



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

**EVALUACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL
MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN CUERNAVACA,
MORELOS, MÉXICO**

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL
DE RESIDUOS**

P R E S E N T A:

BIOL. JESÚS EULALIO ALMONTE ORTIZ

DIRECTOR: M. MRN. JULIO CÉSAR LARA MANRIQUE

CUERNAVACA, MORELOS

2019

Índice

Agradecimientos.....	6
Introducción.....	7
I. Marco teórico.....	8
I.1.1 Manejo y Gestión integral de residuos.....	8
I.1.2. Evaluación del impacto ambiental.....	10
I.2. Marco conceptual.....	14
I.2.1. Residuos.....	14
I.2.2 Residuos Sólidos Urbanos (RSU).....	15
I.2.3. Manejo de los RSU.....	18
I.3. Marco legislativo.....	20
I.3.1. Legislación federal en materia de residuos y evaluación del Impacto ambiental.....	20
I.3.2. Legislación estatal en materia de residuos y evaluación del impacto ambiental.....	23
I.3.3. Legislación municipal en cuestión de residuos.....	26
I.4 Antecedentes.....	28
II. Planteamiento del problema y justificación.....	31
III. Objetivos.....	32
III.1. Objetivo general.....	32
III.2. Objetivos específicos.....	32
IV. Propuesta a implementar.....	33
IV.1. Delimitación.....	33

IV.2. Tipo y alcance de la propuesta	33
IV.3. Enfoque de la propuesta	33
IV.4. Descripción de la propuesta.....	34
IV.4.1. Revisión documental para la identificación de las fases del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en Cuernavaca Morelos.....	34
IV.4.2. Revisión de campo para la identificación de las fases del manejo de los residuos sólidos en Cuernavaca, Morelos.	34
IV.4.3. Realización de un diagrama de flujo de las fases del manejo de Residuos Sólidos Urbanos.....	34
IV.4.4. Elaboración de una lista de chequeo	35
IV.4.5. Elaboración de la matriz de Leopold	35
IV.4.6. Fórmula de Conesa	36
V. Principales hallazgos.....	40
V.1 Diagrama de flujo del manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) en la ciudad de Cuernavaca, Morelos	40
V.2 Lista de chequeo.....	43
V.3 Elaboración de la matriz de Leopold para la evaluación de la importancia del impacto ambiental	45
V.4 Aplicación de la fórmula de Conesa para la evaluación del impacto ambiental.....	49
VI. Conclusiones	71
Trabajos citados.....	73

Índice de figuras

Figura I-1 Proceso de manejo integral de residuos.....	8
Figura I-2 Jerarquización de la gestión de los residuos	10
Figura I-3 Pasos operativos de la Evaluación de Impacto Ambiental	12
Figura I-4 Entidades federativas con mayor recolección per-cápita de Residuos Sólidos Urbanos, 2014 (persona/kilogramos).....	16
Figura I-5 Entidades con mayor recolección diaria (kilogramos) de Residuos Sólidos Urbanos, 2014.....	16
Figura I-6 Composición de los RSU en México	17
Figura I-7 Disposición final de RSU en rellenos sanitarios y sitios controlados por entidad federativa.....	18
Figura I-8. Diagrama de flujo del manejo integral de Residuos Sólidos Urbanos ...	20
Figura IV-1 Ejemplo de matriz de Leopold	35
Figura V-1 Diagrama de flujo del manejo de residuos solidos urbanos en la ciudad de Cuernavaca, Morelos	42
Figura V-2 Problemáticas con la dispersión de basura generadas por los perros callejeros.....	53
Figura V-3 Rompimiento de bolsa de residuos por fauna nociva (perros callejeros)	53
Figura V-4 Contaminación por medio de combustibles y aceite	57
Figura V-5 Contaminación por medio de combustibles y aceite	57
Figura V-6 Falta de pavimento	58
Figura V-7 Falta de pavimento	58
Figura V-8 Ausencia de protocolos de seguridad contra incendios.....	59
Figura V-9 Presencia de perros callejeros en la estación de transferencia	60
Figura V-10 Poca o nula presencia de equipo de seguridad por parte de los trabajadores	60
Figura V-11 Pila de residuos en la zona de trasferencia	61
Figura V-12 Pila de residuos en la zona de valoración	62

Figura V-13 Bloqueo de la entrada de la estación de transferencia.....	62
Figura V-14 Falta de pavimentación de los caminos de accesos al relleno sanitario	65
Figura V-15 Presencia de perros en el relleno sanitario.....	66
Figura V-16 Vehículos pesados entrando al relleno sanitario para depositar residuos.....	66
Figura V-17 Ausencia de equipo de protección en los pepenadores	67
Figura V-18 Laguna de lixiviado.....	68
Figura V-19 Tubos que captan el biogás	68
Figura V-20 Planta de Generación de energía.....	69
Figura V-21 Maquinaria encargada de la generación de electricidad por medio del biogás.....	69

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado para la realización de esta Tesina.

