

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



**DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS  
RESIDUALES DEL NUEVO MERCADO CENTRAL “ENTRE RÍOS” POR  
MEDIO DE UN MONITOREO**

**Por:**

**SILVIA FLORES IBARRA**

**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

**DICIEMBRE 2016  
ENTRE RÍOS -TARIJA\_BOLIVIA**

**VºBº**

---

Ing. Luis Rolando Lafuente Retamozo

**DOCENTE GUÍA**

---

M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez

**DECANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

---

M. Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca

**VICEDECANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

---

M.Sc. Ing. Marco Antonio Guerrero Hiza

---

Ing. Juan Jacobo Leño Sanabria

---

M.Sc. Ing. Javier Ariel Castillo Gareca

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**

A mi hijo, Samir Rodas Flores, quien ha sido la luz que ilumina mi camino y el motor que me mueve a dejarle un ejemplo de vida.

A mi padre Roque Flores y a mi madre Florentina Ibarra, por darme la vida y convertirme en una persona de bien, también por darme su apoyo en todo sin pedir nada a cambio.

A mis hermanos: Margarita, Irma, Justina, Víctor, Policar, Alvin, Sandra, Rosibel y Yoselin Flores Ibarra, quienes han sido el apoyo permanentemente en mis proyectos, dejando a un lado los suyos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a la Virgen de Guadalupe y a la Virgen María, por darme la vida, la sabiduría y entendimiento para reconocer la diferencia entre lo bueno y lo malo, lo cual me permitieron alcanzar esta meta.

A mi familia, por su apoyo y por estar siempre a mi lado en todo momento.

A mi hijo, por ser la alegría e inspiración de mi vida para seguir adelante.

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, por darme la oportunidad de estudiar y ser una profesional.

A los docentes, que compartieron sus conocimientos conmigo, especialmente a mi docente guía y mis tribunales.

A mis amigos y compañeros, por brindarme su apoyo y compañía, sobre todo, en los momentos de mayor dificultad encontrados en la vida personal y de estudio.

## ÍNDICE

Advertencia	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	
	PÁG.
INTRODUCCIÓN	1
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
Justificación.	2
Hipótesis	2
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
Objetivos específicos	3
CAPÍTULO I	4
1.1. MARCO CONCEPTUAL	4
1.1.2. Monitoreo	4
1.1.3. Aguas Residuales Crudas	4
1.1.4. Aguas residuales tratadas	4
1.1.5. Área de descarga	4
1.1.6. Cuerpo receptor	4
1.1.7. Límite permisible	5
1.1.8 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5 en mg/l)	5

1.1.9 Sólidos suspendidos totales	5
1.1.10. Sólidos sedimentables	5
1.1.11 Oxígeno disuelto	5
1.1.12 pH	5
1.1.13. Sedimentación	6
1.1.2.1. Composición de las aguas residuales	6
1.1.2.2. Coliformes fecales y Coliformes totales	6
1.2. MARCO LEGAL	7
Norma Boliviana (NB) 496 Agua Potable- toma de muestras.	7
Ley 1333 del Medio Ambiente	7
Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)	7
Clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso	9
CAPÍTULO II	10
2.1.-MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1.1. Descripción del área de estudio	12
2.2. MATERIALES Y EQUIPOS	12
2.3. METODOLOGÍA	12
2.4 DISEÑO METODOLÓGICO	13
DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA POR ETAPAS	13
ETAPA I	13
MEDICIÓN DEL CAUDAL	13
ETAPA II	14

METODOLOGÍA DE MONITOREO DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS	14
ETAPA III	15
COMPARACIÓN DE PARÁMETROS OBTENIDOS EN LABORATORIO CON NORMATIVA BOLIVIANA VIGENTE	15
SELECCIÓN DE PARÁMETROS	15
SELECCIÓN DE PUNTO DE MONITOREO	16
CAPÍTULO III	17
RESULTADO Y DISCUSIÓN	17
3.1. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES	17
3.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO	38
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES CRUDAS	38
CAPÍTULO IV	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
4.1. CONCLUSIONES	45
4.2 RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
GRÁFICA 1: Caudal medio de cinco pruebas medido el día sábado	18
GRÁFICA 2: Caudal medio de cinco pruebas medido el día domingo	19
GRÁFICA 3: Caudal medio de cinco pruebas medido el día lunes	21
GRÁFICA 4: Caudal medio de cinco pruebas medido el día martes	22
GRÁFICA 5: Caudal medio de cinco pruebas medido el día miércoles	24

GRÁFICA 6: Caudal medio de cinco pruebas medido el día jueves	25
GRÁFICA 7: Caudal medio de cinco pruebas medido el día viernes	27
GRÁFICA 8: Caudal medio durante la semana medido a horas 7:00am	28
GRÁFICA 9: Caudal medio durante la semana medida a horas 10:00am	30
GRÁFICA 10: Caudal medio durante la semana medido a horas 12:00	31
GRÁFICA 11: Caudal medio durante la semana medido a horas 17:00	33
GRÁFICA 12: Caudal medio durante la semana medido a horas 19:00	35
GRÁFICA 13: Caudal medio semanal a partir de la medias diarias	37

#### ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso	9
CUADRO 2: Caudal medio de cinco pruebas medido el día sábado	17
CUADRO 3: Caudal medio de cinco pruebas medido el día domingo	19
CUADRO 4: Caudal medio de cinco pruebas medido el día lunes	20
CUADRO 5: Caudal medio de cinco pruebas medido el día martes	22
CUADRO 6: Caudal medio de cinco pruebas medido el día miércoles	23
CUADRO 7: Caudal medio de cinco pruebas medido el día jueves	25
CUADRO 8: Caudal medio de cinco pruebas medido el día viernes	26
CUADRO 9: Caudal medio durante la semana medido a horas 7:00am	28
CUADRO 10: Caudal medio durante la semana medido a horas 10:00am	29
CUADRO 11: Caudal medio durante la semana medido a horas 12:00	31
CUADRO 12: Caudal medio durante la semana medido a horas 17:00	32
CUADRO 13: Caudal medio durante la semana medido a horas 19:00	34

CUADRO 14: Caudal medio semanal a partir de la medias diarias	36
CUADRO 15: Resultados de análisis de las aguas residuales crudas	38
CUADRO 16	38
CUADRO 17	41
CUADRO 18	42
CUADRO 19	43
CUADRO 20	43
CUADRO 21	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO A-2

LÍMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LÍQUIDAS EN mg/l

ANEXO 2

Resultados de los análisis laboratorio

ANEXO 3

Toma de muestras