

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE



**DETERMINACION DE LA CONTAMINACION DEL AGUA EN LA
QUEBRADA BUENA VISTA AFLUENTE DEL RIO SALINAS POR
LIXIVIADOS QUE SE GENERAN EN EL BOTADERO MUNICIPAL DE
ENTRE RÍOS**

Por:

DOLLY ROCA ARTEAGA

Modalidad de Graduación: Tesis de grado presentada a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para
optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

GESTIÓN 2022
ENTRE RÍOS – TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis hijos por ser mi motor de superación, esposo, madre, abuela, hermanos, y toda mi familia y amigos por creer en mí y nunca soltarme de la mano.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
PENSAMIENTO	v
RESUMEN.....	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. FORMULACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA	4
3.1. Análisis del Problema.....	4
3.2. Planteamiento del Problema.....	5
3.3. Formulación del problema.....	6
4. HIPÓTESIS.....	6
5. OBJETIVOS.....	6
5.1. Objetivo general.....	6
5.2. Objetivos específicos.....	6

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. MARCO TEÓRICO.....	7
1.1.1. Antecedentes.....	7
1.1.2. Contaminación del agua.....	8
1.1.3. Contaminación de aguas superficiales y subterráneas.....	8
1.1.4. Formación de lixiviados.....	9
1.1.5. Caracterización de los lixiviados	9
1.1.6. Características de los lixiviados.....	9
1.1.7. Calidad de los lixiviados.....	10
1.1.8. DBO5.....	11
1.1.9. DQO	11
1.1.10. PH.....	11
1.1.11. Metales Pesados.....	11
1.1.12. Nitrógeno total.....	11
1.1.13. Efectos en la salud.....	12

1.1.14.	Impactos ambientales generados por lixiviados.....	12
1.1.15.	Tratamientos de lixiviados	12
1.2.	MARCO CONCEPTUAL.....	16
1.2.1.	Agua:.....	16
1.2.2.	Contaminación	16
1.2.3.	Determinación.....	16
1.2.4.	Generación.....	16
1.2.5.	Botadero.....	16
1.2.6.	Botadero controlado	17
1.2.7.	Botadero no controlado.....	17
1.2.8.	Relleno sanitario	17
1.2.9.	Residuos	17
1.2.10.	Residuos especiales:	17
1.2.11.	Muestreo	18
1.2.12.	Muestra de agua.....	18
1.2.13.	Punto de muestreo	18
1.2.14.	Parámetro.....	18
1.2.15.	Lixiviado	19
1.2.16.	Manejo adecuado	19
1.2.17.	Salud.....	19
1.3.	MARCO LEGAL.....	19
1.3.2.	Constitución Política de Estado.....	19
1.3.3.	Ley 1333 de Medio Ambiente	20
1.3.4.	La Ley De Derechos De La Madre Tierra N° 071 (2010).....	21
1.3.5.	Ley de la Madre Tierra y desarrollo integral para vivir bien N° 300 (2012)	21
1.3.6.	Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.....	24
1.3.7.	Reglamento General De La Ley N° 755 del 28 de octubre de 2015, De Gestión Integral De Residuos	25

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1.	MARCO METODOLÓGICO.....	26
------	--------------------------------	-----------

2.1.1.	Ubicación del área de estudio	26
2.1.2.	Características Físico Biológicas	28
2.1.2.1.	Clima	28
2.1.2.2.	Templado Semihúmedo.....	30
2.1.2.3.	Precipitación.....	30
2.1.2.4.	Viento	30
2.1.2.5.	Heladas.....	31
2.1.2.6.	Sequías	31
2.1.2.7.	Humedad.....	31
2.1.2.8.	Flora	31
2.1.2.8.	Fauna:	32
2.1.2.9.	Fisiografía:.....	32
2.1.2.10.	Geología	32
2.1.2.11.	Valles Coluvio – aluvial disección ligera.....	33
2.1.3.	MATERIALES Y EQUIPOS	33
2.1.3.1.	Material de gabinete	33
2.1.3.2.	Material de campo	33
2.1.4.	METODOLOGÍA.....	34
2.1.4.1.	Tipo de la investigación	34
2.1.4.2.	Enfoque de investigación.....	34
2.1.4.2.1.	Enfoque Cuantitativo	34
2.1.4.2.2.	Enfoque Cualitativo	34
2.1.4.3.	Método de la investigación.....	34
2.1.4.3.1.	Método descriptivo	34
2.1.4.3.2.	Método Analítico.....	35
2.1.4.3.3.	Método comparativo.....	35
2.1.5.	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	35

