,99	Sin enriquecimiento	0,62	Sin enriquecimiento	0,24	Sin enriquecimiento
8	Huashito	0,88	Sin enriquecimiento	0,64	Sin enriquecimiento	0,35	Sin enriquecimiento
9	Estación Coca	1,1	Enriquecimiento menor	1,54	Enriquecimiento menor	0,36	Sin enriquecimiento
10	Tiguino	1,26	Enriquecimiento menor	2,91	Enriquecimiento menor	0,34	Sin enriquecimiento
11	Chonta Este 1	1,15	Enriquecimiento menor	1,54	Enriquecimiento menor	0,4	Sin enriquecimiento
12	Puma 2	0,76	Sin enriquecimiento	2,51	Enriquecimiento menor	0,25	Sin enriquecimiento
13	Nantu A	1,27	Enriquecimiento menor	2,55	Enriquecimiento menor	0,23	Sin enriquecimiento
14	Pindo Central	1,12	Enriquecimiento menor	2,28	Enriquecimiento menor	0,3	Sin enriquecimiento
15	Auca Central	9,93	Enriquecimiento severo	1,07	Enriquecimiento menor	0,28	Sin enriquecimiento
16	Auca Sur	0,71	Sin enriquecimiento	3,3	Enriquecimiento moderado	0,34	Sin enriquecimiento
17	Auca 51	0,96	Sin enriquecimiento	2,95	Enriquecimiento menor	0,36	Sin enriquecimiento
18	Anaconda 1	0,65	Sin enriquecimiento	0,7	Sin enriquecimiento	0,19	Sin enriquecimiento
19	Yuca Central	0,94	Sin enriquecimiento	3,3	Enriquecimiento moderado	0,38	Sin enriquecimiento
20	Yulebra 1	1,11	Enriquecimiento menor	1,75	Enriquecimiento menor	0,41	Sin enriquecimiento
21	Mono 1 – CPF	1,54	Enriquecimiento menor	1,62	Enriquecimiento menor	0,43	Sin enriquecimiento

22	Mono 6 – Sur	1,14	Enriquecimiento menor	0,32	Sin enriquecimiento	0,63	Sin enriquecimiento
23	Oso 9	0,98	Sin enriquecimiento	0,02	Sin enriquecimiento	0,28	Sin enriquecimiento
24	Lobo 3	1	Enriquecimiento menor	8,17	Enriquecimiento severo	0,43	Sin enriquecimiento
25	Oso B	0,92	Sin enriquecimiento	0,47	Sin enriquecimiento	0,28	Sin enriquecimiento

**Elaborado por:** Vaca Ángel, 2020

Según el factor de enriquecimiento durante los tres meses de muestreo los 25 puntos muestran un estado de enriquecimiento menor y sin enriquecimiento en relación a los metales plomo, níquel y cadmio.

En el mes de octubre los puntos Yuca Central y Lobo 3 según el Factor de enriquecimiento se encuentran en un enriquecimiento severo en relación al metal cadmio. En el mes de noviembre el punto Yuca central se encuentra moderadamente enriquecido en relación al metal cadmio, y el punto lobo 3 se encuentra severamente enriquecido en relación al mismo metal.

En el mes de noviembre según el factor de enriquecimiento el punto Auca Central se encuentra severamente enriquecido en relación al metal plomo.

### **3.8 Toxicidad de TPH**

En el primer mes de muestreo los puntos Sacha Central y Yuca Central presentaron una toxicidad muy alta de TPH con concentraciones de 628.67 mg/kg y 1280.97 mg/kg, el punto Yulebra tuvo una concentración igual a 492.08 por lo que presenta una toxicidad alta de TPH, durante el segundo mes de muestreo el punto Sacha Norte 1, obtuvo una concentración de 151.41mg/kg y presenta una baja toxicidad de TPH mientras que el punto Yuca Central presento una toxicidad alta con una concentración de TPH de 584.16 mg/kg.

En el tercer mes de muestreo los puntos Palo Azul, Estación Coca, Chonta Este, Puma 2, Oso 9 presentaron una baja toxicidad por TPH, los puntos Sacha Norte 2, Tiguino, Auca 51 presentaron una toxicidad moderada por hidrocarburos totales de petróleo (TPH), los puntos, Sacha Norte 1, Anaconda 1, Yulebra 1 presentaron una toxicidad alta de TPH, los puntos Sacha Central, Sacha 192, Yuca Central, presentaron una toxicidad muy alta de TPH según lo propuesto en la tabla 6.



**Tabla 88-3:** Resultados de TPH durante los tres muestreos

Resultados de TPH de los tres muestreos				
PUNTOS		Primer muestreo TPH (mg/Kg)	Segundo muestreo TPH (mg/Kg)	Tercer muestreo TPH (mg/kg)
1	Palo Azul –	0	23.66	274.08
2	Sacha Norte 2	6,65	24.87	420.94
3	Sacha Norte 1	23,85	151.41	548.77
4	Sacha Central	628,67	21.98	742.46
5	Sacha 192	1,18	25.38	832.75
6	Sacha Sur	33,76	24.99	33.76
7	Nuevo paraíso	0	22.19	104.1
8	Huashito	0	23.39	100.2
9	Estación Coca	0	27.67	151.38
10	Tiguino	0	26.66	310.02
11	Chonta Este 1	0	25.71	299.31
12	Puma 2	0	23.16	298.83
13	Nantu A	0	27.47	48.93
14	Pindo Central	0	30.24	98.56
15	Auca Central	2,69	36.21	31.54
16	Auca Sur	4,12	26.61	32.59
17	Auca 51	6,52	26.83	349.32
18	Anaconda 1	0	22.46	599.37
19	Yuca Central	1280,97	584.16	1080.97
20	Yulebra 1	492,08	23.74	542.28
21	Mono 1 – CPF	38,06	26.38	47.32
22	Mono 6 – Sur	0	22.69	28.93
23	Oso 9	0	22.23	199.3
24	Lobo 3	0	22.53	69.65
25	Oso B	3,21	27.61	33.51

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**3.9 Toxicidad de Plomo, Cadmio, Níquel, según el TEC y PEC**

