

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA UNIDAD EDUCATIVA
YESERA NORTE EN LA COMUNIDAD DE YESERA, PARA SU REÚSO EN
RIEGO AGRÍCOLA**

Por:

CYNTHIA LAURA DAVILA AGUIRRE

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

OCTUBRE DE 2022

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

M. Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO

M. Sc. Lic. Clovis Gustavo Succi Aguirre

VIDECANO

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Ernesto Caihuara Alejandro

Ing. Gustavo Moreno Lopez

Ing. Héctor Francisco Quiroga Torrez

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

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres Alejandro Davila y Carmen Aguirre, quienes me dieron su apoyo incondicional, sus consejos y su paciencia.

A mis hermanos Alejandra y Richard quienes creyeron siempre en mí apoyándome en los momentos difíciles.

Y a mi hijita Valeria quien es mi principal inspiración para seguir superándome cada vez y darle el mejor ejemplo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida, llenando de bendiciones todo mi camino.

A mis padres por estar siempre cuando los necesité, gracias a ellos me fue posible concluir mis estudios, agradezco su infinito amor. Este logro es también de ustedes.

A mis tribunales y docente Ing. Jorge Tejerina Oller (†) Director DICYT UAJMS, por haber guiado mi camino, creído en mí y brindarme su conocimiento con total entrega y dedicación, siempre predispuesto a apoyar, gracias de todo corazón.

Si lo puedes imaginar, lo puedes
lograr.

(Albert Einstein)

ÍNDICE
CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS.....	7
OBJETIVO GENERAL.....	7
1.2.1 OBJETIVO ESPECIFICO	7
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	7
1.4 CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AGUAS RESIDUALES	8
1.4.1 CONTAMINACION AMBIENTAL.....	8
1.4.2 CONTAMINACIÓN DEL AGUA	8
1.4.3 AGUAS NEGRAS	9
1.4.4 AGUAS GRISES	10
1.4.5 AGUAS AGRARIAS	10
1.4.6 AGUAS INDUSTRIALES.....	11
1.5 CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	11
1.5.1 COLOR.....	11
1.5.2 OLOR Y SABOR	11
1.5.3 TURBIDEZ Y MATERIA EN SUSPENSIÓN	11
1.5.4 TEMPERATURA	12
1.5.5 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	12
1.5.6 ESPUMAS.....	12
1.6 CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	12
1.6.1 pH.....	13
1.6.2 ALCALINIDAD	14
1.6.3 ACIDEZ.....	14

1.6.4 OXIGENO DISUELTO (OD).....	15
1.6.5 DEMANDA DE OXIGENO	15
1.6.6 NITROGENO.....	16
1.6.7 AZUFRE.....	17
1.6.8 SULFITOS	18
1.6.9 FOSFORO	18
1.6.10 COMPUESTOS TOXICOS	19
1.6.11 GASES.....	19
1.7 CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	20
1.7.1 BACTERIAS.....	20
1.7.2 VIRUS.	21
1.7.3 HONGOS	21
1.7.4 ALGAS	22
1.7.5 COLIFORMES FECALES	22
1.8 ETAPAS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	22
1.8.1 PROCESOS APLICADOS AL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES- PROCESOS FÍSICOS.....	22
1.8.2 PROCESOS APLICADOS AL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES- PROCESOS QUÍMICOS.....	24
1.8.3 PROCESOS APLICADOS AL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES-PROCESOS BIOLÓGICOS	24
1.9 BIOFILTRO	28
1.9.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL Y DIAGRAMA DE FLUJO EN EL BIOFILTRO..	30