2.1.5.1. Técnica documental.....	35
2.1.5.2. Técnica de la observación.....	36
2.1.5.3. Población.....	36
2.1.5.3.1. Muestra.....	36
2.1.5.4. Entrevista.....	36
2.2. DISEÑO METODOLOGICO	37
2.2.1. Fase de Gabinete.....	37
2.2.1.1. Recopilación de información secundaria	37
2.2.1.2. Elaboración de lista de chequeo	37
2.2.1.3. Ubicación de puntos de muestreo	37
2.2.1.4. Técnica de muestreo	38
2.2.2. Fase de Campo	39
2.2.2.1. Relevamiento de información	40
2.2.2.2. Reconocimiento del área de muestreo.....	40
2.2.2.3. Muestreo de campo.....	42
2.2.2.4. Análisis de laboratorio de las muestras de campo	44
2.2.3. Fase de Post Campo.....	44
CAPÍTULO III	
RESULTADOS	
3. RESULTADOS	45
3.1. Elaboración del Diagnóstico	45
3.1.1. Ubicación del botadero.....	45
3.1.2. Propiedad y operación del botadero	45
3.1.3. Vías de acceso.....	45
3.1.4. Infraestructura existente.....	47
3.1.5. Letrero	48
3.1.6. Cerramiento Perimetral	49

3.1.7. Canales de drenaje.....	51
3.1.8. Compactación de los residuos sólidos en el botadero	52
3.1.9. Manejo de lixiviado.....	52
3.1.20. Estimación de los Residuos Sólidos acumulados en el botadero	54
3.1.21. Residuos Sólidos Generados	54
3.1.22. Modalidad de recolección disposición final de los Residuos Solidos	55
3.1.23. Personal encargado de la administración y manejo	56
3.1.24. Análisis de las entrevistas vinculadas al tema de estudio.....	57
3.2. Determinación de la contaminación del agua del entorno del Botadero Municipal de Entre Ríos (Quebrada Buena Vista afluente al Rio Salinas), mediante análisis de laboratorio (DBO₅, DQO, N, P, Pb, Cd, pH, NH₃) y la comparación de los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.....	66
3.3. Propuesta De Estrategia De Manejo Adecuado De Lixiviados, En Función De Los Resultados Obtenidos Anteriormente.....	82

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.1.1. Conclusiones	98
5.1.2. Recomendaciones.....	99
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	97
ANEXOS	99

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO N° 1	10
COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE LOS LIXIVIADOS DE RELLENOS SANITARIOS	10
CUADRO N° 2	29
CLIMAS DEL MUNICIPIO DE ENTRE RÍOS	29
CUADRO N° 3	40
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	40
CUADRO N° 4	55
CANTIDAD GENERADA DE RESIDUO A SÓLIDOS EN ENTRE RÍOS	55
CUADRO N° 5	55
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CAMION COMPACTADOR DE RESIDUOS	55
CUADRO N° 6	57
CONOCIMIENTO DE LOS LIXIVIADOS	57
CUADRO N° 7	58
PROBLEMÁTICA CERCA AL BOTADERO	58
CUADRO N° 8	59
VISIBILIDAD DE LIXIVIADOS	59
CUADRO N°9	60
FRECUENCIA DEL MAL OLOR QUE PERCIBEN	60
CUADRO N°10	61
SUMINISTRO DE AGUA PARA SU CONSUMO	61
CUADRO N°11	62
TRATAMIENTO DE LOS LIXIVIADOS DEL BOTADERO	62
CUADRO N°12	63
ACTIVIDAD DE GANADERIA	63
CUADRO N°13	64
REFERENCIA DE LA CRIANZA DE GANADO	64
CUADRO N°14	65
ACTIVIDADES DE AGRICULTURA	65

CUADRO N°15	67
RELACIÓN DE CADMIO TOTAL DEL PUNTO 1 Y LOS LMP	67
CUADRO N°16	69
RELACIÓN DE LA DBO5 DEL PUNTO 1 Y LOS LMP	69
CUADRO N°17	71
RELACIÓN DE DQO DEL PUNTO 1 Y LOS LMP	71
CUADRO N°18	72
RELACIÓN DEL pH DEL PUNTO 1 Y LOS LMP	72
CUADRO N°19	74
RELACIÓN DEL PLOMO TOTAL DEL PUNTO 1 Y LOS LMP	74
CUADRO N°20	75
RELACIÓN DEL NITRÓGENO AMONICAL DEL PUNTO 1 Y LOS LMP	75
SM 4500-NH₃ –D-E	75
CUADRO N° 21	77
VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS DE AGUA	77
CUADRO N°22	79
CLASIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO DEL SEGUNDO PUNTO (P2) DE MUESTREO	79
CUADRO N°23	80
CLASIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO DEL TERCER PUNTO(P3) DE MUESTREO	80
CUADRO N°24	81
RELACION ENTRE EL PUNTO 2 Y PUNTO 3	81
CUADRO N° 25	86
MECANISMO DE REMOSIÓN DE CONTAMINANTES EN LOS HAFSS	86
CUADRO N° 26	89
SU CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA	89

