

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SALINAS
MEDIANTE BIOINDICADORES MÉTODO ÍNDICE BMWP/BOL, ANÁLISIS
FISICOQUÍMICO Y EL MÉTODO DE PRATI, DEL TRAMO NACIENTE
RÍO SALINAS – VALLE DEL MEDIO**

Por:

EDDY ALEJANDRO MIRANDA CUELLAR

Tesis de grado presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

**Gestión 2020
ENTRE RÍOS - TARIJA – BOLIVIA**

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis es dedicado con mucho cariño, para mi Señor Padre Eddy Miranda Gutiérrez, porque a pesar de no encontrarse conmigo en esta vida, él siempre estuvo presente en mi corazón y apoyándome desde el cielo, ¡Te Quiero Mucho Papá!

ÍNDICE

Pág.

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
4. FORMULACIÓN DE PROBLEMA	4
5. HIPÓTESIS	5
6. OBJETIVO	5
6.1. Objetivo general	5
6.2. Objetivos específicos	5
7. MARCO TEÓRICO	6
7.1 Antecedentes de la investigación	6
7.2 Agua y su importancia.....	7
7.3 Biomonitorio.....	8
7.4. ¿Cómo se evalúa las condiciones biológicas utilizando Macroinvertebrados bentónicos?.....	9
7.5 DBO ₅	10
7.6 El Índice BMWP/bol.....	11
7.7 El Índice de Prati	11
7.8 Indicador Biológico.....	13
7.9 Oxígeno Disuelto.....	13
7.10. Macroinvertebrados bentónicos	15
7.11. pH	16
7.12. Temperatura	16

	<u>Pag.</u>
8. MARCO LEGAL	16
8.1. Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.....	16
8.2 Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica	18
9. MATERIALES Y MÉTODOS	22
9.1. Área de Estudio	22
9.2 Materiales	25
9.2.1. Método BMWP/Bol.....	25
9.2.2 Para el Análisis Físicoquímico	26
9.3 Métodos.....	26
9.3.1 Investigación In Situ	26
9.3.2 Investigación cualitativa	27
9.3.3 Investigación Descriptiva	29
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
10.1. Resultados de la determinación la calidad del agua con macroinvertebrados bentónicos método BMWP/Bol tramo naciente Río Salinas – Valle del Medio	30
10.2 Resultados de la determinación de la calidad del agua con el análisis físicoquímico con los parámetros DBO ₅ , Oxígeno Disuelto, Temperatura, pH, Sólidos suspendidos del Ríos Salinas tramo naciente Río Salinas – Valle del Medio	39
10.2.1 Análisis de resultados del parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno.	42
10.2.2 Análisis de resultados del parámetro Oxígeno Disuelto.....	44
10.2.3 Análisis de resultados del parámetro pH	46

	<u>Pag</u>
10.2.4 Análisis de resultados del parámetro Sólidos Suspendidos (Turbidez)....	48
10.2.5 Análisis de resultados del parámetro Temperatura.....	51
10.3 Resultados de la determinacion la calidad del agua con el análisis fisisuímico mediante el “Método Índice de Prati” con los parámetros DBO ₅ y Oxígeno Disuelto del Río Salinas tramo naciente Río Salinas – Valle del Medio	52
10.3.1 Cálculo con el Índice de Prati, Punto 1. Comunidad Valle del Medio – Inicio del Área de Estudio	54
10.3.2 Cálculo con el Índice de Prati, Punto 2. Comunidad Naranjos – Punto Intermedio	55
10.3.3 Cálculo con el Índice de Prati, Punto 3. Comunidad Buena Vista (Cascada)	56
10.3.4 Cálculo con el Índice de Prati, Punto 4. Comunidad Alambrado (Quebrada)	56
10.3.5 Cálculo con el Índice de Prati, Punto 5. Comunidad Alambrado - Naciente Río Salinas.....	57
10.4 Comparación de los resultados obtenidos de los Métodos Índice BMWP/bol e Índice de Prati	59
10.5 Discusión.....	62
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
11.1 Conclusiones	64
11.2 Recomendaciones.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS	

ÍNDICE DE MAPAS

Pág.