1.9.2 DESCRIPCIÓN DEL BIOFILTRO DE FLUJO HORIZONTAL.....	31
1.9.3 ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA CON BIOFILTRO..	32
1.9.4 PRINCIPALES COMPONENTES DE UN BIOFILTRO	32
1.9.5 RECOMENDACIONES PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIOFILTROS	34
1.9.6 TIPOS DE BIOFILTROS.....	34
1.9.6.1 BIOFILTRO EXPERIMENTAL – FLUJO HORIZONTAL EN ZIGZAG ...	34
1.10 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE FILTRACION BIOLOGICA	35
1.10.1 BENEFICIOS ECONOMICOS	35
1.10.2 BENEFICIOS MEDIO AMBIENTALES.....	36
1.10.3 BENEFICIOS SOCIALES.....	36
1.10.4 DESVENTAJAS DEL BIOFILTRO	36
1.11 REUTILIZACIÓN DE AGUAS TRATADAS	37
1.11.1 REÚSO EN LA AGRICULTURA.....	37
1.11.2 SITUACIÓN ACTUAL Y REGLAMENTACIÓN	41
1.11.2.1 MARCO NORMATIVO PARA EL REÚSO	41
1.11.2.3 LEY 1333 DE MEDIO AMBIENTE-REGLAMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA	42
1.11.2.4 LEY DE RIEGO N° 2878	43
1.11.3 CLASIFICACIÓN DE AGUA RESIDUAL PARA RIEGO.....	46
1.12 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO.....	47
1.12.1 LAGUNAS AIREADAS.....	48
1.12.2 LAGUNAS DE MADURACIÓN	49
1.12.3 FILTROS BIOLÓGICOS/ FILTROS PERCOLADORES	50
1.12.4 HUMEDALES ARTIFICIALES	51

1.12.5 HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL.	51
1.12.6 MANEJO DE LODOS	52
1.12.7 ÁREAS DE RIEGO.....	53
1.13 PROBLEMAS RELACIONADOS AL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES EN AGRICULTURA	55
1.13.1 PROBLEMAS DE SALUBRIDAD	55
1.13.2 PROBLEMAS AL MEDIO AMBIENTE.....	56
1.14 PARAMETROS DE CONTROL CLAVES PARA LA EFICIENCIA DE UNA PTAR.....	57
1.14.1 IMPORTANCIA SANITARIA DE LOS PARÁMETROS DE AGUA	57

CAPÍTULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LOCALIZACIÓN E INSPECCIÓN DE LA UNIDAD EDUCATIVA DE YESERA NORTE	69
2.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA COMUNIDAD DE YESERA NORTE	69
2.1.2 VÍAS DE ACCESOS	71
2.1.3 POBLACION BENEFICIARIA.....	72
2.1.4 LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO, CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA DE YESERA NORTE.....	73
2.2 METODOLOGÍA SUGERIDA PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIDAD EDUCATIVA DE YESERA NORTE	79
2.2.1 DIAGNÓSTICO Y ACONDICIONAMIENTO DEL EQUIPO DEL BIOFILTRO.	79
2.2.2 AJUSTE, CALIBRACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL BIOFILTRO EXPERIMENTAL	84
2.2.3 METODOLOGIA SEGUIDA PARA EL MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES.....	87

2.2.3.1 MÉTODO DE MUESTREO.....	87
2.2.3.2 TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES.....	88
2.2.3.3 CONSERVACION DE LAS MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES	88
2.2.3.4 REGISTRO DE MUESTREO EN CAMPO.....	88
2.2.3.5 MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	89
2.2.4 PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN DEL EQUIPO DE BIOFILTRO EXPERIMENTAL	92
2.2.4.1 FASE EXPERIMENTAL.....	92
2.2.4.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS EN LABORATORIO	93
2.2.4.3 EQUIPOS Y MATERIALES A UTILIZAR PARA LAS MEDICIONES.....	94
2.2.4.4 PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE TURBIDEZ EN LAS AGUAS RESIDUALES.....	95
2.2.4.5 PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS AGUAS RESIDUALES	96
2.2.4.6 PROCEDIMIENTO PARA MEDICIÓN DE pH Y TEMPERATURA DE LAS AGUAS RESIDUALES	98
2.2.4.7 PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICION DE OXÍGENO DISUELTO ...	99
2.2.4.8 CALCULO DEL CAUDAL FASE EXPERIMENTAL	101
2.2.5 OPERACIÓN, SEGUIMIENTO Y TOMA DE MUESTRA DEL BIOFILTRO EXPERIMENTAL	102
2.3 METODOS DE MEDICIÓN DE LOS PARAMETROS UTILIZADOS	102
2.4 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN AGUA DE RIEGO... ..	103