Al mismo tiempo agradecer a mis padres que me dieron las armas para enfrentar los obstáculos de la vida y convertirme en lo que soy; a Dulce por ser mi compañera eterna que ha sufrido mis desdichas, pero también ha celebrado mis victorias.

A mis amigos que me ayudaron de manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Finalmente, quiero expresar mi sincero agradecimiento al M.MRN. Julio César Lara Manrique quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Evaluación e identificación del impacto ambiental en el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en Cuernavaca, Morelos, México

Introducción

En la actualidad un tema de primordial importancia es el manejo adecuado de los residuos, tanto los que se crean en las industrias como los generados por la sociedad en general, ya que éstos podrían repercutir negativamente debido a los procesos de contaminación que generan. Los factores que están más expuestos a estos daños son los ambientales, pues la contaminación provoca daño al medio biótico y abiótico.

Los residuos pueden clasificarse dependiendo de sus características, en Residuos Peligrosos (RP), Residuos de Manejo Especial (RME) y los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) (Alarcón Esteva, y otros, 2006); en el caso de estos últimos se puede mencionar que son producidos en casa-habitación, comercios y áreas verdes por lo tanto son generadores de problemáticas por su constante aumento que puede observarse en los siguientes datos:

Durante el año 2012, en México generamos 42,1 millones de toneladas de RSU anuales, lo que equivale a 0,99 kilogramos diarios per cápita, 15% más que en el año 2000. En los últimos años la generación de estos residuos se ha incrementado en más del 90% pasando de 21,9 millones de toneladas en 1992 a 41,1 millones de toneladas en el 2012 [...] El mayor crecimiento en la generación de residuos se experimenta en las ciudades medias y en las zonas metropolitanas, localidades que han presentado esta tendencia desde el 2001 [...] Por otra parte, en cuanto a la generación per cápita, los datos permiten observar que dicho indicador fue en 2012 de 1kg/hab/día en los municipios mayores a 100 mil habitantes, es decir, en estos espacios urbanos la generación por persona fue superior a la media nacional (Jiménez Martínez, 2015, pág. 32).

La creciente producción de los RSU puede ocasionar un desequilibrio ambiental puesto que al ser subproductos de las actividades humanas no cuentan con las mismas sinergias (transporte, transformación y transferencia) que los recursos naturales (Alarcón Esteva, y otros, 2006).

I. Marco teórico

I.1.1 Manejo y Gestión integral de residuos

El Manejo Integral de Residuos busca planear y realizar un manejo desde la generación hasta la disposición final en donde se incluyen aspectos de almacenamiento, recolección, transporte y tratamiento; con estas acciones se intenta evitar y minimizar la generación de residuos e incrementar el aprovechamiento de éstos con el objetivo de disminuir la disposición final de los mismos (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2008).