**Tabla 89-3:** Resultados del primer muestreo de metales en sedimentos

<b>RESULTADOS DEL PRIMER MUESTREO DE METALES EN LOS SEDIMENTOS</b>				
<b>PUNTOS</b>		<b>Pb (mg/Kg)</b>	<b>Cd (mg/Kg)</b>	<b>Ni (mg/Kg)</b>
1	Palo Azul –	13,2	0,07	23,1
2	Sacha Norte 2	17,23	0,18	23,37
3	Sacha Norte 1	15,02	0,26	18,12
4	Sacha Central	22,47	0,18	45,93
5	Sacha 192	14,15	0,2	19,79
6	Sacha Sur	22,05	0,2	30
7	Nuevo paraíso	9,46	0,15	12,87
8	Huashito	16,59	0,19	36,42
9	Estación Coca	22,95	0,46	34,17
10	Tiguino	28,06	0,7	29,73
11	Chonta Este 1	26,02	0,26	36,37
12	Puma 2	19,66	0,58	13,32
13	Nantu A	21,2	0,58	18,44
14	Pindo Central	24,32	0,72	22,46
15	Auca Central	14,17	0,17	21,42
16	Auca Sur	19,48	0,6	21,81
17	Auca 51	16,71	0,11	23,39
18	Anaconda 1	16,19	0,11	13,94
19	Yuca Central	18,56	0,37	29,73
20	Yulebra 1	22	0,35	29,71
21	Mono 1 – CPF	30,26	0,53	29,5
22	Mono 6 – Sur	32,61	0,59	42,08
23	Oso 9	20,69	0,84	18,22
24	Lobo 3	20,37	1,31	29,7
25	Oso B	17,14	0,71	21,21

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 90-3:** Resultados del segundo muestreo de metales en sedimentos.

<b>RESULTADOS DEL SEGUNDO MUESTREO DE METALES EN SEDIMENTOS (OCTUBRE)</b>				
<b>Puntos</b>		<b>Pb (mg/Kg)</b>	<b>Cd (mg/Kg)</b>	<b>Ni (mg/Kg)</b>
1	Palo Azul –	11.1543	0.2218	20.8599
2	Sacha Norte 2	14.3804	0.204	13.4849
3	Sacha Norte 1	25.4445	0.2593	42.3995

4	Sacha Central	14.2019	0.163	14.134
5	Sacha 192	12.9009	0.3919	15.6512
6	Sacha Sur	21.6251	0.6594	22.7937
7	Nuevo paraíso	19.79	0.2665	24.6331
8	Huashito	20.8905	0.1404	26.0471
9	Estación Coca	28.2916	0.6844	15.8476
10	Tiguino	23.2631	0.5244	23.7187
11	Chonta Este 1	24.4184	0.1443	24.2337
12	Puma 2	19.8011	0.7685	14.9445
13	Nantu A	15.968	0.7937	8.3461
14	Pindo Central	18.1346	0.5231	14.8343
15	Auca Central	21.3762	0.4098	20.4945
16	Auca Sur	13.4406	0.2718	17.7165
17	Auca 51	17.0573	0.3117	14.5995
18	Anaconda 1	20.6247	0.1564	10.4968
19	Yuca Central	20.8575	1.8522	32.4858
20	Yulebra 1	21.9863	0.7436	37.8643
21	Mono 1 – CPF	19.4865	0.6589	15.2352
22	Mono 6 – Sur	18.7485	0.6967	15.6711
23	Oso 9	23.2396	0.6073	17.6917
24	Lobo 3	21.4386	1.1376	23.8206
25	Oso B	9.7072	0.1936	10.349

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 91-3:** Resultados del tercer muestreo de metales en sedimentos

<b>RESULTADOS DEL TERCER MUESTREO DE METALES EN SEDIMENTOS (NOVIEMBRE)</b>				
Puntos		Pb (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Ni (mg/Kg)
1	Palo Azul	13.121	0.291	38.1092
2	Sacha Norte 2	19.2151	0.4614	26.1486
3	Sacha Norte 1	19.6573	0.8836	18.83
4	Sacha Central	20.4511	0.1815	42.3321
5	Sacha 192	17.9234	0.2423	20.8576
6	Sacha Sur	36.7641	0.2147	25.303
7	Nuevo Paraíso	19.8461	0.1856	16.1888
8	Huashito	17.5495	0.1925	24.0421
9	Estación Coca	21.9877	0.4615	24.371
10	Tiguino	25.1283	0.8725	23.1051
11	Chonta Este	23.1026	0.4611	26.883
12	Puma 2	15.2012	0.7523	17.3231
13	Nantu A	25.4445	0.7645	15.9521

14	Pindo Central	22.4712	0.683	20.4636
15	Auca Central	198,671	0.321	18.754
16	Auca Sur	14.2019	0.9912	23.1425
17	Auca 51	19.1486	0.8854	24.1581
18	Anaconda 1	12.9009	0.211	13.1194
19	Yuca Central	18.7256	0.9921	25.5737
20	Yulebra 1	22.1432	0.524	27.7412
21	Mono 1 – CPF	30.7264	0.4851	29.2511
22	Mono 6 - Sur	22.7616	0.0976	43.1082
23	Oso 9	19.6954	0.0071	19.1228
24	Lobo 3	20.1378	2.45	29.1723
25	Oso B	18.3145	0.14	19.2124

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

Se obtuvo como resultado que el plomo en los tres meses de muestreo según el TEC, no existe un riesgo biológico potencial, con excepción del punto auca central que en el tercer mes de muestreo obtuvo una concentración igual a 198,671 mg/kg que según el PEC cuando la concentración del plomo es mayor a 91.3 mg/kg se espera que ocurra un riesgo ecológico potencial para las especies nativas.

Cadmio de igual forma en los tres meses de muestreo presento valores menores y superiores al TEC, pero inferiores al PEC, lo que abre la posibilidad de que exista en algunos puntos un riesgo mínimo para las especies nativas.

Níquel de la misma manera en los tres meses de muestreo presento valores menores y superiores al TEC, pero inferiores al PEC. Los puntos que obtuvieron valores superiores al PEC son, Sacha central, Huashito, Chonta Este-1 y mono 6-Sur con concentraciones 45.93mg/kg, 36.42 mg/kg, 36.37 mg/kg, 42.08 mg/kg respectivamente durante el primer mes de muestreo. En el segundo mes de muestreo, los puntos Sacha Norte 1, Yulebra 1, obtuvieron concentraciones 42.3995 y 37.8643 respectivamente. En el tercer mes los puntos Palo Azul, Sacha Central, Mono 6-Sur obtuvieron concentraciones de 38.1092 mg/kg, 42.3321 mg/kg, 43.1082 mg/kg respectivamente. Estos lugares según el PEC, se espera que ocurra un riesgo ecológico potencial para las especies nativas.