CAPÍTULO III

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL BIOFILTRO

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL COLEGIO DE YESERA NORTE	106
3.2 PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA LA UNIDAD EDUCATIVA DE YESERA NORTE	108
3.2.1 PRETRATAMIENTO- DISEÑO DE LAS REJILLAS	108
3.2.1.1 DIMENSIONAMIENTO DE LAS REJILLAS	108
3.3 TRATAMIENTO BIOLÓGICO	113
3.3.1 DISEÑO DE LA CÁMARA SÉPTICA	114
3.3.2 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE OXIGENACIÓN	116
3.4 DISEÑO DEL BIOFILTRO	124

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIDAD EDUCATIVA DE YESERA NORTE	134
4.1.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA DBO ₅	134
4.1.2 REMOCIÓN DE LOS CONTAMINANTES DBO ₅	136
4.1.3 ANÁLISIS DE LA DQO	139
4.1.4 REMOCIÓN DE LA DQO	141
4.1.5 ANÁLISIS DE LOS COLIFORMES TOTALES	144
4.1.6 REMOCIÓN DE LOS COLIFORMES TOTALES	145
4.1.7 ANÁLISIS DE LOS COLIFORMES FECALES	148

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
--	-----

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1- 1: CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	9
FIGURA 1- 2: CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	9
FIGURA 1- 3: LAGUNAS DE OXIDACIÓN EN SAN LUIS, TARIJA	10
FIGURA 1- 4: LECHO FILTRANTE	33
FIGURA 1- 5: SECCIÓN LONGITUDINAL DE UN BIOFILTRO DE FLUJO HORIZONTAL	35
FIGURA 1- 6: PRÁCTICA DE RIEGO AGRÍCOLA	38
FIGURA 1- 7: CULTIVOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL TRATADA	39
FIGURA 1- 9: AGUAS RESIDUALES PARA RIEGO	47
FIGURA 1- 10: VISTA AÉREA DE LAGUNAS EN SANTA CRUZ	48
FIGURA 1- 11: SISTEMA DE AIREACIÓN SUPERFICIAL	49
FIGURA 1- 12: LAGUNA EN TUPIZA, POTOSÍ	50
FIGURA 1- 13: FILTROS PERCOLADORES EN LA CIUDAD DE SUCRE.....	51
FIGURA 1- 14: HUMEDAL ARTIFICIAL.....	52
FIGURA 1- 15: TRATAMIENTO DE LODOS EN VILLA MONTES, TARIJA	52
FIGURA 1- 16: PORCENTAJE DE ÁREAS DE RIEGO SEGÚN DEPARTAMENTO	54
FIGURA 1- 17: HA. REGADAS CON AGUA RESIDUAL POR DEPARTAMENTO	54
FIGURA 1- 18: MEDICIÓN DE LA DBO5	61
FIGURA 1- 19: MEDICIÓN DE DQO	63
FIGURA 1- 20: MEDICIÓN DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	64
FIGURA 2- 1: UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	70
FIGURA 2- 2: VISTA SATELITAL	71
FIGURA 2- 3: ENTRADA DE LA UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE....	73

FIGURA 2- 4: CANCHA ÁREA RECREACIONAL -UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE	73
FIGURA 2- 5: VISTA DE LOS SANITARIOS - UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE	74
FIGURA 2- 6: VISTA DE LOS LAVAMANOS - UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE	74
FIGURA 2- 7: VISTA DE LOS SANITARIOS - UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE	75
FIGURA 2- 8: VISTA DE LOS SANITARIOS DESDE LA CALLE - UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE.....	75
FIGURA 2- 9: CÁMARA DE INSPECCIÓN SALIDA DE SANITARIOS MUJERES-UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE	76
FIGURA 2- 10: CÁMARA DE INSPECCIÓN SALIDA DE LOS SANITARIOS DE MUJERES-UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE	76
FIGURA 2- 11: CÁMARA DE INSPECCIÓN SALIDA DE SANITARIOS DE MUJERES-UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE	77
FIGURA 2- 12: CÁMARA DE INSPECCIÓN SALIDA DE SANITARIOS DE VARONES-UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE	77
FIGURA 2- 13: PROCESO ACTUAL DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LOS SANITARIOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA “YESERA NORTE”	78
FIGURA 2- 14: BIOFILTRO EXPERIMENTAL DE LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS	79
FIGURA 2- 15: BIOFILTRO EXPERIMENTAL DE LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS	80
FIGURA 2- 16: BIOFILTRO EXPERIMENTAL DE LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS	80
FIGURA 2- 17: BIOFILTRO EXPERIMENTAL DE LABORATORIO DE OPERACIONES UNITARIAS	81