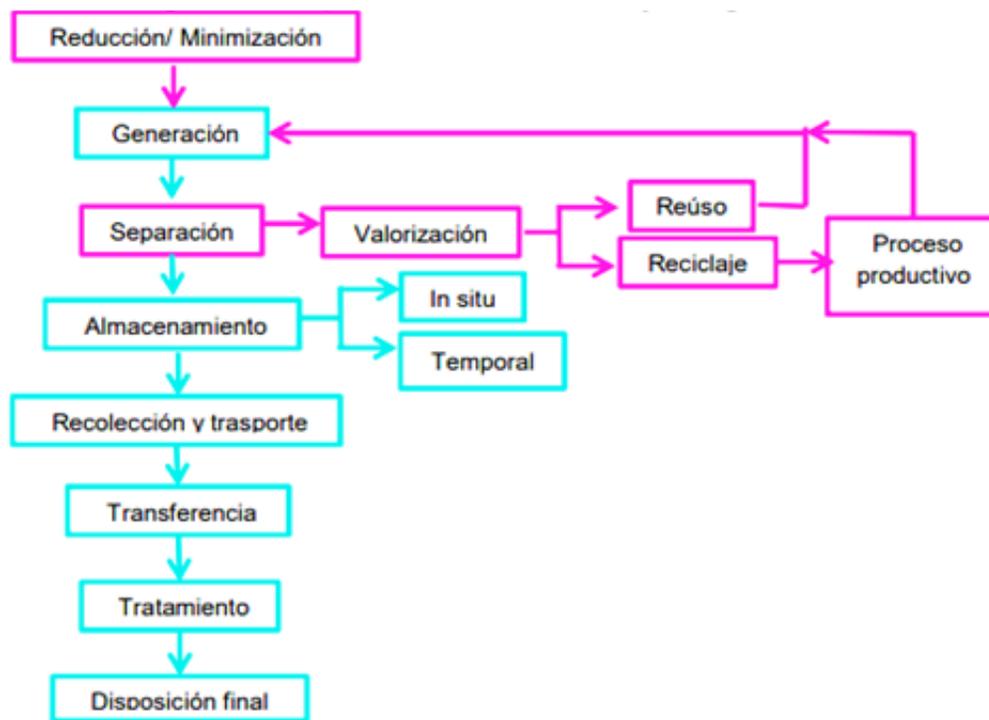


Figura I-1 Proceso de manejo integral de residuos

Fuente: Plan de manejo integral de residuos solidos para hiper mercados (2014, pág. 14)

En México el proceso de manejo integral de residuos forma parte de una gestión integral de los residuos regulada por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) definiendo a este proceso como una serie de elementos normativos, operativos, financieros, entre otros interrelacionados

entre sí, para el manejo de los residuos en todo el ciclo de vida (Honorable Congreso de la Unión, 2003). El manejo integral de los residuos se puede sistematizar como se muestra en la Figura I-1 de la página anterior.

Ahora bien, en el marco de la gestión integral de residuos es necesario definir jerarquías en las estrategias de gestión, mismas que tendrán como prioridad evitar la generación de residuos en la fuente, dejando la alternativa de disposición final como última opción de manejo (Martínez, y otros, 2005), los principales elementos de esta jerarquización son:

- **Prevenir y minimizar la generación:** Tienen el objetivo de reducir la cantidad o la peligrosidad de los residuos generados, disminuyendo la necesidad de tratamiento final y la conservación de los recursos (Cardona Gallo, 2006).
- **Aprovechamiento y valorización de residuos:** Como segundo orden jerárquico se debe fomentar la recuperación de materiales con fines de mejora en aspectos económicos y ambientales, involucrando tanto al reciclaje como a cualquier tipo de valorización de residuos (Honorable Congreso de la Unión, 2003).
- **Tratamiento y Disposición final:** El tratamiento involucrará procesos de transformación con el fin de no dañar al ambiente, reducir el volumen y la peligrosidad de los residuos; en el caso de la disposición final esta involucra la práctica de disponer residuos en el terreno mediante la modalidad de relleno sanitario, diseñado y operado de manera que los riesgos de contaminación ambiental sean mínimos (Martínez, y otros, 2005).

En resumen, la jerarquización de la gestión de residuos se establece de la siguiente manera (ver Figura I-2):



Figura I-2 Jerarquización de la gestión de los residuos

Fuente: Martínez y otros (2005, pág. 49)

I.1.2. Evaluación del impacto ambiental

El concepto de Evaluación de Impacto ambiental (EIA) usado en México hace referencia al procedimiento a través del cual se establecen las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites establecidos en las disposiciones para proteger y preservar el ambiente, con el fin de evitar o reducir los efectos negativos (Honorable Congreso de la Unión, 1988).

Por lo tanto, la EIA es un procedimiento donde se analiza y recolecta información para identificar los riesgos, impactos y medidas de mitigación que serán introducidos en todas las fases del proyecto (International Institute for Sustainable Development, 2016).

Los conceptos y procesos más importantes de la evaluación del impacto son variados y complejos, según el Banco Interamericano de Desarrollo y el Centro de Estudios para el Desarrollo (2002), la EIA es una herramienta de gestión necesaria para:

- La creación de un sistema de evaluación de impacto ambiental, por parte de las instituciones gubernamentales.
- Proponer políticas que tengan entre sus objetivos el desarrollo ambiental.
- Generación de una visión donde se realice un análisis complejo y el ambiente deje de ser un factor aislado y se interrelacione con las demás variables.
- Tomar en cuenta el tema ambiental para los procesos de planificación y la toma de decisiones en distintos niveles gubernamentales.
- Desarrollar enfoques para la integración de los análisis de costo-beneficio.

