



UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel

**Plan de Manejo para los Residuos Peligrosos
generados en los Laboratorios de la
Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel**

T E S I S

Que para obtener el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

Presenta

Juan Manuel Reyes Ramos

Director

M.C. Cervando Sánchez Muñoz

Puerto Ángel, Oaxaca, Diciembre de 2018

DEDICATORIA

A mi madre Paula Ramos Santiago, por brindarme tu apoyo incondicional, a mis abuelos Maximina Santiago y Andrés Ramos, que con sus ejemplos y palabras de sabiduría me forjaron para alcanzar esta meta, a mis hermanos Elizabeth y Alejandro Reyes Ramos, por su apoyo en los buenos y malos momentos, a Les (1), Ximena (2), Jazmín (3) y Emma (4) por las alegrías que nos brindan.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Mar, por brindarme el uso de las instalaciones (laboratorios, aulas, biblioteca, canchas, alberca) para desarrollarme como profesionista.

Agradezco al M.C. Cervando Sánchez Muñoz (Cerva), por sus consejos, por brindarme la oportunidad de trabajar contigo y lo más importante, transmitirme parte de tu conocimiento, de corazón gracias.

A los revisores de tesis: M.C. María del Rocío Gutiérrez Ortiz, M.C. Luis Antonio López García, M.A.I.A. Eduardo Juventino Ramírez Chávez, M.C. Edgar Valencia Rojas, por sus comentarios y observaciones que, sin suda, contribuyeron a mejorar sustancialmente el documento.

Al Ing. Martín Zúñiga responsable de los Laboratorios de Ingeniería ambiental, asimismo a los compañeros de laboratorio: Q.F.B. Coral E. Mirón Enríquez, Ing. Ernestina Cuevas, Karla Guzmán y Jorge Manuel Fernández pasantes de I.A, Noé Israel Juárez Bautista por su valiosa colaboración durante su servicio social y no menos importante a Alejandro Martínez. Gracias por compartir buenos momentos.

A cada uno de los Profesores que durante mi estancia como estudiante en la Carrera de Ingeniería Ambiental, compartieron conocimientos, transmitieron entusiasmo y sobre todo mostraron el placer de enseñar.

Agradezco a los técnicos asistentes de cada uno de los Laboratorios (Pedro y Óscar (Bentos), Víctor Hugo (IBP), Ernes y Coral (LIA), Erick Martínez (OQB), Dra. Ivonne Santiago (Larvatrón), Mago (Histología), Mariela (SIM), Eunice (OBIO), Dr. Francisco Benítez (ECODES) y a los responsables de los Laboratorios, que con su valiosa colaboración se alcanzó esta meta.

Asimismo, agradezco a todas las personas que compartieron este sendero hacia el éxito la comunidad Triqui: (Gando, Martín, Carlos, Celes, Erick, Jorge Luis, Enneyda, Mafer y Marisol). La fraternidad (Jared, Lalo Chan, Dalia). A Liz, Vicente, Jared, Mayra, Ángel, Anyeli). Con todos aquellos que en su momento marcaron el camino de éxito.

A Shunashi Vichido Medina, gracias amor, por escucharme y brindarme tu confianza, Te amo.

Contenido

Resumen.....	1
1. Introducción	2
2. Marco Teórico	3
2.1 Legislación Ambiental sobre el manejo de los Residuos Peligrosos en México.....	4
2.1.1 Leyes en materia de Residuos Peligrosos.....	4
2.1.2 Normas en Materia de Residuos Peligrosos (NOM'S).....	7
2.2 Situación actual de los Residuos Peligrosos	8
2.3 Manejo de Residuos Peligrosos.....	10
2.3.1 Identificación de Residuos Peligrosos	11
2.3.2 Segregación	13
2.3.3 Clasificación de los Residuos Peligrosos.....	14
2.3.4 Tratamiento de Residuos Peligrosos.....	15
2.3.5 Almacenamiento temporal de RP	21
2.3.6 Recolección y transporte de RP	23
2.3.7 Disposición final de RP.	23
2.4 Infraestructura para el manejo de RP en México.	24
3. Antecedentes	25
4. Justificación	29
5. Objetivos	30
5.1 Objetivo General	30
5.2 Objetivos Específicos.....	30
6. Metodología	30
6.1 Diagnóstico de los Residuos Peligrosos.....	31
6.2 Manejo de los RP Generados en los Laboratorios de la UMAR, Campus Puerto Ángel.....	32
7. Resultados y discusión	33
7.1 Diagnóstico de Residuos Peligrosos	33
7.2 Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.....	45
7.2.1 Identificación de Residuos Peligrosos Generados en la UMAR, Campus Puerto Ángel.....	45