**Tabla 92-3:** Calidad del agua del río bueno según el índice BMWP/col

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**Tabla 93-3:** Resultados Físico-químicos de punto denominado como blanco (río Bueno)

<b>Resultados Físico-químicos de punto denominado como blanco (río Bueno)</b>							<b>CALIDAD DEL AGUA</b>
<b>Coordenadas: x =247447 y =9908390</b>							
		Unidades		Valor			
		Cadmio	mg/kg	0.13			
		Níquel	mg/kg	12.72			
		Plomo	mg/kg	6.72			
		TPH	mg/kg	0			
		pH		6.81			
		CE	uS/cm		<b>Valor</b>	29.78	
<b>Mes</b>	<b>Puntos</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Abundancia</b>	<b>BMWP</b>	<b>TOTAL</b>	
Marzo	Río Bueno	Ephemeroptera	Oligoneuridae	12	10	86	ACCEPTABLE
			Trycorithidae	10	7		
		Plecoptera	Perlidae	15	10		
		Trichoptera	Leptoceridae	10	10		
			Helicopsychidae	8	8		
		Odonata	Gomphidae	6	8		
			Calopterygidae	3	8		
			Coenagrionidae	3	6		
		Decapoda	Palaeomonidae	4	6		
		Bassomatophora	Ancylidae	13	6		
Coleoptera	Elmidae	10	5				
Díptera	Chironomidae	6	2				
		Total		100		CLASE	CLASE II

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

## CONCLUSIONES

- Los puntos se encuentran ubicados en las parroquias y comunidades de los cantones, Francisco de Orellana, Loreto y Sacha, para determinar los puntos se relaciona las estaciones y mini-estaciones petroleras que vierten las aguas residuales a cuerpos hídricos cercanos que aportan a la cuenca baja del río Napo, además se tomó en consideración los lugares que mayores denuncias ciudadanas han recibido en el GADPO por parte de los dirigentes de sus comunidades o parroquias.
- A pesar que el 54.66% de los resultados obtenidos para metales pesados como plomo, cadmio, níquel, durante los muestreos realizados, superan los límites permisibles según la normativa ecuatoriana, los índices de geo-acumulación y enriquecimientos muestran que en el 80% y el 84% de los puntos respectivamente, no existe contaminación o enriquecimiento significativo de metales, mientras que el TEC y PEC indican que no existe un riesgo ecológico potencial para las especies nativas, con excepción de varios puntos como, Auca Central, donde la concentración del plomo es superior al PEC, en los puntos Sacha central, Huashito, Chonta Este-1 y mono 6-Sur, Sacha Norte 1, Yulebra 1, Palo Azul, la concentración de níquel, supera el valor del PEC, lo que señala que estos lugares existe el riesgo ecológico potencial para las especies nativas, mientras que lo referente al cadmio no existe riesgo ecológico, según el TEC y PEC.
- El 76% de los resultados obtenidos señalan que no existe toxicidad significativa de Hidrocarburos totales de petróleo en los sedimentos analizados, mientras que el 24% indica que existe una toxicidad baja, alta y muy alta de TPH en los sedimentos, donde la mayor concentración pertenece al punto Yuca Central la cual es igual a 1280.97 mg/kg, siendo el mes de noviembre, el mes donde el 52% de los resultados superan los límites máximos permisibles, lo que indica que existe una variabilidad en las concentraciones dependiendo el tiempo, en que se lo realice.
- Según el índice BMWP/col la calidad del agua se encuentra en mayor porcentaje entre crítica y dudosa en la mayoría de los puntos analizados, con excepción de algunos puntos como, Estación coca, Palo Azul, Sacha Central, Auca Sur, que presentaron una calidad de agua aceptable durante el primer mes, el índice IHF muestra en el 84% de los puntos una

diversidad media, mientras que el índice QBR muestra inicios de alteración fuerte e importante en los puntos analizados.

- Se recolectó una cantidad de 5073 macroinvertebrados, donde los más abundantes fueron las familias Chironomidae, Veliidae, Gerridae, Ampullariidae y Elmidae, las cuales representan más del 50% de los macroinvertebrados recolectados, los mismos que tienen una puntuación muy baja según el índice BMWP/col, los cuales han logrado adaptarse a la contaminación presente por lo que se los puede considerar como invertebrados tolerantes a la contaminación producida por la explotación petrolera, la ganadería y agricultura.

## **RECOMENDACIONES**

- El, Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Orellana, deberá realizar como mínimo dos muestreos por año debido que como se pudo evidenciar existe variabilidad en los resultados para THP y metales pesados analizados, durante este proyecto.
- Establecer mayores puntos de monitoreo debido a que la actividad petrolera en Orellana ha aumentado considerablemente en los últimos tres años, lo cual ha aumentado el número de estaciones y mini estaciones.
- Reformar la legislación ecuatoriana en cuanto a los límites permisibles en lo referente a las Operaciones Hidrocarburíferas, debido a que los valores establecidos en la actualidad son muy elevados, en comparación con la legislación de otros países.



## **GLOSARIO**

**Cuenca baja:** Zona funcional de una cuenca, que corresponde donde el río desemboca a ríos mayores o a zonas bajas tales como estuarios y humedales. (Ordoñez, 2018)

**Hidrocarburos:** Son compuestos orgánicos cuya molécula tiene átomos de hidrógeno y carbono, se encuentran en la naturaleza en estado líquido o gaseoso. (Heredia 2000)

**Macroinvertebrados:** Organismos vivos que habitan en las profundidades de los ríos, son de tamaño igual o superior a 0,5 mm de longitud, usados como indicadores de la calidad del agua. (González y Lozano 2004)

**Metales:** Elementos químicos tóxicos a altas y bajas concentraciones que producen efectos adversos en organismo vivos. (Nordberg, 2019)

**Sedimentos:** Mezcla sólida líquida, es la fase intermedia que separa la corteza terrestre sólida del cuerpo hídrico. (GADPO 2015)

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA, Raul; et al.** "Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú". *Limnetica* [en línea], 2009, (Madrid) 28(1), pp. 35-64. [Consulta: 9 agosto 2020]. ISSN 02138409. Disponible en: [http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne28/L28a035\\_Calidad\\_rios\\_Andes\\_protocolo\\_CERA.pdf](http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne28/L28a035_Calidad_rios_Andes_protocolo_CERA.pdf).

**AGUIRRE, Gabriela; et al.** "Toxicidad no específica en sedimentos portuarios, una aproximación al contenido de contaminantes críticos: an approach to the content of critical pollutants". *Revista de biología marina y oceanografía* [en línea], (2009). 44(3), pp. 725-735. [Consulta: 4 agosto 2020]. DOI 10.4067/s0718-19572009000300018. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-19572009000300018&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572009000300018&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

**AGUILA, Pedro; et al.** "Determinación de factores de enriquecimiento y geoacumulación de enriquecimiento y geoacumulación de Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, y Zn en suelos de la cuenca alta del río Lerma". *Ciencia Ergo Sum* [en línea], 2005. (Mexico) 12(2) pp. 155-161. [Consulta: 10 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/104/10412207.pdf>.