FIGURA 2-18: CORTADO DEL MATERIAL A UTILIZAR COMO LECHO FILTRANTE.....	82
FIGURA 2-19: PESADO DE LAS BOLSAS DE RED DE NAYLON.....	82
FIGURA 2- 20: RELLENADO DE LAS BOLSAS EN EL BIOFILTRO.....	83
FIGURA 2- 21: UNIDAD EXPERIMENTAL LISTA PARA FUNCIONAR.....	85
FIGURA 2- 22: CONEXIÓN DE MANGUERAS Y PIEDRAS DIFUSORAS EN FRASCOS DE VIDRIO.	86
FIGURA 2- 23: CONEXIÓN DE LAS PIEDRAS DIFUSORAS EN FRASCOS AL FONDO DEL TANQUE.	86
FIGURA 2- 24: TACHOS DE 20 LITROS LISTOS PARA MUESTREO.....	88
FIGURA 2- 25: TACHOS DE 20 LITROS CON MUESTRAS PARA LA UNIDAD EXPERIMENTAL	92
FIGURA 2- 26: MUESTRAS TRAÍDAS A LABORATORIO	93
FIGURA 2- 27: MUESTRAS LISTAS PARA SER ANALIZADAS.....	94
FIGURA 2- 28: EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS.....	95
FIGURA 2- 29: EQUIPO TURBIQUANT 1100 T	95
FIGURA 2- 30: MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	96
FIGURA 2- 31: EQUIPO DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	97
FIGURA 2- 32: MEDICIÓN DE PH Y TEMPERATURA	98
FIGURA 2- 33: MEDICIÓN DE PH Y TEMPERATURA	98
FIGURA 3- 1: PROPUESTA DE TRATAMIENTO PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIDAD EDUCATIVA DE YESERA NORTE.....	108
FIGURA 3- 2: DIMENSIONAMIENTO DEL CANAL DE ENTRADA A LA SECCIÓN DE LA REJILLA.....	110
FIGURA 3- 3: LONGITUD DE LAS BARRAS	112
FIGURA 3- 4: GRÁFICOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS COSAALT LTDA....	127
FIGURA 4- 1: VARIACIÓN DE LA DBO ₅ DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON EL BIOFILTRO	136

FIGURA 4- 2: REMOCIÓN DE LA DBO ₅ A LA SALIDA DEL BIOFILTRO	137
FIGURA 4- 3: CINÉTICA DE LA A DBO ₅ CON EL TIEMPO	139
FIGURA 4- 4: ANÁLISIS DE LA DQO.....	140
FIGURA 4- 5: REMOCIÓN DE LA DQO A LA SALIDA DEL BIOFILTRO	141
FIGURA 4- 6: CINÉTICA DE LA DQO CON EL TIEMPO.....	143
FIGURA 4- 7: ANÁLISIS DE LOS COLIFORMES TOTALES	145
FIGURA 4- 8: REMOCIÓN DE LOS COLIFORMES TOTALES A LA SALIDA DEL BIOFILTRO	146
FIGURA 4- 9: CINÉTICA DE LOS COLIFORMES TOTALES CON EL TIEMPO	147
FIGURA 4- 10: ANÁLISIS DE LOS COLIFORMES FECALES.....	149
FIGURA 4- 11: REMOCIÓN DE LOS COLIFORMES FECALES A LA SALIDA DEL BIOFILTRO	150
FIGURA 4- 12: CINÉTICA DE VELOCIDAD DE COLIFORMES FECALES CON EL TIEMPO.....	152

