



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE
LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL
MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS,
QUINTANA ROO, MÉXICO.**

**TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTA
YENNI ARELY CHAN VARGUEZ**

**DIRECTOR DE TESIS
ING. JOSÉ LUIS GUEVARA FRANCO**

**ASESORES
DRA. NORMA ANGÉLICA OROPEZA GARCÍA
BIOL. LAURA PATRICIA FLORES CASTILLO
DR. JOSÉ ALFONZO CANCHÉ UUH
M.I.A. JUAN CARLOS ÁVILA REVELES**



CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO, MAYO DE 2016



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**TRABAJO DE TESIS BAJO LA SUPERVISIÓN DEL CÓMITE
DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y APROBADA COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:**

INGENIERO AMBIENTAL

COMITÉ DE TESIS



DIRECTOR:

José Luis Guevara Franco

ING. JOSÉ LUIS GUEVARA FRANCO

ASESOR:

Norma Angélica Oropeza García

DRA. NORMA ANGÉLICA OROPEZA GARCÍA

ASESOR:

L. Patricia Flores Castillo

BIOL. LAURA PATRICIA FLORES CASTILLO



CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO, MAYO DE 2016

A MIS PADRES:

Sr. Amadeo Chan Blanco

Sra. Carolina Varguez Ake

Por ser mi inspiración y mi motor de superación, por el apoyo y esfuerzo que hicieron para que yo pudiera culminar una etapa más de mis estudios, por todos los consejos, por creer en mí, por ser la fuerza cuando quería desertar de mis metas, por apoyarme en mis sueños de viajar y conocer otros lugares.

AGRADECIMIENTOS

Al director de esta tesis, el Ing. José Luis Guevara Franco, su amistad, paciencia y conocimientos y dirección a lo largo de esta tesis.

A mis asesores por su colaboración, por formar parte de este trabajo y por los conocimientos que me transmitieron no solo a lo largo de esta tesis, sino a lo largo de mi formación académica.

Dra. Norma Angélica Oropeza García

Biol. Laura Patricia Flores Castillo

Dr. José Alfonzo Canché Uuh

M.I.A. Juan Carlos Ávila Reveles

A la Universidad de Quintana Roo, por permitirme formar parte de su comunidad estudiantil y por cumplir uno de mis grandes sueños.,

A la maestra de Ballet Clásico la Profa. Carla Rossana Ayora Pech, por su amistad, cariño, paciencia, consejos, por darme la oportunidad de formar parte del grupo selectivo de esta actividad y por permitirme tomar un curso fuera del estado.

A mis amigos por su cariño, amistad y por formar parte de mi familia a lo largo de la carrera.

Gracias a los alumnos de Ingeniería Ambiental Generación 2012-2017 por colaborar durante el muestreo.

A mis hermanas por brindarme su cariño, amor incondicional a pesar de la distancia, por cuidar de mi mascota durante toda la carrera.

A mis tíos C. Artemio Chan Blanco y C. Gabriel Chan Blanco por su apoyo incondicional, por los regalos a lo largo de mis triunfos y por su cariño.

ÍNDICE

RESUMEN	6
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. ANTECEDENTES	11
1.2. OBJETIVOS	14
1.2.1. Objetivo general	14
1.2.2. Objetivos específicos	14
1.3. JUSTIFICACIÓN	15
CAPÍTULO II. ÁREA DE ESTUDIO	16
2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.	16
2.1.1. Glifo	16
2.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	17
2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES	
2.3.1. Principales ecosistemas	20
2.3.2. Recursos naturales	20
2.3.3. Orografía	20
2.3.4. Hidrografía	21
2.3.5. Clima	21
2.3.6. Características y uso de suelo	21
2.4. INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y DE COMUNICACIONES	
2.4.1. Educación	21
2.4.2. Salud	22
2.4.3. Deporte	22
2.4.4. Vivienda	22
2.4.5. Servicios públicos	23
2.4.6. Medios de comunicación	23
2.4.7. Vías de comunicación	23
2.5. ACTIVIDAD ECONÓMICA	
2.5.1. Agricultura	24
2.5.2. Ganadería	25
2.5.3. Apicultura	25
2.5.4. Forestal	25
2.5.5. Industria	25
2.6. ATRACTIVOS CULTURALES Y TURÍSTICOS	
2.6.1. Monumentos históricos	25
2.6.2. Fiestas, Danzas y Tradiciones	26
2.6.3. Música	26
2.6.4. Artesanías	26
2.6.5. Gastronomía	26
2.6.6. Centros turísticos	27
2.6.7. Principales comunidades	27
2.6.8. Características del Ayuntamiento	28
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.	
3.1. RESIDUOS SÓLIDOS	29
3.2. DEFINICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	29
3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	30
3.4. FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS	31
3.5. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	32

3.6. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	36
3.7. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	41
CAPÍTULO IV. MARCO NORMATIVO PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS	
4.1. MARCO JURÍDICO LEGAL APLICABLE PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	44
CAPÍTULO V. METODOLOGÍA	
5.1. GENERACIÓN PER CÁPITA	55
5.2. PESO VOLUMÉTRICO	61
5.3. CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	63
5.4. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	66
5.5. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN JOSÉ MARÍA MORELOS	69
5.6. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE RECICLAJE, APROVECHAMIENTO, REUSO Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	70
CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES	
6.1. GENERACIÓN PER CÁPITA	71
6.2. PESO VOLUMÉTRICO	76
6.3. CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	77
6.4. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	81
6.5. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN JOSÉ MARÍA MORELOS	84
6.6. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE RECICLAJE, APROVECHAMIENTO, REUSO Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	90
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES	
7.1. GENERACIÓN PER CÁPITA	91
7.2. PESO VOLUMÉTRICO	91
7.3. CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	92
7.4. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	93
7.5. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN JOSÉ MARÍA MORELOS	93
7.6. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE RECICLAJE, APROVECHAMIENTO, REUSO Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	94
ANEXOS	95
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CONSULTADAS	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generación per cápita de los estudios realizados por la Universidad de Quintana Roo	13
Tabla 2. Clasificación de las fuentes Generadoras de Residuos Sólidos	31
Tabla 3. Composición típica de los residuos	32
Tabla 4. Estudios y análisis previos para la construcción	42
Tabla 5. Obras complementarias requeridas	42
Tabla 6. Categorías de los sitios de disposición	52
Tabla 7. Nivel de riesgo según el tamaño de la muestra	55
Tabla 8. Subproductos seleccionados	65
Tabla 9. Cuestionario 1: Sistema de recolección y Manejo de los Residuos Sólidos	67
Tabla 10. Cuestionario 2 : Sistema de recolección y Manejo de Residuos Sólidos	68
Tabla 11. Valores promedio de menor a mayor y número de habitantes por casa	71
Tabla 12. Valores de confiabilidad, riesgo y generación promedio	74
Tabla 13. Resumen de mayor relevancia y de menor cantidad	77
Tabla 14. Subproductos aprovechables	78
Tabla 15. Comparativo de las disposiciones generales de la NOM con el Relleno de JMM	84
Tabla 16. Comparativo de las especificaciones para la selección del sitio	85
Tabla 17. Comparativo de estudios previos a la realización del relleno sanitario	85
Tabla 18. Comparativo de los requisitos mínimos que deben cumplir los Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos	86
Tabla 19. Características mínimas que debe poseer un relleno sanitario tipo C	87
Tabla 20. Coordenadas de los basureros del Municipio de José María Morelos.	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición de los RSU en México	9
Figura 2. Glifo de José María Morelos	17
Figura 3. Jerarquización de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos	36
Figura 4. Esquema del Método de recolección por parada fija	38
Figura 5. Esquema del método de recolección casa por casa	39
Figura 6. Esquema del método de traspatio	40
Figura 7. Esquema del método de recolección por contenedores estacionarios	40
Figura 8. Representación del Cuarteo de los Residuos Sólidos Municipales	64

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue realizar un diagnóstico de la gestión de los residuos sólidos en la comunidad de José María Morelos, Quintana Roo, México; la generación *per cápita*, caracterizar y cuantificar la composición de los residuos sólidos, así como la cobertura de la recolección de los residuos; identificar acciones de reciclaje y recuperación; evaluar la disposición final de acuerdo a la normatividad vigente. La generación, caracterización, peso volumétrico y cuantificación se determinó de acuerdo a las normas NMX-AA-61-1985, NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985, NOM-AA-22-1985 respectivamente. La generación *per cápita* se estimó en 0.577 Kg/hab/día y se puede clasificar como una generación media de residuos en relación con otros datos reportados para el país y la caracterización de los subproductos indica que la localidad de José María Morelos corresponde a una zona semiurbana. El patrón de generación corresponderá al tipo de actividades que se presenten o que se realizan semanalmente; en cuanto a la composición, los residuos alimenticios, residuos de jardinería y plástico de película fueron los que presentaron mayores porcentajes, con 31.83%, 7.63% y 6.07% respectivamente; y los residuos de cuero, pilas y baterías y hueso fueron los de menores porcentajes, con 0.12%, 0.10% y 0.14% respectivamente. La recolección de los residuos cuenta con un 50% de cobertura periódica. El sitio de disposición final no cumple con las especificaciones de la norma ya que es un tiradero a cielo abierto.

Palabras clave: generación, caracterización, disposición final

ABSTRACT

The object of this study was to diagnose the integrated management of solid waste in the community of José María Morelos, Quintana Roo, Mexico; the per capita generation, characterize and quantify the composition of solid waste, as well as coverage of the waste collection; identify shares of recycling and recovery, assess the disposal according to the regulations. The generation, characterization, volumetric weight and quantification was determined according to the standards NMX-AA-61-1985, NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985, and NOM-AA-22-1985 respectively. The per capita generation was estimated at 0.577 Kg/capita.day and can be classified as generation average waste in relation to other data reported to the country and the characterization of by-products indicates that the community of José María Morelos belongs to semi-urban area. Pattern generation will belong to the type of activities present or that are performed weekly; in terms of composition, the food waste, gardening and plastic film residue were those which presented higher percentages, with 31.83%, 7.63% y 6.07% respectively; and waste of leather, batteries and batteries and bone were lower percentages, with 0.12%, 0.10% and 0.14% respectively. The waste collection has a 50% of regular coverage. The final disposal site doesn't meet the specifications of the standard since it is a mess to open sky.

Key words: generation, characterization, final disposal

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Es tan cómodo ceder ante un mundo consumista, es tan fácil adquirir un bien sin siquiera percibir el costo ambiental que ello involucra. Los recursos naturales tienen un punto en el cual su sustentabilidad está en juego, y eso no afecta solo a la economía social, también afecta al planeta, el calentamiento global, el llamado cambio climático; se afecta el abasto de alimentos, a las necesidades fisiológicas más elementales; a la salud, a la sobrevivencia de los seres vivos; a la destrucción de la economía natural, a la ecología.

El desarrollo económico, la industrialización y la implantación de modelos económicos que conllevan al aumento sostenido del consumo, han impactado significativamente el volumen y la composición de los residuos producidos por las sociedades del mundo. Las consecuencias ambientales de la inadecuada disposición de los residuos pueden ser negativas para la salud de las personas y de los ecosistemas naturales. (SEMARNAT, 2012)

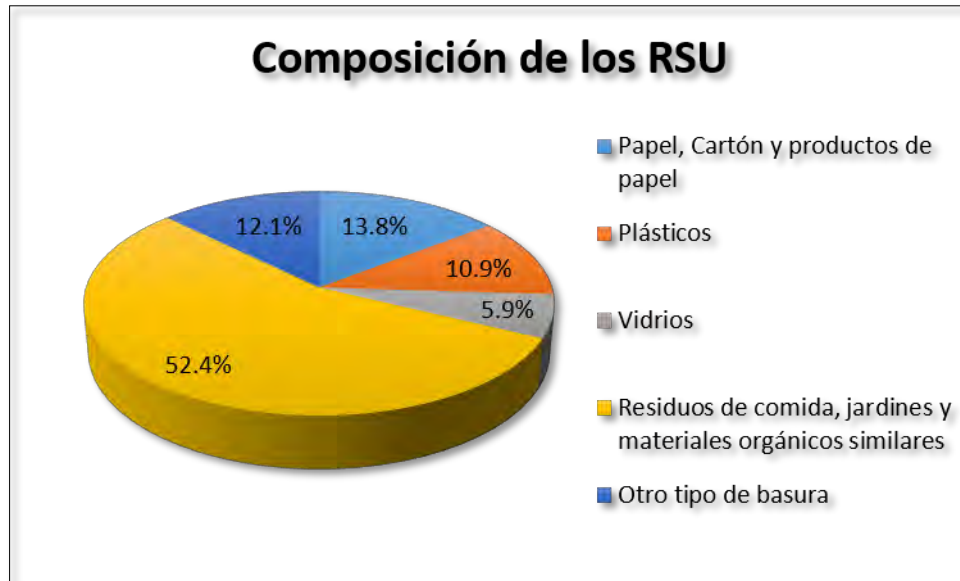
México al igual que muchos países presenta problemas con los residuos sólidos la generación total de RSU en el país difiere de manera importante a nivel geográfico. Si se considera la regionalización de la SEDESOL para el análisis de la generación de residuos, en 2011 la región Centro contribuyó con el 51% de la generación total en el país, seguida por la región Frontera Norte (16%) y el Distrito Federal (12%). Si se calcula la generación de RSU por habitante, se observa que ha aumentado significativamente en el tiempo: entre 1950 y 2011, el volumen de generación diario aumentó más de tres veces, pasando de 300 a 990 gramos en promedio. Si se evalúa anualmente, la generación por habitante pasó de 306 a 360 kilogramos entre 1997 y 2011, es decir, se incrementó en promedio 3.9 kilogramos por año. (SEMARNAT, 2012)

La composición de los residuos sólidos también cambian conforme pasa el tiempo, y de una manera importante en las últimas décadas en el país; de igual manera la composición de los residuos depende de diferentes factores como lo son: los patrones de consumo de la población y los niveles de ingresos, cuando los niveles son altos la generación será en mayor inorgánica, mientras que en los países con menores ingresos, los residuos que predominarán serán orgánicos, como es el caso para México, como se ilustra la transformación de los 50, el porcentaje de residuos orgánicos en la basura oscilaba entre

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

65 y 70% de su volumen, mientras que para el 2011 esta cifra se redujo al 52.4%. (Figura 1)

Figura 1. Composición de los RSU en México.



Fuente: Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano Marginadas, SEDESOL. México. 2012.

Estados Unidos es otro país que enfrenta problemas de residuos sólidos, además de que su generación es mucho mayor comparando con la generación de México. Aproximadamente la generación per cápita anual en el 2012 fue de 740 kg/habitante/año. (SEMARNAT, 2012)

Entre las entidades federativas y ciertas regiones del país, existen diferencias en cuanto a la generación per cápita anual, el resultado básicamente se debe a la influencia de factores culturales, niveles de ingreso y grado de urbanismo, entre otros.

De acuerdo al Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Estado de Quintana Roo (PEPGIR), el Estado genera alrededor de 1, 800 toneladas diarias de residuos sólidos, que en su mayoría son dispuestos en tiraderos a cielo abierto, sin embargo 1402 toneladas son provenientes de los municipios Benito Juárez, Cozumel y Lázaro Cárdenas los cuales son depositados en rellenos sanitarios construidos apegados a la normatividad vigente. Los residuos en su mayoría proviene de los domicilios y la otra de los servicios que proporcionan las actividades turísticas, motor de la economía de nuestra entidad, la cantidad y volumen de estos residuos va en

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

aumento por diversos factores en los últimos años, como son el incremento poblacional, crecimiento económico, una cultura inadecuada de consumismo de la población, migración a zonas urbanas, patrones de producción y consumo insostenibles y sobre todo la falta de una cultura ecológica ambientalmente adecuada. De las aproximadas 1,800 toneladas que se generan el 60 % es materia orgánica que se puede aprovechar para la producción de composta que se puede utilizar posteriormente para el mejoramiento de suelos y el otro 40% es de materia inorgánica, con un alto potencial de aprovechamiento ya que se puede reutilizar, reciclar y dar otras formas de valorización.

La localidad de José María Morelos y sus principales comunidades no cuentan con un programa municipal que ayude a regular los residuos que se generan diariamente, hoy en día la localidad presenta poco desarrollo en cuanto a la gestión y manejo de los residuos sólidos, es muy escaso el aprovechamiento ya que los costos de compra y venta son bajos, esto hace que los habitantes no consideren su reciclaje y separación.

Representa una problemática ya que la población aumenta y es proporcional al aumento de la generación de residuos sólidos, y estos no cuentan con una gestión integral y un mal manejo provocaría daños a los ecosistemas, al agua, aire y suelo, por eso es importante tener una buena gestión, realizar acciones de minimización y reciclaje.

La finalidad de este estudio es generar información técnica y confiable para que en un futuro la toma de decisiones esté sustentada.

1.1. ANTECEDENTES

En México se han realizado estudios de diagnóstico de los residuos sólidos municipales, tal es el caso de Minatitlán, Veracruz en 2009; la generación estimada fue de 0.458 kg/hab*día para ciudades rurales y 0.700 kg/hab*día para las áreas urbanas. (Rebolledo, 2009)

En Iago de Cuitzeo, Michoacán con una estimación de 0.580 kg/hab*día (Buenrostro & Israde, 2003). En Chiapa de Corzo, Chiapas la estimación que se tuvo en 2009 fue de 0.437 kg/hab*día. (Centeno, Aguilar, Hilerio, & Silva., 2009). Mientras que en Huajuapán de León, Oaxaca el promedio de la generación per cápita fue de 1.290 kg/hab*día. (Aguilar, Hernández, Martínez, & Méndez., 2012)

El estado de Quintana Roo es a nivel mundial uno de los estados con mayor riqueza de recursos naturales, los cuales han sido afectados o impactados por la contaminación de diferentes factores antropogénicos, entre ellos los residuos sólidos, que hoy en día aumentan conforme aumenta la población y en conjunto las actividades económicas. En 2009 a través de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente elaboró un Programa para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo (PEPGIR) que tiene como objetivo fijar la política y dar cumplimiento con los instrumentos normativos que regulan el manejo y gestión integral de los residuos en el estado, para propiciar el desarrollo sustentable mediante la reducción, reutilización, reciclaje y valorización de subproductos de residuos y aprovechamiento de energía en los rellenos sanitarios en lugar de eliminarlos como tradicionalmente se hacía. (PEPGIR, 2009)

En Quintana Roo se han realizado varios estudios de generación y composición de residuos sólidos municipales, la Universidad de Quintana Roo es una de las principales que ha contribuido para el estudio de generación, a continuación se presenta los casos de estudios realizados:

- **PROPUESTA CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA DOS POBLACIONES DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.** Plantea un sistema de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos (generación, separación, almacenamiento, recolección, comercialización,

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

transferencia, transporte y disposición final en relleno sanitario); ya que existen problemáticas en cuanto al servicio de limpia pública. (Fields, 2004)

- **DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE BACALAR, QUINTANA ROO, MÉXICO.** Estimó la generación per cápita, la cuantificación de los subproductos, llevo a cabo el diagnóstico del sistema de recolección de los residuos municipales, evaluó el sitio de disposición final, con la finalidad de resaltar la importancia que conlleva el manejo adecuado de los residuos sólidos ya que es un lugar que se considera como uno de los atractivos turísticos del estado de Quintana Roo. (Pérez & Pisté, 2005)
- **DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS CASO DE ESTUDIO FELIPE CARRILLO PUERTO, QUINTANA ROO.** El objetivo de este trabajo fue realizar un diagnóstico general, para contribuir con información técnica que sirva de herramienta y fundamento a las autoridades competentes para una mejor toma de decisiones en la prestación de los servicios públicos municipales, al igual que aplicar un programa de educación ambiental en los diferentes niveles de educación. (Peraza, 2006)
- **GENERACIÓN PER-CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, CASO DE ESTUDIO: FRACCIONAMIENTO BUGAMBILIAS, CHETUMAL, Q. ROO.** Realizó el estudio de generación per-cápita, composición y clasificación de los residuos sólidos domiciliarios, un análisis de educación formal y no formal. (Sánchez, 2007)
- **GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL POBLADO JAVIER ROJO GOMEZ. “ALVARO OBREGÓN”.** El estudio consistió en realizar un diagnóstico para conocer la información existente respecto al manejo de los residuos sólidos; se realizó la estimación de la generación per cápita y caracterización en general de los subproductos de acuerdo a la normatividad correspondiente. (Saldaña, 2008)
- **“COMPOSTEO Y RECICLAMIENTO COMUNITARIO: UNA PROPUESTA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD RURAL**

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

LAGUNA GUERRERO, QUINTANA ROO". El trabajo consistió en una propuesta de manejo sustentable de residuos sólidos, de tal manera que se obtenga una mejor calidad de vida mejorando las condiciones ambientales y visuales de la comunidad. Así mismo se realizó un diagnóstico sobre la situación del manejo de los residuos; se determinó la generación per cápita, composición, peso volumétrico y diseño de un composteo y un centro de acopio para el tratamiento de los residuos sólidos.(Sarmiento, 2002)

- **PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO.** El estudio consistió en proponer, aplicar y evaluar la educación ambiental para el manejo de residuos sólidos; fomentar cambios de actitud en la población mediante una propuesta para el manejo de los residuos sólidos y proponer a la población soluciones para reducir la generación de residuos que llegan al sitio de disposición final.(Adame & Rodríguez, 2005)

En la tabla 1 se presentan los resultados de los estudios de generación per cápita realizados por la Universidad de Quintana Roo.

Tabla 1. Generación per cápita de los estudios realizados por la Universidad de Quintana Roo.

Población	Habitantes	Generación Per Cápita Kg/hab*día
Chetumal	120, 000	0.787 (1999)
Laguna Guerrero	535	0.645 (2001)
Isla Holbox	1, 237	1.016 (2002)
Bacalar	9, 239	0.309 (2005)
Felipe Carrillo Puerto	25, 744	0.632 (2006)
Rojo Gómez	2, 873	0.436 (2008)

Fuente: Recopilación de consulta bibliográfica.

OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general:

- Realizar un diagnóstico de la Gestión de los residuos sólidos domiciliarios en el Municipio de José María Morelos Quintana Roo, México

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de la generación per cápita de los residuos sólidos, para conocer cuanta basura genera la población.
- Caracterizar y cuantificar la composición de los residuos sólidos.
- Revisar el sistema de recolección para determinar la cobertura de recolección de los residuos sólidos.
- Analizar la disposición final de los residuos sólidos.
- Identificar acciones de aprovechamiento, reciclaje de los residuos sólidos en la comunidad.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (GRSU) bien planteada y ejecutada, es la alternativa más viable para atenuar este impacto que nuestra presencia y andar genera sobre el medio. Utilizando la información más precisa con que se cuente; empleando la técnica, el criterio razonado como una herramienta de apoyo y aprendiendo de las experiencias similares, son sin duda elementos que nos ayudarán a diseñar planes a la medida de cada circunstancia. (Herrera, 2015)

El manejo adecuado de los residuos sólidos no solo es una forma de mantener limpia las calles y parques, tiene ventajas como: evitar los malos olores, la proliferación de vectores como las moscas, entre otros; éstos podrían ser focos de infección para la población.

El municipio de José María Morelos cuenta con habitantes la mayoría de escasos recursos o nivel medio bajo, es una comunidad con grandes rasgos de la cultura maya, las familias son numerosas, viven en pequeñas casas. La mayoría de los habitantes de esta localidad no cuentan con hábitos de reciclaje o no tienen una educación ambiental que los ayude a tener un conocimiento acerca del manejo de los residuos sólidos municipales. El sistema de recolección deja mucho que decir ya que el servicio en ocasiones tarda hasta ocho días en pasar; y al no pasar el camión, la gente quema su basura sin ningún tipo de restricción, o también los dejan afuera de sus viviendas y esto no solo da un mal aspecto, sino que en la mayoría de las ocasiones los olores son desagradables, otro problema es por los animales de la calle que rompen las bolsas.

De igual manera en esta localidad no existe una operación adecuada del relleno sanitario, los residuos que llegan en ese lugar son quemados. No hay un estudio de caracterización, una metodología, que avale la composición de los residuos que se están generando diariamente, éste es importante ya que es útil para obtener información confiable y nos permitirá hacer proyecciones para planificar un sistema de recolección de los residuos en la localidad.

Ante la falta de información acerca de la gestión de los residuos sólidos en esta localidad se presenta la oportunidad de generar datos que ayuden a la buena toma de decisiones para el adecuado manejo de los residuos sólidos. La justificación de este trabajo se basa en la idea de generar información técnica confiable basada en la metodología legal aplicable que sirva como una herramienta para la planeación y toma de decisiones en un futuro.

CAPÍTULO II. ÁREA DE ESTUDIO

El municipio se localiza en el centro poniente del estado, cuenta con una superficie de 6,739 km², la cual representa el 13.2 % de la superficie estatal y ocupa el tercer lugar en extensión territorial.

En la localidad de José María Morelos, Quintana Roo, existe una población de 11, 750 habitantes. (INEGI, 2010)

2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

El territorio que ocupa el actual municipio de José María Morelos, estuvo habitado desde antes de la llegada de los españoles por indígenas mayas asentado en el cacicazgo de Cochua, algunas comunidades que aún persisten son Huay Max, Sacalaca, Sabán, Kampokolché, X-Querol, entre otras.

En 1542 Francisco de Montejo, El Mozo, inició la conquista de la región, que resultó larga y costosa, ya que después de varias rebeliones finalmente fue sometida en 1544.

La población del actual municipio participó activamente en la Guerra de Castas que se inició el 30 de julio de 1847 en el municipio vecino de Felipe Carrillo Puerto, por lo que varias de las localidades fueron incendiadas y destruidas por los rebeldes mayas.

La fundación de la actual cabecera municipal, se remonta como un campamento, en donde las primeras personas que se establecieron provenían de otros estados del país con el propósito de explotar el chicle y la madera. Este campamento estaba 50 Km de Peto, Yucatán, por lo que se le denominó Campamento Km 50, hasta transformarse en la actual ciudad de José María Morelos. (INEGI, 2010)

2.1.1. Glifo

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Los tres triángulos de color verde que están en la parte inferior del escudo, identifican las actividades del campo como la base de la economía, estos a su vez ejemplifican la riqueza forestal Quintanarroense. La flor es el Glifo Maya del sol, que indica el origen de la población del municipio y también representa la agricultura. Los cinco granos de Maíz significan la abundante producción de sus campos de cultivo. Este municipio es considerado y opera como el granero del Estado debido a que se ha caracterizado a lo largo de su rica historia de ser el principal productor de gran parte de los productos del campo que demandan y consumen los pobladores del Estado. (INAFED, 2015)

Figura 2. Glifo de José María Morelos



Fuente: www.inafed.gob.mx

2.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La localidad está ubicada entre los paralelos 19°16' y 19°50' de latitud norte; los meridianos 88°26' y 89°08' de longitud oeste; altitud entre 100 y 200 m.

Colinda al norte con la Zona Interestatal de Quintana Roo-Yucatán y el municipio de Felipe Carrillo Puerto; al este con el municipio de Felipe Carrillo Puerto; al sur con el municipio de Othón P. Blanco y al oeste con el municipio de Othón P. Blanco, las Zonas Interestatales de Campeche-Quintana Roo, Campeche-Quintana Roo-Yucatán y Quintana Roo-Yucatán. Ocupa el 4.91% de la superficie del estado.

Mapa 1. Ubicación del Estado de Quintana Roo.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Mapa 2. Ubicación del Municipio de José María Morelos.



2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES

2.3.1. Principales ecosistemas

De acuerdo a la clasificación de (Rzedowski, 1978) predomina en el municipio el bosque tropical perennifolio que incluye un complejo conjunto de asociaciones vegetales, entre las cuales las especies predominantes con el ramón y el zapote. También se presenta el bosque tropical subcaducifolio, de clima un poco más seco y con especies dominantes de Ya´axnik, chechen, palmares y corozales. (INAFED, 2015)

En cuanto a Fauna, se tiene una diversidad de especies que en su mayoría se encuentran en peligro de extinción, originado por la cacería furtiva de estas, se cuenta con especies tales como: venado, tepezcuintle, jabalí, pavo de monte, faisán, entre otras. (INAFED, 2015)

2.3.2. Recursos naturales

El municipio tiene como principales recursos la selva con especies de maderas preciosas como el cedro y la caoba y de otras especies tropicales de explotación comercial como el siricote, pucté, guayacán, etc. Otro importante recurso es el árbol del chico zapote donde se extrae una resina que es la base para la fabricación del chicle. La presencia de abejas propicia la recolección de miel. La tierra para uso agrícola se localiza en manchones dispersos, con lo cual se dificulta la agricultura mecanizada, aunque es importante mencionar que cuenta con las mejores tierras agrícolas del Estado. (INAFED, 2015)

2.3.3. Orografía

El terreno es una planicie con una inclinación general de suroeste a noroeste. Atraviesa el poniente del municipio una sierra con una altitud máxima de 100 metros y el centro del municipio otra sierra de altura máxima de 50 metros. (INAFED, 2015)

2.3.4. Hidrografía

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

El Municipio de José María Morelos no cuenta con litorales, ni con corrientes de aguas superficiales, la hidrografía está representada únicamente por dos lagunas, la Laguna Chichankanab y la Laguna Esmeralda, así como cenotes y aguadas en algunas de sus comunidades como lo es *Sacalaca*, en donde se tiene un cenote representativo del municipio y el cenote de las serpientes colgantes en *Kantemó*. (INAFED, 2015)

2.3.5. Clima

El clima del municipio es cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano. Las medias anuales del área varían entre los 25°C, y los 26°C, y las precipitaciones oscilan entre los 1,000 y 1,300 milímetros con una evaporación de 2069 mm, con una humedad relativa del 85%. En el rango altitudinal se encuentra en los 50 y 100 m. sobre el nivel del mar. Las variaciones en la precipitación ocasionan la aparición de dos subtipos de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, uno más húmedo hacia el oriente y otro menos húmedo en la porción occidental de la superficie municipal. Predominan en el municipio los vientos del este y sureste. (INEGI, 2009)

2.3.6. Características y uso de suelo

El tipo de suelo predominante y determinado en la clasificación maya es de 5 tipos; teniendo en primer término el Kankab 50%, Akalché 20%, Yax'hom negro 10%, Yax'hom gris 10% y Tseké 10%. El Kankan y el Yax'hom son suelos con gran cantidad de arcilla que los constituye, son profundos y se consideran los mejores de todo el estado, desde el punto de vista agrícola y allí se han establecido la mejor infraestructura de la actividad. (INEGI, 2009)

2.4. INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y DE COMUNICACIONES

2.4.1. Educación

El municipio cuenta con Jardines de niños de turnos matutinos, escuelas primarias, de turnos matutinos y vespertinos en todas las comunidades, una escuela secundaria general de turno matutino y vespertino en la cabecera municipal, una escuela secundaria técnica de turno matutino en Dziuché, y Escuelas Tele-Secundarias de turno matutino en el resto de las comunidades; también cuenta con tres Colegios de Bachilleres (Plantel

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

José María Morelos en la cabecera municipal de turno matutino y vespertino, Plantel Sabán de turno matutino y Plantel Candelaria de turno matutino), un Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) en Dziuché, Tele-Bachilleratos en varias comunidades y una Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo (UIMQROO).

2.4.2. Salud

El municipio de José María Morelos cuenta con atención de primer nivel ofrecido por SESA e ISSSTE. Cabe destacar que en este municipio se encuentra la zona Maya a la que se le ha dado prioridad en la atención médica, lo que se logra a través de una Unidad de Salud Móvil y un Centro de Salud con hospitalización, denominado de atención intermedia. Se cuenta además con 17 Centros de Salud distribuidos en el municipio y una clínica médico familiar del ISSSTE. Existen 8 camas censables, 22 consultorios y laboratorios de análisis clínicos y de radiología, entre otras instalaciones. (INAFED, 2015)

2.4.3. Deporte

Los principales deportes que se practican son el béisbol y el fútbol y en menor medida el basquetbol y voleibol, el cachibol, el softbol, las cuales se pueden jugar en la rama varonil y femenil. También se practican las disciplinas de Box, luchas asociadas y actualmente el judo. (INAFED, 2015)

2.4.4. Vivienda

En el área urbana predomina el tipo de vivienda unifamiliar de piedra, con una sola planta y con techo de piedra o de huano, mientras que en las localidades rurales el principal tipo de viviendas son construidas con materiales de la región. (INAFED, 2015)

2.4.5. Servicios públicos

La cobertura de los servicios públicos es la siguiente:

Agua Potable	90
Alumbrado Público	90
Drenaje Urbano	20
Recolección de Basura	90
Limpieza de las Vías Públicas	90
Seguridad Pública	90
Pavimentación	70
Mercados y Centrales de Abasto	90
Rastros	90

El ayuntamiento administra los servicios de parques y jardines, edificios públicos, unidades deportivas y recreativas, monumentos y fuentes, entre otros. (INAFED, 2015)

2.4.6. Medios de comunicación

En el municipio se escuchan las estaciones radiofónicas de Felipe Carrillo Puerto, Cancún y del Estado de Yucatán; en televisión se captan las cadenas nacionales y en prensa circulan los periódicos estatales y nacionales. (INAFED, 2015)

2.4.7. Vías de comunicación

La carretera principal que existe en el municipio es la carretera federal 184 Felipe Carrillo Puerto-Muna, a través de la cual José María Morelos se comunica con Chetumal y con el estado de Yucatán. La segunda vía del municipio es la carretera estatal Dziuché-Tihosuco, ésta comunica a las comunidades del norte del municipio con la cabecera municipal y además permite el acceso a la carretera federal 295 Felipe Carrillo Puerto-Valladolid. (INAFED, 2015)

Otra carretera importante del municipio es la del cruce Presumida-Candelaria, que comunica a las comunidades del poniente del municipio, lugar donde existen unidades agrícolas. (INAFED, 2015)

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

El servicio de transporte de pasajeros es solamente por la vía terrestre y se presta a través de la empresa Autotransportes de oriente ADO, MAYAB, TRP y la Línea Europea; este servicio se complementa con el servicio de combis y taxis, mediante recorridos de la cabecera municipal a las principales comunidades que cuentan con carretera pavimentada, así como también existe el servicio de transporte local prestado tanto por taxistas, moto-taxis y tricicleros de José María Morelos, utilizado para trasladarse de un lugar a otro dentro de la cabecera municipal. (INAFED, 2015)

El servicio de correos funciona en José María Morelos y Dziuché con oficinas a nivel de Administración y en Sabán una Agencia, además se presta el servicio de buzón en Kantemó, Puerto Arturo y Sacalaca. (INAFED, 2015)

Se cuenta con servicio telefónico automático en José María Morelos y en Dziuché, además del servicio de telefonía rural en otras ocho localidades que son: Candelaria, Kancabchen, Presumida, Sabán, San Felipe I, Santa Gertrudis y Xcabil. (INAFED, 2015)

2.5. ACTIVIDAD ECONÓMICA

2.5.1. Agricultura

El método tradicional de cultivo es conocido como la milpa, que se realiza en terrenos de temporal y sin mecanizar, en donde se siembra principalmente el maíz, frijol y calabaza intercalado con hortalizas como tomate, chile, pepino y rábano, en una extensión de aproximadamente 13,000 Ha. (INAFED, 2015)

En las áreas mecanizadas con riego se cultiva el sorgo, maíz, frijol, cacahuate y hortalizas, en aproximadamente 250 Ha. Destaca el cultivo de sandía en áreas con riego, cuya producción se destina en su mayor parte a la exportación. Existen ciertos huertos frutícolas dedicados principalmente al cultivo de naranja y plátano. (INAFED, 2015)

2.5.2. Ganadería

La ganadería ocupa el segundo lugar en las actividades económicas del municipio, se practica en forma extensiva en pastos naturales, con escasa tecnificación, el inventario ganadero es de alrededor de 9,000 cabezas de bovinos destinadas principalmente a la producción de carne y leche. Se cuenta con granjas de cerdos y cría de traspatio, con un inventario de alrededor de 21,000 cerdos. También se crían, a nivel familiar, borregos y aves destinados a la producción de carne. (INAFED, 2015)

2.5.3. Apicultura

Es una actividad complementaria del ingreso familiar, registrándose más de 27 mil colmenas en el municipio que producen miel para la exportación. (INAFED, 2015)

2.5.4. Forestal

En esta actividad se comercializan maderas finas como el cedro y la caoba y otras especies tropicales que tienen aceptación comercial. El volumen de aprovechamiento es de alrededor de 2,600 metros cúbicos, de los cuales el 70 % es de maderas duras tropicales. También se recolecta la resina del chicozapote con el cual se produce el chicle, que en su mayoría se exporta en un rango de 45 toneladas anuales. (INAFED, 2015)

2.5.5. Industria

Es incipiente y está dirigida principalmente a la industrialización de la madera, pequeños talleres y aserraderos y artesanías de madera y bejuco. (INAFED, 2015)

2.6. ATRACTIVOS CULTURALES Y TURÍSTICOS

2.6.1. Monumentos históricos

En el municipio se cuenta con la estatua de Don José María Morelos y Pavón, también se cuenta con 7 vestigios de iglesias de tipo colonial ubicadas en las comunidades de X-cabil, Huay Max, Sabán, Sacalaca (2) en X-Querol. Y San Antonio tuk, así como vestigios

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

arqueológicos como: Yoo`koop en la comunidad de Sabán, San Isidro Poniente, X.-Querol, San Felipe II en los límites con Dzoyola Yucatán, Nuevo Plan limitado con Manuel Altamirano, Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Piedras Negras y Sacalaca. (INAFED, 2015)

2.6.2. Fiestas, Danzas y Tradiciones

En el mes de marzo se celebra la Fiesta de la Primavera en la que se realizan corridas de toros, bailes, exposiciones ganaderas, artesanales y agrícolas.

Entre las danzas tradicionales están: el baile de la cabeza de cochino donde las personas bailan alrededor de una cabeza de cerdo cocinada y adornada con papel picado que un varón, mantiene en la cabeza bailando. Otro baile es La Cinta en el cual las personas bailan y tejen figuras con las cintas multicolores que se desprenden de la punta de un poste de alrededor de 10 metros de largo. También son comunes las jaranas de influencia yucateca que se bailan en las Vaquerías, fiestas populares en homenaje al patrono del pueblo. (INAFED, 2015)

2.6.3. Música

Se ejecuta por conjuntos tradicionales conocidos como el Maya Pax, formados por instrumentos de viento como caracoles y armónicos, instrumentos de cuerda como violines y guitarra y de percusión como tambores contruidos con troncos. (INAFED, 2015)

2.6.4. Artesanías

Destacan la producción de diferentes objetos tejidos con palma, cestos y otros utensilios tejidos con paja, hamacas e hipiles bordados a mano. (INAFED, 2015)

2.6.5. Gastronomía

La comida tradicional tiene como basa la utilización de animales silvestres como el jabalí, venado, faisán, entre otros, preparados en pibil, que son horneados bajo tierra. También son comunes los guisos se realizan utilizando la Chaya, que es una planta cuyas hojas son muy nutritivas; el chile habanero que es utilizado en salsas, las comidas a base de

semillas de calabazas y el pozole que es una bebida preparada con maíz tierno. (INAFED, 2015)

2.6.6. Centros turísticos

No cuenta con centros turísticos relevantes, aunque tiene potencial de explotación en la laguna de Chichancanab y localidades relacionadas con la Guerra de Castas como Sacalaca. (INAFED, 2015)

2.6.7. Principales comunidades

- **Dziuché**

Es una ciudad fronteriza con el estado de Yucatán, su población es de 2, 870 habitantes y sus principales actividades económicas son las agropecuarias, forestal y el comercio. Por su importancia en el ámbito tiene la categoría de alcaldía. Su distancia a la cabecera municipal es de aproximadamente 20 km.

- **Sabán**

Es una comunidad cuya fundación se remota a la época colonial, cuenta con 2,167 habitantes y sus principales actividades económicas son las agropecuarias y forestal. Por su importancia en el ámbito tiene la categoría de alcaldía. Su distancia a la cabecera municipal es de aproximadamente 50 km.

- **Huay Max**

Es una comunidad cuya fundación se remota a la época colonial, cuenta con 1, 399 habitantes y sus principales actividades económicas son las agropecuarias y forestal. Su distancia a la cabecera municipal es de aproximadamente 54 km.

- **Presumida**

Es una comunidad cuya fundación se remota a la época colonial, cuenta con 1, 357 habitantes y sus principales actividades económicas son las agropecuarias y forestal. Su distancia a la cabecera municipal es de aproximadamente 6 km.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- **Sacalaca**

Es una comunidad cuya fundación se remota a la época colonial, cuenta con 1, 010 habitantes y sus principales actividades económicas son las agropecuarias y forestal. Su distancia a la cabecera municipal es de aproximadamente 33 km.

2.6.8. Características del Ayuntamiento

El ayuntamiento está conformado por el Presidente Municipal, un síndico, seis regidores electos según el principio de mayoría relativa y tres regidores electos según el principio de representación proporcional. Para cada regidor y el síndico hay un suplente. (INAFED, 2015)

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.

3.1. RESIDUOS SÓLIDOS

Cuando hablamos de residuos sólidos, la mayoría de la gente piensa en basura: cosas sin valor, que no son aprovechables y viejas; pero sin embargo no todo lo es, cuando los residuos están separados ya se pueden clasificar pero cuando todo está junto se podría clasificar como basura.

Como resultado de las diferentes actividades productivas que desarrollan las sociedades, se generan inevitablemente una serie de desechos sólidos, líquidos o gaseosos que pueden tener efectos negativos sobre el ambiente y la salud humana. Los residuos sólidos son importantes porque pueden tener efectos tóxicos importantes y frecuentemente se depositan en lugares donde la población humana puede estar expuesta: calles, orillas de caminos, barrancas, cuerpos de agua, etc.

La cantidad y tipo de desechos que se generan, depende, entre otras cosas, del grado de desarrollo industrial y de servicios que tienen el país o región, así como de las mismas pautas de consumo de la sociedad.

Los residuos sólidos municipales (RSM) son aquellos que provienen de las actividades domésticas, comerciales, industriales (pequeña industria y artesanía), institucionales (administración pública, establecimientos de educación, etc.), de mercados, y los resultantes del barrido y limpieza de vías y áreas públicas de un conglomerado urbano, y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales. (Jaramillo, 2002)

3.2. DEFINICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE en el Título Primero. Capítulo I. Artículo 3o. Fracción XXXII. Define residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

3.4. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, y última actualización publicada en el DOF el 22 de Mayo de 2015, clasifica a los residuos como:

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU) o municipales:** Son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes y empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.
- **Residuos Peligrosos:** Son aquellos que poseen alguna de las características CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o agentes biológico-infecciosos) que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados al ser transferidos a otro sitio.
- **Residuos de Manejo Especial:** Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

3.4. FUENTES GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se considera fuente de generación el lugar donde son utilizados los artículos que sirven a una sociedad en la satisfacción de sus necesidades. Una vez cumplido el fin para el cual fueron adquiridos son desechados, en este instante se considera que se empieza la generación de los subproductos que conforman los residuos sólidos. (Yañez, 1994)

En la tabla 2 se presenta la clasificación de las fuentes generadoras de Residuos y los componentes en relación a su fuente de procedencia.

Tabla 2. Clasificación de las fuentes Generadoras de Residuos Sólidos.