Los procesos de gestión de una EIA cuentan con tres elementos: el elemento estratégico, donde se estudia la compatibilidad de las políticas (planes de manejo y programas) y los temas ambientales junto con el análisis de las problemáticas que surgen al ingresar este factor ambiental en donde en el elemento ambiental el objetivo es el cumplimiento de metas ambientales, efectivas y sostenibles mismas que deben coordinarse con las expectativas e intereses de los grupos humanos; el elemento social mediante la participación ciudadana con el objetivo de mejorar la toma de decisiones ya que se estaría tomando en cuenta las verdaderas problemáticas identificadas por la sociedad (BID - CED, 2002).

En cuanto al contexto operativo podemos mencionar que la EIA tiene una secuencia de pasos lógicos que son: la identificación y clasificación ambiental de los impactos ambientales, donde se define la necesidad de realizar una EIA; la preparación y el análisis, en esta etapa se analiza el tipo de impacto, ya que si éste es positivo se buscarán medidas para optimizarlo, por el contrario si los impactos son negativos se realizará un análisis y una valoración que generará un estudio de impacto ambiental el cual contendrá tópicos como la descripción del proyecto y del ambiente, pronósticos y análisis del impacto ambiental y un plan de manejo ambiental; así como también la clasificación y toma de decisiones que evalúan las medidas propuestas para la minimización de impactos negativos; finalmente el

seguimiento y control, donde se verifica si la ejecución del plan de manejo ambiental cumple con los criterios ambientales (Márquez López, Mendoza Sánchez, Chávez Cárdenas, & Salazar Amaya, 2013); estos pasos se visualizan en la Figura I-3.



Figura I-3 Pasos operativos de la Evaluación de Impacto Ambiental

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo y el Centro de Estudios para el Desarrollo (2002)

En el caso de la primera etapa de la EIA ésta se enfoca en la evaluación de los impactos hacia el ambiente originados por actividades como el aprovechamiento de los recursos naturales por parte de la humanidad así como también pueden surgir por los procesos de contaminación generados por el proyecto o proceso; por lo tanto existen clasificaciones de los impactos de acuerdo a sus atributos, si es directo o indirecto, si el efecto se acumula a otros que ocurrieron en el pasado, si es temporal o definitivo, si existe posibilidad de regresar al estado natural, entre otros (SEMARNAT, 2013); estas clasificaciones son importantes para predecir, analizar y

valorar los impactos antes de que sucedan y así aplicar estrategias que los controlen, este objetivo se logra por medio de la utilización de metodologías especializadas en la evaluación de impactos, entre las más utilizadas podemos mencionar:

- Metodología *Ad hoc* (Panel de expertos): Basados en la consulta a expertos, los cuales identifican los impactos y determinan las medidas para mitigar el impacto, también dan asesorías en cuestiones de seguimiento y control, son métodos rápidos y fáciles de llevar a la práctica (Mijangos Ricardez & López Luna, 2013).
- Método Cartográfico: Consiste en la sobre posición de mapas, con esta acción podemos relacionar todos los elementos de impacto, obteniendo las áreas con mínimo o máximo impacto, este método se tiene que respaldar en algún software de Sistema de Información Geográfica (SIG) (Yáñez Vargas, 2008).
- Lista de chequeo: Consiste en una lista de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana; los rubros más comunes de esta metodología son: agua, suelo, atmósfera, flora, fauna, recursos naturales, culturales, etc. Este método asegura que ningún factor esencial sea omitido del análisis, se pueden comparar fácilmente diversas alternativas del proyecto, aunque las listas de chequeo son rígidas y están limitadas para evaluar los impactos individuales (Mijangos Ricardez & López Luna, 2013).
- Métodos matriciales: Son de carácter cualitativo y cuantitativo, tienen el objetivo de correlacionar o establecer relaciones causa-efecto mediante la interacción de factores ambientales y factores humanos; el control de estas variables se da mediante un modelo bidimensional (filas y columnas) y es de los más utilizados (Yáñez Vargas, 2008).
- Diagramas de Flujo: Se utilizan para establecer relaciones de causalidad

lineal entre la acción propuesta y el ambiente afectado, tienen la facilidad de construir y de proponer la relación de causalidad,

- aunque no facilitan la cuantificación de impactos (Mijangos Ricardez & López Luna, 2013).
- Métodos de redes o también conocido como árbol de impacto: Se introduce una secuencia de causa y efecto dando una calificación al impacto, este método posibilita la evaluación de los impactos acumulativos (Yáñez Vargas, 2008).

