

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO



TecNM
Tecnológico Nacional de México



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN COMUNIDADES
RURALES”**

TESIS

Como parte de los requisitos para obtener el grado de

MAESTRO (A) EN SISTEMAS AMBIENTALES

Presenta

Ing. Anhuar Javier Ortega Díaz.

“MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN COMUNIDADES RURALES”

Por

Ing. Anhuar Javier Ortega Díaz

COMITÉ TUTORIAL

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Roberto Valencia Vázquez

ASESORES

Dr. Felipe Samuel Hernández Rodarte

Dr. Luis Armando de la Peña Arellano

Victoria de Durango, Dgo., a 28 / Noviembre / 2018.

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
DEPI / C / 972 / 18.

ASUNTO: Autorización de Impresión de Tesis de Maestría.

ING. ANHUAR JAVIER ORTEGA DÍAZ
No. DE CONTROL G09041081
P R E S E N T E .

De acuerdo al reglamento en vigor y tomando en cuenta el dictamen emitido por el jurado que le fue asignado para la revisión de su trabajo de tesis para obtener el **Grado de Maestro en Sistemas Ambientales**, esta División de Estudios de Posgrado e Investigación le autoriza la impresión del mismo, cuyo título es:

"MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN COMUNIDADES RURALES"

Sin otro particular de momento, quedo de Usted.

A T E N T A M E N T E .

"La Técnica al Servicio de la Patria"


M.C. RAFAEL LUCHÓ CHIGO
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN
SISTEMAS AMBIENTALES


SEP INSTITUTO TECNOLÓGICO
de Durango
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

RLC'ammc.



Felipe Pescador 1830 Ote. C.P. 34080, Col. Esperanza
Durango, Dgo., México Tel (618) 829-0900
www.itdurango.edu.mx



RSGC 957

Victoria de Durango, Dgo., a 28 / Noviembre / 2018.

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
DEPI / C / 971 / 18.

ASUNTO: Autorización de Tema de Tesis de Maestría.

ING. ANHUAR JAVIER ORTEGA DÍAZ
No. DE CONTROL G09041081
P R E S E N T E .

Con base en el Reglamento en vigor y teniendo en cuenta el dictamen emitido por el Jurado que le fue asignado, se le autoriza a desarrollar el tema de tesis para obtener el **Grado de Maestro en Sistemas Ambientales** cuyo título es:

"MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN COMUNIDADES RURALES"

CONTENIDO:

CAPÍTULO I	RESUMEN
CAPÍTULO II	INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO III	MARCO TEÓRICO
CAPÍTULO III	MATERIALES Y MÉTODOS
CAPÍTULO IV	RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN
CAPÍTULO V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	BIBLIOGRAFÍA
	ANEXOS

Sin otro asunto en particular, quedo de Usted.

ATENTAMENTE .

"La Técnica al Servicio de la Patria"

M.C. RAFAEL LUCHO CHIGO
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN
SISTEMAS AMBIENTALES


SEP INSTITUTO TECNOLÓGICO
de Durango
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

RLC'ammc.



Felipe Pescador 1830 Ote. C.P. 34080, Col. Esperanza
Durango, Dgo., México Tel (618) 829-0900
www.itdurango.edu.mx



Fecha de Emisión: 2018.12.21
Fecha de Validación: 2018.12.21

RSGC 957

Índice general

Capítulo I. Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	5
1.3 Objetivo general.....	6
1.4 Objetivos particulares	6
Capítulo II. Marco teórico	8
2.1 Residuos Sólidos (RS)	8
2.2 Clasificación de los residuos sólidos	8
2.2.1 Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	9
2.2.3 Otras clasificaciones de los residuos	11
2.3 Generación de RSU a nivel mundial	12
2.4 Generación de RSU en México.....	12
2.5 Consecuencias ambientales y en la salud de la disposición inadecuada de los residuos sólidos urbanos	15
2.6 Factores de riesgo por disposición inadecuada de RSU	15
2.6.1 Generación de biogases.....	15
2.6.2 Liberación de sustancias agotadoras de ozono (SAO).....	16
2.6.3 Contaminación de los suelos y de los cuerpos de agua	16
2.6.4 Proliferación de fauna nociva y transmisión de enfermedades.....	17
2.7 Plan de manejo de RSU	17
2.8 Sistemas de Manejo Integral de RSU.....	19
2.9 Etapas de un manejo integral de RSU.....	20
2.9.1 Generación.....	21
2.9.2 Recolección.....	21
2.9.3 Tratamientos	22
2.9.4 Relleno sanitario y disposición final	24
2.10 Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en comunidades rurales	24
2.11 Compostaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos	25
2.11.1 Fases del compostaje.....	26
2.12 Marco Jurídico en materia de Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos ..	28

