 Universidad Francisco de Paula Santander <small>Vigilada y Registrada</small>	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

### AUTOR:

NOMBRE(S): YRANY MAYERLING APELLIDOS: RUBIO GOMEZ

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA AMBIENTAL

### DIRECTOR:

NOMBRE (S): DORANCE APELLIDOS: BECERRA MORENO

**TÍTULO DE LA TESIS:** TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE RELLENO SANITARIO MEDIANTE UN PROCESO AVANZADO DE OXIDACIÓN USANDO OZONO CATALIZADO CON MAGNETITA.

### RESUMEN:

Los lixiviados de rellenos sanitarios por sus características tienen potencial de ocasionar graves daños al medio ambiente y a la salud de las personas. Es por eso que dentro de la operación de un relleno sanitario se hace necesario aplicar procesos de tratamiento de lixiviados para controlar sus efectos adversos. En este sentido, el presente trabajo consistió en desarrollar un tratamiento para lixiviados de relleno sanitario mediante el desarrollo de un POA que consistió en la aplicación de Ozono ( $O_3$ ) catalizado con magnetita ( $Fe_3O_4$ ), a escala laboratorio. Como resultados se obtuvo la caracterización del lixiviado objeto de estudio de pH de 8,4 y DQO de 6388  $mgO_2/L$ ,  $UV_{254}$  de 49,7  $cm^{-1}$ ,  $NO_3-N$  de 3930  $mg/L$ , identificado como un lixiviado de edad intermedia. Del análisis de las condiciones óptimas de tratamiento se obtuvo que la mejor remoción de DQO se presenta a los 120 minutos de reacción, a pH de 9, 4  $gO_3/L$  de dosis y 5 g de aplicación de  $Fe_3O_4$ . En cuanto a la recuperación del catalizador, la magnetita resultó ser un compuesto altamente recuperable y aprovechable en nuevos tratamientos (84,6 % de recuperación). Por lo tanto, este proceso demostró ser un tratamiento eficaz para remover los contaminantes de los lixiviados de edad intermedia y de mejorar la apariencia del líquido.

### PALABRAS CLAVE:

Catalizador, Lixiviados, Magnetita, Ozono, Relleno sanitario, Tratamiento.

### CARACTERÍSTICAS:

PAGINAS: 161 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 27 CD-ROOM: 1

TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE RELLENO SANITARIO MEDIANTE UN PROCESO  
AVANZADO DE OXIDACIÓN USANDO OZONO CATALIZADO CON MAGNETITA

YRANY MAYERLING RUBIO GOMEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE RELLENO SANITARIO MEDIANTE UN PROCESO  
AVANZADO DE OXIDACIÓN USANDO OZONO CATALIZADO CON MAGNETITA

Proyecto de grado modalidad investigación presentado como requisito para optar por el título de  
Ingeniero Ambiental

YRANY MAYERLING RUBIO GOMEZ

Director  
DORANCE BECERRA MORENO, PhD(c).  
Magister en Ingeniería

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

**ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO**

FECHA: 12 de Agosto de 2021

HORA: 8:00 A. M.

LUGAR: Sala virtual Google Meet (meet.google.com/mcg-ckdv-jbx)

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA AMBIENTAL

TITULO: "TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE RELLENO SANITARIO MEDIANTE UN PROCESO AVANZADO DE OXIDACIÓN USANDO OZONO CATALIZADO CON MAGNETITA"

MODALIDAD: INVESTIGACIÓN

JURADOS: MARTHA TRINIDAD ARIAS PEÑARANDA

CARLOS HUMBERTO OVIEDO SANABRIA

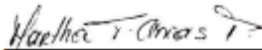
WILHELM HERNANDO CAMARGO JAÚREQUI


DIRECTOR: DORANCE BECERRA MORENO


NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN
<u>YRANY MAYERLING RUBIO GOMEZ</u>	<u>1650859</u>	<u>4.9</u>

OBSERVACIONES: MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
Martha Trinidad Arias Peñaranda

  
Carlos Humberto Oviedo Sanabria

  
Wilhelm Hernando Camargo Jaúrequi

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular

  
JUDITH YAMILE ORTEGA CONTRERAS

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser mi guía, darme su bendición en todo momento y en todo lugar.

A mi madre Zaida Gomez, mi hermana Michel Rubio, y todos mis familiares, por ser mi apoyo y compañía en la construcción de mis metas.

Al docente Dorance Becerra Moreno, quien con su dedicación y experiencia me orientó en la realización de este trabajo. Agradezco mucho su virtud de aconsejarme para el bien de mi crecimiento profesional.

A la Universidad Francisco de Paula Santander y los profesionales que conforman el Programa de Ingeniería Ambiental por formar a los estudiantes encaminándolos hacia la alta calidad.