**ÁLVAREZ, Janet; et al.** "Impacto ambiental de la industria petrolífera de Santiago de Cuba. Caracterización". *Tecnología Química* [en línea], 2007. (Cuba) 23(2), pp. 83-91. [Consulta: 7 junio 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543753013.pdf>.

**AMBAR, Rosa; et al.** "Original Effects of the Pollution by Heavy Metals in a Soil with Agricultural Use". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* [en línea], 2019. 28(1), pp. 1-5. [Consulta: 10 agosto 2020]. ISSN 2071-0054. Disponible en: <http://opn.to/a/UZ5jD>.

**ARRAZCAETA, L.** "Contaminación De Las Aguas Por Plaguicidas Químicos". *Fitosanidad* [en línea], 2002. 6(3), pp. 55-62. [Consulta: 9 julio 2020]. ISSN 1562-3009. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209118292006.pdf>.

**ARRIETA, Victor; et al.** *Legislación Secundaria del ministerio del ambiente: Norma de calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados*. Ecuador: 2003. pp. 341-355

**ASHRAF, W., & MIAN, A.,** "Total petroleum hydrocarbon burden in fish tissues from the Arabian Gulf". *Toxicological and Environmental Chemistry* [en línea], 2010. 92(1), pp. 61-66. [Consulta: 4 agosto 2020]. ISSN 02772248. DOI 10.1080/02772240902862220. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02772240902862220>.

**AVELLANEDA, A.**, "Petróleo, seguridad ambiental y exploración petrolera marina en Colombia". *Íconos - Revista de Ciencias Sociales* [en línea], 2013. (Colombia) 1(21), pp. 11-17. [Consulta: 12 junio 2020]. ISSN 1390-1249. DOI 10.17141/iconos.21.2005.81. Disponible en: <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/iconos/article/view/81>

**BASTIDAS, J., & CEDEÑO, A.**, Comparación de eficiencia entre *Pseudomonas aeruginosa* y *Pseudomonas putida*, y su masificación para la remediación de hidrocarburos totales de petróleo en los pasivos ambientales de AQ-LAB en Puerto Francisco de Orellana. [en línea]. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba. 2016. [Consulta: 5 agosto 2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5660/1/236T0212.pdf>

**BECERRA, Silvia; et al.**, "Vivir con la contaminación petrolera en el Ecuador: percepciones sociales del riesgo sanitario y capacidad de respuesta". *Revista Lider* 2013. Ecuador. 2(3), pp. 102-120.

**CABRERA, Ruth.** Análisis de las concentraciones de metales pesados e hidrocarburos en el período 2015-2016 en sedimento de la zona intermareal de Santa Elena y Manabí, Ecuador. [en línea]. Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Facultad de Artes Liberales y Ciencias de la Educación. Samborondón. 2017. [Consulta: 1 octubre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/2114>.

**CARRERA, C., & FIERRO, K.**, *Los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua* [en línea]. Otto Zambr. Quito- Ecuador. 2001. [Consulta: 8 agosto 2020]. ISBN 9978-41-964-0. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374>.

**CARRILLO, M., & URGILÉS, P.**, Determinación del índice de calidad de agua ica-nsf de los ríos mazar y pindilig. [en línea] (Trabajo de titulación) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Ambiental. Cuenca-Ecuador. 2016. [Consulta: 9 agosto 2020]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/1/tesis.pdf>.

**CONTRERAS, Jose; et al.**, "Determinación de metales pesados en aguas y sedimentos del Río Haina". *Ciencia y Sociedad* [en línea], 2004. (República Dominicana) 29(1), pp. 38-71. [Consulta: 10 junio 2020] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029103.pdf>.

**ENCALADA, Andrea; et al.**, *Protocolo Smplicado y Guía de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andino ( CERA-S)* [en línea]. 2011. Quito. [Consulta: 9 agosto 2020]. ISBN 978-9942-03-734-3. Disponible en: [http://www.ub.edu/riosandes/docs/CERA-S\\_finalLR.pdf](http://www.ub.edu/riosandes/docs/CERA-S_finalLR.pdf).

**FADIGAS, Francisco; et al.**, "Proposition of reference values for natural concentration of heavy metals in Brazilian soils". *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [en línea], 2006. (Brasil) 10(3), pp. 699-705. [Consulta: 17 agosto 2020]. ISSN 18071929. DOI 10.1590/S1415-43662006000300024. Disponible en: <http://www.agriambi.com.br>.

**GADPO, Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana.** *Informe 2014 de monitoreo de calidad de aire, agua y sedimentos en la Provincia de Orellana.* [en línea]. Quito-Ecuador. 2015. [Consulta: 14 julio 2020]. Artes Gráficas SILVA 2551-236. Disponible en: [http://geo.gporellana.gob.ec/portal/srv/spa/resources.get?uuid=2073fc43-7aa9-4818-906e-540f1be00c42&fname=INFORME 2015 MONITOREO FÍSICO-QUÍMICO AIRE, AGUA Y SUELO ORELLANA.pdf&access=public](http://geo.gporellana.gob.ec/portal/srv/spa/resources.get?uuid=2073fc43-7aa9-4818-906e-540f1be00c42&fname=INFORME%202015%20MONITOREO%20FÍSICO-QUÍMICO%20AIRE,%20AGUA%20Y%20SUELO%20ORELLANA.pdf&access=public).

**GADPO, Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana.** *Manual de monitoreo comunitario de la calidad del agua con bioindicadores.* [en línea]. Quito-Ecuador. 2015. [Consulta: 08 junio 2020]. Disponible en: [http://geo.gporellana.gob.ec/portal/srv/spa/resources.get?uuid=7e694a7e-6594-49ab-8910-5b42dcd99aca&fname=MANUAL DE MONITOREO COMUNITARIO DE LA CALIDAD DEL AGUA CON BIOINDICADORES.pdf&access=public](http://geo.gporellana.gob.ec/portal/srv/spa/resources.get?uuid=7e694a7e-6594-49ab-8910-5b42dcd99aca&fname=MANUAL%20DE%20MONITOREO%20COMUNITARIO%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20AGUA%20CON%20BIOINDICADORES.pdf&access=public).

**GONZALEZ PONCE, Jose Javier,** Evaluación de Tres Sistemas Silvopastoriles para la Gestión Sostenible de los Recursos Naturales de la Microcuenca del Río Chimborazo. [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2009. [Consulta: 6 agosto 2020]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/351>.