I.2. Marco conceptual

I.2.1. Residuos

I.2.1.1. Definición de residuos

Como definición principal se tomó la realizada por la LGPGIR donde se menciona que un residuo es “aquel material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final” (Honorable Congreso de la Unión, 2003, pág. 6); esta definición es la que articula una política nacional en donde se intenta valorizar a los residuos y se imponen responsabilidades a los generadores con el fin de dar un tratamiento adecuado a los mismos.

I.2.1.2. Clasificación de los residuos

De acuerdo nuevamente con la LGPGIR, los residuos se clasifican de la siguiente manera:

Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, o Biológico Infeccioso (CRETIB), así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran 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 [...] Residuos Sólidos Urbanos: 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 o 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 público [...] (Honorable Congreso de la Unión, 2003, pág. 6).

I.2.2 Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

I.2.2.1 Estadísticas de los RSU

Estadísticas recientes sobre los Residuos Sólidos Urbanos en México datan de los años 2012 y 2014, dichas bases fueron elaboradas por SEMARNAT e INEGI, los datos muestran lo siguiente:

En el año 2014 se registró una población de 119'729,273 personas en la República Mexicana, con un promedio diario de recolección a nivel nacional de RSU de 103'125,830 kilogramos (kg); por lo que aproximadamente se recolectó 0.86 kg de residuos por persona al día en el país. Las entidades que acopiaron más residuos per cápita son el Distrito Federal con 1.86 kg por persona, Nayarit con 1.42, Quintana Roo con 1.35, Baja California Sur con 1.24, Sinaloa y Colima con 1 kg [ver Figura I-4]. Por otra parte, en términos totales, las entidades que más recolectaron residuos fueron el Distrito Federal con más de 16,000 toneladas (ton) al día, el estado de México con 13,000, Jalisco con 7,000, Veracruz con poco más de 6,000, Puebla con 4,330, Michoacán con 4,187 y Nuevo León con 4,042 ton [ver Figura I-5]. En cambio, los estados que estuvieron por debajo de las mil toneladas fueron Baja California Sur con 928 ton, Aguascalientes con 838, Colima 713 y Campeche con 710 ton (INEGI, 2016, pág. 4).

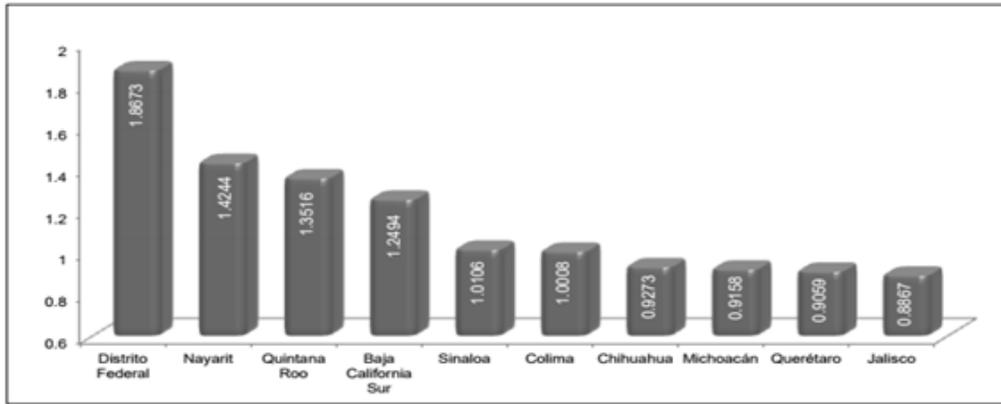


Figura I-4 Entidades federativas con mayor recolección per cápita de Residuos Sólidos Urbanos, 2014 (persona/kilogramos)

Fuente: INEGI (2016, pág. 6)