Fuente	Componentes
Residencial/domiciliario	Desperdicios de cocina, papeles y cartón, plásticos, vidrio, metales, textiles, residuos de jardinería, etc.
Comercial Almacenes, oficinas, mercados, restaurantes, hoteles, y otros.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales y peligrosos.
Institucional Oficinas públicas, escuelas, colegios, universidades, servicios públicos y otros.	Semejantes al comercial
Industria (pequeña industria y artesanía)	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, residuos de comida, cenizas, demolición y construcción, peligrosos, etc.
Barrido de calles y áreas públicas	Residuos de jardinería, papeles, plásticos, vidrio (basura que arrojan los peatones)

Fuente: Diagnostico de la situación actual del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. OPS/OMS. Washington D.C., 1997.

3.5. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La composición es un término que se utiliza para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso (G, Theisen, & Vigil, 1994). Al igual que en la generación, son diversos los factores que influyen en la composición de los residuos; además de conocer la cantidad de basura generada en las ciudades, es necesario analizar su composición, porque esto contribuirá con la adopción de opciones de manejo integral, especialmente para definir sistemas tratamiento. La composición de los residuos es muy heterogénea, cada vez se torna más voluminosa y con altos contenidos de elementos contaminantes que dificultan su manejo. (Moreira, 2008)

En la tabla 3 se presentan las composiciones de los residuos domiciliarios; dependiendo del sitio o lugar en donde se realice el estudio.

Tabla 3. Composición típica de los residuos.

Componentes	Tipo de residuos
Residuos orgánicos	Residuos de comida, manipulación, preparación, cocción, consumo de comida, excretas de animales y residuos vegetales o de jardín.
Papel	Periódicos viejos, papel de alta calidad, revistas, papel metalizado y otro papel no utilizable.
Cartón	Cartón(reciclable y contaminado)
Plásticos	PET (botellas de refrescos, mayonesas, aceite vegetal, PE-HD (recipientes de agua y leche, de aceite de cocina) y botellas para detergentes, plásticos mezclados (no seleccionados) otros plásticos (PVC, PE-LD, PP y PS), plásticos de película.
Textiles	Ropa, trapos.
Goma	Todas las clases de productos de goma, excluyendo neumáticos de vehículos.
Cuero	Zapatos, abrigos, chaquetas, tapicería.
Madera	Materiales residuales de la construcción, palos de madera.
Sanitarios	Pañales y toallas desechables.
Vidrio	Vidrio de recipiente (blanco, ámbar, verde), vidrio plano, otros materiales de vidrio no de recipientes.
Metales férreos	Latas de hojalata, aparatos y coches, hierro, y acero.
Metales no férreos	Recipientes de bebidas, aluminio secundario (marcos de ventanas, contrapuerta, chapas).
Residuos especiales	Pilas domésticas, baterías, tóner.
Residuos peligrosos	Jeringas, agujas, catéter, betún, cortapunzantes.
Barrido de calles	Material mezclado.
Otros	Que no se encuentren en la clasificación.

Fuente. Tchobanoglous, G., H. Theisen, and S. Vigil 1994. *Gestión integral de residuos sólidos*. McGraw-Hill.

3.5.1. Propiedades físicas

Entre las propiedades físicas de los residuos se encuentran:

- **Peso volumétrico:** Definido como el peso de un material por unidad de volumen (ejemplo Kg/m³). Para gestionar los residuos es necesario identificar tanto el peso como el volumen, generalmente esta propiedad está dada para los residuos sueltos (no compactos); y dependiendo de factores tales como: localización geográfica, clima, y tiempo de almacenamiento se puede estimar una densidad desde 178 Kg/m³ hasta 415 Kg/m³, siendo el valor típico de 300 Kg/m³ (G, Theisen, & Vigil, 1994). En el caso de los países de América Latina y el Caribe, el peso volumétrico alcanza valores de 125 a 250 kg/m³. (Jaramillo, 2002)
- **Contenido de humedad:** Puede expresarse de dos formas; con el método de medición de peso – húmedo frecuentemente utilizado, en el que la humedad se expresa como un porcentaje del peso del material húmedo; y con el método de medición de peso – seco, referido a un porcentaje del peso del material seco. (G, Theisen, & Vigil, 1994)

En el caso de los países de América Latina y el Caribe, los residuos tienen un mayor contenido de materia orgánica y una humedad que varía de 35 a 55%. (Jaramillo, 2002)

- **Tamaño de partícula y distribución del tamaño:** Tchobanoglous afirma que esta propiedad es importante especialmente en la recuperación de materiales con medios mecánicos como cribas, tromel y separadores magnéticos.
- **Capacidad de campo:** Se refiere a la cantidad de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la acción de la gravedad, es de gran importancia para determinar la formación del lixiviado en sitios de disposición final. Puede variar con el grado de presión aplicado y el estado de descomposición de la muestra. (G, Theisen, & Vigil, 1994)

3.5.2. Propiedades químicas

Conocer las propiedades químicas de los residuos sólidos permite aceptar o rechazar algún tipo de tratamiento con el que puedan ser procesadas. (Peñaloza & Muñoz, 1997)

Tchobanoglous afirma que el éxito del tratamiento de residuos por incineración depende de sus características químicas y considerando que son una combinación de materiales semihúmedos combustibles y no combustibles. Dentro de las propiedades químicas de los residuos que van a utilizarse como combustible, están:

- **Análisis físico:** Incluye los ensayos de humedad (pérdida de humedad cuando se calienta a 105 °C durante una hora), material volátil combustible (pérdida de peso adicional con la ignición a 950 °C en un crisol cubierto), carbono fijo (rechazo combustible dejado después de retirar la materia volátil), y ceniza (peso del rechazo después de la incineración en un crisol abierto). (G, Theisen, & Vigil, 1994)
- **Punto de fusión de la ceniza:** Temperatura de transformación por fusión y aglomeración en que la ceniza proveniente de la incineración de residuos sólidos se convierte en sólido o escoria. Temperaturas típicas de fusión entre 1100 y 1200°C. (G, Theisen, & Vigil, 1994)
- **Análisis elemental:** El análisis elemental de los componentes de residuos sólidos implica determinar el porcentaje de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y ceniza; entre otros análisis químicos de elementos, comúnmente utilizados están el fósforo y potasio. (G, Theisen, & Vigil, 1994)
- Tchobanoglous afirma que dentro del análisis elemental se incluye la determinación de halógenos para evitar la emisión de compuestos clorados durante la combustión; la composición química de la materia orgánica de los residuos y la relación C/N apta para los procesos de transformación biológica pueden definirse con los resultados del análisis.
- **Contenido energético:** llamado también poder calorífico y se refiere a la capacidad de la basura para producir energía calorífica; se determina generalmente en laboratorio, utilizando un calorímetro adiabático (bomba de Mahler o de Parró), o

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

con un cálculo teórico aproximado si se conoce su composición elemental. (G, Theisen, & Vigil, 1994)

Las propiedades químicas de los residuos los pueden caracterizar como combustibles, pero también como peligrosos corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y patógenos; a todos estos se los ha denominado como CRETIB, y constituyen un grupo de desechos de especial importancia precisamente por el peligro que representan en el ambiente y en la salud pública.

3.5.3. Propiedades biológicas

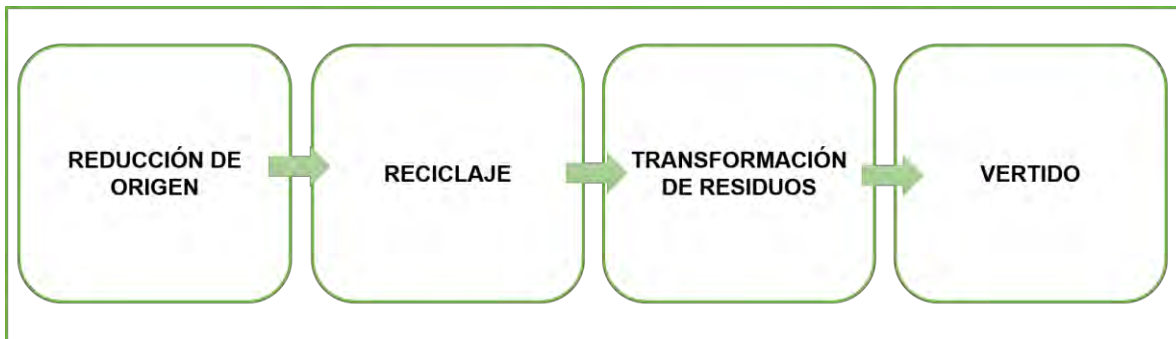
La característica biológica más importante de los residuos orgánicos, es que casi todos sus componentes son susceptibles de tratamiento biológico; la putrefacción de este tipo de residuos puede generar olores y moscas.

La producción de malos olores y la generación de vectores están relacionadas también con la naturaleza putrefactible de los materiales orgánicos encontrados en los residuos sólidos urbanos.

3.6. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La gestión integral de los residuos tiene como objetivo tratar los residuos que genera una sociedad de tal manera que éstos sean compatibles con el medio ambiente, la salud y con el proceso de reciclaje. En la figura 3 se presenta una jerarquización de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos. (Tchobanoglous, 1994)

Figura 3. Jerarquización de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos



Fuente: Tchobanoglous, 1994.

Reducción de origen

Es la manera de reducir la cantidad de residuos, el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales. La reducción de residuos puede realizarse a través del diseño, la fabricación y el envasado de productos con un material con menos componentes tóxicos, un volumen mínimo de material o una vida útil más larga. (Jaramillo, 1999)

Reciclaje

Es la acción más importante que se lleva a cabo después de la reducción de origen, en una manera adecuada para la gestión de los residuos y disminuir los daños que causan al medio ambiente y las consecuencias a los seres vivos. (Jaramillo, 1999)

Reciclar tiene beneficios como:

- Menor uso de materia prima y recursos naturales
- Disminución de los contaminantes que se emiten al aire, agua y suelo.
- Generación de empleos.
- Mayor espacio en los sitios de disposición final.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Etapas del reciclaje:

- Recuperación de los residuos.
- Procesamiento intermedio.
- Almacenamiento.
- Transporte.
- Procesamiento.

Transformación de residuos

Es la implicación de la alteración física, química o biológica de los residuos. Las transformaciones que pueden ser aplicadas a los residuos sólidos son:

- Mejorar la eficacia de las operaciones y sistemas de gestión de los residuos.
- Recuperar materiales reutilizables y reciclables.
- Recuperar productos de conversión (por medio del compostaje) y energía en forma de calor y biogás combustible.

Vertido

Esta fase es para aquellos residuos que no pueden ser reciclados, residuos que no tienen ningún uso adicional, la materia que queda después de la separación de los residuos sólidos en una instalación de materiales.

Métodos de recolección de residuos sólidos

Es importante destacar que el método con el cual se lleva a cabo la recolección, viene a resultar la parte medular del sistema mismo; ya que el nivel de organización que guarden los métodos de recolección de un determinado sistema, será el indicador más representativo del nivel de servicio con que se esté atendiendo a los usuarios de dicho sistema. (SEDESOL, 1997)

Para una buena gestión de los residuos sólidos que genera la población, tiene que haber un buen sistema de recolección; existen cuatro métodos de recolección que son de gran utilidad para un buen sistema:

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

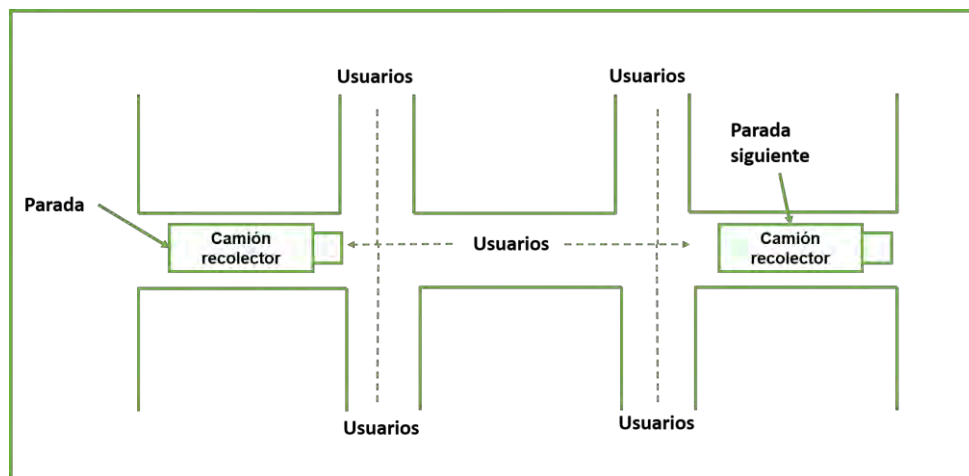
- Parada fija.
- Recolección casa por casa.
- Traspatio.
- Contenedores estacionarios.

Parada fija

Es el método más económico y, es aquel mediante el cual los usuarios llevan sus recipientes hasta el sitio en que se encuentra estacionado el camión recolector, los residuos son entregados a los operadores para cargarlos y en casos extremos es el usuario quien vierte los residuos directamente al camión.

El método consiste en llevar el vehículo a ciertos puntos predeterminados y esperar a que los usuarios lleven sus residuos en los horarios predefinidos figura 4. (SEDESOL, 1997)

Figura 4. Esquema del Método de recolección por parada fija.



Fuente: Adaptado de Pérez J. 2015 Macro y micro ruteo de residuos sólidos residenciales.

Ventajas:

- Mejora la imagen del servicio
- La recolección se realiza en menor tiempo posible
- Es el más económico, después del de contenedores

Desventajas

- Utiliza más tiempo que el de contenedores
- Requiere mayor personal de recolección

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

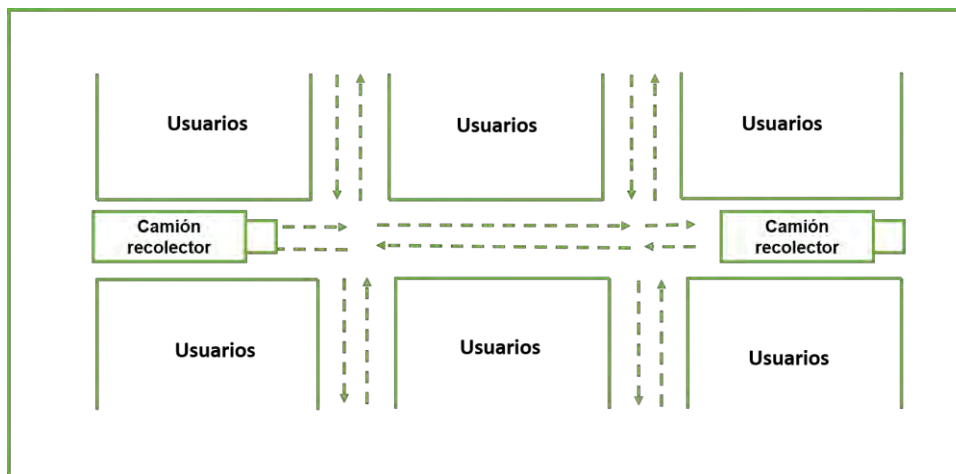
- Requiere cierta participación de los usuarios

Presentan estas desventajas de que siempre tiene que haber una persona en la casa atenta al paso de camión, y cuándo por alguna razón no la hay, la basura se acumula en exceso de la capacidad de los recipientes, existiendo el riesgo y la posibilidad de que sea arrojada clandestinamente. (SEDESOL, 1997)

Recolección casa por casa

En este método, se usan carrocerías con carga trasera de preferencia, este método consiste en que el camión circula a una velocidad muy baja en ambos sentidos de la calle, donde los usuarios depositan sus recipientes sobre la banqueta, los operarios los recogen, vacían y regresan al mismo sitio, donde los usuarios los introducen ya vacíos a sus casas. Este método requiere de responsabilidad de los usuarios ya que deben de sacarse a la banqueta los recipientes de basura exclusivamente los días de recolección, que de otra manera representa el inconveniente de que se disperse en la vía pública. En la figura 5 se presenta el esquema de este método.

Figura 3. Esquema del método de recolección casa por casa.

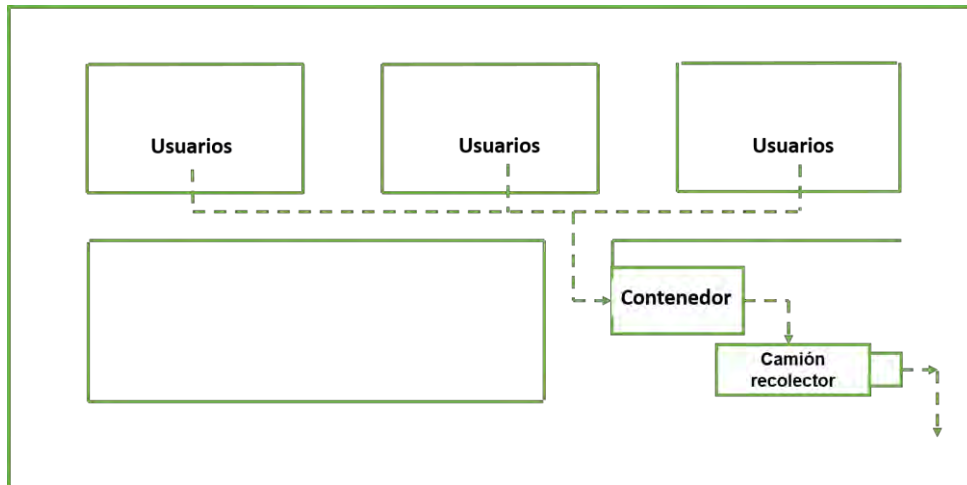


Fuente: Adaptado de Pérez J. 2015 Macro y micro ruteo de residuos sólidos residenciales.

Traspatio

En este caso el operario entra hasta los predios o instalaciones del generador para realizar la carga, generalmente son grandes contenedores. En la figura 6 se presentan un esquema de este método.

Figura 4. Esquema del método de traspatio.

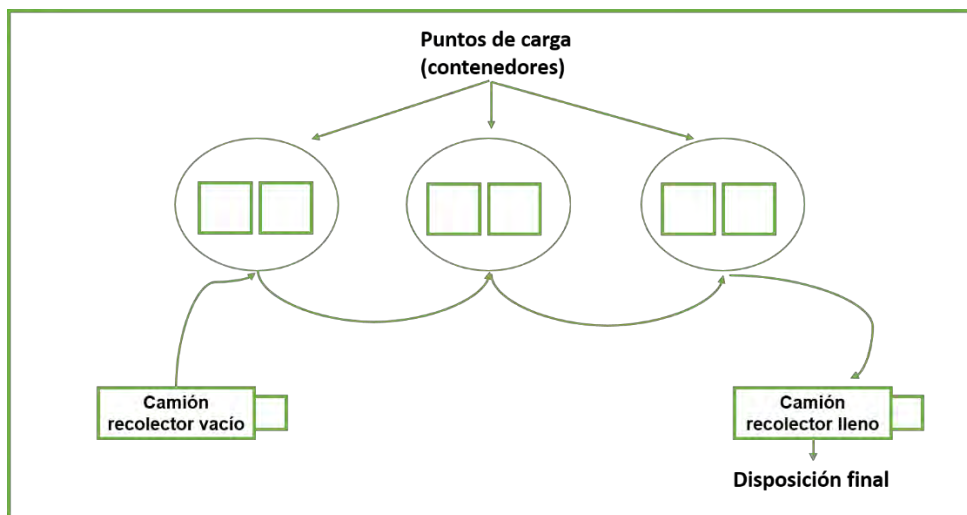


Fuente: Adaptado de Pérez J. 2015 Macro y micro ruteo de residuos sólidos residenciales.

Contenedores estacionarios

Estacionario este es el mejor método de recolección para centros de gran generación como podrían ser hoteles, mercados, centros comerciales, hospitales, industrias, etc.; la localización de los contenedores deberá ser de tal forma que el vehículo recolector tenga un fácil acceso y pueda realizar las maniobras sin problemas. Se recomienda este método para puntos distantes de centros de población. Esquema figura 7.

Figura 5. Esquema del método de recolección por contenedores estacionarios.



Fuente: Adaptado de Pérez J. 2015 Macro y micro ruteo de residuos sólidos residenciales.

3.7. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos urbanos se han incrementado debido al acelerado crecimiento de la población. La disposición final de los residuos sólidos es una alternativa técnica y más favorable para el manejo de los desechos. (Villafuerte, Flores, Enrique, & Zea., 2004)

Tienen el propósito de recibir los residuos sólidos urbanos que genera la población con el fin de que éstos no provoquen daños medioambientales y efectos a la salud de la población, siempre y cuando estos sitios sean controlados.

Los rellenos sanitarios son una alternativa para la disposición ya que se considera como tipo de confinamiento ideales, porque se encuentra lejos de la población y es una buena solución al problema de los residuos sólidos urbanos.

Son obras de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructuras adicionales, los impactos ambientales, de igual manera deben cumplir con las especificaciones que marca la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Surgen como una metodología para el control de riesgos en la disposición final de los residuos hace más de treinta años. Originalmente, la metodología contemplaba el uso de depresiones naturales o realizadas por el hombre para rellenarlas de residuos hasta obtener la nivelación del terreno.

Existen cuatro tipos de rellenos sanitarios que se nombran dependiendo del tonelaje diario que se recibe en éstos:

- **Relleno sanitario tipo A:** Es el sitio de disposición final para las grandes ciudades. Se reciben más de 100 toneladas al día de residuos sólidos urbanos. Debe contar con los requisitos máximos establecidos en la NOM-083-SEMARNAT-2003.
-
- **Relleno sanitario tipo B:** Este relleno es apto para recibir a diario entre 50 y 100 toneladas de desechos. Está diseñado para las urbes medianas a grandes.
-
- **Rellenos sanitario tipo C:** Es un sitio de disposición final para las urbes de tamaño medio. Pueden ingresar cotidianamente de 10 a 50 toneladas de residuos.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- **Relleno sanitario tipo D:** es un sitio de disposición final que opera de forma manual. Pueden ingresar menos de 10 toneladas de residuos al día.