**GONZÁLEZ, Maria; et al.**, "Evaluación de la contaminación en sedimentos del area portuaria y zona costera de Salina Cruz, Oaxaca, México". *Interciencia* [en línea], 2006.(Mexico) 31(9), pp. 647-656. [Consulta: 4 agosto 2020]. ISSN 03781844. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2200018>.

**GONZÁLEZ, L., & LOZANO, L.**, "Bioindicadores como herramienta de evaluación de la calidad ambiental en la parte alta de la microcuenca las delicias". *Umbral Científico* [en línea]. 2004. Colombia. [Consulta: 8 agosto 2020]. ISSN: 1692-3375 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/304/30400510.pdf>.

**GUÍÑEZ, Marcos; et al.**, "Contenido de metales en sedimentos y en Emerita analoga (Stimpson, 1857), en bahía Mejillones del Sur, Chile". *Latin American Journal of Aquatic Research* [en línea], 2015. (Chile) 43(1), pp. 94-106. [Consulta: 8 agosto 2020]. ISSN 0718560X. DOI 10.3856/vol43-issue1-fulltext-9. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/lajar/v43n1/art09.pdf>.

**HANSON, Paul; et al.**, "Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos". *Revista de Biología Tropical* [en línea], 2010, (Costa Rica) 58(4), pp. 3-37. [Consulta: 6 agosto 2020]. ISSN 00347744. DOI 10.15517/rbt.v58i4.20080. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442010000800001](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001).

**JÁIMEZ, Pablo; et al.**, "Protocolo GUADALMED (PRECE)". *Limnetica* [en línea], 2002. (Almería) 21(4), pp. 187-204. [Consulta: 9 agosto 2020]. ISSN 0213-8409. Disponible en: [http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne21/L21b187\\_Protocolo\\_GUADALMED\\_PRECE.pdf](http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne21/L21b187_Protocolo_GUADALMED_PRECE.pdf).

**LAFUENTE, Wilson; et al.**, "Efectos de un derrame de crudo en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un río Amazonas ecuatoriano". *Revista de Ciencias Ambientales* [en línea], 2019. (Costa Rica) 53(1), pp. 1-22. [Consulta: 11 agosto 2020]. DOI 10.15359/rca.53-1.1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.53-1.1>.

**LONDOÑO, Luis; et al.**, Los Riesgos De Los Metales Pesados En La Salud Humana Y Animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [en línea], 2016. vol. 14, no. 2, pp. 145. ISSN 1909-9959. DOI 10.18684/bsaa(14)145-153. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>.

**MACHADO, Analí; et al.**, Estudio de cinc, cromo, níquel y plomo mediante factores de enriquecimiento como indicadores de contaminación en suelo y sedimentos viales en la ciudad de Maracaibo. *Ciencia* [en línea], 2008. 4(16), pp. 448-456. ISSN 1315-2076. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/view/9891>.

**MACDONALD, D.; et al.**, "Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems". *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* [en línea], 2000. (Estados Unidos) 39(1), pp. 20-31. [Consulta: 11 julio 2020]. ISSN 00904341. DOI 10.1007/s002440010075. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s002440010075>.

**MORONTA, J., & RIVERÓN, A.**, "Evaluación de la calidad físico-química de las aguas y sedimentos en la costa oriental del lago de Maracaibo". *Minería y Geología* [en línea], 2016. (Cuba) 32(2), pp. 102-112. [Consulta: 4 agosto 2020]. ISSN 02585979. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=02585979&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA470229143&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>.

**NÁVAR, J., & LIZÁRRAGA, L.**, "Hydro-climatic variability and forest fires in Mexico's

northern temperate forests". *Geofísica Internacional* [en línea], 2013 (Mexico) 52(1), pp. 241-252. [Consulta: 6 agosto 2020]. ISSN 00167169. DOI 10.1016/S0016-7169(13)71458-2. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0016-71692013000100001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-71692013000100001).

**NORDBERG, G.** "Metales: Propiedades químicas y toxicidad." *Productos Químicos*. 2019. pp.63-71 [Consulta: 17 julio 2020] Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+63.+Metales+propiedades+qu%C3%ADmicas+y+toxicidad>

**ORDOÑEZ, J.** "Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral del Recurso Hídrico". En *Global Water Partnership*. 2018. Perú. [Consulta: 17 julio 2020] Disponible en: [https://www.academia.edu/38569747/\\_Contribuyendo\\_al\\_desarrollo\\_de\\_una\\_Cultura\\_del\\_Agua\\_y\\_la\\_Gesti%C3%B3n\\_Integral\\_del\\_Recurso\\_H%C3%ADrico\\_QU%C3%89\\_ES\\_CUENCA\\_HIDR%C3%93LOGICA\\_QU%C3%89\\_ES\\_CUENCA\\_HIDR%C3%93LOGICA](https://www.academia.edu/38569747/_Contribuyendo_al_desarrollo_de_una_Cultura_del_Agua_y_la_Gesti%C3%B3n_Integral_del_Recurso_H%C3%ADrico_QU%C3%89_ES_CUENCA_HIDR%C3%93LOGICA_QU%C3%89_ES_CUENCA_HIDR%C3%93LOGICA)

**PARDO, Isabel; et al.,** "El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat." *Limnetica* [en línea] 2002. (Madrid) 21(4), pp. 115-133. [Consulta: 9 agosto 2020]. ISSN 0213-8409. Disponible en: [http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne21/L21b115\\_Indice.habitat.fluvial.rios.mediterraneos.proyecto.Guadalmed.pdf](http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne21/L21b115_Indice.habitat.fluvial.rios.mediterraneos.proyecto.Guadalmed.pdf).

**PERNÍA, Beatriz; et al.,** "Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador". *Enfoque UTE* [en línea] 2018. (Quito) 9(2), pp. 89-105. ISSN 1390-9363. DOI 10.29019/enfoqueute.v9n2.246. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v9n2/1390-6542-enfoqueute-9-02-00089.pdf>.

**PRIETO, Vicente I.; & Martínez, Agustín.** "La contaminación de las aguas por hidrocarburos: Un enfoque para abordar su estudio". *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* [en línea], 1999. (La Habana) 37(1), pp. 13-20. [Consulta: 8 agosto 2020]. ISSN 02531751. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30031999000100003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30031999000100003).

**RAMAKRISHNA, B.** *Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: Conceptos y Experiencias*. [en línea] San José- Costa Rica: San José. C.R, GTZ, IICA, 1997. [Consulta: 6 agosto 2020]. ISBN 92-9039-318 1. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=\\_JL28RE5CIC&oi=fnd&pg=PR9&dq=CUENCA+HIDROGRÁFICA+DEFINICIONES&ots=O1IEP-LFKI&sig=5-vEDk9MOhzqmHF-5kJ5VIN09hA#v=onepage&q=CUENCA+HIDROGRÁFICA+DEFINICIONES&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_JL28RE5CIC&oi=fnd&pg=PR9&dq=CUENCA+HIDROGRÁFICA+DEFINICIONES&ots=O1IEP-LFKI&sig=5-vEDk9MOhzqmHF-5kJ5VIN09hA#v=onepage&q=CUENCA+HIDROGRÁFICA+DEFINICIONES&f=false).

