

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



**“PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR LA REUTILIZACIÓN DE
AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE ENTRE RÍOS”**

Por:

XIMENA LIZETT TORREZ MURGUIA

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 – 2017

Entre Ríos – Tarija – Bolivia

VºBº

.....

M.sc. Ing. Juan Jacobo Leaña Sanabria

DOCENTE GUIA

.....

M.sc. Ing. Freddy Castro Salinas

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....

M.sc. Ing. Luis Arandia Mendivil

**VICE DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....

M.sc. Ing. Luis Rolando Lafuente Retamoso

.....

M.sc. Ing. José Ariel Villena Morales

.....

M.sc. Ing. José Adel Molina Ramos

DEDICATORIA

A Dios por haberme brindado la salud, la sabiduría necesaria, y las condiciones para poder lograr concluir mis estudios superiores.

A mis padres Rosalía Murguía Cazón y Fausto Torrez Olarte, por todo el apoyo diario que me dieron en todo momento y por permitirme concluir mis estudios.

A mis hijos Jonatan y Sofía por su comprensión, por haber sido la fuerza y la razón por la cual luchar y salir adelante en la vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminar mi camino, no desampararme nunca y por darme la fortaleza para superar toda adversidad.

A mi querida familia: A mis padres por su apoyo incondicional en todo momento y dándome las herramientas necesarias para culminar mis estudios, a mis pequeños hijos por todo su apoyo y comprensión, a mis hermanas Esther, Elizabeth, Betty, Lili y Sirlene por haberme apoyado en cada etapa de mis estudios.

A mis docentes: Por brindarme todos sus grandes conocimientos, por su comprensión, paciencia y apoyo.

A mis amigos que estuvieron conmigo a lo largo de estos años por todo su cariño y amistad brindada.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

Página

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	2
4. HIPÓTESIS.....	3
5. OJETIVO GENERAL.....	3
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. MARCO CONCEPTUAL.....	4
1.1.1. Origen de las Aguas Residuales.....	4
1.1.2. Cuerpo Receptor.....	5
1.1.3. Manejo de las Aguas Residuales.....	5
1.2 MARCO TEÓRICO	
1.2.1. Aguas Residuales.....	7
1.2.2. Afluente.....	7
1.2.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	7
1.2.4. Efluente.....	8
1.2.5. Límite Permisible.....	8
1.2.6. Muestra de Agua.....	8
1.2.7. Parámetro.....	8
1.2.8. Sólidos Suspendidos	8
1.2.9. Nitrógeno total	9
1.2.10. Fósforo total.....	9
1.2.11. Coliformes totales.....	9

1.2.12. Reuso.....	9
1.3. MARCO LEGAL.....	10
1.3.1. Nueva Constitución Política del Estado Plurinacional.....	10
1.3.1.1Derecho al Ambiente	10
1.3.2 Ley del Medio Ambiente N°1333.....	10
1.3.2.1. Recurso Agua.....	10
1.3.2.2. Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.....	11
1.3.2.3. Del Monitoreo y Evaluación de la Calidad Hídrica.....	12
1.3.2.4. Del Reuso de Aguas.....	13

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	14
2.1.1. Creación.....	14
2.1.2 Aspectos Geográficos	14
2.2. ASPECTOS FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y AMBIENTALES	16
2.2.1. Componente Biofísico.....	16
2.2.2. Área de Estudio.....	16
2.2.3. Características Generales.....	16
2.2.4.Ecología.....	17
2.2.5. Factores Climáticos.....	18
2.2.6. Hidrología	19
2.2.7. Factores Edafológicos.....	20
2.2.8 Factores Topográficos.....	20

