

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES HÍDRICOS DE LA
QUEBRADA EL MONTE”**

Por:

JHONNY WALDO VELÁSQUEZ RAMÍREZ

**Modalidad de graduación Proyecto de grado presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como
requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería
Química.**

Agosto 2018

TARIJA - BOLIVIA

V°B°

M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozáves
DECANO

M.Sc. Ing. Elizabeth Castro Figueroa
VICEDECANA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

ING. FREDDY LOPEZ ZAMORA

ING. IGNACIO VELÁSQUEZ SOZA

ING. GUSTAVO MORENO LOPEZ

El tribunal calificador del presente Trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dirigido a toda la población tarijeña para que tengan conocimiento del impacto que tiene la falta de conciencia ambiental y su efecto social y económico directo e indirecto, de manera que todos participen activamente en el manejo las medidas de mitigación de los contaminantes hídricos de La Quebrada de “El Monte”.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la vida y por las oportunidades de superación como la de cursar mi carrera universitaria.

A mi familia por el apoyo incondicional.

A mis docentes y tribunales por los conocimientos transmitidos y el asesoramiento brindado.

PENSAMIENTO

“Realmente soy un soñador práctico; mis sueños no son bagatelas en el aire. Lo que yo quiero es convertir mis sueños en realidad.” – Mahatma Gandhi

ÍNDICE

	Página
ADVERTENCIA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
PENSAMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	V

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
OBJETIVOS.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	6

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.- MARCO TEÓRICO.....	8
1.1.- IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
1.1.1.- Principales contaminantes del agua en Ríos y Quebradas.....	9
1.1.2.- Contaminantes Orgánicos.....	10
1.1.3.- Contaminantes Inorgánicos.....	12
1.1.4.- Formas de contaminación de los cursos de agua.....	16
1.2.- LOCALIZACIÓN.....	22
1.2.1.- Tipos de contaminantes y descargas a la Quebrada El Monte.....	24
1.2.2.- Fuentes contaminantes de las aguas de la Quebrada El Monte.....	26

CAPÍTULO II
ANTECEDENTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO
(ASPECTOS BIÓTICOS Y ABIÓTICOS)

2.- ESTADO DE LOS FACTORES AGUA, SUELO Y AIRE.....	29
2.1. RECURSOS BIÓTICOS (FLORA Y FAUNA)	32
2.1.1. Caracterización de las áreas verdes de Tarija	34
2.1.2. Caracterización de la vegetación.....	37
2.2.- ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA	39
2.3.- SITIOS DE VALOR HISTÓRICO CULTURAL Y/O ÁREAS PROTEGIDAS	41
2.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN Y SUS ACTIVIDADES	41
2.5.- ÁREAS DE RIESGO AMBIENTAL.....	52

CAPÍTULO III
IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

3.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL	54
3.1.- ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA BASE DE TRABAJO.	57
3.1.1.- Establecimiento de los puntos estratégicos de muestreo.	57
3.1.2.- Definición de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos relevantes para describir el nivel de contaminación del agua.	69
3.1.3.- Definición de los periodos que serán considerados para valorar y comparar el nivel de contaminación de las aguas de la Quebrada El Monte.	70
3.1.4.- Realizar la toma de muestras de acuerdo a lo establecido en la Norma NB 496.....	71
3.1.5.- Sistematización de la información generada por los resultados generados en laboratorio, sobre el control de calidad de las aguas.	73
3.1.6.- Análisis de la información generada por los resultados de laboratorio, para establecer el nivel de contaminación y calidad de las aguas que circulan en la Quebrada El Monte.	77
3.2 IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO.....	111
3.2.1.- METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	113
3.3 RIESGOS AMBIENTALES.....	121

3.4 CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.	121
3.4.1. Legislación Nacional.....	124

CAPÍTULO IV
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ACCIONES

4. ANÁLISIS DE ACCIONES DE MITIGACIÓN A REALIZAR.	136
4.1.- EL GRUPO MOTOR	141
4.2.- DESCRIPCIÓN DE PROCESOS, TECNOLOGÍAS, DISEÑO Y OPERACIÓN	141
4.2.1 Aspectos principales de la selección de tecnología.....	141
4.2.2 Análisis multi-criterio para la selección de tecnologías.....	142
4.2.3.- Métodos de tratamiento de aguas residuales.....	146

CAPÍTULO V
ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

5.1 PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL	149
5.1.1 Descripción del proyecto.	150
5.1.2.- Identificación de los impactos	156
5.2.- PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PPM.....	161
5.2.1. Medidas de Mitigación.....	162
5.2.2 Estimación de Costos para la implementación del plan de mitigación.	167
5.3.- PLAN DE CONTINGENCIAS.	168
5.3.1. Alcances del Plan	168
5.3.2. Posibles impactos de contingencias	168
5.3.3. Elementos del Plan de Contingencias	169
5.3.4. Identificación de acciones que puedan generar accidentes y medidas a adoptar.....	170
5.3.5. Investigación de accidentes.....	173