**RAMOS, R.; et al.**, "Ensayos de toxicidad con sedimentos marinos del occidente de Venezuela". *Ciencias marinas* [en línea] 2012. (Mexico) 38(2), pp. 119-127. [Consulta: 4 agosto 2020]. ISSN 0185-3880. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48023242009>.

**REGISTRY, A. for T.S. and D. (ATSDR)**, Toxilogical Profile for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). , Atlanta. 1999. pp. 1-315. [Consulta: 4 junio 2020]. Disponible en: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp123.pdf>

**RODRÍGUEZ BADILLO, Leo; et al.**, "Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo , en la Amazonía Ecuatoriana." [en línea] 2016. (Mexico) 26(3), pp. 497-507. [Consulta: 14 Mayo 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v26n3/0188-8897-hbio-26-03-00497.pdf>.

**ROLDÁN PÉREZ, Gabriel; & RAMÍREZ RESTREPO, Jhon.** *Fundamentos de limnología neotropical*. [en línea] 2ª ed. Colombia: *Carlos Carrera - Academia.edu*, 2008. [Consulta: 6 agosto 2020]. ISBN 978-958-714-144-3. Disponible en: [https://www.academia.edu/41460514/FUNDAMENTOS\\_DE\\_LIMNOLOGIA\\_NEOTROPICAL\\_2DA\\_ED\\_ROLDAN\\_RAMIREZ](https://www.academia.edu/41460514/FUNDAMENTOS_DE_LIMNOLOGIA_NEOTROPICAL_2DA_ED_ROLDAN_RAMIREZ).

**SÁNCHEZ, Alberto; et al.**, "Phospholipid ester fatty acids (PLFA) in bottom trawling fishing areas in the gulf of California". *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, [en línea] 2018. (Mexico) 34(1), pp. 117-120. [Consulta: 6 agosto 2020]. ISSN 01884999. DOI 10.20937/RICA.2018.34.01.10. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/330910643\\_PHOSPHOLIPID\\_ESTER\\_FATTY\\_ACIDS\\_PLFA\\_IN\\_BOTTOM\\_TRAWLING\\_FISHING\\_AREAS\\_IN\\_THE\\_GULF\\_OF\\_CALIFORNIA](https://www.researchgate.net/publication/330910643_PHOSPHOLIPID_ESTER_FATTY_ACIDS_PLFA_IN_BOTTOM_TRAWLING_FISHING_AREAS_IN_THE_GULF_OF_CALIFORNIA)

**TAPIA, Liliana; et al.**, "Invertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en Lagunas Altoandinas del Perú". *Ecología Aplicada*, [en línea] 2018. (Lima) 17(2), pp. 149. [Consulta: 4 agosto 2020]. ISSN 1726-2216. DOI 10.21704/rea.v17i2.1235. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162018000200003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162018000200003)

**TOLEDO, Margarita.**, Determinación de la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores en la Microcuenca del Río Chimborazo. [en línea] (Trabajo de titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2015. [Consulta: 6 agosto 2020] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4774>

**TORRES, Patricia; et al.**, "Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la

producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica." *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* [en línea] 2009. (Colombia) 8(15), [Consulta: 8 agosto 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>.

**TRUJILLO, J., & TORRES, M.**, "Niveles de contaminación en tres sectores de Scencio , a través del índice de geo-acumulación ( I-geo )". "Contamination levels in three sectors of Villavicencio using the geoaccumulation ( Igeo ) index Niveis de contaminação em três setores de Villavi". *ORINOQUÍA* [en línea], 2015, (Barcelona) 19(1), pp. 109-117. [Consulta: 10 agosto 2020]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89640816010>.

**TUREKIAN, K.K. y WEDEPOHL, K.H.**, "Distribución de los elementos en algunas unidades importantes de la corteza terrestre". *Bulletin of the Geological Society of America* [en línea] 1961. (Estados Unidos) 72(2), pp. 175-192. [Consulta: 16 agosto 2020]. ISSN 00167606. DOI 10.1130/0016-7606(1961)72[175:DOTAIS]2.0.CO;2. Disponible en: <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-pdf/72/2/175/3416820/i0016-7606-72-2-175.pdf>.

**TULSMA**, "Norma De Calidad Ambiental Del Recurso Suelo Y Criterios De Remediación Para Suelos Contaminados". *Tulsma* [en línea] 2015. p.30. [Consulta: 10 agosto 2020]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112181.pdf>.

**UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA.**, *Los Hidrocarburos*. [en línea]. Enhanced Reader. 2000. [Consulta: 5 agosto 2020]. Disponible en: <http://www.une.edu.pe/docentesune/jjhoncon/Descargas/Fasciculos%20CTA/Los%20Hidrocarburos.pdf>

**VACA, M., & Jara, Ó.**, "Impactos de la actividad petrolera en la Amazonía Ecuatoriana". *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* [en línea], Ecuador, 2017. [Consulta: 17 agosto 2020]. ISSN: 2254-7630. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2017/07/repso1-ecuador.html>.

**VALDES, Jorge, & CASTILLO, Alexis.** "Evaluacion de la calidad ambiental de los sedimentos marinos en el sistema de bahias de Caldera (27 S), Chile". *Latin American Journal of Aquatic Research*, 2014. (Chile) 42(3), pp. 497-513. ISSN 0718560X. DOI 10.3856/vol42-issue3-fulltext-10.

**VILLÓN, M.**, *Hidrología*. [en línea]. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica. 2004. [Consulta: 6 agosto 2020]. ISBN 9977-66-159-6. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=->



JjGDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=LIBROS+DE+HIDROLOGÍA&ots=IhLJxPk9-Y&sig=Hu3z9Dzs3Pd5iQMDa9TtcOLvbJU#v=onepage&q&f=false.

**WADE, L.**, *Digitalizado Química Orgánica Volumen I* [en línea] 7ª ed. S.l: Ballesteros, Gabriela. 2012. [Consulta: 5 agosto 2020]. ISBN 978-607-32-0791-1. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36820762/\\_DIGITAL\\_\\_Quimica\\_Organica\\_V1\\_Wade\\_7ma.pdf?1425270561=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDIGITAL\\_Quimica\\_Organica\\_V1\\_Wade\\_7ma.pdf&Expires=1596649031&Signature=MwnZ3u2jjUaLNAIETMI7bg1eSvaNVN9k9](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36820762/_DIGITAL__Quimica_Organica_V1_Wade_7ma.pdf?1425270561=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDIGITAL_Quimica_Organica_V1_Wade_7ma.pdf&Expires=1596649031&Signature=MwnZ3u2jjUaLNAIETMI7bg1eSvaNVN9k9).