2.2.9. Factores Bióticos.....	21
2.3. MATERIALES.....	22
2.3.1. Material para la medición de caudal del canal del flujo de aguas residuales....	22
2.3.2. Material para la toma de muestras de agua.....	22
2.4 METODOLOGÍA.....	23
2.4.1. Descriptiva.....	23
2.4.2. Cuantitativa.....	23
2.4.3. Analítica.....	24
2.5 DISEÑO METODOLÓGICO.....	25
2.5.1. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN PÒR ETAPAS.....	25
ETAPA I - DIAGNÓSTICO DE LAS ARU DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO POR MEDIO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	25
Procedimiento para la medición del caudal de la PTARU.....	25
Procedimiento para la obtención de muestras de agua en la PTARU.....	27
ETAPA II – DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE LA PTARU.....	29
ETAPA III – PROPUESTA PARA LA REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DE LA PTARU DEL BARRIO MANATIAL.....	31
a) Pre tratamiento de las aguas residuales.....	31
b) Desarenador.....	32
c) Cálculos.....	36
d) Propuesta de reutilización de la aguas residuales de la PTARU del barrio Manantial en cultivos de maíz	41

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL CÁLCULO DE CAUDALES DE LA PTARU DEL BARRIO MANTAIAL.....	43
---	----

a) Formulas y Procedimientos para encontrar el Caudal Medio.....	44
b) Características Organolépticas del Agua Residual.....	59
3.2. ANÁLISIS EN LABORATORIO.....	60
RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS EN EL LABORATORIO DE COSAAALT	60
3.2.1. COLIFORMES TOTALES.....	60
3.2.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO.....	61
3.2.3. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.....	64
3.2.4. NITROGENO TOTAL.....	67
3.2.5. FOSFATO TOTAL	70

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES.....	73
4.2. RECOMENDACIONES.....	75

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE CUADROS

PÁGINA

CUADRO 1 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA CONSIDERANDO LAS MEDIAS DIARIAS.....	26
CUADRO 2 PARAMETROS DE SALIDAS DE LA PTARU.....	28
CUADRO 3 MEDIAS DE LOS PARAMETROS DEL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU.....	30
CUADRO 4 ENSAYOS REALIZADOS EL DÍA lunes 19/09/2016.....	43
CUADRO 5 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA LUNES 19/09/216.....	46
CUADRO 6 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA MARTES 20/09/216.....	47
CUADRO 7 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA MIÉRCOLES 21/09/216.....	48
CUADRO 8 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA JUEVES 22/09/216.....	49
CUADRO 9 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA VIERNES 23/09/216.....	50
CUADRO 10 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DÍA SABADO 24/09/216.....	51
CUADRO 11 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA DOMINGO 25/09/216.....	52
CUADRO 12 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 7:00 AM.....	53
CUADRO 13 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 12:00 PM.....	55

CUADRO 14 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 19:00 AM.....	56
CUADRO 15 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA CONSIDERANDO LAS MEDIAS DIARIAS.....	57
CUADRO 16 COLIFORMES TOTALES PRESENTES EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE DE LA PTARU.....	60
CUADRO 17 RESULTADOS DEL DBO5 EN EL EFLUENTE Y AFLUENTE DE LA PTARU 27/10/2016.....	61
CUADRO 18 RESULTADOS DEL DBO5 EN EL EFLUENTE Y AFLUENTE DE LA PTARU 9/11/2016.....	62
CUADRO 19 RESULTADOS DEL DBO5 EN EL EFLUENTE Y AFLUENTE DE LA PTARU 16/11/2016.....	63
CUADRO 20 RESULTADOS DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN EL AFLUENTE DE LA PTARU 27/10/2016.....	64
CUADRO 21 RESULTADOS DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN EL AFLUENTE DE LA PTARU 09/10/2016.....	65
CUADRO 22 RESULTADOS DE LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN EL AFLUENTE DE LA PTARU 16/11/2016.....	66
CUADRO 23 RESULTADOS DEL NITROGENO TOTAL 27/10/2016.....	67
CUADRO 24 RESULTADOS DEL NITROGENO TOTAL 09/11/2016.....	68
CUADRO 25 RESULTADOS DEL NITROGENO TOTAL 16/11/2016.....	69
CUADRO 26 RESULTADOS DEL FOSFATO TOTAL 27/10/2016.....	70
CUADRO 27 RESULTADOS DEL FOSFATO TOTAL 09/11/2016.....	71
CUADRO 28 RESULTADOS DEL FOSFATO TOTAL 10/11/2016.....	72