7.2.2 Etiquetado y Almacenamiento en la Fuente (Incompatibilidad)	47
7.2.3 Tratamiento de los residuos peligrosos	49
7.2.4 Minimización de RP	52
7.2.5 Ruta de Recolección de RP desde el área de generación al Almacén Temporal del Campus Puerto Ángel.	55
7.2.6 Almacenamiento temporal de RP	57
7.2.7 Disposición final de RP	58
7.2.8 Integración de las etapas del Plan de Manejo de los Residuos Peligrosos generados en el Campus Puerto Ángel.....	61
8. Conclusiones.....	64
9. Recomendaciones	65
10. Bibliografía	66
11. Anexos	70

Índice de Tabla

Tabla 1. Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) en materia de RP.	8
Tabla 2. Tecnologías aplicables para el Manejo de RP.....	16
Tabla 3. Laboratorios generadores de RP.	35
Tabla 4. Clasificación para los RP generados en los laboratorios de Docencia e Investigación de la UMAR, Campus Puerto Ángel.....	36
Tabla 5. Generación anual promedio de RP por Categoría.....	43
Tabla 6. Identificación de residuos peligrosos del laboratorio de Oceanografía Biológica (Tabla modificada del Formato 07-017- SEMARNAT, 2016).....	46
Tabla 7. Etiquetado de recipiente para almacenar RP	48
Tabla 8. Contenedores para almacenar RP	48
Tabla 9. Tratamiento realizado a algunos RP generados en el Campus Puerto Ángel, según encuesta aplicada a los responsables de los laboratorios.....	49
Tabla 10. Alternativas para la minimización de los RP	54

Tabla 11. Empresas autorizadas en los rubros 1 al 8 para la disposición final de residuos peligrosos (SEMARNAT, 2018).....	60
--	----

Índice de Figuras

Figura 1. Estimación de generación de residuos peligrosos año (2004-2015).....	9
Figura 2. Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos peligrosos.	14
Figura 3. Capacidad instalada de la infraestructura autorizada para el manejo de los RP.....	25
Figura 4. Metodología seguida para el desarrollo del Plan de Manejo de RP.	31
Figura 5. Generación de RP en los laboratorios de docencia de la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel.	38
Figura 6. Laboratorios de la UMAR, que generan mayor cantidad de RP por categoría, desde 1992 a 2016.	39
Figura 7. Residuos Peligrosos ubicados en el almacén temporal de la UMAR, Campus Puerto Ángel, desde 2013 a 2016.....	41
Figura 8. Generación de RP por categoría en los laboratorios de la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel, desde 1992 hasta noviembre de 2016.....	42
Figura 9. Generación promedio anual de RP por categorías.	44
Figura 10. Ruta de recolección interna de los RP generados en la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel.....	56
Figura 11. Diagrama general que integra las etapas para realizar el manejo de los RP generados en la UMAR, Campus Puerto Ángel.....	63

Resumen

En el presente trabajo se desarrolló un plan de manejo para los residuos peligrosos (RP) generados en las actividades de docencia e investigación, de la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Las etapas que integran el plan de manejo son: identificación de los RP, segregación de RP, etiquetado y almacenamiento, tratamiento, recolección interna, minimización en fuente de generación, almacenamiento temporal y disposición final. Las tres primeras etapas fueron fundamentales para actualizar el diagnóstico de la generación de RP en los laboratorios, los RP que se generan en mayor cantidad son formol, alcoholes y metales tóxicos.

Se construyó un esquema general que integra las etapas del plan de manejo, el cual se puede utilizar como una guía para realizar el correcto manejo de los RP por parte de los generadores (investigadores, técnicos de laboratorio, prestadores de servicio social, tesistas, etc.).