**WATER QUALITY ASOCIATION (WQA)**, *Contaminantes ocultos comunes que se encuentran en el agua* [en línea]. [Consulta: 8 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.wqa.org/Learn-About-Water/Common-Contaminants>.



Firmado electrónicamente por:  
**JHONATAN RODRIGO  
PARREÑO UQUILLAS**

## ANEXOS

### ANEXO A: PROTOCOLO DE MUESTREO PARA EL MONITOREO DE SEDIMENTOS

#### DATOS Y DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO EN CAMPO

Realizado por: .....Lugar y Fecha: .....

Cantón:..... Parroquia: ..... Comunidad:.....

#### 1.1. Lugar de obtención de la Muestra

Código de la muestra: **Redex**-.....

Rio/Estero:.....

Coordenadas (UTM): X..... Y..... Z: .....

#### 1.2. Parámetros físicos en campo:

Temperatura ambiente (°C):..... Humedad: .....

Condiciones climáticas: Nublado  Soleado Lluvioso

Tipo de corriente: Turbulencia  Rápida  Lenta

Turbidez: Clara Leve turbia Turbia

Opaca

#### 1.3. Tipo de muestra

Simple  Hora: .....

Compuesta

Toma de la muestra (profundidad): .....metros

## 2. ANALISIS DE LA MUESTRA EN LABORATORIO

pH  Ba  Pb

CE  Cr  Cd   
Ni  V  TPHs   
HAPs

**3. MEDIDAS ESPECIALES O EXTRAS**

TPHs (Agua):.....

Otros:

.....

**4. CROQUIS DEL LUGAR DE MUESTREO**



**5. OBSERVACIONES:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**6. RESPONSABLE DEL MUESTREO**

Nombre:.....

NOMBRE	FIRMA

Firma: .....

Responsable Ingreso al Laboratorio:	Nombre	Fecha	Hora	Firma

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

## ANEXO B: PROTOCOLO DE CAMPO MONITOREO BIOLÓGICO

FECHA PARA CONTEO DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS					
Analista:				Cod. Rio:	
Fecha:					
Valor	Orden	Familias	Abundancia- Reencuentro de Individuos	Puntuación BMWP	Observaciones
10	Ephemeroptera	Leptophlebiidae			
		Euthyplocidae			
		Oligoneuridae			
		Polymitarcyidae			
	Plecoptera	Perlidae			
		Perlodidae			
		Leptoceridae			
	Trichoptera	Calamoceratidae			
		Lepidostomatidae			
	Odonata	Polythoridae			
8	Arachnoidea	Hydrachnidae			
	Odonata	Libellulidae			
		Gomphidae			
		Lestidae			
		Calopterygidae			
	Trichoptera	Aeschnidae			
		Philopotamidae			
		Helicopsychidae			
		Glossosomatidae			
		Hydrobiosidae			
		Polycentropodidae			
		Hydroptilidae			
	Xiphocentronidae				
	7	Ephemeroptera	Leptohyphidae		
			Trycorithidae		
			Caenidae		
Hemiptera		Nepidae			
Amphipoda	Gammaridae				
6	Decapoda	Palaeomonidae			
	Odonata	Coenagrionidae			
	Veneroida	Corbiculidae			
	Bassomatophora	Ancylidae			
	Megaloptera	Corydalidae			
5	Coleoptera	Elmidae			
		Dytiscidae			
		Ptilodactylidae			
		Psephenidae			
		Scirtidae			
		Dryopidae			
	Megaloptera	Sialidae			
	Hemiptera	Naucoridae			
	Diptera	Tipulidae			
	Trichoptera	Simuliidae			
4	Ephemeroptera	Hydropsychidae			
	Diptera	Baetidae			
		Ceratopogonidae			
		Tabanidae			
		Muscidae			
3	Hemiptera	Belostomatidae			
		Veliidae			
		Notonectidae			
		Gerridae			
	Rhynchobdellida	Corixidae			
	Mesogastropoda	Glossiphoniidae			
Bassomatophora	Ampullariidae				
Neotaenioglossa	Physidae				
2	Diptera	Pleuroceridae			
		Chironomidae			
1	Aelosomatida	Aelosomatidae			
Sumatoria					

**Calidad Índice BMWP**

Índice de calidad morfológico del BENTÓTON para ríos en aguas de la

Puntuación BMWP	Clase	Calidad
10	"Excelente"	"Bueno"
5-9	"Bueno"	"Bastante"
4-5	"Bastante"	"Regular"
3-4	"Regular"	"Mal"
1-2	"Mal"	"Muy Mal"

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana

ANEXO C: FICHA DE CAMPO PARA EVALUAR EL ÍNDICE QBR.

Medición del Índice de Calidad del Bosque de Rivera

Grado de cubierta de la zona de ribera		
Puntuación		Total
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no son tomadas en cuenta)	
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera	
0	< 10 % de cubierta 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 heliófilos o arbustos es > 50 %	
5	Si en la orilla la concentración de heliófilos 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	
-5	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	

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	

-10 Si hay un basurero permanente en el tramo estudiado.

-10

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: Toledo Margarita; 2015

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

ANEXO D: FICHA DE CAMPO PARA MEDIR EL IHF

Medición del Índice del Hábitat Fluvial

Inclusión de rápidos - sedimentación de charcas	
Puntuación	Total
10	Piedras, cantos rodeados y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0-30 %
5	Piedras, cantos rodeados y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30-50 %
4	Piedras, cantos rodeados y gravas medianamente fijadas por el

Frecuencia de rápidos	
Puntuación	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

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

Puntuación	Total
10	Sombreado con ventanas
7	Totalmente en sombra
5	Grandes claros
4	Expuesto

Puntuación	Total
4	Hojas Hojarasca > 10 % o < 75 %
2	< 10 % o > 75 %
2	Presencia de troncos y ramas
2	Raíces expuestas
2	Diapas naturales