Relleno sanitario tipo “C”

En la tabla 4 se presentan los estudios y análisis que deben presentar los rellenos sanitarios tipo C, previo a su construcción.

Tabla 4. Estudios y análisis previos para la construcción.

Estudios y Análisis	C
Topográficos	✓
Geotécnico	✓
Generación y composición de los RSU y de Manejo especial	✓

Fuente: NOM-083-SEMARNAT-2003.

El relleno sanitario tipo C debe cumplir con una compactación mínima de 400 kg/m³ al día y una recepción de residuos sólidos no mayor a 50 toneladas.

De igual manera deberá cumplir con las obras complementarias que se establecen en la tabla 5.

Tabla 5. Obras complementarias requeridas.

Obras	C
Caminos de acceso	✓
Cerca perimetral	✓
Caseta de vigilancia y control de acceso	✓
Vestidores y servicios sanitarios	✓
Franja de amortiguamiento (Mínimo 10 metros)	✓

Fuente: NOM-083-SEMARNAT-2003.

El relleno sanitario deberá cumplir con:

- a) Un manual de operación que contenga:

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- Disposición de control de accesos de personal, vehículos y materiales, prohibiendo el ingreso de residuos peligrosos, radiactivos o inaceptables.
 - Método de registro de tipo y cantidad de residuos ingresados.
 - Cronogramas de operación.
 - Dispositivos de seguridad y planes de contingencia para incendios, explosiones, sismos, fenómenos meteorológicos y manejo de lixiviados, sustancias reactivas, explosivas e inflamables.
- b) Un control de registro.
- c) Informe mensual de actividades.

CAPÍTULO IV. MARCO NORMATIVO PARA LOS RESIDUOS SÓLIDOS

4.1. MARCO JURÍDICO LEGAL APLICABLE PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

La gestión de los residuos sólidos está regulada por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de igual manera en la Constitución Estatal, por Leyes, Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX).

El marco legal aplicable para los residuos sólidos, desde el orden federal a nivel municipal:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Título Quinto, Artículo 115. Fracción III, inciso C. Los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos: limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de Febrero de 1917

Ley General de Salud

Título Séptimo. Capítulo IV. Artículo 118, Fracción IV. Menciona que corresponde a la Secretaría de Salud promover y apoyar el saneamiento básico, estableciendo normas que protejan la integridad de la salud humana.

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Define que es residuo, plantea sistemas de manejo, regulación y disposición de residuos sólidos no peligrosos, quedando sujetos a orden estatal o en su caso

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

municipal; planeando rellenos sanitarios para disposición final de los residuos sólidos y de esta manera prevenir y controlar la contaminación del suelo.

Artículo 137.- Queda sujeto a la autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

La Secretaría expedirá las normas a que deberán sujetarse los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de residuos sólidos municipales.

Otros artículos relacionados:

Artículo 5º.- Fracción **VI.-** La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias;

Artículo 7º.- Fracción **VI.-** La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;

Artículo 8º.- Fracción **IV.-** La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;

Artículo 134.- Fracción **I.** Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;

II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

Artículo 135.- Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo se consideran, en los siguientes casos:

I. La ordenación y regulación del desarrollo urbano;

II. La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios;

III.- La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como en las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.

Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I. La contaminación del suelo;

II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;

III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y

IV. Riesgos y problemas de salud.

Artículo 137.- Queda sujeto a la autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Artículo 138. Fracción I. La implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales; y

II. La identificación de alternativas de reutilización y disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

Artículo 140. La generación, manejo y disposición final de los residuos de lenta degradación deberá sujetarse a lo que se establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría, en coordinación con la Secretaría de Economía.

Artículo 141. La Secretaría, en coordinación con las Secretarías de Economía y de Salud, expedirá normas oficiales mexicanas para la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos, cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos.

Artículo 142.- En ningún caso podrá autorizarse la importación de residuos para su derrame, depósito, confinamiento, almacenamiento, incineración o cualquier tratamiento para su destrucción o disposición final en el territorio nacional o en las zonas en las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Las autorizaciones para el tránsito por el territorio nacional de residuos no peligrosos con destino a otra Nación, sólo podrán otorgarse cuando exista previo consentimiento de ésta.

Ley Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Enero de 1988.

Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos Sólidos.

Establece las reglas que se refieren a la protección del medio ambiente en materia de prevención y gestión integral de los residuos sólidos, en el territorio nacional; en un ordenamiento de orden público. Establecen los mecanismos de coordinación, principios de valorización, responsabilidad compartida, y manejo integral, bajo criterio de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.

Ley Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de Octubre de 2003.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos.

Tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos y rige en todo territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce jurisdicción. Al igual que en la LGEEPA se establecen definición para entender cada uno de los términos. Se establecen formas de identificación, planes de manejo, las condiciones particulares de manejo que deben recibir los residuos de acuerdo a su clasificación.

Nuevo Reglamento Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Noviembre de 2006

Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-083-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el país.

Especifica la exigencia de contar con un manual de operaciones para la disposición final de los residuos. Es así como el municipio se encuentra obligado y facultado para realizar una gestión y manejo integral adecuado de los residuos.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de Octubre de 2004

Normas Mexicanas.

Se establecen las siguientes normas para la realización del estudio:

NMX-AA-61-1985, protección al ambiente - contaminación del suelo - residuos sólidos municipales - determinación de la generación. Esta norma especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio. Para efectos de la aplicación de la norma los residuos municipales se subdividen en domésticos (generados en casa-habitación) y en no domésticos (fuera de las casas-habitación)

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

NMX-AA-015-1985, protección al ambiente - contaminación del suelo - residuos sólidos municipales - muestreo – método de cuarteo. Establece el método del cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para análisis en el laboratorio.

NMX-AA-019-1985, protección al ambiente - contaminación del suelo – residuos sólidos municipales-peso volumétrico “in situ”. Establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar donde se efectuó la operación de “cuarteo”.

NMX-AA-22-1985, protección al ambiente-contaminación del suelo – residuos sólidos municipales - selección y cuantificación de subproductos. Establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos municipales.

Constitución Política del Estado de Quintana Roo

Capítulo IV. Artículo 147.- Los Municipios del Estado tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos como: Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.

Última Reforma Publicada en el Periódico Oficial el 09 de Marzo de 2010.

Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Establece las observancias obligatorias para el estado, con el objetivo de regular y vigilar los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos domésticos e industriales no peligrosos.

Ley Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de Junio de 2001

Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo

Esta ley estatal define en su Título Primero, capítulo segundo, artículos 11 fracción VIII y XIII las facultades y atribuciones de los municipios para prestar los servicios así como establecer las instalaciones apegadas a la normatividad aplicable en materia de residuos.

Sección Tercera en sus artículos 76 y 78 referente a disposición final de residuos sólidos y de manejo especial donde se sujetan las disposiciones para la operación de estos.

Última Reforma Publicada en el Periódico Oficial el 30 de Marzo de 2015.

Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Quintana Roo.

Tiene como objetivo realizar una gestión integral de los residuos sólidos que garantice la prevención, minimización, clasificación, valorización y eliminación bajo cumplimientos normativos; promoviendo e implementando los instrumentos, inspección y control que favorezcan la prevención y eficiencia de las actividades de la gestión de los residuos.

Publicada en Junio de 2009.

Bando de policía y buen gobierno del municipio de José María Morelos, Quintana roo.

Establecen los servicios públicos municipales, en forma enunciativa y no limitativa en cuanto a limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos. Al igual que desarrollar campañas de limpia, reciclado de residuos entre otros. De igual manera se establecen las faltas, infracciones, sanciones y recursos administrativos a los que se someterán las personas que violen tales conceptos.

Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado en 17 de Junio de 2006.

Para la regulación de la disposición final se aplica la Norma oficial Mexicana siguiente:

NOM-083-SEMARNAT-2003

Ésta es una Norma Oficial Mexicana que regula la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que los sitios destinados a la ubicación de tal infraestructura, así como su diseño, construcción, operación, clausura, monitoreo, y obras complementarias; se lleven a cabo mediante los lineamientos técnicos que garanticen la protección al ambiente, la preservación del equilibrio ecológico y de los recursos naturales, la minimización de los efectos contaminantes provocados por la inadecuada disposición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial y la protección de la salud pública en general.

Requisitos mínimos que deben cumplir los Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial tipo C:

- Una compactación de basura mayor a 500 kg/m³.
- Cobertura de los residuos, por lo menos cada semana.
- Evitar el ingreso de residuos peligrosos en general.
- Control de fauna nociva y evitar el ingreso de animales.
- Cercar en su totalidad el sitio de disposición final.

Los sitios de disposición final se categorizan de acuerdo a la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que ingresan por día, como se establece en la tabla 6 según la NOM-083-SEMARNAT-2003:

Tabla 6. Categorías de los sitios de disposición final.

Tipo	Toneladas/día
A	Mayor a 100
B	50 hasta 100
C	10 y menor a 50
D	Menor a 10

Fuente: NOM-083-SEMARNAT-2003.

- Especificaciones para la selección del sitio:
 - ✓ Restricciones para la ubicación del sitio.
Además de cumplir con las disposiciones legales aplicables, las condiciones mínimas que deben cumplir cualquier sitio de disposición final son las siguientes:
 - ✓ Cuando el sitio de disposición final se pretenda ubicar a una distancia menor de 13 km del centro de las pistas de un aeródromo de servicio público o de aeropuerto, la distancia elegida se determinará por un estudio de riesgo aviario.
 - ✓ No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el Plan de manejo de éstas.
 - ✓ En localidades mayores de 2500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 metros contados a partir de la traza urbana existente o contemplada.
 - ✓ No debe ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, estuarios, humedales, recarga de acuíferos, fluviales, arqueológicas; ni estar sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.
 - ✓ El sitio de disposición final se debe encontrar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años.
 - ✓ La distancia de ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 metros como mínimo.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- ✓ La ubicación entre el límite del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero, tanto en operación como abandonados, será de 100 metros adicionales a la proyección horizontal de la mayor circunferencia de cono de abastecimiento.
- Estudios y análisis previos para la selección del sitio:
 - ✓ Estudio geológico
Deberá determinar el marco geológico regional con el fin de obtener su descripción estratigráfica, así como su geometría y distribución, considerando también la identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas
 - ✓ Estudios hidrogeológicos.
 - a) Evidencias y usos del agua subterránea.
Definir la ubicación de las evidencias de agua subterránea, tales como manantiales, pozos y norias en las zonas de influencia, para conocer el gradiente hidráulico. De igual manera debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en la zona de estudio.
 - b) Identificación del tipo de acuífero.
Identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que definen el sistema acuífero.
 - c) Análisis del sistema de flujo.
Determinar la dirección del flujo regional.
- Estudios y análisis en el sitio, previos a la construcción y operación de un sitio de disposición final.
La realización del proyecto para la construcción y operación de un sitio de disposición final debe contar con estudios y análisis previos, de acuerdo al tipo de sitio de disposición final.
 - d) Estudio topográfico
Se debe realizar un estudio topográfico incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final.
 - e) Estudio geotécnico.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Se deberá realizar para obtener los elementos de diseño necesarios y garantizar la protección del suelo, subsuelo, agua superficial y subterránea, la estabilidad de las obras civiles y del sitio de disposición final a construirse.

CAPÍTULO V. METODOLOGÍA

5.1. GENERACIÓN PER CÁPITA

La determinación de la generación se basa de acuerdo a la NMX-AA-61-1985-PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO - RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN.

Para obtener la generación promedio de los residuos sólidos por habitante, medido en Kg/hab-día, a partir de la información obtenida de un muestreo aleatorio en campo, con duración de ocho días para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población de José María Morelos.

Siguiendo los pasos que marca la NMX-AA-61-1985 para la determinación de la generación:

- **Selección de riesgo “ α ”**

Para llevar a cabo la selección de riesgo se hizo con base a los factores:

- Conocimiento de la localidad,
- Calidad técnica del personal participante,
- Factibilidad para realizar el muestreo,
- Características de la localidad y,
- Exactitud de la báscula por emplear.

Tomar en cuenta los factores se elige el riesgo $\alpha = 0.05$ de acuerdo a la tabla 7.

Tabla 7. Nivel de riesgo según el tamaño de la muestra.

Riesgo (α)	Tamaño de la muestra (n)
0.05	115
0.10	80
0.20	50

Fuente: NMX-AA-61-1985

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- **Determinación y ubicación del universo de trabajo.**

De un plano actualizado de la localidad de José María Morelos. Considerar toda la localidad como el universo de trabajo. (Anexo 1)

- **Ubicación e identificación del universo de trabajo.**

Realizar un recorrido en la localidad numerando en orden progresivo cada una de las casas-habitación y anotándolos, menospreciando aquellos comercios, talleres, casa habitación-comercio, entre otros, ya que el estudio se basa para residuos sólidos domiciliarios.

Seleccionar, marcar y delimitar las premuestras aleatorias (210 muestras) y después recorrer el universo de trabajo; visitar a los habitantes de las casas seleccionadas para la muestra, en donde se les explica la razón del muestreo por realizar, así como para captar la información general que se indica en la cédula de la encuesta y entregando la bolsa de polietileno. Durante las visitas a las casas, descartar elementos que se consideran que no puedan participar y retomar la selección aleatoria de viviendas.

- **Recolección de las muestras.**

El día de visita y entrevista entregar las primeras bolsas para el almacenaje de los residuos sólidos. Las bolsas deben estar enumeradas de acuerdo a la calle y al número aleatorio. Considerar el primer día como descacharrización u operación de limpieza, las bolsas deben ser pesadas y se anotar en la cedula de encuesta; diariamente por ocho días después de la recolección entregar una bolsa nueva para los residuos por generar en las siguientes 24 horas. Pesar las bolsas una por una, anotando sus valores en la cédula de encuesta, el último día recolectar las bolsas con los residuos del día anterior sin la entrega de otra bolsa.

- **Rechazo de muestras.**

Al término del muestreo, se descartar las viviendas que no entregaron su bolsa de residuos durante un mínimo de tres días, siendo las razones: algunos habitantes salieron

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

y no generaron basura, otros al segundo día ya no quisieron participar y por último los habitantes no se encontraban al momento de la recolección.

- **Ordenado de las muestras.**

Si en algún momento durante el muestreo no se obtiene la muestra, entonces en el registro se anota cero en el día correspondiente y no tomar en cuenta para el promedio.

De los datos de las viviendas, durante el periodo de muestreo; calcular el promedio de la generación per cápita, de acuerdo a esto se obtiene una serie “n” de valores promedio, uno por cada casa- habitación incluida en la premuestra.

Ordenar la información obtenida anteriormente como a continuación se ilustra:

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq \dots X_i \dots X_{n-1} \leq X_n$$

En donde:

X_i = Promedio por casa-habitación, de los 7 valores diarios de la generación de residuos per cápita, obtenidos durante el periodo de muestreo.

- **Determinación del rechazo de observaciones sospechosos.**

Empleando el criterio de Dixon, realizar el rechazo de datos sospechosos, el cual consiste en un análisis estadístico en el que se establecen los criterios para poder considerar si los valores obtenidos son realmente significativos, para poder incluirlos como muestra.

Aplicación del criterio de Dixon para observaciones sospechosas:

Calcular el valor del estadístico (r), para las siguientes situaciones:

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j} \quad \text{Cuando se sospecha del elemento máximo de la premuestra.}$$

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1} \quad \text{Cuando se sospecha del elemento mínimo de la premuestra.}$$

Dónde:

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

n = Número de observaciones o elemento mayor.

l = El elemento menor.

$i = n - (j-1)$.

j = Elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.

Calcular el valor del estadístico permisible ($r_{1-\alpha/2}$) correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido y el número de observaciones correspondientes al caso que se trate.

Con el valor del estadístico (r) y con el estadístico permisible ($r_{1-\alpha/2}$) con el fin de rechazar o aceptar la observación sospechosa de acuerdo con el siguiente criterio:

Si $r > r_{1-\alpha/2}$ Se rechaza la observación sospechosa.

Si $r < r_{1-\alpha/2}$ Se acepta la observación sospechosa.

Una vez rechazadas o aceptadas las observaciones sospechosas, realizar un análisis estadístico de los " n " valores promedio resultantes para obtener la media de la generación per-cápita diaria de los valores promedio por casa habitación y la desviación estándar de los valores, con respecto a la media.

Después verificar el tamaño de la muestra, calculando el tamaño real de la muestra, con base en la desviación estándar de la muestra, y empleando la distribución " t " de Student de la tabla de percentiles de distribución (t).

La determinación del tamaño real de la muestra, se realiza con la siguiente expresión:

$$n_1 = \left(\frac{t_s}{E} \right)^2$$

Donde:

n_1 = Tamaño real de la muestra.

E = Error muestral en Kg/hab-día, recomendándose emplear un valor comprendido en el siguiente intervalo: $0.4 \text{ kg hab-día} \leq E \leq 0.07 \text{ kg/hab-día}$

s = Desviación estándar de la muestra.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

t = Percentil de la distribución "t" de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

Una vez que se obtiene n_1 , comparar con el valor de la premuestra sabiendo que (n) es el valor de la premuestra, se puede encontrar que si $n_1 > n$, entonces $n_2 = n_1 - n$; por lo tanto, $n_2 > 0$.

Para un análisis estadístico, se toma en cuenta tanto a los valores (n_1) elementos de la premuestra, como a los valores (n_2) elementos faltantes para la muestra.

Si $n = n_1$, entonces $n_2 = 0$.

En dado caso si (n_1) es igual al tamaño de la premuestra (n) , por lo cual no se requieren más elementos (n_2) para considerar válido el muestreo. Por ello se acepta el análisis estadístico realizado.

Si $n_1 < n$, entonces $n_2 < 0$.

En esta situación, el tamaño de la premuestra resulta mayor al n de la muestra, tomándose dicho valor como el tamaño real de la muestra, por lo que no deben eliminarse los elementos sobrantes de la muestra, ya que pueden ampliar en un momento dado el nivel de confianza del muestreo. De acuerdo con lo anterior, los estadísticos obtenidos para la premuestra, se consideran válidos también para la muestra.

- **Para realizar un análisis de confiabilidad**

Con el fin de poder aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como los parámetros del universo de trabajo, para el nivel de confianza establecido. Consiste en realizar una prueba de hipótesis en dos colas, con el fin de definir la media muestral (\bar{X}) es igual o diferente de la media población (μ) .

Establecer una hipótesis nula H_0 y de la hipótesis alternativa H_1 .

La hipótesis nula (H_0) la media muestral no difiera de la media poblacional.

La hipótesis alternativa (H_1) = la media muestral difiere en la media poblacional.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Para aceptar o rechazar las hipótesis que se mencionaron va a depender del percentil que corresponde al muestreo con el percentil crítico.

En caso de aceptarse la hipótesis nula, se concluye que los estadísticos de la muestra, pueden ser tomados como los parámetros del universo de trabajo.

Si la hipótesis alternativa se acepta, los estadísticos de la muestra no deben ser tomados como los parámetros del universo de trabajo; por lo que es necesario realizar un nuevo muestreo y desechar el analizado.

5.2. PESO VOLUMÉTRICO

El peso volumétrico o densidad de los residuos sólidos se define como el volumen necesario para acomodar una determinada cantidad de residuos de acuerdo a su peso (sin compactación y alteración física). (SEDESOL, 1996)

Este parámetro está relacionado a las características físicas de los residuos. Su determinación está establecida por la NMX-AA-019-1985 y se expresa en kg/m^3 . Se ve modificado cuando es compactado o por causa de las condiciones climatológicas (precipitación pluvial, humedad relativa, etc.).

Es de gran importancia, ya que con este dato se determina el número de unidades para el transporte en función de la capacidad de estas, además sirve de base para proyectar las necesidades de espacio para el diseño de rellenos sanitarios.

De acuerdo a la NMX-AA-019-1985- PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL SUELO RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES-PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU".

1. Llevar a cabo la determinación del peso volumétrico *in situ* que consiste en tomar los residuos de la primera eliminación del método del cuarteo. Verificar que el recipiente esté limpio y libre de abolladuras; de igual manera que la báscula esté nivelada.
2. Después tomar el peso de los recipientes vacíos (recipientes de plástico de forma cilíndrica, con capacidad de 60 litros cada uno), tomando este peso como la tara del recipiente.
3. Seguidamente, se llenar los recipientes hasta el tope con los residuos sólidos, para evitar la alteración del peso volumétrico, no presionar al momento de colocarlos, sino golpear contra el suelo tres veces a una altura de 10 centímetros. De nuevo se llenar los recipientes repitiendo el mismo proceso, una vez llenos pesarlos y restarles los valores de la tara esto con el fin de obtener el peso neto de los residuos sólidos.

En caso de contar con insuficientes residuos sólidos para el llenado de los recipientes, marcar en éste, la altura alcanzada y determinar dicho volumen.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Para realizar los cálculos correspondientes se utilizar la siguiente fórmula:

$$P_v = \frac{P}{V}$$

Donde:

P_v = Peso volumétrico de residuos sólidos, en Kg/m³.

P= Peso de los residuos sólidos (peso bruto menos tara), en Kg.

V= Volumen del recipiente, en m³.