INDICE DE GRAFICAS

PAGINA

GRAFICA 1. MAPA DE LA PROV. O'CONNOR	15
GRAFICA 2 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA CONSIDERANDO LAS MEDIAS DIARIAS.....	27
GRAFICA 3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE ARU DEL BARRIO MANATIAL.....	30
GRAFICA 4 DESARENADOR IMPLEMENTADO A LA PTARU	32
GRAFICA 5 ZONA DE STOKS.....	34
GRAFICA 6 CALCULO DE REYNOLDS.....	34
GRAFICA 7 PROPUESTA DE IMPLENENTACION DE UN DESARENADOR A LA PTARU.....	40
GRAFICA 8 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA LUNES 19/09/2016.....	46.
GRAFICA 9 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MARTES 20/09/2016.....	47
GRAFICA 10 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA MIERCOLES 21/09/2016.....	48
GRAFICA 11 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA JUEVES 22/09/2016.....	49
GRAFICA 12 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA VIERNES 23/09/2016.....	50
GRAFICA 13 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA SABADO 24/09/2016.....	51
GRAFICA 14 CAUDAL MEDIO EN TRES PRUEBAS MEDIDO EL DIA DOMINGO 25/09/2016.....	52
GRAFICA 15 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 7:00 AM.....	54

GRAFICA 16 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 12:00 PM.....	55
GRAFICA 17 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA MEDIDO A HORAS 19:00 AM.....	57
GRAFICA 18 CAUDAL MEDIO DE LA SEMANA CONSIDERANDO LAS MEDIAS...DIARIAS.....	58
GRAFICA 19 COLIFORMES TOTALES	60
GRAFICA 20 RESULTADOS DEL DBO5 27/10/2016.....	61
GRAFICA 21 RESULTADOS DEL DBO5 09/10/2016.....	62
GRAFICA 22 RESULTADOS DEL DBO5 16/11/2016.....	63
GRAFICA 23 RESULTADOS DE LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES 27/10/2016.....	64
GRAFICA 24 RESULTADOS DE LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES 09/11/2016.....	65
GRAFICA 25 RESULTADOS DE LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES 16/11/2016.....	66
GRAFICA 26 RESULTADOS DEL NITROGENO TOTAL 27/10/2016.....	67
GRAFICA 27 RESULTADOS DEL NITROGENO TOTAL 09/11/2016.....	68
GRAFICA 28 RESULTADOS DEL NITROGENO TOTAL 16/11/2016.....	69
GRAFICA 29 RESULTADOS DEL FOSFATO TOTAL 27/10/2016.....	70
GRAFICA 30 RESULTADOS DEL FOSFATO TOTAL 09/11/2016.....	71
GRAFICA 31 RESULTADOS DEL FOSFATO TOTAL 16/11/2016.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 MAPAS.

MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA PROVINCIA O'CONNOR, TARIJA BOLIVIA.

MAPA HIDROGRÁFICO DE LA PROVINCIA O'CONNOR.

MAPA DE LOS DISTRITOS DE LA PROVINCIA O'CONNOR.

ANEXO 2

**HUBICACIÓN DE LA PTARU DEL BARRIO MANATIAL DE ENTRE RÍOS
PTARU DEL BARRIO MANANTIAL**

ANEXO 3

FOTOGRAFÍAS.

ANEXO 4

TABLA DE LÍMITES PERMISIBLES PARA DESCARGAS LÍQUIDAS.

ANEXO 5

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO DE SAN LUIS DE COSAALT.

INDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

NB	Norma Boliviana
RMCH	Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica
PDM	Plan de Desarrollo Municipal
DBO5	Demanda Bioquímica de Oxígeno
COSSALT	Laboratorio de Control de Calidad de Aguas
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
PTARU	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas
AR	Agua Residual
SST	Sólidos Suspendidos Totales