CAPÍTULO VI
PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

6.1.- PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	175
6.1.1 Análisis de Riesgos	175
6.1.2 Identificación de Riesgo o Amenaza.....	177
6.2. PLAN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	178
6.2.1.- Seguridad del personal.....	178
6.2.2.- Equipos de protección personal (E.P.P.).....	179
6.2.3. PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS.....	181
6.2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS.....	182
6.2.5. PROTECCIÓN INDUSTRIAL.....	184

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones	188
7.2. Recomendaciones.....	190

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Contaminación por afluentes hídricos de un Río o Quebrada.....	18
Figura 2. Bolivia, mapa físico.....	22
Figura 3. Departamento de Tarija.....	23
Figura 4. Vista satelital de la Quebrada El Monte.....	24
Figura 5. Caudales Medios Del Río Guadalquivir.....	30
Figura 6. Crecida Extraordinaria de la Quebrada El Monte.....	31
Figura 7. Inundación de la avenida Los Membrillos.....	31
Figura 8. Plano de identificación de áreas de riesgo y amenazas ciudad de Tarija...	32
Figura 9 Flora y fauna circundante a la quebrada El Monte.....	39
Figura 10 Afluentes del Río Guadalquivir.....	40
Figura 11 Plano área intensiva, Extensiva, Protegidas.....	42
Figura 12 Uso del suelo para el comercio.....	44
Figura 13 Lugares usados para Administración.....	45
Figura 14 Lugares de Equipamiento.....	46
Figura 15 Áreas Verdes.....	48
Figura 16 Uso del suelo para usos Específicos.....	49
Figura 17 Uso del suelo para Talleres.....	50
Figura 18 Terrenos que se cultivan a orillas de la quebrada El Monte.....	52
Figura 19 Terreno cultivado cerca a la descarga de la quebrada El Monte.....	53
Figura 20 Vertido de residuos sólidos a las aguas de la quebrada El Monte.....	54
Figura 21 Lavandería de Automóviles y descarga la misma a la quebrada El Monte.....	55
Figura 22 Naciente de la quebrada El Monte barrio Los Chapacos.....	56
Figura 23 Descarga de la víbora negra.....	56
Figura 24 Primer punto de muestreo y de evaluación impacto ambiental.....	58
Figura 25 Descarga de aguas época de estiaje a la quebrada gestión 2008.....	59
Figura 26 Aguas de la quebrada el monte época de estiaje 2016.....	59
Figura 27 Ubicación del Segundo punto de muestreo.....	60
Figura 28 Aguas de la quebrada El Monte gestión 2016.....	61

Figura 29 Ubicación del tercer punto de muestreo y de estudio.....	62
Figura 30 Descargas de aguas residuales al tercer punto de muestreo gestión 2008.....	63
Figura 31 Aguas de la quebrada el monte después de la época de lluvia gestión 2008.....	63
Figura 32 Descargas de aguas a la quebrada El Monte gestión 2016.....	64
Figura 33 Ubicación del Cuarto punto de muestreo.....	65
Figura 34 Aguas de la quebrada en época de estiaje gestión 2008.....	66
Figura 35 Ubicación del Quinto punto de muestre y de su evaluación.....	67
Figura 36 Aguas de la quebrada El Monte gestión 2008 en épocas de estiaje Unión con la quebrada San Pedro.....	68
Figura 37 Agua del quinto punto de muestreo en época de lluvias.....	68
Figura 38 Aguas de la quebrada El Monte época de estiaje 2016.....	69
Figura 39 Agua de la quebrada El Monte tomadas en el año 2016.....	73
Figura 40 Grupo motor.....	141
Figura 41. Esquema de un tratamiento de agua residual.....	145
Figura 42. Tanque de estabilización de aguas residuales.....	146
Figura 43 Esquema de los diferentes tipos de laguna aireada.....	147
Figura 44 Etapas que forman un análisis de un riesgo.....	176