## CONTENIDO

Introducción	14
1. Descripción del problema	16
1.1. Planteamiento del Problema	16
1.2. Formulación del Problema	20
1.3. Hipótesis	20
1.3.1. Hipótesis Nula	20
1.3.2. Hipótesis Alternativa	20
1.4. Justificación	20
1.5. Objetivo	22
1.5.1. Objetivo General	22
1.5.2. Objetivos Específicos	22
1.6. Alcances y Limitación	22
1.6.1. Alcances	22
1.6.2. Limitación	22
1.7. Delimitación Espacio-Temporal	23
1.7.1. Delimitación Espacial	23
1.7.2. Delimitación Temporal	23
2. Marco referencial	24
2.1. Antecedentes	24
2.2. Marco Conceptual	30
2.2.1. Biodegradabilidad	30
2.2.2. Catalizador	30
2.2.3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)	31

2.2.4. Diseño de Experimentos	31
2.2.5. Lixiviados de Relleno Sanitario	31
2.2.6. Lodos	32
2.2.7. Magnetita	32
2.2.8. Ozonización	32
2.2.9. Ozonización Catalítica	32
2.2.10. Potencial de Hidrogeno (pH)	33
2.2.11. Proceso Avanzada de Oxidación (PAOs)	33
2.2.12. Relleno Sanitario	34
2.2.13. Tratamiento de Lixiviados de Relleno Sanitario	34
2.3. Marco Teórico	35
2.3.1. Generación de Lixiviados en Rellenos Sanitarios	35
2.3.2. Características de los Lixiviados	36
2.3.3. Procesos Avanzados de Oxidación como Tratamiento de Lixiviados de Rellenos Sanitarios	38
2.3.4. Procesos Basados en Ozono como Tratamiento de Lixiviados de Rellenos Sanitarios	39
2.3.5. Tratamiento con Ozono para los Lixiviados de Rellenos Sanitarios	40
2.3.6. Ozonización Catalítica Aplicado a Lixiviados de Rellenos Sanitarios	42
2.3.7. Magnetita como Catalizador	43
2.3.8. Reactor para el Tratamiento con Ozono	44
2.3.9. Condiciones Óptimas de Tratamiento con Ozono	44
2.3.10. Otros Procesos Basados en Ozono como Tratamiento de Lixiviados de Relleno Sanitario	49
2.4. Marco Contextual	52
2.5. Marco Legal	53

3. Metodología	55
3.1. Tipo de Investigación	55
3.2. Esquema Metodológico	55
3.3. Muestra	56
3.4. Variables	56
3.5. Caracterización del lixiviado de relleno sanitario	57
3.5.1. Demanda Química de Oxígeno (DQO)	58
3.5.2. Absorbancias $UV_{254\text{ nm}}$ ( $UV_{254}$ )	59
3.5.3. Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Sólidos Suspendedos Volátiles (SSV)	60
3.5.4. Nitratos	61
3.5.5. Parámetros del pH, temperatura y conductividad	62
3.6. Determinación de las condiciones óptimas de operación	62
3.6.1. Montaje experimental del tratamiento con ozono catalizado con magnetita	62
3.6.2. Condiciones de flujo del ozono	63
3.6.3. Condiciones del catalizador	67
3.6.4. Condiciones de pH	67
3.6.5. Condiciones del tiempo de reacción	68
3.6.6. Diseño de experimentos y análisis de las condiciones óptimas de tratamiento	68
3.7. Evaluación del potencial de recuperación de la magnetita y su uso en la reutilización	70
3.7.1. Extracción de la magnetita del lixiviado tratado	70
3.7.2. Revisión de las propiedades de la magnetita para la reutilización	71
4. Resultados y discusión	73
4.1. Caracterización del lixiviado del Relleno Sanitario Parque Tecnológico Ambiental El Guayabal	73
4.1.1. Determinación de la Demanda Química de Oxígeno	73



4.1.2. Determinación de compuestos absorbentes de UV <sub>254</sub>	75
4.1.3. Determinación de sólidos SST y SSV	77
4.1.4. Determinación de Nitratos	78
4.1.5. Características de pH, temperatura y conductividad	78
4.2. Determinación de las condiciones óptimas experimentales del tratamiento de ozono catalizado con magnetita	79
4.2.1. Evaluación de las condiciones óptimas del tratamiento de lixiviados catalizado con magnetita	82
4.2.2. Efecto del ozono en el tratamiento	89
4.2.3. Efecto del catalizador en el tratamiento	91
4.2.4. Efecto del pH en el tratamiento	91
4.2.5. Caracterización del lixiviado tratado en condiciones óptimas	93
4.3. Evaluación del potencial de recuperación del catalizador en el efluente y revisión de su capacidad para la reutilización en nuevos tratamientos con ozono.	98
4.3.1. Extracción de la magnetita del lixiviado tratado	99
4.3.2. Revisión de las propiedades de la magnetita para la reutilización	101
4.4. Consideraciones finales	103
4.5. Productos de la investigación	104
5. Conclusiones	106
6. Bibliografía	108
7. Anexos	125