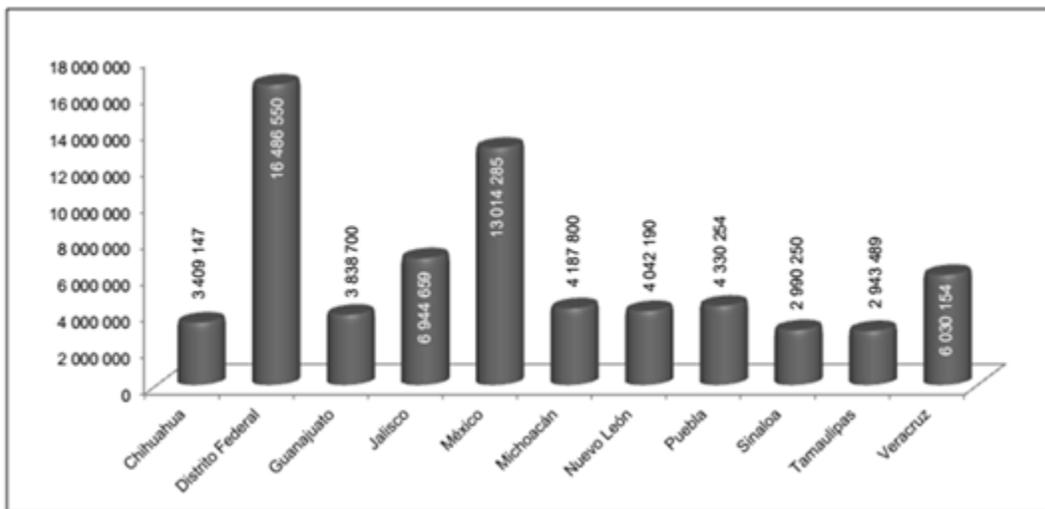


Figura I-5 Entidades con mayor recolección diaria (kilogramos) de Residuos Sólidos Urbanos, 2014

Fuente: INEGI (2016, pág. 6)

En cuanto a la composición de los Residuos Sólidos Urbanos podemos mencionar que las estadísticas elaboradas por SEMARNAT (2013) señalan que el 52.4% de la composición total de éstos son residuos de comida, residuos de jardines y otros materiales orgánicos similares, el 13.8% son papel, cartón y otros productos del papel, el 10.9% son plásticos y el 12.1% corresponde a otro tipo de basura (Ver Figura I-6).



Figura I-6 Composición de los RSU en México. Fuente: SEMARNAT (2013, pág. 325)

En el caso de la manera en la que se desechan los residuos, el 79.42% es entregado al camión recolector; el 11.94% es quemado para evitar el mal olor y la proliferación de plagas y solo el 6.49% deposita los residuos en un contenedor (INEGI, 2016).

De las 2,457 delegaciones y municipios de toda la República Mexicana, 2,314 solamente tienen el servicio de recolección y 48 cuentan con algún proceso de tratamiento; tomando en cuenta la infraestructura para la recolección se contabilizaron 15,876 vehículos recolectores en todo el país (INEGI, 2014).

En lo que respecta a la valorización de los residuos se menciona que existen alrededor de 623 centros de acopio en el país, en los cuales se valorizan las siguientes cantidades (kilogramos/promedio diario); 39 874 kg de papel, 59 195 kg de PET, 1 386 kg de aluminio, 14 139 kg de fierro, lámina y acero, 1 362 kg de cobre, bronce y plomo, 10 644 kg de vidrio, 5 067 kg electrónicos y electrodomésticos, 3 638 kg de cables, 22 686 kg de plásticos y 17 175 kg de otros residuos; en cuanto a las retribuciones entregadas a cambio de los materiales, las estadísticas arrojan 492 centros de acopio con ningún tipo de retribución, 35 con retribución de tipo alimenticio (despensas) y materiales, 5 con retribución

económica a través de una tarjeta bancaria y finalmente 95 centros de acopio con otro tipo de retribución (INEGI, 2014).

Por último, en la cuestión de la disposición final se puede mencionar que el 72% del volumen generado de RSU en el país se dispuso en rellenos sanitarios y sitios controlados, el 23% se depositó en sitios no controlados y el 5% restante se recicló (ver Figura I-7) (SEMARNAT, 2013).