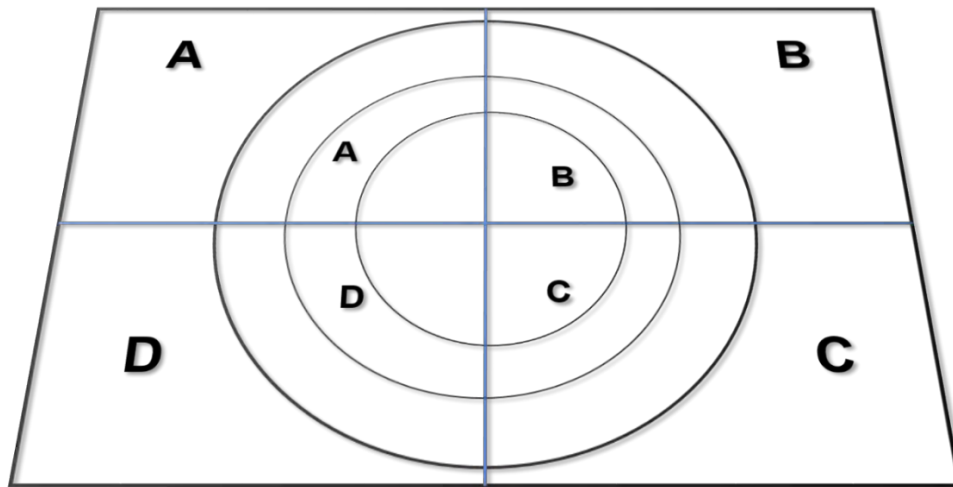
5.3. CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

La caracterización responde a la determinación de las principales cualidades y características de los residuos sólidos. Consiste en una determinación en base a porcentajes de los principales elementos que los constituyen para establecer las cantidades y variaciones de las mismas a través del tiempo. Tiene importancia en cada una de las fases de la gestión integral de los residuos sólidos (Generación, recolección, transporte y disposición final). (CONAMA, 2006)

Para realizar la caracterización de los residuos sólidos se llevó a cabo el método de cuarteo de acuerdo a la NMX-AA-015-1985- PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO- RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES-MUESTREO – MÉTODO DE CUARTEO.

1. Consiste en tomar las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, las muestras resultado del estudio de la generación y vaciar el contenido de las bolsas formando un montón sobre un área plana de cuatro por cuatro metros, de cemento y bajo techo.
2. Después con el uso de palas y un tridente, mezclar el montón homogéneamente, dividiendo en cuatro partes aproximadamente iguales A, B, C y D, como se muestra en la figura 8.
3. Eliminar las partes opuestas (A y C o B y D), repitiendo esta acción hasta dejar un mínimo de 50 Kg de residuos sólidos con los cuales se debe realizar la selección de los subproductos. Y con las partes eliminadas realizar el peso volumétrico de acuerdo a la NMX-AA-019-1985.

Figura 8. Representación del Cuarteo de los Residuos Sólidos Municipales



Fuente: Elaboración propia.

Cuantificación de los residuos sólidos.

La cuantificación de los residuos es de gran importancia porque se da a conocer los requerimientos que se necesitan para dar solución a los subproductos que se están generando; es expresado en porcentaje. De igual manera sirve para proponer algún tipo de tratamiento que se le pueda dar a los residuos, el objetivo principal de cuantificar los residuos sólidos es conocer la composición y teniendo especial atención en la fracción de residuos que son aprovechables, además identificar los posibles desechos que son considerados como peligrosos con el fin de darle una adecuada disposición. (Castillejos, 2010)

Se realiza en base a la NMX-AA-22-1985- PROTECCIÓN AL AMBIENTE-CONTAMINACIÓN DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS.

Obtención de la muestra

Después del cuarteo, de los aproximadamente 50 kg de residuos, que procede de las áreas del primer cuarteo que no fueron seleccionadas.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

En la tabla 8 se menciona la clasificación de los subproductos de acuerdo a la NMX-AA-22-1985.

Tabla 8. Subproductos seleccionados.

SUBPRODUCTO		
Algodón	Loza y cerámica	Plástico rígido
Aluminio	Madera	Poliuretano
Cartón	Material de construcción	Poliestireno expandido
Cuero	Material ferroso	Polipropileno
Residuo fino	Material no ferroso	Residuos alimenticios
Envase de cartón encerado	Papel	Residuos de jardinería
Fibra dura vegetal	Pañal desechable	RPBI
Fibras sintéticas	Papel Sanitario	Tetra Pak
Hueso	PET	Trapo
Hule	Pilas y baterías	Vidrio de color
Lata	Plástico de película	Vidrio transparente
	Plástico metalizado	Otros

Fuente: NMX-AA-015-1985, D.O.F. 18 de Marzo de 1985.

Proceder a la selección de los subproductos ya clasificados, continuar a ser pesados por separado en la balanza y registrar los resultados.

Seguidamente calcular el porcentaje en peso de cada subproducto con la siguiente fórmula:

$$PS = \frac{G_1}{G} \times 100$$

Donde:

PS= Porcentaje del subproducto considerado.

G₁= Peso del subproducto considerado, en Kg; descontando el peso de la bolsa empleada.

G= Peso total de la muestra (mínimo 50 Kg)

5.4. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La recolección de los residuos, uno de los más costosos elementos funcionales, es la parte medular del sistema de manejo de residuos sólidos y tiene como objeto primordial preservar la salud pública mediante la recolección de los residuos en todos los centros de generación y transportarlos al sitio de tratamiento y/o disposición final, de la manera más sanitaria posible, eficientemente y con el mínimo costo. (SEDESOL, 1996)

Para el diseño del sistema de recolección, una de las primeras decisiones que debe tomarse, es acerca del método de recolección de residuos. Entre los más comunes se tiene “**parada fija**”, “**casa por casa**”, “**acera**” y “**contenedores estacionarios**”; esta es una decisión importante porque incide en las otras variables de recolección, incluyendo el tipo de recipiente para el almacenamiento, tamaño de la cuadrilla y en la selección de los vehículos recolectores. Los sistemas de recolección se establecen de acuerdo al nivel y tamaño de la población. (SEDESOL, 1996)

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- **José María Morelos**

Entrevistas: a los encargados del sistema de recolección de la localidad y aplicación de un cuestionario 1 “Sistema de recolección y Manejo de Residuos Sólidos” tabla 9.

Tabla 9. Cuestionario 1: Sistema de recolección y Manejo de los Residuos Sólidos

Cuestionario 1
1. ¿La localidad cuenta con un sistema de recolección de los residuos sólidos?
2. ¿Cuenta con camiones recolectores adecuados para la recolección?
3. ¿Con cuántos camiones cuentan para la recolección?
4. ¿La recolección de los residuos sólidos es periódica?
5. ¿Cuál es el horario de recolección de los residuos sólidos?
6. ¿Cuentan con rutas de recolección o que método utilizan para cubrir toda la localidad?
7. ¿Aplican un sistema de separación de los residuos?
8. Aproximadamente, ¿Cuál es la cantidad que recolectan diariamente?
9. De la población, ¿A qué porcentaje le brindan servicio de recolección?
10. ¿Cuentan con sistema de limpieza que cubra todas las calles?

Fuente: Elaboración propia

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- **Principales comunidades: Dziuché, Sabán, Huay Max, Presumida y Sacalaca**

Entrevistas: aplicación de un cuestionario 2 “Sistema de recolección y Manejo de Residuos Sólidos” a las autoridades (delegados ejidales/alcaldes) de las comunidades tabla 10.

Tabla 10. Cuestionario 2: Sistema de recolección y Manejo de Residuos Sólidos

Cuestionario 2
1. ¿La comunidad cuenta con un sistema de recolección de los residuos sólidos?
2. ¿Cuenta con camiones recolectores adecuados para la recolección?
3. ¿La recolección de los residuos sólidos es periódica?
4. ¿Cuál es el horario de recolección de los residuos sólidos?
5. ¿Cuentan con rutas de recolección o que método utilizan para cubrir toda la localidad?
6. Aproximadamente, ¿Cuál es la cantidad que recolectan diariamente?
7. De la población, ¿A qué porcentaje le brindan servicio de recolección?
8. ¿Cuentan con un sitio de disposición final (basureo a cielo abierto)?
9. ¿En la comunidad se llevan a cabo acciones de aprovechamiento de los residuos que son reciclables?
10. ¿En la comunidad, existe algún programa de educación ambiental para la concientización de los residuos sólidos?

Fuente: Elaboración propia.

5.5. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN JOSÉ MARÍA MORELOS.

Análisis de documentos y bibliografía: Analizar en base a la Guía de verificación de la NOM-083-SEMARNAT-2003, al igual que material de fuentes documentales, que contienen información acerca de los rellenos sanitarios manuales con el propósito de hacer una comparación con el proyecto del relleno sanitario de José María Morelos.

Entrevistas: A las autoridades de la dirección de Ecología y Medio Ambiente del municipio de José María Morelos, que tienen una vinculación directa con el relleno sanitario.

Con el fin de obtener información respecto a las expectativas, ventajas y desventajas, el tratamiento que se da a la basura actualmente en el relleno sanitario. De igual manera investigar acerca del funcionamiento del relleno sanitario, instalaciones y equipo con el que cuentan, las condiciones en que se encuentra dicho relleno entre otras cosas.

Visita de campo: con el objetivo de observar el funcionamiento correcto del relleno sanitario, para conocer si cuenta con el personal capacitado y con los trabajadores necesarios para funcionar adecuadamente. Después de la visita de campo elaborar una tabla de la etapa de operación y comparar con la NOM con lo observado en campo.

5.6. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE RECICLAJE, APROVECHAMIENTO, REUSO Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Tomar conciencia y llevar a cabo acciones de reciclaje y aprovechamiento nos hace personas responsables de los residuos que estamos generando. Reciclar, aprovechar, reusar y minimizar se vuelven hoy en día más efectivos en función de los costos, además de que favorece a los sitios de disposición final y alarga la vida útil de algunos residuos; pero para poder llegar a tales acciones positivas son esenciales la participación de la sociedad y la implementación de educación ambiental.

- **José María Morelos**

Visita de campo: realizar un recorrido por las calles localidad de José María Morelos para observar si existen empresas que se dedican a la compra y venta de residuos que son reciclables, reutilizables (PET, Cartón y metales). Para determinar a donde se envía el tipo y cantidad de materiales que se adquieren al mes se aplicará una pequeña encuesta a los dueños de cada micro-empresa.

Entrevistas: realizar una pequeña entrevista con los dueños de las micro empresas para conocer los diferentes residuos que se compran para el reciclaje.

- **Principales Comunidades: Dziuché, Sabán, Huay Max, Presumida y Sacalaca**

Entrevistas: a los delegados de las comunidades para identificar las acciones de reciclaje, aprovechamiento, reúso y minimización que se lleven a cabo en ésta.

Visita de campo: realizar un breve recorrido por las calles de las comunidades para observar la situación actual del manejo y acciones de reciclaje de los residuos sólidos.

CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

6.1. GENERACIÓN PER CÁPITA

El cálculo de la generación per cápita se realizó de acuerdo a la metodología descrita anteriormente, en base a la NMX-AA-61-1985.

Para la obtención de la generación per cápita participaron 848 personas distribuidas en la zona de estudio; se entregaron 210 bolsas de las cuales 169 fueron recogidas durante el muestreo. Se consiguió un 80.48% de la participación de la población muestreada.

El estudio se realizó de acuerdo a la NMX-AA-61-1985; con un total de 169 muestras (tabla 11).

Tabla 11. Valores promedio de menor a mayor y número de habitantes por casa.

N	KG/HAB/DÍA	HAB*CASA	N	KG/HAB/DÍA	HAB*CASA
X1	0.0513	7	X86	0.3375	7
X2	0.0607	6	X87	0.3452	7
X3	0.0617	6	X88	0.3595	6
X4	0.0625	6	X89	0.3607	7
X5	0.077	7	X90	0.3667	6
X6	0.0783	6	X91	0.375	6
X7	0.0866	7	X92	0.3783	6
X8	0.0952	6	X93	0.3896	6
X9	0.1043	7	X94	0.3917	6
X10	0.1134	7	X95	0.3929	7
X11	0.1206	7	X96	0.3958	6
X12	0.1229	7	X97	0.4196	7
X13	0.1229	7	X98	0.425	7
X14	0.1296	7	X99	0.4278	6
X15	0.1304	7	X100	0.4321	7
X16	0.1333	6	X101	0.4343	7
X17	0.1357	7	X102	0.4354	6

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

X18	0.1361	6	X103	0.4371	7
X19	0.155	5	X104	0.4375	7
X20	0.1571	7	X105	0.44	7
X21	0.1655	7	X106	0.4429	7
X22	0.1667	5	X107	0.444	5
X23	0.175	6	X108	0.4482	7
X24	0.1786	7	X109	0.45	7
X25	0.1792	6	X110	0.4548	7
X26	0.1792	6	X111	0.462	5
X27	0.1806	6	X112	0.475	7
X28	0.1857	7	X113	0.4768	7
X29	0.1857	7	X114	0.4786	7
X30	0.1861	6	X115	0.4833	6
X31	0.1881	7	X116	0.4896	6
X32	0.1893	7	X117	0.4933	5
X33	0.1898	7	X118	0.4952	7
X34	0.2024	6	X119	0.4957	7
X35	0.2083	7	X120	0.4976	7
X36	0.212	5	X121	0.51	5
X37	0.2171	7	X122	0.5196	7
X38	0.2229	7	X123	0.5214	7
X39	0.225	7	X124	0.5225	5
X40	0.2262	7	X125	0.5286	7
X41	0.2264	6	X126	0.5327	7
X42	0.23	6	X127	0.5367	6
X43	0.2321	7	X128	0.545	5
X44	0.2333	6	X129	0.545	6
X45	0.2333	7	X130	0.55	7
X46	0.2357	7	X131	0.5643	7
X47	0.2357	7	X132	0.5667	6
X48	0.2393	7	X133	0.5696	7

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

X49	0.24	6	X134	0.5714	7
X50	0.25	5	X135	0.5929	7
X51	0.2509	7	X136	0.6111	6
X52	0.2528	6	X137	0.6262	7
X53	0.2619	7	X138	0.6286	7
X54	0.2639	6	X139	0.631	7
X55	0.2667	7	X140	0.6429	7
X56	0.2667	6	X141	0.6557	7
X57	0.269	7	X142	0.6655	7
X58	0.2733	6	X143	0.6768	7
X59	0.2786	7	X144	0.6786	7
X60	0.2845	7	X145	0.6929	7
X61	0.2858	6	X146	0.6929	7
X62	0.2867	7	X147	0.7341	7
X63	0.2871	7	X148	0.7417	6
X64	0.2893	7	X149	0.7686	7
X65	0.2905	7	X150	0.77	6
X66	0.2911	7	X151	0.7905	7
X67	0.2917	6	X152	0.7964	7
X68	0.2971	7	X153	0.856	5
X69	0.2988	7	X154	0.8567	5
X70	0.3	5	X155	0.9333	6
X71	0.3014	7	X156	0.98	5
X72	0.3024	7	X157	1.0036	7
X73	0.3086	7	X158	1.0225	5
X74	0.3114	7	X159	1.0375	7
X75	0.3167	6	X160	1.07	7
X76	0.3167	6	X161	1.0786	7
X77	0.32	6	X162	1.1667	5
X78	0.32	5	X163	1.1722	6
X79	0.3217	6	X164	1.1938	7

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

X80	0.325	7	X165	1.2767	5
X81	0.3286	7	X166	1.3607	7
X82	0.3286	7	X167	1.5167	6
X83	0.3306	6	X168	1.6518	
X84	0.3329	7	X169	1.8857	
X85	0.3339	7			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al criterio de Dixon se realizó el rechazo de muestras sospechosas quedando un total de 98 muestras, 69 muestras sospechosas y 2 muestras fueron rechazadas.

En la tabla 12 se presentan los valores de confiabilidad, riesgo y la generación per cápita en kg/hab*día que se obtuvo al final de los cálculos correspondientes.

Tabla 12. Valores de confiabilidad, riesgo y generación promedio.

Confiabilidad	95%
Riesgo de muestreo	0.05
Generación promedio	0.577 kg/hab*día

Fuente: Elaboración propia.

La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios que se obtuvo fue de 0.577 Kg/hab/día para la población muestreada. Haciendo una multiplicación por los 7 días de la semana por el número de habitantes (11,750) da como resultado 47,458.25 kg que es igual a 47.46 toneladas semanalmente y esto es lo que se está depositando en el relleno sanitario.

Comparando la generación per cápita con un trabajo realizado en la comunidad de Javier Rojo Gómez. “Álvaro O bregón” que fue de 0.436 Kg/hab/día (Hernández, 2008) y el resultado para José María Morelos 0.577 kg/hab/día es mayor, ya que la comunidad de Javier Rojo Gómez corresponde a una zona rural y José María Morelos a una zona semiurbana; pero este dato es bajo si es comparado con el determinado para la comunidad de Laguna Guerrero, 0.645 Kg/hab/día (Mariscal, 2002), la población de esta

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

comunidad es muy cercana a la capital del estado. De la misma manera haciendo una comparación para la Ciudad de Chetumal la generación per cápita que se han obtenido es de 0.787 Kg/hab/día según (Pineda, 2009), y 0.696 Kg/hab/día (Sánchez, 2007); los datos de generación son elevados ya que es una zona urbana y se realizan diferentes actividades comparado con zonas rurales y semiurbanas.

6.2. PESO VOLUMÉTRICO

La generación diaria de residuos de acuerdo al peso volumétrico mostró un aumento el día miércoles, sábado y martes, los fines de semana se puede entender que aumentan las actividades y con ello los residuos; en cuanto al miércoles y martes se presentaron lluvias es por ello que el peso volumétrico aumentó debido a la humedad; el promedio de peso volumétrico fue de 108.83 kg/m³ como se muestra en la Gráfica 1. Para los siguientes días de muestreo las condiciones climatológicas continuaron normales.

Gráfica 1. Valores de Peso Volumétrico.



Fuente: Elaboración propia.

El peso volumétrico es de gran importancia, ya que con este valor se pueden realizar las proyecciones futuras y diseños de sitios de disposición de final para residuos sólidos municipales, de igual manera se utiliza para tomar decisiones para el tipo de camiones recolectores adecuados para satisfacer las necesidades de la población.

6.3. CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La caracterización de residuos sólidos domiciliarios se realizó para identificar la cantidad y composición física de los residuos sólidos generados en las casas-habitación, según el nivel socioeconómico al que pertenecen; en la tabla 13 se presentan los subproductos que fueron clasificados con el peso en kilogramos y los porcentajes promedio de los días muestreados. El de mayor relevancia fue para los residuos alimenticios con un 31.83% y el menor fue de pilas y baterías con un 0.11%.

Tabla 13. Resumen de mayor relevancia y de menor cantidad.

SUBPRODUCTO	TOTAL (KG)	PORCENTAJE (%)	SUBPRODUCTO	TOTAL (KG)	PORCENTAJE (%)
Algodón	0.6	0.19	Papel Sanitario	12.2	3.8
Aluminio	1.5	0.47	PET	9.35	2.91
Cartón.	14.35	4.47	Pilas y baterías	0.35	0.11
Cuero.	0.4	0.12	Plástico de película	19.5	6.07
Residuo fino.	9.1	2.83	Plástico metalizado	2.1	0.65
Envase de cartón encerado.	1.9	0.59	Plástico rígido	15.25	4.75
Fibra dura vegetal.	11	3.43	Poliuretano.	0.65	0.20
Fibras sintéticas.	2.4	0.75	Poliestireno expandido.	2.95	0.92
Hueso.	0.45	0.14	Polipropileno	1.6	0.50
Hule.	1.9	0.59	Residuos alimenticios.	102.2	31.83
Lata.	5.75	1.79	Residuos de jardinería.	24.5	7.63
Loza y cerámica.	1.25	0.39	RPBI	1.4	0.44
Madera.	2	0.62	Tetra Pak	4.85	1.51
Material de construcción.	0.75	0.23	Trapo.	13.4	4.17
Material ferroso.	2.05	0.64	Vidrio de color.	3.35	1.04
Material no ferroso.	2.75	0.86	Vidrio transparente.	14.95	4.66
Papel.	16.4	5.11	Otros.	2.85	0.89
Pañal desechable.	15.05	4.69	SUMATORIA	321.05	100

Fuente: Elaboración propia.

Cabe mencionar que se registró un dato curioso en cuanto al plástico de película, éste es uno de los 3 subproductos que se están generando en mayor cantidad, este es un residuo

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

no orgánico con potencial de reciclaje o reuso, pero sin embargo en la localidad no se llevan acciones de reciclaje y aprovechamiento de tal residuo y se están generando en gran cantidad.

En la tabla 14 están enlistados y clasificados los residuos de acuerdo al tipo de acción para reducir éstos, el promedio semanal y porcentaje diario para cada uno de los subproductos que se identificaron durante la caracterización.

Tabla 14. Subproductos aprovechables.

