

UNIVERSIDAD DEL MAR
Campus Puerto Ángel



“Propuesta del Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos del municipio de Santa María Huatulco”.

TESIS

Que para obtener el título profesional de:
INGENIERO AMBIENTAL

Presenta

Daniela López Toral

Director

M.C. Luis Antonio López García

Puerto Ángel, Pochutla, Oaxaca, Diciembre del 2019



Dedicatoria.

Con todo mi amor y cariño a:

Mis padres



Agradecimientos.

A la Universidad del Mar y a todos los que integran la carrera de Ingeniería Ambiental, por el apoyo brindado durante mi formación profesional.

A Coordinación de Promoción del Desarrollo de la Universidad del Mar por permitirme formar parte del proyecto “Diseño del Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos Santa María Huatulco, Oaxaca”

Al M. en C. Antonio López García por su confianza, tiempo dedicado, enseñanzas, amistad y apoyo a lo largo de la elaboración de la tesis, así como sus consejos durante esta etapa de la vida.

A mis revisores: M. en C. Ma. Rocío Gutiérrez Ortiz, M. en C. Cervando Sánchez Muñoz, M.A.I.A. Eduardo J. Ramírez Chávez y M. en C. Edgar Valencia por sus valiosos comentarios y tiempo dispuesto.

A los pasantes de Ingeniería Ambiental Jonathan Matus Silva y Tania Leyva Fernández por el apoyo en el trabajo de campo y la obtención de datos durante la realización de esta tesis, así mismo por la confianza y amistad.

Al H. Ayuntamiento de Santa María Huatulco por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

A mis padres Margarita y Sipriano por su amor incondicional, por todo su apoyo, por alentarme siempre a superarme, por enseñarme que la vida se gana a través de esfuerzo y de dedicación, por ser mis más grandes motivaciones de salir adelante, no me alcanzara la vida para agradecerles “los amo”.

A mi hermana Beti por todo su amor, por todos los buenos y malos momento juntas, por ser parte de mi motivación para superarme.

A Ismael “amore” por ser parte de esta travesía, por tanto amor, paciencia, respeto y motivarme cuando más lo necesito.



A Lili y Sra. Ester por la confianza, apoyo y por considerarme parte de su familia.

A mi buen amigo Julio por los buenos momentos compartidos, por los buenos días de playa y por tantas aventuras.

A mis grandes amigos Noé, Quero y Perla por las grandes aventuras, las buenas platicas y por las experiencia juntos durante nuestra formación profesional.

A mis amigas Ale, Eli y Dianita por esa gran amistad que se formó casi al final de esta travesía pero sin embargo formamos un gran vinculo que no imaginábamos.

A mis amigos y compañeros del lab de ambiental por todas esas buenas charlas y consejos en la etapa final de este trabajo, gracias totales.



Índice

Índice de tablas	VII
Índice de figuras.....	IX
Resumen	X
Introducción.....	1
Capítulo I. Marco teórico	3
1.1 Legislación en materia de RSU.....	3
1.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	4
1.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	4
1.1.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)	6
1.1.4 Normas Oficiales Mexicanas	9
1.1.5 Constitución Política del Estado libre y soberano de Oaxaca.....	10
1.1.6 Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos del estado de Oaxaca.....	11
1.1.7 Bando y reglamentos municipales	12
1.1.8 Normas Mexicanas (NMX)	12
1.2 Problemática de los RSU	13
1.3 Generación de RSU	15
1.3.1 Generación de RSU en México.....	16
1.3.2 Generación de RSU en el estado de Oaxaca.....	17
1.4 Gestión Integral de RSU	17
1.4.1 Manejo integral de RSU	18
1.4.2 Planeación estratégica	19
1.5 Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos	19
Capítulo II. Antecedentes	21
Capítulo III. Justificación.....	23