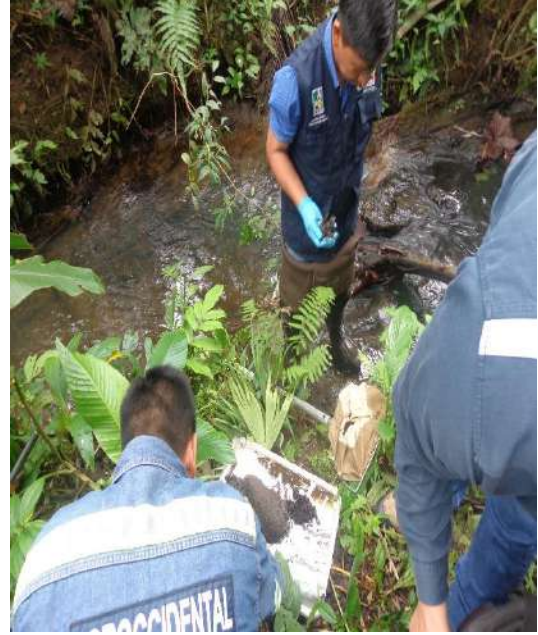
Composición del sustrato	
Puntuación	Total
2	1-10 % Bloques y piedras
5	> 10 %
2	1-10 % Cantos y gravas
5	> 10 %
2	1-10 % Arena
5	> 10 %

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

Fuente: Toledo Margarita; 2015

Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

**ANEXO E: MUESTREO DE SEDIMENTOS Y MACROINVERTEBRADOS**



Puntos de muestreo de macroinvertebrados y sedimentos







Puntos de muestreo de macroinvertebrados y sedimentos





Puntos de muestreo de macroinvertebrados y sedimentos





Puntos de muestreo de macroinvertebrados y sedimentos





Puntos de muestreo de macroinvertebrados y sedimentos





Muestreo del río Bueno utilizado como blanco

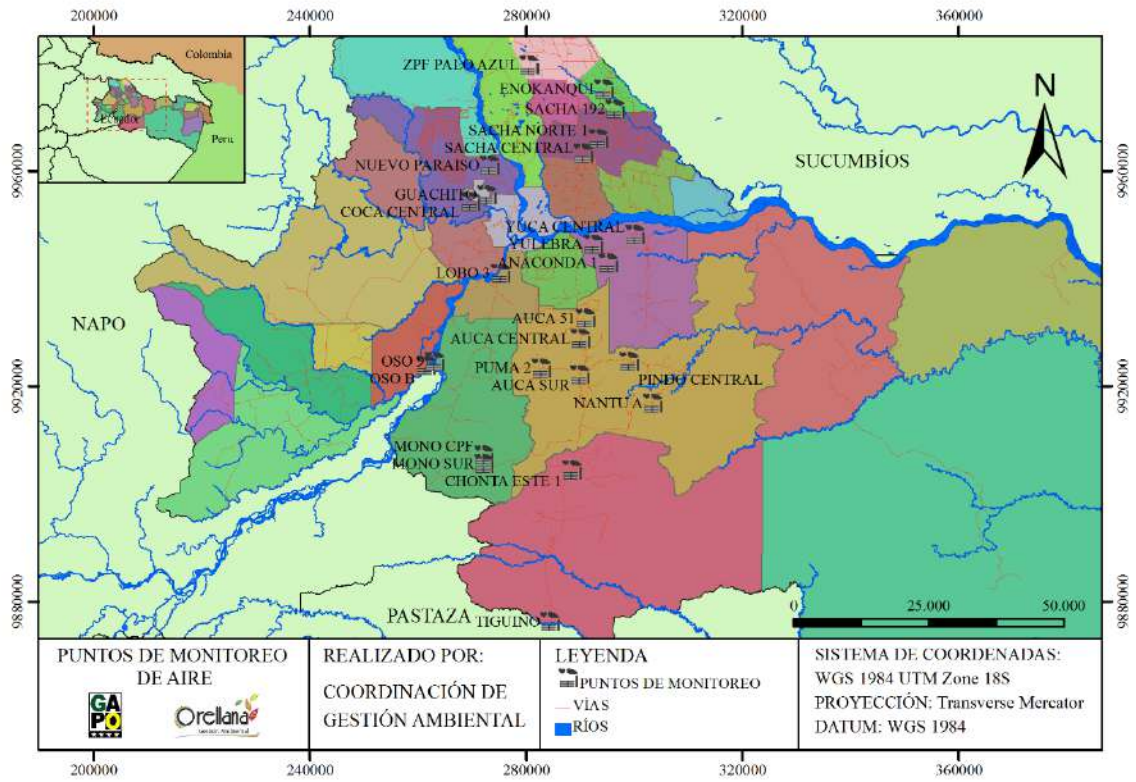


Elaborado por: Vaca Ángel, 2020

## ANEXO F: ANÁLISIS EN EL LABORATORIO

	
<p>Lectura de metales</p>	<p>Determinación de PH y conductividad</p>
	
<p>Determinación de PH y conductividad</p>	<p>Peso del suelo seco</p>

## ANEXO G: MAPA DE PUNTOS DE MONITOREO



Elaborado por: GADPO 2020

## ANEXO H: AVAL DE LA INVESTIGACIÓN

**GADPO**  
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
DE LA PROVINCIA DE ORELLANA

Francisco de Orellana, 10 de junio del 2019  
OFICIO 0032- CGTH-GADPO-2019

Señores:  
**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO- ESPOCH**  
Presente;

En atención al Oficio N° s/n de fecha 29 de mayo del 2019, comunico a usted que la Autoridad Nominadora, autoriza al señor **VACA ARROBO ANGEL MIGUEL**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, realice la Tesis, en la **COORDINACIÓN GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL**, bajo la responsabilidad de la Ing. Lucía Isabela González Gaviláñez.

La Tesis realizará en cargas horarias de 8 horas diarias, el régimen de asistencia será controlado mediante tarjeta y las normas disciplinarias serán las aplicables a las y los servidores de la entidad determinadas en la Ley Orgánica de Servicio Público, Reglamento General de la Citada Ley y Reglamento Interno de Administración de Talento Humano.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,

  
Ab. Edwin Viqueza Tapia  
**COORDINADOR GENERAL DE TALENTO HUMANO**  
Suzanna



☎ 063 731 760 / 063 731 761  
📍 Av. 9 de Octubre entre Bayona y César Andy  
✉ prefectura@porellana.gob.ec  
🌐 pporrellana.gob.ec

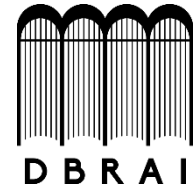
*Orellana, construye su desarrollo*

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana (GADPO)







ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS  
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y  
BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 8 / 02 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
<b>Nombres – Apellidos:</b> Ángel Miguel Vaca Arrobo
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Biotecnología Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniero en Biotecnología Ambiental
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. CPA. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas. MBA.
 Escaneo electrónico de este polo: JHONATAN RODRIGO PARREÑO UQUILLAS

8-02-2021 0543-DBRAI-UPT-2021