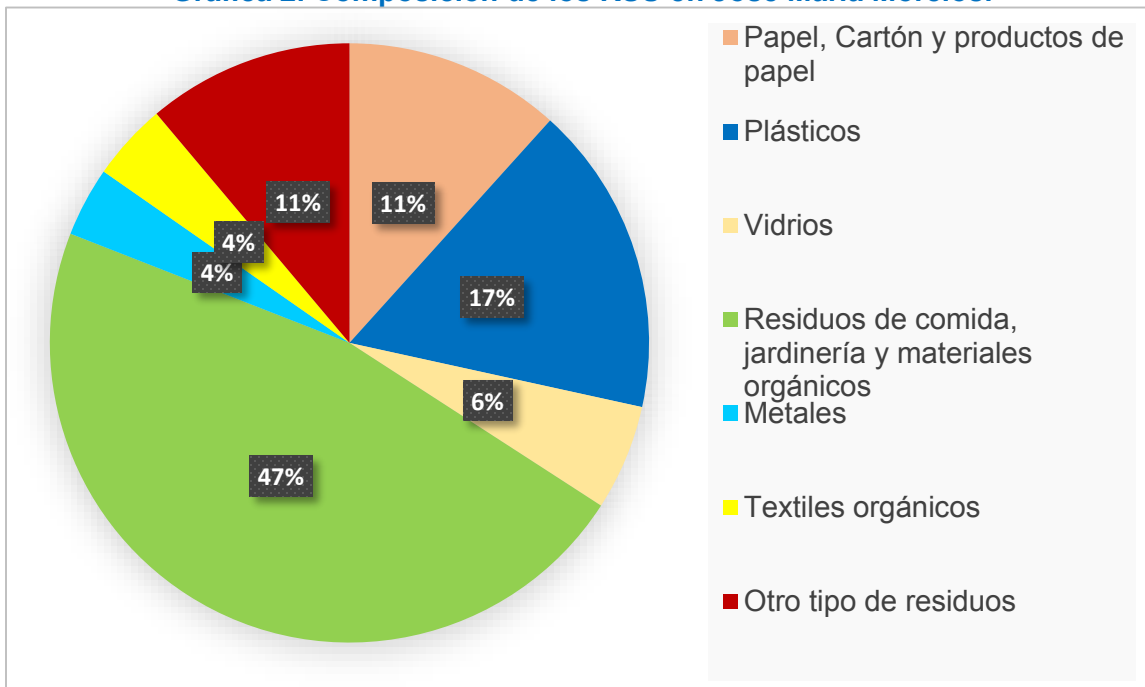
TIPO	SUBPRODUCTO	PROMEDIO SEMANAL	PORCENTAJE DIAIO
Reciclable	Aluminio	0.59	0.47
	Lata	1.95	1.79
	Material ferroso	0.64	0.64
	Material no ferroso	0.70	0.86
	Papel	5.25	5.11
	PET	2.75	2.91
	Plástico rígido	4.82	4.75
	Poliuretano	0.92	0.20
	Poliestireno expandido	0.18	0.92
	Residuos alimenticios	32.36	31.83
	Residuos de jardinería	6.94	7.63
	Vidrio de color	1.01	1.04
	Vidrio transparente	4.25	4.66
Reuso energético	Cartón	4.86	4.47
	Madera	0.64	0.62
Reusable	Cuero	0.08	0.12

Fuente: Elaboración propia.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

En la gráfica 2 se puede apreciar el porcentaje de los residuos sólidos que se encuentran compuestos principalmente por residuos orgánicos con un 47%, los plásticos con un 17%, papel, cartón y productos de papel con un 11%. En cuanto a otro tipo de basura es el 11% que se lleva directamente al sitio de disposición final junto con los vidrios y los textiles con 6% y 4% respectivamente; los metales constituyen un 4% por lo regular son comercializados por algunas personas de esta localidad.

Gráfica 2. Composición de los RSU en José María Morelos.



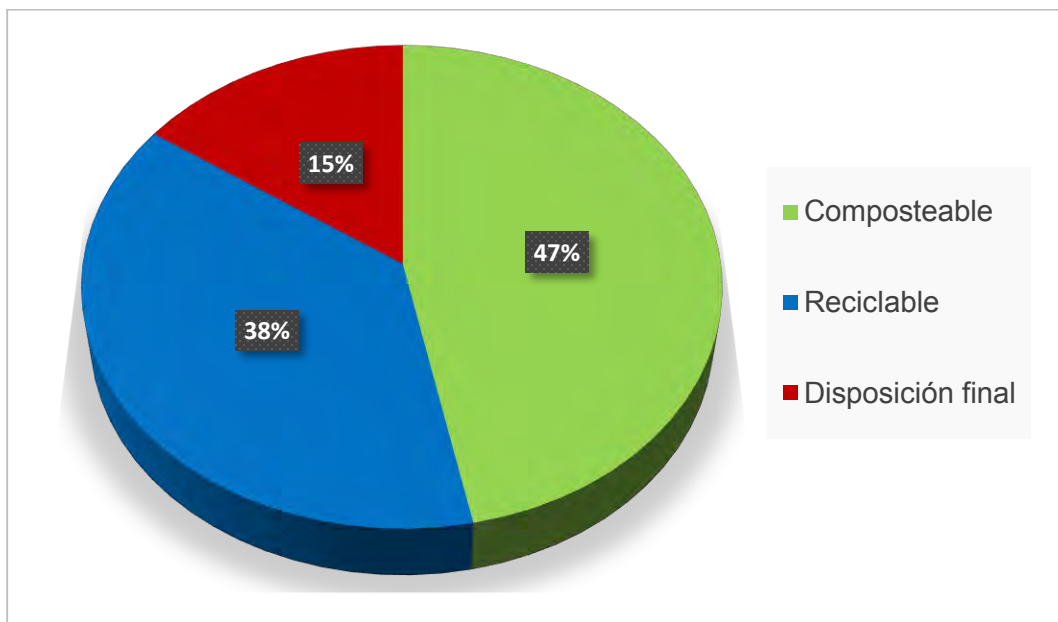
Fuente: Elaboración propia.

La composición de los residuos sólidos para la población de José María Morelos dependerá del nivel socioeconómico, así como la sensibilización y prácticas de manejo de los residuos sólidos que se impartan.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

En la gráfica 3, están agrupados los subproductos clasificados de acuerdo a la acción que se debe llevar a cabo; Datos indican que el 47% de los residuos que se generan pueden ser aprovechados para realizar composta, esto es casi el 50% de lo que se está generando; el 38% tienen un potencial de reciclaje y tan solo el 15% se llevaría al sitio de disposición final. Si se implementarán acciones de aprovechamiento y reciclaje se puede observar que la cantidad de residuos que terminan en los sitios de disposición final sería lo mínimo y se alargaría la vida útil de tales sitios.

Gráfica 3. Composición de los RSU de José María Morelos de acuerdo al tipo de acción.



Fuente: Elaboración propia

6.4. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

- **José María Morelos**

José María Morelos si cuenta con un sistema de recolección de acuerdo a la entrevista realizada al responsable el C. Manuel Montalvo Angulo; señaló que para llevar a cabo las tareas de recolección cuentan con cuatro vehículos: dos camionetas, 1 volquete, un vehículo prensador de 9 toneladas, de las cuales dos son los adecuados para la recolección.

La recolección de los residuos sólidos en la comunidad es periódica: laboran de lunes a viernes, con un horario de recolección de 6:00 am – 2:00 pm y de 3:00 pm – 6:00 pm; los sábados de 6:00 am – 12:00 pm.

Para el servicio de recolección no se cuentan con rutas de recolección, el método que utilizan es cubrir por sectores; sin embargo no se logra una cobertura total al día de los sectores, se logra en el transcurso de la semana para cada sector ya que no se cuentan con suficientes camiones y personal laborando para esta área; en cuanto a los residuos que se recolectan diariamente no se está aplicando un sistema de separación.

Se le brinda servicio de un 80% a 90% de la población, ya que hay áreas (calles) que son de difícil acceso; diariamente se recolectan de 24 a 30 toneladas de acuerdo a los vehículos con los que se cuentan, es un aproximado.

La localidad de José María Morelos cuenta con un sistema de limpia de calles pero no al 100%, se aplica solamente para las principales que son en la zona centro de la localidad.

No cuentan con brigadas en específico que se realicen en cuestión a los residuos sólidos, pero se imparten actividades de descacharrización para implementar la limpia de los patios de las casa habitaciones.

Principales comunidades:

- **Dziuché**

De acuerdo a la entrevista al responsable el C. Eulogio Sánchez Itzá, la comunidad si cuenta con un sistema de recolección que por el momento no está bien planteado, ya que

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

no tienen establecidos sus rutas de recolección, solamente realizan la recolección de manera que abarque toda la comunidad. Así mismo se establecen contenedores en el parque y calles principales para mantener limpia la zona centro de la comunidad.

Para la recolección de los residuos sólidos están destinados cuatro obreros (un chofer y tres recolectores). La comunidad si cuenta un camión recolector, es el adecuado para éste tipo de trabajo pero sin embargo, no es suficiente para satisfacer las necesidades de la comunidad y el estado actual es obsoleto ya que está presentando problemas en cuánto a la compactación. La recolección de los residuos se lleva a cabo de lunes a domingo (diariamente).

De igual manera cuenta con un sitio de disposición final “un basurero a cielo abierto” que está localizado aproximadamente a 1 km de la comunidad y está destinada 1 hectárea para el vertedero. No existen reglamentos y control de acceso a las personas.

- **Sabán**

De acuerdo a la entrevista realizada al alcalde el C. Eucebio Uk Moo de la comunidad, no cuentan con un sistema de recolección de los residuos, solamente se realiza el servicio de limpia para la zona centro de la comunidad (el parque y áreas de la iglesia) y se encuentran contenedores para depositar los residuos sólidos y mantener limpia esa zona. De igual manera no cuentan con un camión recolector, en ocasiones se realiza la recolección y se utiliza la patrulla de vigilancia como vehículo recolector; Para llevar a cabo el servicio de limpia se contrata de 8 a 12 obreros. Debido a que no cuentan con este servicio los habitantes de la comunidad de ven obligados a quemar sus residuos en las calles o en el patio de sus viviendas.

El “basurero a cielo abierto” anteriormente un banco de sacab está localizado aproximadamente a 4 km de la comunidad que tiene una dimensión de 60 x 60 m, el cual se encuentra en malas condiciones, ya que los residuos han llegado al límite del área. Hoy en día los habitantes optan por quemar sus residuos en las calles o en su patio y otros los dejan abandonados a las orillas de los caminos de acceso a la comunidad.

- **Huay Max**

Se realizó la entrevista a la Delegada la C. Elvira Juventina Tuz Ake, la comunidad de Huay Max de igual manera no cuenta con un sistema de recolección y los habitantes de la

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

comunidad hacen la limpia de calles y queman la mayoría de los residuos en cuanto a los que no se pueden quemar son depositados en las afueras de la comunidad (en las orillas de los caminos de acceso). La comunidad no cuenta con un sitio de disposición final propio, compartía el basurero con la comunidad de Sabán pero por falta de transporte ahora cada habitante se encarga de gestionar sus residuos que generan.

- **Presumida**

No cuenta con un sistema de recolección de residuos sólidos, sin embargo la gente lleva sus residuos al basurero. Mencionó el delegado el C. Antonio Sosa que anteriormente las patrullas de vigilancia se utilizaban para recolectar y transportar los residuos de la comunidad y los residuos que se depositan en los contenedores del parque principal, pero fue a corto plazo;

El sitio de disposición final o basurero a cielo abierto tiene aproximadamente 1 hectárea y está a 2 km de la comunidad, actualmente se encuentra en buenas condiciones y con capacidad para recibir más residuos, el problema son las entradas que están bloqueadas por los mismos residuos que fueron abandonados y sin recibir algún tratamiento, de igual manera no cuentan con maquinaria pesada para dar solución a este problema.

- **Sacalaca**

La comunidad de sacalaca no cuenta con un sistema de recolección y mucho menos con camiones recolectores de los residuos; de acuerdo a la entrevista realizada, el delegado se coordina con los habitantes para la limpieza de la comunidad, se implementaron contenedores para los residuos que van desde la entrada a la comunidad hasta el centro de la comunidad

El basurero a cielo abierto se encuentra aproximadamente 1.5 km, es un terreno de 40 x 40 metros de dimensión, es un sitio en donde se depositan los residuos sin recibir algún tratamiento y si rescatar los residuos que son reciclables o aprovechables.

Dziuché y Presumida son zonas un poco más desarrolladas comparado con Sabán, Huay Max y Sacalaca en éstas predominan los rasgos de la cultura maya, de familias numerosas y la mayoría viven en pequeñas casas que son de huano.

6.5. DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN JOSÉ MARÍA MORELOS

Se hizo una comparación con la NOM-083-SEMARNAT-2003, de las especificaciones para la selección del sitio donde se ubica el Relleno Sanitario de José María Morelos tipo “C” y éste si cumple con las condiciones y de igual manera se comparó los requisitos mínimos que debe cumplir el Relleno Sanitario para su operación y el resultado obtenido no concuerda a lo estipulado en la NOM antes mencionada.

En cuanto a las disposiciones generales el relleno si cumple con el rango de residuos que ingresan (Tabla 15).

Tabla 15. Comparativo de las disposiciones generales de la NOM con el Relleno de JMM.

Disposiciones generales	
NOM-083-SEMARNAT-2003	Relleno sanitario de JMM
El relleno sanitario tipo C debe recibir entre 10 y menos de 50 toneladas de residuos sólidos al día.	✓

Fuente: Elaboración propia.

El sitio de disposición final cumple con las especificaciones que deben poseer los rellenos sanitarios de acuerdo a su tipo como se presenta en la tabla 16.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Tabla 16. Comparativo de las especificaciones para la selección del sitio.

Especificaciones para la selección del sitio	
NOM-083-SEMARNAT-2003	Relleno sanitario de JMM
Ubicarse a una distancia menor de 13 km del centro de las pistas de un aeródromo de servicio público o de aeropuerto.	✓
No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas.	✓
En localidades mayores de 2500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 metros.	✓
Fuera de: marismas, manglares, esteros, pantanos, estuarios, humedales, recarga de acuíferos, fluviales, arqueológicas; ni estar sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.	✓
El sitio de disposición final se debe encontrar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años.	✓
La distancia mínima de ubicación debe ser de 500 metros de cuerpos superficiales de agua con caudal, como lagunas y lagos.	✓

Fuente: Elaboración propia.

El relleno sanitario tipo “C” si cumple con los estudios y análisis previos a la construcción y operación del sitio de disposición final (tabla 17).

Tabla 17. Comparativo de estudios previos a la realización del relleno sanitario

Estudios y análisis, previos a la construcción y operación de un sitio de disposición final.	
NOM-083-SEMARNAT-2003	Relleno sanitario de JMM
Estudio topográfico	✓
Estudio geotécnico.	✓

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18 se establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos (rellenos sanitarios tipo C) y el relleno sanitario de José María Morelos no cumple con estos; de acuerdo a la visita de campo y a

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

las entrevistas, el relleno no está funcionando como al principio de su creación; debido a la falta de presupuesto, equipo de operación (maquinaria adecuada) y por el personal capacitado que contribuya a su correcta operación.

Tabla 18. Comparativo de los requisitos mínimos que deben cumplir los Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos.

Requisitos mínimos que deben cumplir los Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial tipo D para su operación.	
NOM-083-SEMARNAT-2003	Relleno sanitario de JMM
Una compactación de basura mínima, de 400 kg/m ³	x
Cobertura de los residuos, por lo menos cada semana.	x
Evitar el ingreso de residuos peligrosos en general.	x
Control de fauna nociva y evitar el ingreso de animales.	x
Cercar en su totalidad el sitio de disposición final.	x
Impermeabilización del sitio por barreras naturales, o artificiales.	x

Fuente: Elaboración propia.

JMM: José María Morelos

- ✓ **Sí cumple.**
- x **No cumple.**

El relleno sanitario tipo C, cumple con las características mínima de operación que establece la NOM-083-SEMARNAT-2003, en cuando a disposiciones generales, selección del sitio y estudios previos a la selección si cumple; sin embargo no cumple con toda las condiciones mínimas de operación, ya que no se está realizando la compactación de los residuos que llegan al sitio de disposición final, debido a la falta de recursos económicos y equipo, la maquinaria que se emplea para este tipo de operación se encuentra en mal estado por falta de mantenimiento, es por ello que no se lleva a cabo la cobertura de los residuos. La celda de compactación no está funcionando, no hay un control de los residuos que ingresan, tales residuos son depositados a un costado de la celda.

Hablando de la laguna de lixiviados, esta no fue diseñada adecuadamente ya que el tubo de bombeo está por encima del nivel de los lixiviados, y esta de igual manera no está funcionando.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Las casetas de separación de residuos para la extracción de: papel, plástico, vidrio, metal, entre otros materiales, que se encuentran en el sitio de disposición están en buenas condiciones, pero sin embargo no se respeta, además de que no cuentan con el personal laborando, los residuos se encuentran homogéneos.

El área de composteo no se utiliza, al inicio de la operación del relleno si pero en la actualidad se encuentra abandonada al igual que las casetas de separación de residuos. La caracterización de los residuos resultó que se generan en mayor porcentaje los residuos orgánicos que bien pudieran ser aprovechados para la realización de abono y no se está haciendo estos residuos.

De igual manera no hay un control de fauna nociva, durante la visita de campo se observó diferentes aves, roedores y perros merodeando en el lugar.

Las características mínimas que debe cumplir un relleno sanitario tipo C son:

Tabla 19. Características mínimas que debe poseer un relleno sanitario tipo C.

Característica	Cumple
Caminos de acceso	✓
Cerca perimetral	x
Caseta de vigilancia	✓
Control de acceso	✓
Vestidores y servicios sanitarios	x
Franja de amortiguamiento (Mínimo 10 metros)	x

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ **Sí cumple.**
- x **No cumple.**

De acuerdo a la visita de campo, de las instalaciones antes mencionadas el relleno sanitario de José María Morelos, si cuenta con caminos de acceso, el sitio no esté cercado en su totalidad es por eso que no existe un control de la fauna nociva; si cuenta con una caseta de vigilancia pero no labora el personal adecuado; de igual manera si

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

existe un control de acceso pero no se le restringe la entrada, solo es un control para saber que personas llegan a depositar sus residuos; así mismo no existe una zona de vestidores y si tiene un área de servicios sanitarios pero no se encuentra funcionando (no tienen agua) y mucho menos la franja de amortiguamiento.

En la tabla 20 se presentan las coordenadas de los basureros a cielo abierto, que se encuentran en el municipio.

Tabla 20. Coordenadas de los basureros del Municipio de José María Morelos.

LOCALIDAD	COORDENADAS	
Dziuché	Longitud	19°52'39.63''N
	Latitud	88°46'44.66''O
Sabán	Longitud	20°1'25.19''N
	Latitud	88°34'46.70''O
Presumida	Longitud	19°81'13.99''N
	Latitud	88°44'57.97''O
Candelaria	Longitud	19°43'35.45''N
	Latitud	88°57'56.78''O
Santa Gertrudis	Longitud	19°47'56.40''N
	Latitud	88°47'13.42''O

Fuente: Dirección de Ecología, JMM 2015.

Se realizó una multiplicación de la generación per cápita de los habitantes de cada comunidad y se obtuvo los resultados siguientes:

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Localidad	Número de Habitantes	(kg/día)	Kg/semana	Kg/mes
Dziuché	2, 870	1,655.99	11,591.93	46,367.72
Sabán	2,167	1,250.35	8,752.51	35,010.05
Huay Max	1,399	807.22	5,650.56	22,602.24
Presumida	1,357	782.98	5,480.92	21,923.69
Sacalaca	1,010	582.77	4,079.39	16,317.56
Candelaria	963	555.65	3,889.55	15,558.22
Santa Gertrudis	899	518.72	3,631.06	14,524.24

Se puede observar que los resultados por día son bajos, pero si lo hacemos por semana, por mes, los resultados son significativos; y nos cuestionamos: ¿qué está pasando con estos residuos sólidos que son generados diariamente?; tales residuos se están depositando en los basureros registrados y clandestinos y sin recibir algún tratamiento o manejo adecuado, y de igual manera parte de estos residuos que se generan son quemados por los habitantes de cada comunidad debido a que no existe un buen servicio de recolección y limpia de calles, otros residuos terminan en las orillas de los caminos de accesos a las comunidades; la mayoría de los habitantes del municipio toman por deshacerse de sus residuos y que mejor que quemándolos. Además de que no existe una educación ambiental para la separación y aprovechamiento de los residuos que tiene valor en el mercado.

6.6. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE RECICLAJE, APROVECHAMIENTO, REUSO Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Las acciones de reciclaje, aprovechamiento y reuso de residuos sólidos son importantes porque son opciones para minimizar los residuos que se están generando y así evitar que materiales que puedan ser aprovechables lleguen al sitio de disposición final.

En la localidad de José María Morelos existen 2 micro empresas que se dedican a la compra y venta de materiales como: plástico (PET), cobre, bronce, aluminio y cartón. Cabe mencionar que los dueños de estas micro empresas se encargan de llegar hasta a las comunidades para comprar los materiales antes mencionados.

Actualmente en la localidad se llevan acciones de reciclaje pero solo para los residuos sólidos inorgánicos como: el PET, cobre, bronce, aluminio y cartón ya que para los orgánicos no se realiza ningún tipo de aprovechamiento como la composta. Hoy en día el reciclaje es una alternativa que utilizan en la comunidad; algunos residuos son depositados en la parte trasera de los terrenos para ser quemados. Y la composta sería otra para aprovechar los residuos orgánicos que se están generando en mayoría.

En las avenidas principales y parque se cuentan con contenedores para depositar los residuos sólidos y mantener limpia las áreas.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES

7.1. GENERACIÓN PER CÁPITA

Para el estudio de José María Morelos no se realizó la división de los estratos socioeconómicos por ser una localidad semiurbana y posee un perfil homogéneo, por el cual la prueba de varianza no fue necesaria, se puede concluir que en un momento dado se puede emplear un valor promedio de la generación diaria de los residuos. La generación *per cápita* de 0.577 kg/hab/día se puede clasificar como una generación media de residuos en relación con otros datos reportados para el país, como en Minatitlán, Veracruz que fue de 0.700 kg/hab/día, en Distrito Federal 1.329 kg/hab/día y en el centro del país con 0.788 kg/hab/día, José María Morelos corresponde a una zona semiurbana, la mayoría de sus habitantes pertenecen a un nivel socioeconómico medio-bajo. Al final del estudio se obtuvo una confiabilidad del 98% de los datos obtenidos. Además de mencionar que tiene una población de 11 750 habitantes.

7.2. PESO VOLUMÉTRICO

Para José María Morelos, las muestras que se recolectaron contenían pocos residuos, pero en algunos casos se notó la presencia de grandes cantidades de plástico de película, representando un 6.07% y cartón con un 4.47% del total de la basura recolectada. El peso volumétrico promedio obtenido fue de 108.83 kg/m³ es importante resaltarlo porque es la basura que se genera y sin compactar y éste se debe de tener en cuenta al momento de una planeación de estrategias y al adquirir equipos de recolección, de igual manera con este dato se puede hacer una proyección de los residuos en un futuro y sirve para diseñar los sitios de disposición final y para un buen sistema de recolección. De la misma forma es importante mencionar que las condiciones climáticas fueron favorables durante el muestreo a excepción de dos días que hubo una leve precipitación.

7.3. CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La caracterización se realizó en base a la Norma NMX-AA-015-1985 en el cual está establecido el método de cuarteo para realizar la selección y cuantificación de los subproductos.