Mapa 1	Mapa Temático del área de Estudio	24
Mapa 2	Mapa de las 3 estaciones seleccionadas para la recolección de Macroinvertebrados	30
Mapa 3	Mapa de los puntos seleccionados para la obtención de muestras de agua, para el análisis Físicoquímico.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 Tipo De Hábitat, Alimentación Y Tipo De Formas De Los Macroinvertebrados Bentónicos	15
--	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1	Clases de Calidad y los Valores Asignados al Bmwp/Bol, Además de Los Colores a ser Utilizados en la Representación Cartográfica	10
Tabla 2	Ecuaciones de Transformación para Obtener Unidades de Concentración de los Parámetros	12
Tabla 3	Clasificación del Grado de Contaminación Del Agua de Acuerdo al Índice De Prati.....	13
Tabla 4	Saturación de Oxígeno Disuelto con Relación a la Temperatura.....	14
Tabla 5	Coordenadas Geográficas del Área de Estudio	22
Tabla 6	Promedio de Precipitación Anual Y Mensual Por Zona (Mm)	23
Tabla 7	Macroinvertebrados Recolectados Total del Área de Estudio	31
Tabla 8	Macroinvertebrados Recolectados en la Estación I.....	35
Tabla 9	Ubicación de la Estación I.....	36
Tabla 10	Macroinvertebrados Recolectados en la Estación II.....	36
Tabla 11	Ubicación de la Estación II.....	37
Tabla 12	Macroinvertebrados Recolectados en la Estación III.....	37
Tabla 13	Ubicación de la Estación III.....	38
Tabla 14	Resultados Obtenidos en la Estaciones I, II, III.....	38
Tabla 15	Ubicación de los puntos para la obtención de muestras de Agua del Río Salinas.....	40
Tabla 16	Resultados de Análisis de Laboratorio CEANID.....	41
Tabla 17	Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos de Agua (RMCH)	41
Tabla 18	Transformación de Unidades del Oxígeno Disuelto	44

	Pág.
Tabla 19 Transformación de Unidades del Parámetro Sólidos Suspendedos (Turbidez).....	48
Tabla 20 Resultados de Análisis de Laboratorio necesario para el Método Índice de Prati.....	53
Tabla 21 Transformación de Unidades del parámetro Oxígeno Disuelto	53
Tabla 22 Ecuación Índice de Prati.....	53
Tabla 23 Ecuaciones de Transformación para obtener unidades de concentración de Parámetros	54
Tabla 24 Clasificación del Grado de Contaminación del Agua de Acuerdo al Índice De Prati.....	54
Tabla 25 Resultados Obtenidos de Muestras de Río por el Método Índice de Prati .	58
Tabla 26 Resultados Obtenidos en la Estaciones I, II, III, Método Índice BMWP/Bol.	59
Tabla 27 Varianza y Desviación Estándar de Resultados Método BMWP/Bol.....	59
Tabla 28 Resultados de Varianza y Desviación Estándar Método BMWP/Bol.....	60
Tabla 29 Resultados Obtenidos de Muestras de Río por el Método Índice de Prati .	61
Tabla 30 Varianza y Desviación Estándar de Resultados Método Prati	61
Tabla 31 Resultados de la Varianza y Desviación Estándar Método Prati	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

Gráfico 1 Resultados Obtenidos en la Estaciones I, II, III.....	39
Gráfico 2 Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos de Agua del Parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	42
Gráfico 3 Valores Máximos Admisibles de Parámetros de Cuerpos de Agua del Parámetro Oxígeno Disuelto	44
Gráfico 4 Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos de Agua del Parámetro pH.....	46
Gráfico 5 Valores Máximos Admisibles de Parámetros En Cuerpos de Agua del Parámetro Sólidos Suspendidos (Turbidez)	49
Gráfico 6 Valores Máximos Admisibles de Parámetros en Cuerpos de Agua del Parámetro Temperatura	51
Gráfico 7 Resultados obtenidos por el Método Índice de Prati	58