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Distribución del agua en la tierra	2
Tabla 2. Efectos de los distintos tipos de contaminación.....	19
Tabla 3 Resultados de los análisis físico-químico y bacteriológico de las aguas de la quebrada El Monte.....	27
Tabla 4 Datos de precipitación.....	29
Tabla 5 Área por distrito, habitantes y área verde por habitantes.....	37
Tabla 6 Distribución del a flora por distrito.....	38
Tabla 7 Análisis fisicoquímico y Microbiológico del agua en la quebrada El Monte Época de Estiaje.....	74
Tabla 8 Análisis fisicoquímico y Microbiológico del agua en la quebrada El Monte Época de lluvias.....	75
Tabla 9 Análisis fisicoquímico y Microbiológico del agua en la quebrada El Monte Época después de lluvias.....	76
Tabla 10 Oxígeno disuelto época de estiaje.....	77
Tabla 11 Oxígeno disuelto época de lluvias.....	79
Tabla 12 Oxígeno disuelto época después de lluvias.....	80
Tabla 13 Demanda bioquimia de oxígeno (DBO ₅) época de estiaje.....	81
Tabla 14 Demanda bioquimia de oxígeno (DBO ₅) época de lluvias.....	83
Tabla 15 Demanda bioquimia de oxígeno (DBO ₅) después de lluvias.....	84
Tabla 16 Demanda química de oxígeno (DQO) mg/l época de estiaje.....	86
Tabla 17 Demanda química de oxígeno (DQO) mg/l época de lluvias.....	88
Tabla 18 Demanda química de oxígeno (DQO) mg/l después de lluvias.....	89
Tabla 19 Sólidos suspendidos (mg/l) época de estiaje.....	91
Tabla 20 Sólidos suspendidos (mg/l) época de lluvias.....	92
Tabla 21 Sólidos suspendidos (mg/l) después de lluvias.....	94
Tabla 22 Fósforo total en (mg/l) época de estiaje.....	95
Tabla 23 Fósforo total en (mg/l) época de lluvias.....	97
Tabla 24 Fósforo total en (mg/l) después de lluvias.....	98
Tabla 25 Nitrógeno total en (mg/l) época de estiaje.....	99
Tabla 26 Nitrógeno total en (mg/l) época de lluvias.....	101

Tabla 27 Nitrógeno total en (mg/l) después de lluvias.....	102
Tabla 28 Coliformes fecales en NMP época de estiaje.....	103
Tabla 29 Coliformes fecales en NMP época de lluvias.....	105
Tabla 30 Coliformes fecales en NMP después de lluvias.....	106
Tabla 31 Coliformes totales en NMP época de estiaje.....	107
Tabla 32 Coliformes totales en NMP época de lluvias.....	109
Tabla 33 Coliformes totales en NMP después de lluvias.....	110
Tabla 34 Valores de los factores que se evalúan en los impactos.....	112
Tabla 35 Indicadores de contaminación y medidas de mitigación de la quebrada El Monte.....	136
Tabla 36. Clasificación general de las operaciones y los procesos de tratamiento de aguas residuales.....	144
Tabla 37 Presupuesto general para la implementación de las medidas de mitigación.....	167
Tabla 38 Accidentes que se pueden dar en el proyecto y medidas de prevención	171
Tabla 39 Plan de Medidas de mitigación de los puntos de evaluación aguas de la quebrada El Monte.....	162

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Oxígeno disuelto época de estiaje.....	78
Grafico 2. Oxígeno época de lluvias.....	79
Grafico 3 Oxígeno disuelto después de lluvias.....	80
Grafico 4 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) época de estiaje.....	82
Grafico 5 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) época de lluvias.....	83
Grafico 6 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) después de lluvias.....	85
Grafico 7 Demanda química de oxígeno (DQO) época de estiaje.....	86
Grafico 8 Demanda química de oxígeno (DQO) época de lluvias.....	88
Grafico 9 Demanda química de oxígeno (DQO) después de lluvias.....	90
Grafico 10 Sólidos suspendidos (mg/l) época de estiaje.....	91
Grafico 11 Sólidos suspendidos (mg/l) época de lluvias.....	92
Grafico 12 Sólidos suspendidos (mg/l) después de lluvias.....	94
Grafico 13 Fósforo total en (mg/l) época de estiaje.....	96
Grafico 14 Fósforo total en (mg/l) época de lluvias.....	97
Grafico 15 Fósforo total en (mg/l) después de lluvias.....	98
Grafico 16 Nitrógeno total en (mg/l) época de estiaje.....	100
Grafico 17 Nitrógeno total en (mg/l) época de lluvias.....	101
Grafico 18 Nitrógeno total en (mg/l) después de lluvias.....	102
Grafico 19 Coliformes fecales en NMP época de estiaje.....	104
Grafico 20 Coliformes fecales en NMP época de lluvias.....	105
Grafico 21 Coliformes fecales en NMP después de lluvias.....	106
Grafico 22 Coliformes totales en NMP época de estiaje.....	108
Grafico 23 Coliformes totales en NMP época de lluvia.....	109
Grafico 24 Coliformes totales en NMP después de lluvias.....	110

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Enfermedades causadas por aguas contaminadas.	20
Cuadro 2. Organismos encargados de la gestión y política ambiental a nivel nacional y departamental.....	123