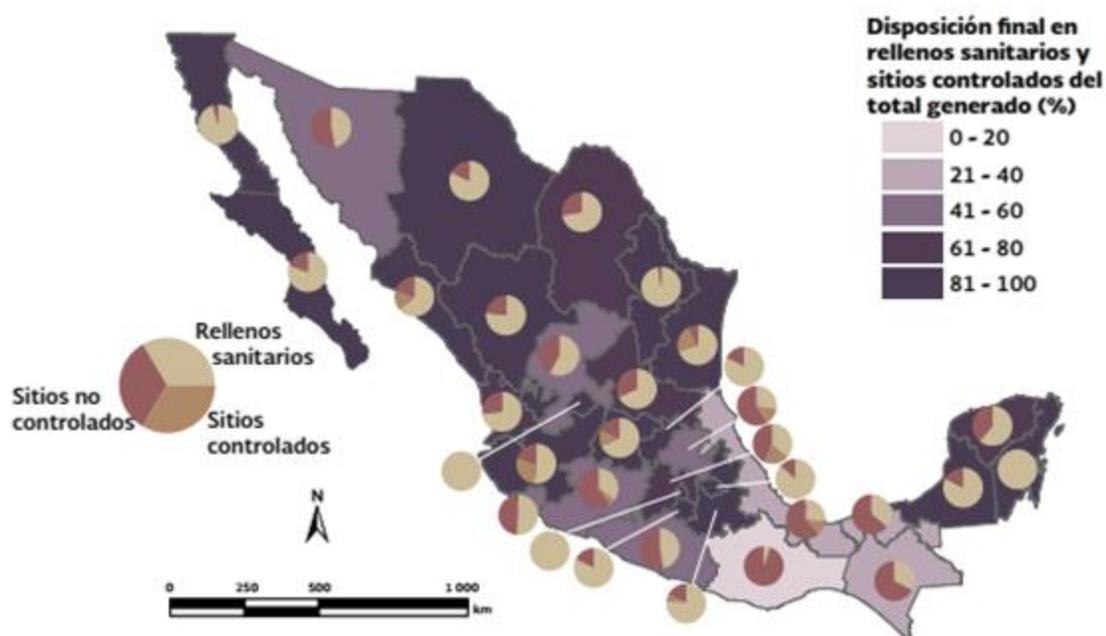


Figura I-7 Disposición final de RSU en rellenos sanitarios y sitios controlados por entidad federativa

Fuente: SEMARNAT (2013, pág. 330)

I.2.3. Manejo de los RSU

El manejo tradicional de los Residuos Sólidos Urbanos se enfoca principalmente en la búsqueda de soluciones encaminadas al control de los residuos en la parte de disposición final que ha propiciado problemáticas para la sociedad y las mismas autoridades por lo que se empieza a hablar de un manejo integral en el proceso,

con lo cual se busca cambiar patrones culturales para que la sociedad adopte esquemas enfocados en reducción, reúso y reciclaje, teniendo como objetivo implementar los principios del desarrollo sustentable (Alarcón Esteva, y otros, 2006).

De acuerdo con el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos se pueden identificar las siguientes fases: barrido (manual y mecánico), recolección, transferencia, transporte, tratamiento y finalmente disposición final; en los años recientes, el concepto de manejo integral se integró al proceso mencionado anteriormente por medio de los sistemas de recolección selectiva donde se presenta una oportunidad para valorizar los subproductos mediante la obtención de materiales de mejor calidad y abrir un mercado en el reciclaje (Alarcón Esteva, y otros, 2006).

También se intenta que la población tenga una acción participativa, además en cuestiones de transporte la diferencia con el manejo convencional es la llegada de los residuos a una estación de transferencia; en cuestiones de tratamiento se menciona que han sido poco aprovechados en México, como la incineración (en México es una práctica muy poco usada), el aprovechamiento de subproductos y producción de composta, en el caso particular de la composta las problemáticas se desarrollan principalmente por el insuficiente desarrollo del mercado para el producto terminado, su mala calidad debido a una tecnología inadecuada y los altos costos de operación; finalmente el aspecto que quizás sea el más controlado y mejor manejado es la disposición final, ya que se cuenta con criterios bien establecidos en la NOM-083-SEMARNAT-2003 que mencionan como realizar la construcción, la operación y el cierre de sitios de disposición final (Alarcón Esteva, y otros, 2006).

Los procesos de manejo integral de residuos integran varias actividades extras que ayudan a recircular los residuos y de esta manera pocos lleguen a disposición final (ver Figura I-8), el proceso del manejo integral se describe de la siguiente manera (Carrasco Escobar & Rodríguez Silva, 2015):