2.12.1 Marco Legal Federal.....	28
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).	28
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). ...	28
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).	28
NOM-083-SEMARNAT-2003.....	29
NMX-AA-015-1985.....	29
NMX-AA-019-1985.....	29
NOM-161-SEMARNAT-2011.....	29
2.12.2 Marco Legal Estatal en materia de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos	30
Constitución Política del Estado de Durango (CPED).	30
Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Durango (LGPGIRED)	30
2.12.3 Marco Legal Municipal en materia de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos	30
Plan Municipal de Desarrollo Canatlán (2016-2019).....	31
Capítulo III. Materiales y métodos	32
Caracterización ambiental, social y organizacional de la comunidad.....	32
Caracterización de la composición de los residuos sólidos urbanos de la comunidad.....	33
Tratamiento biológico (compostaje) de los residuos orgánicos (RO).	34
Estudio de prospección financiera de la venta de los materiales reciclables.....	35
Elaboración del plan de manejo de RSU	35
Capítulo IV. Resultados.....	36
4.1 Caracterización social, económica y ambiental de la comunidad.....	36
4.2 Determinación del tamaño de muestra para la encuesta de campo	37
4.3 Resultados del cuestionario	38
4.4 Caracterización de los residuos sólidos urbanos de la comunidad de Ricardo Flores Magón	39
4.4.1 ¿Cómo se realizaron cada una de las caracterizaciones?.....	40
4.4.3 Comparación de las caracterizaciones	46

4.4.2 Variación de las 3 caracterizaciones.....	46
4.5 Tratamiento aeróbico de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos separados en el origen	50
4.5.1 Construcción e instalación de las unidades de compostaje.....	51
4.5.2 Preparación y monitoreo de unidades de compostaje	53
4.5.3 Comparación de parámetros fisicoquímicos con las normas para mejoradores de suelo.	57
4.6 Prospección financiera de la fracción reciclable de los residuos sólidos urbanos	59
4.6.1 Escenarios de acuerdo al porcentaje de eficiencia en la separación de residuos.....	60
4.6.2 Escenario 1 eficiencia de recuperación al 50%	61
4.6.3 Escenario 2 eficiencia de recuperación al 70%	62
4.6.4 Escenario 3. Eficiencia de recuperación al 85%.....	63
4.7 Plan de manejo de los RSU	64
4.7.1 Primera etapa del PM (Diagnóstico)	65
4.7.2 Segunda etapa del PM (Planeación)	66
4.7.3 Tercera etapa del PM (Ejecución).....	68
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.....	69
5.1 Conclusiones	69
5.2 Recomendaciones.....	70
Bibliografía.....	72
Anexos	79
Anexo 1. Cuestionario	79
Anexo 2. Tablas de datos de recolección de basura para caracterizaciones	82
Anexo 3. Comportamiento de temperatura en los composteros.....	85
Anexo 4. Tablas cálculo de prospección financiera con proyección a 3 años ...	87

Resumen

El manejo y disposición de residuos sólidos urbanos (RSU) constituye un problema grave para las comunidades rurales, donde la inexistente infraestructura de manejo e inadecuada disposición final de dichos residuos provoca la contaminación del ambiente y presenta riesgos a la salud humana. El presente trabajo analizó la situación ambiental y organizacional de la comunidad rural de “Ricardo Flores Magón” ubicada en el municipio de Canatlán, Durango. Para ello primero se aplicó una encuesta para obtener datos que se desconocían de la comunidad; luego fue necesario hacer una caracterización de los residuos generados por la comunidad. De acuerdo a los resultados obtenidos los pobladores de la comunidad de estudio desean contar con un sistema de recolección de RSU y están dispuestos a pagar hasta \$20.00 pesos por semana por el servicio. Derivado del análisis de las caracterizaciones, se encontró que la generación per cápita es de 0.625kg/día, aparte indicaron que se generan un gran porcentaje de Residuos Orgánicos(RO). En el caso del PET y cartón fueron los dos materiales, con valor comercial, que más se encontraron en los estudios de caracterización. Por tales motivos se estableció un plan de manejo para sus residuos , lo que contribuyó a promover la elaboración de composta a escala traspatio para disponer de sus RO, así como la aplicación de acciones de distinta índole para fomentar la separación y recuperación de residuos reciclables como: cartón, aluminio, metales y botellas de polietileno (PET), con el fin de obtener una retribución económica con la venta de los mismos, para ello se realizó un estudio de prospección financiera donde se analizaron y compararon 3 escenarios diferentes, cada uno de ellos con un porcentaje distinto de eficiencia en la recuperación de los residuos (50%, 70% y 85%), donde es posible recuperar al mes \$8,059.19 contemplando gastos aproximadamente. El objetivo es potencializar a la comunidad como un destino ecoturístico de la región debido a los diversos parajes naturales con los que cuenta (volcanes extintos, monolitos, y fauna silvestre), tratando de implementar una cultura de responsabilidad ambiental y social hacia el manejo de los residuos generados por los pobladores.