Capítulo IV. Objetivos	24
4.1 Objetivo General	24
4.1.1 Objetivos Específicos	24
Capítulo V. Metodología	25
5.1 Descripción del área de estudio	25
5.1.1 Ubicación	25
5.1.2 Aspectos socioeconómicos	26
5.1.3 Entorno físico	27
5.2 Diagnóstico Básico	30
5.2.1 Estudio de generación y caracterización de RSU	30
5.2.2 Estimación de los Residuos de Manejo Especial (RME)	38
5.2.3 Generación total de Residuos Sólidos (RSU y RME)	40
5.2.4 Evaluación del sistema público de gestión de RSU	40
5.2.5 Diagnóstico de las localidades menores de 1000 habitantes	41
5.2.6 Evaluación de la conformidad del Sitio de Disposición Final (SDF) de Residuos Sólidos y de Manejo Especial	42
5.3 Planeación Estratégica	42
Capítulo VI. Resultados y discusión	45
6.1 Diagnostico básico	45
6.1.1 Generación y composición de los RSU	45
6.1.2 Estimación de los Residuos de Manejo Especial (RME)	53
6.1.3 Generación Total de Residuos Sólidos (RSU+RME)	59
6.1.4 Organización y operación actual del Sistema Público de Gestión de RSU	59
6.1.5 Diagnóstico de la gestión de los RSU en localidades menores de 1000 habitantes	67
6.1.6 Evaluación de la conformidad del SDF	69
6.2 Planeación Estratégica	84
6.2.1 Línea estratégica1. Gestión Integral de RSU	84



6.2.2 Línea Estratégica 2. Valorización y aprovechamiento de Residuos Sólidos Urbanos	88
6.2.3 Línea Estratégica 3. Participación Social.....	91
6.2.4 Línea Estratégica 4. Fortalecimiento Institucional	94
6.2.5 Línea Estratégica 5. Estrategias Financieras y Económicas.....	97
Capítulo VII. Conclusiones y recomendaciones	101
7.1 Conclusiones	101
7.2 Recomendaciones.....	103
Capítulo VIII. Referencias.....	104
Capítulo IX. Anexos.....	110
9.1. Cédula para la determinación de la generación de RSU	111
9.2. Cedula para la cuantificación de subproductos.....	112
9.3. Cedula para la determinación del peso volumétrico.....	114
9.4. Cedula para determinación de Residuos de Manejo Especial en hoteles.....	115



Índice de tablas

Tabla 1. Selección del riesgo de muestreo	31
Tabla 2. Clasificación de subproductos	36
Tabla 3. Historial de los conteos poblacionales del Municipio de Santa María Huatulco	38
Tabla 4. Categorías de los sitios de disposición final.....	42
Tabla 5. Generación total de RSU del municipio de Santa María Huatulco	47
Tabla 6. Proyección de la generación de RSU en función del tipo de población	49
Tabla 7. Porcentaje de clasificación de subproductos	50
Tabla 8. Generación de residuos de Manejo Especial.....	54
Tabla 9. Indicador de generación de la industria manufacturera.....	55
Tabla 10. Indicador de generación de residuos en comercio	55
Tabla 11. Indicador de generación de residuos en oficinas.....	56
Tabla 12. Generación de residuos en restaurantes y bares.....	56
Tabla 13. Generación de residuos de servicios educativos.....	56
Tabla 14. Generación de residuos de los servicios de transporte.....	57
Tabla 15. Evaluación del sector hotelero.....	58
Tabla 16. Generación de RME del sector hotelero.....	58
Tabla 17. Estimación de RME mediante el uso de indicadores por giro	59
Tabla 18. Personal del sistema de limpia FONATUR	61
Tabla 19. Ruta de recolección T-23, Residuos orgánicos (Verde) e Inorgánico (amarillo).....	62
Tabla 20. Itinerario de la Ruta T-9	62
Tabla 21. Vehículos empleados en el servicio de recolección	64
Tabla 22. Sectores y Zonas con barrido manual.....	65
Tabla 23. Parques y playas con barrido manual.....	65
Tabla 24. Gastos desglosados de los equipos por actividad.....	66
Tabla 25. Costos de operación de trabajadores de FONATUR.....	66
Tabla 26. Evaluación de localidades menores a 1000 habitantes.....	68
Tabla 27. Comprobación del cumplimiento de los requerimientos de ubicación.....	71
Tabla 28. Estudios para la selección del SDF.....	75
Tabla 29. Evaluación técnica de las características constructivas y operativas del SDF	76
Tabla 30. Proyectos de aplicación para diseñar, construir y operar el SDF.....	84
Tabla 31. Proyectos de clausura y saneamiento del SDF	85
Tabla 32. Proyectos para la optimización del sistema de recolección de los RSU.....	87