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO I- 1: OPERACIONES FÍSICAS UNITARIAS.....	23
CUADRO I- 2: PROCESOS QUÍMICOS UNITARIAS	24
CUADRO I- 3: PROCESOS BIOLÓGICOS UNITARIAS.....	25
CUADRO I- 4: ETAPAS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	27
CUADRO I- 5: MECANISMOS PRINCIPALES DE REMOCIÓN DE CONTAMINANTES DE AGUAS RESIDUALES.....	28
CUADRO I- 6: EFICIENCIA DE UN BIOFILTRO	37
CUADRO I- 7: COMPOSICIÓN TÍPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES SIN TRATAR.....	38
CUADRO I- 8: REÚSO DE AGUA RESIDUAL TRATADA EN BOLIVIA.....	40
CUADRO I- 9: ACTORES SUBNACIONALES PARA EL REÚSO.....	45
CUADRO I- 10: RIESGOS PARA LA SALUD	55
CUADRO I- 11: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	59
CUADRO II- 1: VÍAS DE ACCESO	72
CUADRO II- 2: POBLACIÓN BENEFICIARIA	72
CUADRO II- 3: DATOS DEL PESO DE LAS BOLSAS	83
CUADRO II- 4: PLANILLA DE REGISTRO DE MUESTREO.....	89
CUADRO II-5: REGISTRO DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE LABORATORIO	91
CUADRO II- 6: PARÁMETROS A MEDIR VALORES	103
CUADRO II- 7: CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU USO	104
CUADRO II- 8: CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO.....	106
CUADRO III- 1: DATOS OBTENIDOS ANTES DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA UNIDAD EDUCATIVA DE YESERA NORTE.	107

CUADRO III- 2: ESPECIFICACIONES DE LAS BARRAS	113
CUADRO III- 3: DIMENSIONES DE LA CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN COMPARTIMENTO 1	116
CUADRO III- 4: DIMENSIONES DE LA CÁMARA DE SEDIMENTACIÓN COMPARTIMIENTO 2	116
CUADRO III- 5: CRECIMIENTO ESTUDIANTIL EN LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS- UNIDAD EDUCATIVA YESERA NORTE	124
CUADRO III- 6: DOTACIONES DE ABASTECIMIENTO (L/HAB.D) NORMA BOLIVIANA 689	128
CUADRO III- 7: DIMENSIONAMIENTO DEL BIOFILTRO	130
CUADRO III- 8: DIMENSIONAMIENTO FINAL DEL BIOFILTRO PARA LA “UNIDAD EDUCATIVA DE YESERA NORTE”	133
CUADRO IV- 1: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA DBO ₅	134
CUADRO IV- 2: REMOCIÓN DE LA DBO ₅ A LA SALIDA DEL BIOFILTRO	136
CUADRO IV- 3: CINÉTICA DEL COMPORTAMIENTO DE LA DBO ₅	138
CUADRO IV- 4: ANÁLISIS DE LA DQO	139
CUADRO IV- 5: REMOCIÓN DE LA DQO A LA SALIDA DEL BIOFILTRO ..	141
CUADRO IV- 6: CINÉTICA DEL COMPORTAMIENTO DE LA DBO ₅	142
CUADRO IV- 7: ANÁLISIS DE LOS COLIFORMES TOTALES	144
CUADRO IV- 8: REMOCIÓN DE LOS COLIFORMES TOTALES A LA SALIDA DEL BIOFILTRO	145
CUADRO IV- 9: CINÉTICA DEL COMPORTAMIENTO DE LOS COLIFORMES TOTALES	147
CUADRO IV- 10: ANÁLISIS DE LOS COLIFORMES FECALES	148
CUADRO IV- 11: REMOCIÓN DE LOS COLIFORMES FECALES A LA SALIDA DEL BIOFILTRO	149
CUADRO IV- 12: CINÉTICA DEL COMPORTAMIENTO DE LA DBO ₅	151