Abstract

The management and disposal of Urban Solid Waste (USW) is a serious problem for rural communities, where the nonexistent management infrastructure and inadequate final disposal of such waste causes environmental contamination and are a risk to human health. This work analyzed the environmental and organizational situation of the rural community of "Ricardo Flores Magón" located in the municipality of Canatlán, Durango. For this purpose, a survey was first applied to obtain unknown information from the community; then it was necessary to make a characterization of the waste generated by the community. According to the results obtained, the inhabitants wish to have a waste collection system and they are willing to pay up to \$20.00 pesos per week. Derived from the analysis of the characterizations, the per capita generation was 0.625kg/day, and a high percentage of Organic Waste(OW) generated. In the case of and polyethylene bottles (PET), and cardboard were the two materials, with commercial value, which were most found in the characterization studies. For these reasons, a management plan for their waste was established, which contributed to promote the compost production at the backyard scale to dispose of their OW, as well as the application of actions of various kinds to promote the separation and recovery of recyclable waste as: cardboard, aluminum, metals and PET, in order to obtain an economic remuneration with the sale of them, for this a financial prospecting study was carried out where 3 different scenarios were analyzed and compared, each one with different percentage of efficiency in the recovery of the waste (50%, 70% and 85%), where it is possible to recover \$8,059.19 per month, contemplating expenses, approximately The objective is to empower the community as an ecotourism destination of the region due to the different natural landscapes it has (extinct volcanoes, monoliths, and wildlife), trying to implement a culture of environmental and social responsibility towards the management of waste generated by the residents.

LICENCIA DE USO OTORGADA POR ANHUAR JAVIER ORTEGA DÍAZ, de nacionalidad mexicana, mayor de edad, con domicilio ubicado en Calle Salvador Nava #406, Zona centro, Durango, Dgo., en mi calidad de titular de los derechos patrimoniales y morales y autor de la tesis denominada **"MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS EN COMUNIDADES RURALES"** " en adelante **"LA OBRA"** quien para todos los fines del presente documento se denominará **"EL AUTOR Y/O EL TITULAR"**, a favor del Instituto Tecnológico de Durango del Tecnológico Nacional de México, y con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor , se establecen las cláusulas siguientes:

PRIMERA –OBJETO: **"EL AUTOR Y/O TITULAR"**, mediante el presente documento otorga al Instituto Tecnológico de Durango del Tecnológico Nacional de México, licencia de uso gratuita e indefinida respecto de **"LA OBRA"**, para almacenar, preservar, publicar, reproducir y/o divulgar la misma, con fines académicos, por cualquier medio en forma física y a través del repositorio institucional y del repositorio nacional, éste último consultable en la página: (<https://www.repositorionacionalcti.mx/>).

SEGUNDA - TERRITORIO: La presente licencia se otorga, de manera no exclusiva, sin limitación geográfica o territorial alguna, de manera gratuita e indefinida.

TERCERA -ALCANCE: La presente licencia contempla la autorización para formato uso de **"LA OBRA"** en cualquier formato o soporte material y se extiende a la utilización, de manera enunciativa más no limitativa a los siguientes medios: óptico, magnético, electrónico, virtual (red), mensaje de datos o similar conocido por conocerse.

CUARTA – EXCLUSIVIDAD: La presente licencia de uso aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico de Durango; por lo tanto, **"EL AUTOR Y/O TITULAR"** conserva los derechos patrimoniales y morales de **"LA OBRA"**, objeto del presente documento.

QUINTA – CRÉDITOS: El Instituto Tecnológico de Durango y/o el Tecnológico Nacional de México reconoce que el **"AUTOR Y/O TITULAR"** es el único, primigenio y perpetuo titular de los derechos morales sobre **"LA OBRA"**; por lo tanto, siempre deberá otorgarle los créditos correspondientes por la autoría de la misma.

SEXTA – AUTORÍA: **"EL AUTOR Y/O TITULAR"** manifiesta ser el único titular de los derechos de autor que derivan de **"LA OBRA"** y declara que el material objeto del presente fue realizado por él, sin violentar o usurpar derechos de propiedad intelectual de terceros; por lo tanto, en caso de controversia sobre los mismos, se obliga a ser el único responsable.

Dado en la Ciudad de Durango, Dgo., a los seis días del mes de diciembre de 2018.

"EL AUTOR Y/O TITULAR"



ANHUAR JAVIER ORTEGA DÍAZ