Tabla 33. Proyecto para el aprovechamiento energético de los RSU.....	88
Tabla 34. Proyectos para la implementación de programas de separación de RSU.....	89
Tabla 35. Proyectos para el manejo de RP y RME.....	90
Tabla 36. Proyectos para el registro e implementación del programa de RME.....	91
Tabla 37. Elementos de creación de comité de seguimiento del PMGIRSU.....	92
Tabla 38. Implementación del canal de denuncia y quejas del GIRSU.....	92
Tabla 39. Acciones de educación ambiental en centros educativos.....	93
Tabla 40. Acciones para la organización del foro anual de la GIRSU.....	94
Tabla 41. Acciones para el fortalecimiento institucional.....	95
Tabla 42. Acciones de dignificación del servicio de limpia.....	96
Tabla 43. Acciones para el diseño e implementación del inventario de los RSU Y RME.....	97
Tabla 44. Implementación del sistema tarifario de recolección de los RSU y RME.....	98
Tabla 45. Acciones para la aplicación de multas y sanciones del reglamento de RSU.....	99
Tabla 46. Gestión de recursos económicos para la GIRSU.....	100



Índice de figuras

Figura 1. Jerarquía de la legislación en materia de residuos sólidos en México y el estado de Oaxaca.....	3
Figura 2. Etapas de la Planeación Estratégica.....	19
Figura 3. Macrolocalización del municipio de Santa María Huatulco.	25
Figura 4. Municipios colindantes con el municipio de Santa María Huatulco.....	26
Figura 5. Uso de suelo y vegetación municipal.	28
Figura 6. Tipos de clima municipal.	29
Figura 7. Área Natural Protegida " Parque Nacional Huatulco".....	30
Figura 8. Imagen satelital de la ruta de muestreo de Bahías de Huatulco.....	32
Figura 9. Invitación, recolección y pesaje de muestra	33
Figura 10. Método del Cuarteo	35
Figura 11. Separación y pesaje de subproductos	37
Figura 12. Obtención del peso Volumétrico.	38
Figura 13. Talleres de planeación estratégica participativa.....	43
Figura 14. Porcentaje de clasificación de RSU, de la localidad de Bahías de Huatulco.....	52
Figura 15. Comparación de la clasificación de subproductos de ambas localidades	52
Figura 16. Organigrama del sistema de limpia y operación del SDF de Bahías de Huatulco	60
Figura 17. Rutas de recolección en Bahías de Huatulco.....	63
Figura 18. Vehículos del sistema de recolección empleados por FONATUR.....	64
Figura 19. Trabajador del sistema de limpia FONATUR y bodega de herramientas	65
Figura 20. Localidades con menos de mil habitantes muestreadas.....	67
Figura 21. Restricciones de selección del SDF numeral 6.1.1 y 6.1.4	73
Figura 22. Distancia del SDF con el área urbana	74
Figura 23. Lagunas de lodos residuales sin estabilización	81
Figura 24. Memoria fotográfica 1 del SDF.....	82
Figura 25. Memoria fotográfica 2 del SDF.....	83



Resumen

En el presente trabajo se realizó la Propuesta de Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (PPPGIRSU) del municipio de Santa María Huatulco, el cual se basó en el análisis de la generación, composición, disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos de la zona rural y urbana del municipio, situación actual del sistema de limpia municipal y estimación de la generación de Residuos de Manejo Especial (RME). A partir de los resultados obtenidos se realizó el planteamiento de objetivos y metas a través de la planeación estratégica. Que encaminaran al municipio a una gestión integral de los RSU.

La valoración de la generación y composición de los RSU se realizó empleando las metodologías planteadas por las normas mexicanas NMX-AA-061-1985, NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985, y NMX-AA-022-1985. La evaluación del sistema de limpia actual se realizó a través del levantamiento de información en campo por proceso: recolección, barrido manual, recursos humanos, recursos financieros e instrumentos jurídicos aplicados. Adicionalmente se realizó la estimación de la generación de los RME empleando un método indirecto, el cual utilizó las Unidades Económicas presentes en el municipio aplicando factores de generación a cada sector. Por otro lado, se realizó una evaluación de la conformidad del sitio de disposición final municipal a través de una lista de verificación elaborada con base a las especificaciones y requerimientos descritos en la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Como parte de la planeación estratégica se realizaron cuatro talleres, dos realizados en Bahías de Huatulco y dos más en Santa María Huatulco, ambos estuvieron basados en cinco líneas estratégicas; Gestión integral de los RSU, valoración y aprovechamiento de los RSU, participación social, fortalecimiento institucional y estrategias financieras y económicas, con la finalidad de poder definir las metas para lograr la gestión integral de los RSU en el municipio.