Respecto al promedio de los residuos que se generaron en mayor porcentaje fueron los orgánicos con un 31.83% y que pueden ser utilizados para composta al igual que los residuos de jardinería con 7.63 %; el plástico de película, el papel y cartón con 6.07%, 5.11% y 4.47% respectivamente que de igual manera pueden ser aprovechados, ya que son residuos de origen orgánico excepto el plástico de película; tales residuos se están generando en cantidad significativa para la población correspondiente; el vidrio transparente con 4.66%, el plástico rígido y PET, con 4.75% y 2.91% que de igual manera pudieran ser aprovechados. En cuanto al pañal desechable con 4.69%, papel sanitario con 3.80% no pueden descartarse de este estudio ya que se consideran como residuos biológicos infecciosos por contener bacterias y virus, estos son subproductos no orgánicos generados en un porcentaje considerable, corresponden a residuos sólidos sin un potencial reciclable. Son valores significativos de generación, estos no pueden ser reciclados y por consiguiente tienden a depositarse en el sitio de disposición final.

La producción de metales es baja, por ejemplo el aluminio (0.47%) y éste es uno de los subproductos más conocidos por el valor comercial que tiene, pero no se descarta la presencia de otros tipos de metales como las latas, material ferroso y no ferroso pero en cantidades bajas, 1.79%, 0.64% y 0.86% respectivamente.

La generación de residuos alimenticios es lo que se produce a mayor escala en un 31.83% y no solo en la zona de muestreo, sino que también en todo el mundo ya que se encuentra ligada a las para satisfacer las necesidades básicas del ser humano.

7.4. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El sistema de recolección tiene una cobertura entre 80% y 90%, se lleva a cabo la recolección diaria pero no se cubren los diferentes sectores en su totalidad, se cubre a lo largo de la semana al 100%. El sistema de recolección tiene horarios y días asignados para brindarle servicio a la población, con lo que no cuenta es con rutas de recolección que ayuden a mantener un orden de recolección y a satisfacer las necesidades de la población.

Considerando que tiene 11, 750 habitantes y cada uno genera 0.577 kg/hab*día se están generando 6,779.75 kg/día esto es en cuanto a los habitantes sin contar lo que se genera en los comercios, mercados y restaurantes; residuos que tienen que ser recolectados. Cuenta con vehículos pero no son los suficientes para cubrir la toda la población, las capacidades son las mínimas; es por ello que no existe un buen servicio; así mismo hace falta más personal y bien capacitado para que se pueda llevar a cabo un adecuado sistema de recolección.

7.5. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN JOSÉ MARÍA MORELOS

De acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003 y al trabajo de campo el Relleno Sanitario de José María Morelos no cumple totalmente con las especificaciones en cuanto a operación, las instalaciones no son suficientes para un adecuado manejo de los residuos, pero sin embargo la cantidad de residuos que llega se encuentra entre el rango establecido para los Rellenos Sanitarios tipo C que es entre 10 y 50 toneladas diarias. Actualmente el relleno no se encuentra funcionando adecuadamente, porque los residuos que llegan no son depositados en las camas de compactación, son arrojados a un costado y sin compactar; por otra parte no se cuenta con un control de acceso de los residuos, además de que muchos de éstos son quemados o arrojados por los caminos de acceso a las comunidades de la región. Las autoridades correspondientes no hacen algo al respecto para reparar los daños o para una adecuada operación del relleno sanitario e invierten en otros conceptos.

7.6. IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DE RECICLAJE, APROVECHAMIENTO, REUSO Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En la localidad el manejo de los residuos sólidos es muy escaso, ya que solamente 2 micro empresas se dedican a la compra y venta de plástico, cartón y algunos metales. En su mayoría las viviendas cuentan con un amplio patio en donde se pudiera realizar la composta, pero debido a los hábitos y debido a que no existe una sensibilización educación ambiental, no se realiza y desechan sus residuos que bien son potencialmente reciclables; si la gente lo realizará se minimizarían los residuos alimenticios que van directamente a la disposición final y bien serviría de abono para plantas y en su caso para cultivos y beneficiaría a una parte de la población ya que la mayoría de los habitantes se dedica al campo.

No existe una reducción por parte de las fuentes generadoras de residuos, todo lo contrario hoy en día aumenta el embalaje de los productos; cuando los fabricantes podrían ayudar contribuyendo a reducir el volumen desde origen en la generación de los residuos sólidos. Así mismo implantarles a sus consumidores buenas prácticas ambientales, que pudieran reducir, reusar y alargar la vida de ciertos materiales.

Existen muchas acciones las cuales ayudaría a reducir los residuos sólidos desde la fuente como lo es: un buen diseño y embalaje de los productos.

La reducción de los residuos no sólo puede darse desde el origen, pequeñas acciones en los hogares harían la diferencia como haciendo compras más selectivas y de origen orgánico hace más fácil el hábito; igual hay productos y materiales que pueden ser reutilizados. Otro dato importante es tratar de usar plásticos de película este bien puede sustituirse por una bolsa de tela, o cajas de cartón que son orgánicos y tardan menos en descomponerse.

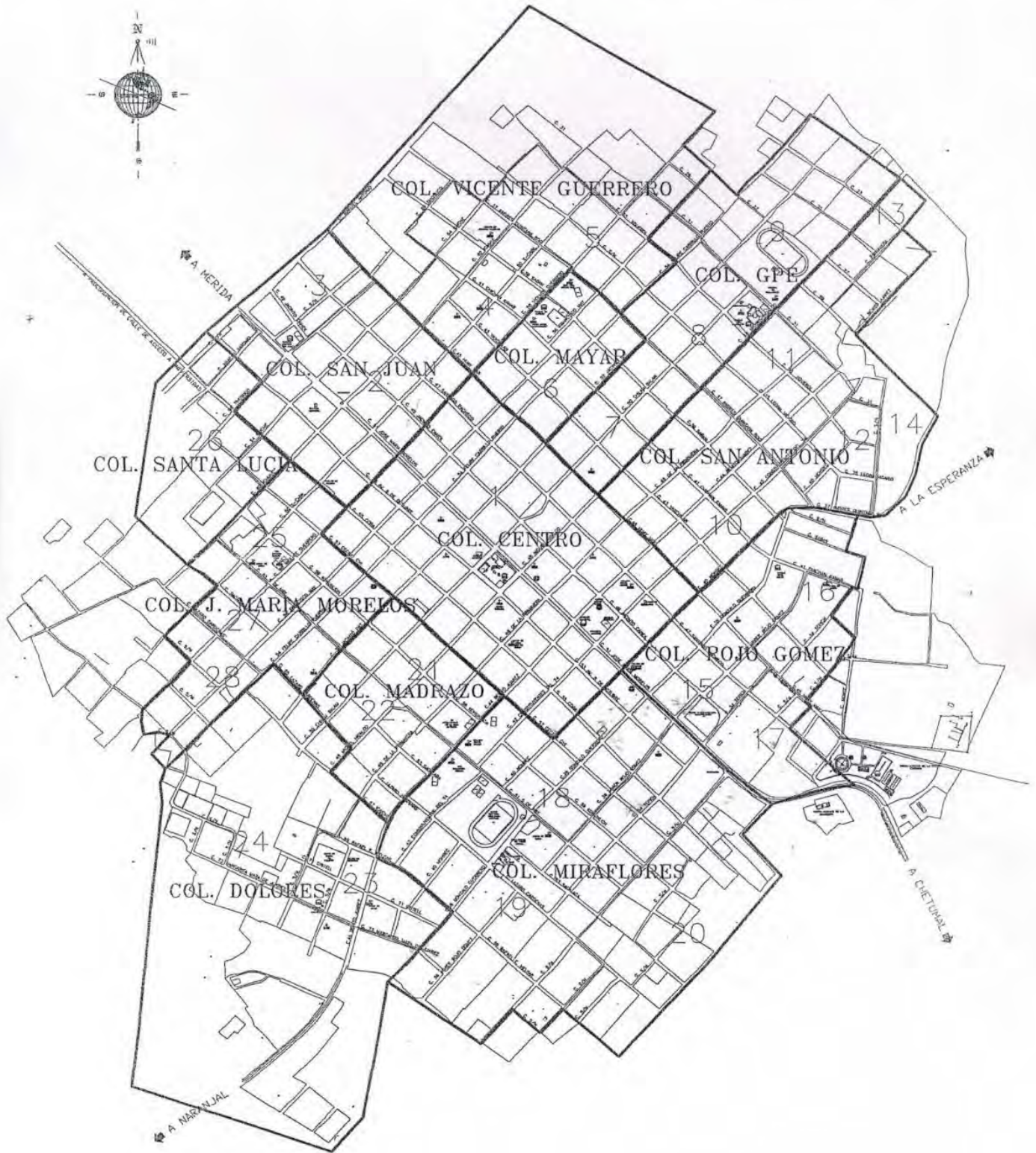
En el sitio de disposición final no se implementan acciones de separación de los residuos sólidos, éstos llegan y así son depositados inclusive no reciben una compactación.

Por lo observado y por la información con la que se cuenta, es muy escasa la educación ambiental y fomento de buenas prácticas por parte de las autoridades gubernamentales y municipales; en las escuelas se llevan pequeñas acciones de separación de residuos en orgánicos e inorgánicos, pero éstos no implementan más acciones como lo puede ser el compostaje y reuso de materiales.

ANEXOS

Anexo 1.

MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Anexo 2

Tabla de generación diaria de los residuos sólidos en la localidad de José María Morelos.

MUESTRA	HABITANTES*CASA	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	PROMEDIO (Kg/hab*día)
1.2	8	1.8	0.45	2.55	4	1.25	1.15	1.8	0.2321
1.3	2	4.9	4.8	4.4	1.2	1.35	1.35	1.05	1.3607
1.4	6	1.7	0.85	1.75	2.5	1.8	0.5	0.8	0.2357
1.5	4	2.7	3.5	2.6	1.45	1.65	0.45	1	0.4768
1.6	3	2.25	1	1.05	2	0.95	1.75	1.4	0.4952
1.7	1	1.5	1.55	1.55	2.25	4.95	0.95	0.45	1.8857
1.8	6	2.25	2.85		3.2	1.85	4.65		0.4933
1.10	6	0.85	0.8	1.35	4.05	0.4	1.85	0.75	0.2393
2.1	5	2.05	0.6	2.45	1.25	0.5	2.5	1.45	0.3086
2.3	4	2.7	1.45	3.5	1.3	1.5	2.2	0.75	0.4786
2.4	5	3.8	5.9	1.25	1.55	1.85	1.65	1.35	0.4957
2.5	3	5.4	0.4	0.45	1.05	1.3		2.4	0.6111
2.6	6	1.95	1.15	6.55		1.6	4.6	4.55	0.5667
2.7	7	1.15		2.75	1.65	2.45	0.75		0.25
2.8	6	2.9	13	3.2	1.6	2.45	7	3.05	0.7905
3.2	7		0.85	0.4	0.35	0.45	0.25	0.25	0.0607
3.3	5		0.25	1.35	1.8		3.15	5	0.462
3.4	4	0.8	1.75	1.8	1.55	1.35	1.25	0.7	0.3286

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

3.5	6		2.05	1.25	0.6	0.65	0.85	1.1	0.1806
3.6	7	0.45	0.5	1	0.1	0.55	0.7	0.7	0.0952
3.7	4	5	0.45	0.35	1	0.95	0.65	0.95	0.3896
3.8	2	0.45	1.6	0.5	0.35	0.4	0.55	0.65	0.375
3.10	5	4.25	0.6	0.5	1	0.55	0.6	0.7	0.2733
4.1	5	0.1		0.35	0.2	0.25	0.5	0.45	0.0617
4.2	6		3.6	1.2	0.9	0.6	1.05	2.15	0.2639
4.4	6	1.7	0.95	2	0.7	0.75	1.1	2.3	0.2262
4.5	6		0.75	4.3	0.65	2.05	0.3	3.85	0.3306
4.7	5	1.25	0.2	0.35	0.2	0.1	0.25		0.0783
4.8	2	1.1	2.25	1.05	4.55	0.75	0.65	0.8	0.7964
4.9	5	3			2.6	1.8	1.45	2.25	0.444
4.10	4	1.5	1.4	1.9	1.7	0.45	0.9	0.25	0.2893
5.4	3	0.35	0.85	0.85	1.25	1.15	1.25	0	0.3167
5.6	4	3.4	0.3	4.3	2	2	1.5	1.05	0.5196
5.7	1	0.6	0.4	0.5	0.6	0.7	0.1		0.4833
5.8	4	0.3	0.9	1.1	5.65	2.95	3	2.7	0.5929
5.9	3	0.5	2.4	4.9	8.1		3.5	1.7	1.1722
5.10	4	2.1	4.1	0.75	0.7	1.55	0.3		0.3958
6.3	6	3.1	4.6	2.65	1.3	0.95	0.95	6.4	0.475
6.5	8	0.7	0.45	0.5	0.55	0.95	1.15	0.55	0.0866
6.6	9	1	0.85	0.7	0.4	0.8	0.3	0.8	0.077

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

6.9	7	5.65	4.7	1.35	1.45	1.8	1.5		0.3917
6.10	4	1	0.9	0.25	1.1	4.65	2.75	1.6	0.4375
7.1	4	0.1	0.3	1.15	0.3	0.75	0.7	0.35	0.1304
7.2	5	0.75	0.85	0.5	0.5	0.45	0.15	1.1	0.1229
7.4	3	0.1	1.95	1.8	4.4	2.7	1.35	1.95	0.6786
7.5	3	2.15	0.25	0.25	2	0.35	0.2	0.4	0.2667
7.6	6	0.7	1.15	1.5	5.85	2.1	1.15	2.05	0.3452
7.7	4	0.25	0.65	0.8	1.6	0.2	1.25	0.55	0.1893
7.8	7	0.85	0.15	4	0.35	1.35	0.45	1.95	0.1857
7.9	4	2.55	1.15	1.9	1.2	0.6	0.85	1.1	0.3339
7.10	2		2.35	1.7	0.65	2.1	0.5	1.6	0.7417
8.2	5	1.65	1.1	0.3	1	3.1	1.3	1.95	0.2971
8.3	5	1.15	0.55	0.85	0.85	1.6	1.7	1.1	0.2229
8.4	5	2	2.15	0.6	3.65	0.6	0.75	1.15	0.3114
8.5	4	3.75	2.1	0.3	2.1	1.3	1.45	1.55	0.4482
8.6	4	6.05	6.65	3.55	3.6	0.6			1.0225
8.7	9	3.65	2.45	0.9	1.35		2.15	3.15	0.2528
8.8	2	1.75	6.2	0.45	0.4	3.1	1.9	0.25	1.0036
8.9	8	0.45	0.25	1.1	1.9	4.45	1.4	1.3	1.1938
8.10	5	3.95	2.25	0.4	0.8	2	0.55	0.1	0.2871
9.1	5		1.5	0.25	0.95	0.95	0.65	0.95	0.175
9.2	11	0.5	0.4	0.4	0.5	0.85	0.55	0.75	0.0513

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

9.3	7	0.4	0.5	1	1.7	1.75	0.2	0.8	0.1296
9.4	7	0.8	1	0.3	0.95	1.1	0.4	2.1	0.1357
9.5	4	3.15	0.25	0.25	0.35		0.1	0.2	0.1792
9.6	7	1.4	0.4	1.35	1.2	1.35	0.8	2.8	0.1898
9.7	7		0.95	0.75	0.85	1	2.7	2.25	0.2024
9.8	5	1.55	9.45	6.7	6.05	2.3	5.15	6.25	1.07
9.9	5		1.75	1.4	0.9	0.45	0.8	1.7	0.2333
9.10	6	0.3	1.25	1.5	1.95	0.2	1	0.75	0.1655
10.2	6	0.35	0.6	0.35	4.35	0.75	0.15	1.25	0.1857
10.4	5	3.25	9.65	3.7		3.1	0.9	2.5	0.77
10.5	3	1.45	7.95	8.3	1	0.45			1.2767
10.6	4	2.9	3.9	0.8	1.05	1.65	1.4	3.1	0.5286
10.7	4	5.45	7.15	2.75	0.75	1.55	0.7	0.6	0.6768
10.8	4		2.45	0.75	0.35	0.2	2.25		0.3
10.9	5	2.45	0.95	3.05	1.3	0.75	1.9	1.25	0.3329
10.10	5	2.65	1.65	3.9	2.15	1.95	1.9	1.1	0.4371
11.1	5	6.2	3.5	3	2.75	4.7	2.45	0.35	0.6557
11.2	3	0.15	4	1.55		1.7	1.95	1.6	0.5214
11.3	7	8.7	0.55	1	0.7	1.65	0.75	0.7	0.2867
11.5	5	2.05	1.2	0.6	0.85	2	0.95	2.1	0.2786
11.6	3		3.75	0.5	5.25		4.85	3.15	1.1667
11.7	3	6.6	0.75	4	0.8	0.7			0.8567

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

11.8	6	0.8	1.1		0.5	2.1	1.35	0.6	0.1792
12.1	5	0.8	1	0.2	1.55	2.85		0.8	0.24
12.2	6	1.7	1.9	2.45	1.9	2.1	1.8	1.8	0.325
12.3	4	2.4	1.95	3.6	1.25	0.25	1.9	0.75	0.4321
12.4	6	0.2	0.45	0.2	0.85	3.8	1.7	0.3	0.1786
12.5	5	1.85	3.65	1.25	5.2	1.65	0.6	1.2	0.44
12.6	2	3.75	5.7	0.65	0.5	1.75	1.2	1.55	1.0786
12.7	4	9.8		3.45	2.8	1.9	2.75	1.7	0.9333
12.8	2	0.9	0.55	0.2	0.5	2.9	0.35	0.1	0.3929
12.10	4	10.65	1.2	4.85	3.3	1.45	5.2	2.4	1.0375
13.3	4		1	2.65		4.15	2.1	1	0.545
13.4	3	1.4	0.45	1.2	2.8	3.25	2.45	1.7	0.631
13.6	5	8.55		8.5	1.45		0.35	2.55	0.856
13.7	3	3.1	1.6	0.9	1.55	0.65	2.6	1.15	0.55
13.8	4	2.75	0.85	1.4		4.3	0.95	0.2	0.4354
13.9	5	1.05	0.25		5.6	2.55	0.65	1.25	0.3783
13.10	4	8.15		0.8	0.35	0.5	0.65		0.5225
15.1	6	1.05	1.85	0.95	1.25	0.65	1.15	1	0.1881
15.2	4		1.35	0.35	0.7	0.2	0.15	0.45	0.1333
15.3	4		1.2	0.6	1.15	1.05	1	1.4	0.2667
15.4	4	4.15	0.3	1.45		2.3	2		0.51
15.5	3	3.5	2.65	1.2	1.25	0.25	0.2	0.5	0.4548

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO


15.6	5	0.85	0.5	0.85	0.45	0.15	0.8	0.7	0.1229
15.7	5	6.75	6.4	0.95	0.85	0.8	0.6		0.545
15.9	6	2.85	0.5	5	1.2	0.4	0.45	0.6	0.2619
15.10	5	0.6	0.45	0.7	0.65	0.5	0.35	0.4	0.1043
16.1	6	1.75	1.95	2.65	0.75	1.65	2.35	1.6	0.3024
16.2	5	1.95	0.2	1.25	1.4	1.35	1.1	1	0.2357
16.3	6	2.55	0.45	0.45	1.55	2.1	0.85	0.8	0.2083
16.4	9	3.45	4.35	2.45	0.4		0.6	4.5	0.2917
16.5	4	2	1.85	3.05	2.25	2	0.85	3.95	0.5696
16.6	8	1.95	1.2	2	1.2	4.65	0.55	2.5	0.2509
16.7	4	2.55	0.95	1.7	1.5	1.9	1	0.5	0.3607
16.8	4	3.4	1.55	0.95	1.2	1.75	2.2	0.85	0.425
16.9	7	1.95	1.6	0.95	3.75	4	0.5	3.35	0.3286
16.10	8	0.6	0.65	1.35	1	0.95	0.45	1.35	0.1134
17.1	5	4.65	8.95	1	0.4	2.45	2.3	2.75	0.6429
17.2	5	3.7	4.85	3.75	1.05	4.05	3.2	1.4	0.6286
17.4	6	0.3	2.25	0.5	0.6	2.15	2.35		0.2264
17.5	5	3.65	1.6	3.4	2.45	2.7	4.05	1.9	0.5643
17.6	4	1.35	0.8	1.35	0.75	0.7	0.7	0.65	0.225
17.7	5	1.75		0.45	2.6	0.85	1.45	2.5	0.32
17.8	7	4.65	1.4	7.9	6.75	1.5	1.05	2.85	0.5327
17.9	4	1.6	4.85	1.1	0.3	2.05	0.1	1.75	0.4196


DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

17.10	2	1.85	4.8	0.2	2.6	0.35			0.98
18.1	4	0.95	2.25	2.3	0.9	0.5	0.25	2.3	0.3375
18.3	5	6.4	2.25	6.95	2.2	2.2	6.25	0.65	0.7686
18.4	6	0.55	0.7	1.6	6.05	4.8	3	4.2	0.4976
18.5	4	3.335	2.5	1.35	1.45	1.95	5.1	2.95	0.6655
18.6	6			0.95	0.8	1.1	1.3	0.85	0.1667
18.8	5	2.05	1.35	1.05	0.75		3.7	0.75	0.3217
18.9	6	1.15	2	1.15	0.9	0.8	0.7		0.1861
18.10	3	0.95	2.15	0.25	0.25	1.4	0.4	0.25	0.269
19.1	4	4.25	1.05	1.7	3.25	1.05		0.45	0.4896
19.2	4		0.9	0.65		0.35	0.45	0.75	0.155
19.4	6	0.7	2.5	3.4	1.15	1.05	3.05	0.7	0.2988
19.5	6	2.4	2.15	1.65	1.7	1.45	0.95	1.65	0.2845
19.6	4		0.15	0.15	0.2	0.1	0.5	0.4	0.0625
19.7	5	0.55	11.05	1.4	0.55	0.3	0.65	0.7	0.4343
19.10	3	6.65	3.7	2.3	0.6	0.15	0.6	0.55	0.6929
20.1	4	3.95	1.2	0.1	0.35	0.35	1.15	1.05	0.2911
20.2	3	0.45	0.6	1.5	0.45	0.7	0.55	0.65	0.2333
20.3	5	0.6	0.4	2.55	1.1	0.2	0.35	2.4	0.2171
20.6	2		3	5.45	0.5	4.05	4.85	0.35	1.5167
20.8	3	1.05	0.7	0.5	0.55	0.65	1.25	4.75	0.45
20.10	5	0.45	0.75	0.45	0.45	1.55	0.4	1.45	0.1571

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

21.1	3	0.7	0.65	1.7		2.9	1.4	0.35	0.4278
21.2	2	0.6	0.85	0.55	0.6	0.6	2.05	0.95	0.4429
21.3	4	3.9	0.4		2.25	1.5	0.6	0.15	0.3667
21.5	7	4.9	1.85		1.4	1.4	1.65		0.32
21.6	5	1.95		3.9	3.1	0.8	3.25	3.1	0.5367
21.7	7	2.7	2.05	2.35		5.25	1.25	1.5	0.3595
21.8	6	0.5	0.6	5.15	3.1	1.4	0.55	0.9	0.2905
21.9	17	5.25	1.3	1.35	1.05	0.95	4	0.45	0.1206
21.10	10	4.9	4.5	2.3	2.15	1.05	2.25		0.2858
22.1	8	2.95	0.65	1.35	3.95	3.75	2.55		0.3167
22.2	9	10.35	7.95	4.35		4.9	3.05	8.85	0.6262
22.3	5	1.05	0.75	1.8	1	1.2	1.5	3.25	0.3014
22.4	8	8.3	6.65	9.3	3.15	2.65	4.75	4	0.6929
22.5	4	6.8	7.55	6.6	11	7.25	3.35	3.7	1.6518
22.6	9	5.45	10.3	10	4.75	3.25	4.5	8	0.7341
22.7	3	0.4	0.15	0.55		0.7	0.35	0.3	0.1361
22.8	5	1.65	2.15	1.45		0.75	0.6	0.3	0.23
22.9	5	3.5	0.85	1.75	2.7	4.65	4.05	2.5	0.5714
22.10	5	1.85	1.35	0.5	0.4	1.2			0.212
Total	848	385.735	346.95	314.9	274.45	263.9	248.25	239.95	

 Muestras que fueron entregadas un día después de la recolección.