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRAFICA N°1.....	58
CONOCIMIENTO DE LOS LIXIVIADOS.....	58
GRÁFICA N°2.....	59
PROBLEMÁTICA CERCA AL BOTADERO	59
GRÁFICA N°3.....	60
VISIBILIDAD DE LIXIVIADOS	60
GRÁFICA N°4.....	61
FRECUENCIA DEL MAL OLOR QUE PERCIBEN.....	61
GRÁFICA N°5.....	62
SUMINISTRO DE AGUA PARA SU CONSUMO.....	62
GRÁFICA N°6.....	63
TRATAMIENTO DE LOS LIXIVIADOS DEL BOTADERO	63
GRÁFICA N°7.....	64
ACTIVIDAD DE GANADERÍA	64
GRÁFICA N°8.....	65
REFERENCIA DE LA CRIANZA DE GANADO	65
GRÁFICA N° 9.....	66
ACTIVIDADES DE AGRICULTURA	66
GRÁFICA N° 10.....	68
RELACION DE CADMIO TOTAL DEL PUNTO 1 Y LOS LMP.....	68
GRÁFICA N° 11.....	69
RELACIÓN DE LA DBO₅ DEL PUNTO 1 Y LOS LMP	69
GRÁFICA N°12.....	71
RELACIÓN DE DQO DEL PUNTO 1 Y LOS LMP	71
GRÁFICA N°13.....	73
RELACIÓN DE pH DEL PUNTO 1 Y LOS LMP.....	73
GRÁFICA N°14.....	74
RELACIÓN DEL PLOMO TOTAL DEL PUNTO 1 Y LOS LMP.....	74
GRÁFICA N°15.....	76
RELACIÓN DEL NITRÓGENO AMONICAL DEL PUNTO 1 Y LOS LMP	76

ÍNDICE DE IMAGEN

IMAGEN N°1	42
TOMA DE MUESTRA N°1	42
IMAGEN N°2	43
TOMA DE MUESTRA 2	43
IMAGEN N°3	44
TOMA DE MUESTRA N° 3	44
IMAGEN Nª 4	46
VÍA DE ACCESO AL BOTADERO MUNICIPAL PARA LLEGAR A LA PARTE SUPERIOR	46
IMAGEN N° 5	47
VIA DE ACCESO AL BOTADERO PARA LLEGAR A LA PARTE INFERIOR	47
IMAGEN N°6	48
PISCINAS DE RECOLECCIÓN DE LIXIVIADOS EN DESUSO	48
IMAGEN N°7	49
PARTE SUPERIOR DEL BOTADERO CON VISTA A LA CONSTRUCCIÓN DEL MATADERO MUNICIPAL	49
IMAGEN N° 8	50
ANIMALES DE CRIANZA ALIMENTÁNDOSE CON RESIDUOS..... SÓLIDOS.....	50
IMAGEN N° 9	51
VISTA DE LA PARTE INFERIOR DEL BOTADERO	51
IMAGEN N°10	52
CANALES DE DRENAJES.....	52

IMAGEN N° 11	53
EL ESTADO DEL BOTADERO EN TIEMPO DE ESTIAJE NO PRESENTA LIXIVIADOS	53
IMAGEN N°12	54
PRESENCIA DE LIXIVIADOS EN ÉPOCA DE LLUVIA	54
IMAGEN N° 13	83
SISTEMA DE FLUJO SUBSUPERFICIAL	83
IMAGEN N° 14	91
LUGAR SELECCIONADO PARA EL HUMEDAL	91
IMAGEN N°15	92
CUBRIMIENTO CON GEOMENBRANA	92
IMAGEN N° 16	93
COLOCACION DE PIEDRA MANZANA.....	93
IMAGEN N° 17	94
COLOCACION DE PIEDRA (3/8").....	94
IMAGEN N° 18	95
COLOCACION DE ARENA FINA.....	95
IMAGEN N°19	95
COLOCACION DE MATERIA ORGÁNICA	95
IMAGEN N°20	96
ILUSTRACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO NATURAL FINALIZADA	96

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 1.....	27
UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	27
MAPA N° 2.....	41
UBICACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	41

ÍNDICE DE DIAGRAMA

DIAGRAMA N°1: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	13
DIAGRAMA N° 2: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL BOTADERO MUNICIPAL DE ENTRE RÍOS	14
DIAGRAMA N° 3: PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE ENTRE RÍOS	15