 Muestras que no fueron entregadas

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO
DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO**

ANEXO 3

GUÍA DE VERIFICACIÓN DE LA NOM-083-SEMARNAT-2003¹ (LISTA DE CHEQUEO)

1. Datos generales

Estado: _____

Municipio: _____

Dirección: _____

Colonia: _____

C.P. _____ Teléfono: _____ Fax: _____

Correo electrónico: _____

Datos de la persona que apoyó en llenar el formulario por parte del municipio:

Nombre: _____

Cargo/puesto: _____

Dirección: _____

Colonia: _____

C.P. _____ Teléfono: _____ Fax: _____

Correo electrónico: _____

2. Información general del actual sitio de disposición final

Nombre del lugar: _____

Coordenadas geográficas: _____ Latitud Norte, _____ Longitud Oeste.

El sitio de disposición final es:

Municipal

Privado (rentado _____, prestado _____, comodato _____)

Concesionado: _____

¿Cuál es la cantidad diaria que el municipio deposita en el sitio de disposición final? _____ ton/día

¿Cuál es el área total del sitio? _____ Hectáreas

¿Cuál es el área para la disposición final? _____ Hectáreas

¿En qué año se empezó la disposición final? _____

¿Cuál es el volumen estimado disponible? _____ m³

¿Cuál es la vida útil estimada? _____ años

¿Hay pepenadores en el sitio de disposición final (cuántos)? _____

3. Proyecto ejecutivo y Evaluación/ manifestación del impacto ambiental

¿El sitio de disposición final cuenta con un proyecto ejecutivo? (6, 7, 8 y 9)

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Sí No

El sitio de disposición final ¿Cuenta con una evaluación o manifestación de impacto ambiental? (10.5.5)

Sí No

4. Ubicación

4.1. ¿Qué tipo de residuos ingresa al sitio de disposición final? (5.1)

- Residuos Sólidos Urbanos (RSU)
- Residuos de Manejo Especial (RME)
- Residuos Peligrosos
- Residuos Biológico- Infecciosos
- Otros, indicar _____

4.2. ¿A qué tipo corresponde el sitio?

- Tipo A (> 100 ton/día)
- Tipo B (50 hasta 100 ton/día)
- Tipo C (10 hasta 50 ton/día)
- Tipo D (menor a 10 ton/día)

4.3. ¿El sitio está ubicado a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio público o aeropuerto? (6.1.1)

Sí No

4.4. ¿El sitio está ubicado en un área natural protegida? (6.1.2)

Sí No

4.5. ¿Cuál es la distancia del sitio de disposición final a localidades (existentes y contempladas en el plan de desarrollo) mayores de 2, 500 habitantes?

Distancia _____ m

4.6. ¿El sitio de disposición final se ubicó en zona(s) de: marismas, manglares, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas, cavernas, fracturas o fallas geológicas? (6.1.4)

Sí No

En caso afirmativo. ¿De qué? _____

4.7. ¿El sitio de disposición final se ubica dentro o fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años? (6.1.5)

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Sí No

4.8. ¿El sitio de disposición final se ubica en una distancia inferior de 500 metros respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas? (6.1.6)

Sí No

4.9. ¿El sitio de disposición final se ubica fuera de restricciones marcadas por la norma respecto a pozos de extracción de agua en operación y abandonados? (6.1.7)

Sí No

5. Estudios y análisis previos realizados para la selección del sitio

5.1. Describir el marco geológico regional (solo tipo A) (6.2.1.)

5.2. Describir la situación hidrogeológico regional (solo tipo A) (6.2.2)

5.3. Listar los estudios realizados y describir sus resultados respecto al cumplimiento con la NOM-083 (6.3 a 6.5)

6. Características constructivas

6.1. ¿El sitio de disposición final tiene alguna barrera de impermeabilización?

Tipo A hasta C conforme el punto 7.1 de la NOM-083-SEMARNAT-2003

Sí No

Tipo D conforme el punto 8.1 de la NOM-083-SEMARNAT-2003

Sí No

6.2. ¿Se dispone de un sistema de captación de biogás y se realiza su extracción (Tipo A hasta C)? (7.2)

Sí No

Breve descripción del mismo: _____

6.3. ¿Se dispone de un sistema de captación de lixiviados y se realiza su extracción (Tipo A hasta C)? (7.3)

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Sí No
¿Cuenta con sistema de tratamiento de lixiviados (tipo A hasta C)?

Sí No
En caso afirmativo:
 Rebombeo Evaporación Otro.

¿Cuál? _____

6.4. ¿Existe un sistema de drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y desalojo del agua de lluvia (tipo A hasta C)? (7.4)

Sí No

6.5. ¿Existe un área de emergencia (tipo A hasta C)? (7.5)

Sí No

7. Característica operativas

7.1. ¿La compactación de los residuos sólidos depositados alcanza la densidad establecida?

Para tipo A (> 600 kg/m³), B (> 500 kg/m³), C (> 600 kg/m³) (7.6)

Sí No

Para tipo D (> 300 kg/m³) (8.2)

Sí No

7.2. ¿Los residuos son cubiertos en la forma especificada en la NOM-083-SEMARNAT-2003?

Tipo A hasta C, en forma continua y dentro de un lapso menor a 24 horas posteriores a su depósito (7.7)

Sí No

Tipo D, por lo menos una vez a la semana (8.3)

Sí No

7.3. ¿Existen las medidas de control para materiales ligeros, fauna nociva e infiltración pluvial (tipo A hasta C)? (7.7)

Sí ¿cuáles? _____

No

7.4. Para tipo D, ¿existen las medidas de control para evitar el ingreso de residuos peligroso? (8.4)

Sí ¿cuáles? _____

No

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

8. Infraestructura

¿El sitio de disposición final cuenta con las infraestructura necesarias conforme su tipo? 7.9; 8.4; 8.5; 8.6)

Infraestructura	Tipo				Si	No
	A	B	C	D		
Caminos de acceso	X	X	X			
Caminos interiores	X	X				
Cerca perimetral	X	X	X	X		
Caseta de vigilancia y control de acceso	X	X	X	X		
Báscula	X	X				
Agua potable, electricidad y drenaje	X	X				
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X			
Franja de amortiguamiento (mínimo 10 metros)	X	X	X			
Oficinas	X					
Servicio Médico y seguridad personal	X					

Observaciones:

9. Control y Monitoreo (para tipo A hasta C)

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

9.1. ¿En el sitio de disposición final se cuenta con un manual de operación conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003? (7.10-a)

___ Sí; ___ Parcial ___ No
 Observaciones: _____

9.2. ¿En el sitio de disposición final se cuenta con control de registro conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003? (7.10-b)

___ Sí; ___ Parcial ___ No
 Observaciones: _____

9.3. ¿En el sitio de disposición final hay un informe mensual de actividades requeridas por la NOM-083-SEMARNAT-2003? (7.10-c)

___ Sí; ___ Parcial ___ No
 Observaciones: _____

9.4. ¿Existe un programa de control de impactos ambientales? (7.11)

___ Sí; ___ Parcial ___ No
 Observaciones: _____

10. Clausura final (todos los tipos)

¿Las partes clausuradas en el sitio de disposición final cuenta con los requisitos indicados en el punto 9 de la NOM-083-SEMARNAT-2003?

	Si	Parcial	No
(9.1) Cobertura final			
(9.2) Conformación final			
(9.3) Mantenimiento			
(9.4) Programa de monitoreo			
(9.5) Uso final del sitio			

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Observaciones:

11. Observaciones adicionales

Datos del levantamiento:

Nombre: _____

Cargo/ puesto: _____

Fecha: _____

**DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO
DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO**

Anexo 4

Nombre: _____

1. ¿Sabe que es el reciclaje?
2. ¿Cree que es importante reciclar?
3. ¿Qué tipo de materiales es lo que compra para el reciclaje?
4. ¿Qué material es el que menos se recicla?
5. ¿Cuál es el precio de cada material?
6. ¿Cada cuándo vende los materiales que compra?
7. Aproximadamente, ¿qué cantidad de cada uno de los materiales es lo que compra (ejemplo: cada mes)?
8. ¿A quién le vende los materiales?
9. ¿De dónde es la empresa?
10. ¿Usted los lleva o vienen por los materiales?

ANEXOS

FOTOGRAFÍCOS

MUESTREO

Imagen 1. Visita y entrevista a las personas para participar en el muestreo



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 2. Entrega de la primera bolsa para el muestreo



Imagen 3. Entrega de la segunda bolsa y recolección de muestra



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 4. Recolección de muestras en los diferentes colonias de la localidad.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 5. Captura de peso de las muestras



Imagen 6. Abriendo y depositando todas las bolsas de los residuos de generación diaria.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 7. Método del cuarteo (homogenización de los residuos con una pala y tridente)



Imagen 8. División del montículo en cuatro sectores.



Imagen 9. Residuos que fueron para el cálculo del peso volumétrico.



PRINCIPALES COMUNIDADES

- **DZIUCHÉ**

Imagen 10. Responsable de la recolección de los residuos sólidos



C. Eulogio Sánchez Itzá.

Imagen 11. Parque principal de la comunidad de Dziuché



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- **SABÁN**

Imagen 12. Alcaldía de Sabán.



Imagen 13. Alcalde de la comunidad de Sabán.



C. Eucebio Uk Moo

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 14. Parque principal de la comunidad de Sabán.



Imagen 15. Iglesia y principal atractivo de la comunidad.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 16. Quema de los residuos sólidos en la comunidad de Sabán.



Imagen 17. Residuos que terminan en la calles por la falta de recolección.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 18. Viviendas que predominan en la comunidad.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- **HUAY MAX**

Imagen 19. Subdelegación Municipal de Huay Max



Imagen 20. Subdelegada de la comunidad de Huay Max



C. Elvira Juventina Tuz Ake

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- SACALACA

Imagen 21. Subdelegación Municipal de Sacalaca



Imagen 22. Subdelegado de la comunidad de Sacalaca



C. Euodio Uh Un

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 23. Cenote de la comunidad de Sacalaca.



Imagen 24. Contaminación del Cenote por residuos sólidos.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 25. Quema de los residuos de jardinería.



Imagen 26. Problemática de los residuos sólidos en las orillas de los caminos de acceso a las comunidades.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 27. Contaminación del paisaje por residuos sólidos.



Imagen 28. Vivienda en Sacalaca



RELLENO SANITARIO

Imagen 29. Relleno Sanitario de José María Morelos al inicio de su creación.



Imagen 30. Responsable y trabajadores al inicio de su operación.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 31. Fauna nociva no controlada.



Imagen 32. Quema de residuos sólidos y neumáticos.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 33. Celda de compactación.



Imagen 34. Laguna de Lixiviados



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 35. Área de composteo.



Imagen 36. Celda de separación.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 37. Celda de separación de residuos en mal estado (cristal).



Imagen 38. Celda de separación de residuos en mal estado (aluminio).



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 39. Celda de separación de residuos en mal estado (plástico).



Imagen 40. Celda de separación de residuos en mal estado (cartón).



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 41. Escaso recurso de agua.



Imagen 42. Neumáticos que llegan al relleno sanitario.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 43. Maquinaria sin operar por cuestiones de mantenimiento.



Imagen 44. Residuos que llegan al Relleno sin compactar.



DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Imagen 45. Comprador de materiales aprovechables para el reciclaje.



Imagen 46. Alumnos de la carrera de ingeniería ambiental que hicieron posible el muestreo.



BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CONSULTADAS

- Adame S. G. & Rodríguez P. N. (2005). PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ISLA HOLBOX, QUINTANA ROO. CHETUMAL, QUINTANA ROO. UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO.
- Aguilar, C. C., Hernández, J. J., Martínez, G. L., & Méndez., D. M. (Enero de 2012). *Estudio de generación y composición de residuos sólidos en la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca.* Obtenido de http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas46/1ENSAYO_46_1.pdf
- Buenrostro, O., & Israde, I. (Septiembre de 2003). La gestión de los Residuos Sólidos Municipales en la Cuenca del Lago Cuitzeo. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, volumen 32, número 1, 2016.* Obtenido de <http://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/23589/22252>
- Castillejos, A. H. (2010). *Desarrollo de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos para el Municipio de El Espinal, Oaxaca.* Distrito Federal, México.: Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de <http://biogas-iclei.pacmun.org.mx/wp-content/uploads/2013/04/c-DESARRPLAN.pdf>
- Centeno, H. A., Aguilar, H. A., Hilerio, F. d., & Silva., R. P. (2009). Estudios de generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en la cabecera municipal de Chiapa de Corzo, Chiapas, México. *Lacandonia*, 86-91. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03364e14.pdf>
- CONAMA. (28 de Marzo de 2006). Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana. Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana. Valparaiso. Obtenido de http://www.sinia.cl/1292/articles-39508_pdf_informeF.pdf
- Ecología, S. d. (2015). *Dirección General de Normatividad y Apoyo Técnico.* Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd53/analisis/cap5.pdf>
- Fields, D. A. (2004). *PROPUESTA CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA DOS POBLACIONES DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.* CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO: UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- G, T., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Vol. I y II, Gestión Integral de los Residuos Sólidos*. Madrid España: McGraw Hill.
- D.O.F. 1917, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de Febrero de 1917.
- D.O.F. 1984, Ley General de Salud. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984.
- D.O.F. 1985, NMX-AA-015-1985- Protección al ambiente - contaminación del suelo-residuos sólidos municipales-muestreo – método de cuarteo. Diario Oficial de la Federación. 18 de Marzo de 1985.
- D.O.F. 1985, NMX-AA-019-1985- Protección al ambiente-contaminación del suelo residuos sólidos municipales-peso volumétrico "in situ". Diario Oficial de la Federación. 18 de Marzo de 1985.
- D.O.F. 1985, NMX-AA-22-1985- Protección al ambiente-contaminación del suelo-residuos sólidos municipales selección y cuantificación de subproductos. Diario Oficial de la Federación. 18 de Marzo de 1985.
- D.O.F. 1985, NMX-AA-61-1985- Protección al ambiente - contaminación del suelo - residuos sólidos municipales - determinación de la generación. Diario Oficial de la Federación. 08 de Agosto de 1985.
- D.O.F. 1988, Ley General Del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Reforma aplicada el 13 de Junio de 2003. México.
- D.O.F. 2001, Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Publicada el 29 de Junio de 2001.
- D.O.F. 2003, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México. Publicada en 8 de Octubre de 2003.
- D.O.F. 2004, Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Publicada el 20 de Octubre de 2004.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

D.O.F.2006, Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos. Nuevo reglamento publicado el 30 de Noviembre de 2006.

Fields, D. A. (2004). *PROPUESTA CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA DOS POBLACIONES DEL ESTADO DE QUINTANA ROO*. CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO: UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO.

Herrera, A. C. (11 de Enero de 2010). *Desarrollo de un plan de manejo de residuos sólidos urbanos para el municipio de Espinal, Oaxaca*. Recuperado el 19 de Abril de 2015, de Instituto Politécnico Nacional.: <http://biogas-iclei.pacmun.org.mx/wp-content/uploads/2013/04/c-DESARRPLAN.pdf>

INAFED. (2015). *Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal*. Obtenido de Enciclopedia de los Municipios: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM23quintanaroo/municipios/23006a.html>

INAFED. (2015). *Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal*. Obtenido de Enciclopedia de los Municipios: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM23quintanaroo/municipios/23006a.html>

INEGI. (2009). *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/23/23006.pdf>

INEGI. (2010). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado el Septiembre de 2015, de http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/qroo/Panorama_QRoo.pdf

Jaramillo J. (1999) *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales*. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal/viii.pdf>

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- Jaramillo, J. (2002). *GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES*. Los Pinos, Lima Perú. Obtenido de http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/DCA/File/Construccion_OPS_CEPIS.pdf
- Moreira, J. S. (2008). *Determinación de la Producción de Residuos Sólidos Domésticos y sus Principales Componentes en Ríobamba*. RIOBAMBA, ECUADOR. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/228/1/236T0013.pdf>
- Peñaloza, H. C., & Muñoz, R. D. (1997). *Residuos Sólidos*. Universidad Nacional, Bogotá.
- PEPGIR. (Junio de 2009). Obtenido de http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/gestionresiduos/pepgir_quintana_roo.pdf
- Peraza, A. C. (2006). *DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS CASO DE ESTUDIO FELIPE CARRILLO PUERTO*. CHETUMAL QUINTANA ROO: UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO.
- Pérez, Y. A., & Pisté, R. H. (2005). *DIAGNÓSTICO DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD DE BACALAR, QUINTANA ROO, MÉXICO*. CHETUMAL, QUINTANA ROO: UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO.
- Pérez., J. N. (2015). *Macro y Micro ruteo de residuos sólidos residenciales*. Universidad de SUCRE, departamento de Ingeniería. Obtenido de <http://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/299/2/628.442M357.pdf>
- P.O. 2010, Constitución Política del Estado de Quintana Roo. Última Reforma Publicada el 09 de Marzo de 2010.
- P.O. 2015, Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo. Última Reforma Publicada el 30 de Marzo de 2015.
- Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos en el Estado de Quintana Roo. Publicada en Junio de 2009.
- Rebolledo, A. B. (2009). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales Estado del Arte*. Obtenido de http://oa.upm.es/1922/1/Barradas_MONO_2009_01.pdf

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

- Rzedowski, J. (1978). *Vegetación de México*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/institucion/centrodoc/doctos/librosdigitales/VegetaciondeMexico/Portadaypaglegales.pdf>
- Saldaña, H. B. (2008). GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL POBLADO JAVIER ROJO GOMEZ. "ALVARO OBREGÓN". CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO. UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
- Sánchez, J. A. (2007). "GENERACIÓN PER-CÁPITA DE RESIDUOS MUNICIPALES, CASO DE ESTUDIO: FRACCIONAMIENTO BUGAMBILIAS, CHETUMAL, Q. ROO". CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO: UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO.
- Sarmiento, M. M. (2002). "COMPOSTEO Y RECICLAMIENTO COMUNITARIO: UNA PROPUESTA PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA COMUNIDAD RURAL LAGUNA GUERRERO, QUINTANA ROO". CHETUMAL, QUINTANA ROO. UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO.
- SEMARNAT. (2012). RESIDUOS SÓLIDOS, CAPÍTULO 7. Recuperado el SEPTIEMBRE de 2015, de http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Cap7_residuos.pdf
- SEDESOL. (1996). Manual Técnico sobre Generación, Recolección y Transferencia de Residuos Sólidos Municipales. Instituto Nacional de Ecología. México D.F. Consultores Human S.A. de C.V. Obtenido de http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf
- SEDESOL. (1997). Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales. México D. F. Human Consultores S.A. de C.V. obtenido de http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_RutasRecoleccion.pdf
- SEMARNAT, 2001. Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales, México.
- Tchobanoglous, G. (1994). *Vol. I y II, Gestión Integral de los Residuos Sólidos*. Madrid España: McGraw Hill.

DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE JOSÉ MARÍA MORELOS QUINTANA ROO, MÉXICO

Villafuerte, I. Flores D. Guadalupe E. & Zea M. (2004). Evaluación ambiental del relleno sanitario para el santuario histórico de Machu Picchu y pueblos aledaños. Revista del Instituto de investigación FIGMMG. Obtenido de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/732/583>

Yañez, J. L. (1994). Reuso de Residuos Sólidos, México. UNAM, Facultad de Ingeniería.