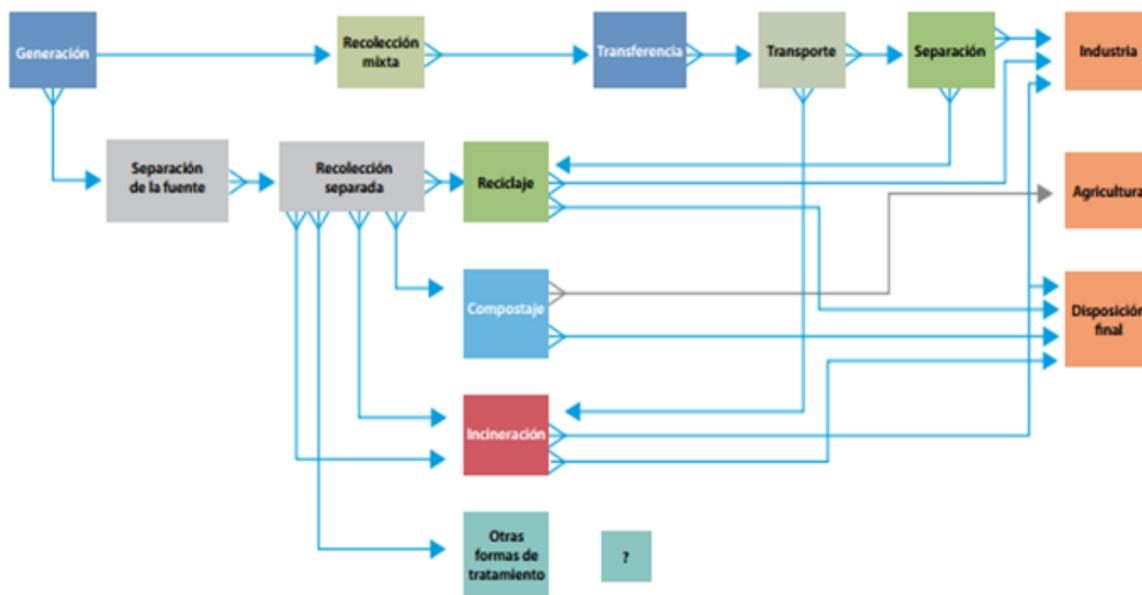


Figura I-8. Diagrama de flujo del manejo integral de Residuos Sólidos Urbanos

Fuente: Carrasco Escobar & Rodríguez Silva (2015, pág. 20)

I.3. Marco legislativo.

La principal herramienta para fomentar el manejo integral de residuos son las leyes y los principales instrumentos para la aplicación son los programas, diagnósticos y planes de manejo, donde se colocan las directrices para la gestión integral, el manejo y las herramientas, en el caso de los Residuos Sólidos Urbanos podemos mencionar las siguientes disposiciones administrativas y legales que regulan el manejo en México en los tres órdenes de gobierno:

I.3.1. Legislación federal en materia de residuos y evaluación del Impacto ambiental

A nivel federal se encuentra la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su reglamento que tiene como objetivo aplicar una política ambiental con miras a un desarrollo sustentable de México en cuestiones de residuos, estas políticas intentan promocionar cambios en los modelos de consumo y producción, además de fomentar la prevención y gestión integral de los

Residuos Sólidos Urbanos, de manejo especial y peligrosos a través de acciones como la prevención, minimización, separación de residuos en la fuente, reutilización, reciclado, valorización y tomando a la disposición final como última opción, además de integrar esquemas de responsabilidad compartida y diferenciada de los diferentes rubros de la sociedad y finalmente realizar acciones ambientales, económicas y sociales adecuadas y técnicamente factibles, también se reparten las atribuciones entre los distintos órdenes de gobiernos para tener una coordinación más sólida y clara, mencionando las medidas de control y de seguridad que deben llevarse a cabo además de las infracciones y sanciones (SEMARNAT, 2008).

En el caso de los principales instrumentos de índole federal para la aplicación de una gestión de los residuos podemos mencionar:

El Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece los elementos necesarios para la elaboración e instrumentación de los programas locales para la prevención y gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de manejo especial por parte de las entidades federativas y los municipios” (SEMARNAT, 2008, pág. 66), entre las principales las líneas de acción del programa en comento se pueden mencionar:

- Prevención y minimización de la generación de residuos por medio de programas o campañas de educación ambiental.
- Promover la actualización del marco jurídico de la gestión integral de residuos.
- Desarrollo de sistemas de gestión para el manejo ambientalmente adecuado de residuos.
- Implementación gradual y con base en los programas estatales y municipales en todas las comunidades.

- Municipios con organismos gubernamentales de gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos.
- Capacitar adecuadamente al personal responsable del manejo integral de residuos urbanos.
- Impulsar la creación de cadenas de valorización de los subproductos reciclables de los Residuos Sólidos Urbanos.
- Crear plantas de tratamiento de los residuos orgánicos o de compostaje.
- Promover la regularización o la clausura de los sitios de disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos que no cumplan con las especificaciones echas por la NOM-083-SEMARNAT-2003.
- Aplicación de tecnologías alternativas o complementarias para el tratamiento y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos.
- Modificaciones a la NOM-083-SEMARNAT-2003 mediante el análisis de su aplicación.
- Establecer tarifas sustentables para el servicio de aseo urbano o recolección de residuos sólidos.
- Promover en el sector privado el diseño ambiental de los envases, con el fin de prevenir la generación de residuos, aplicando la responsabilidad compartida.

El Diagnóstico Básico para la Gestión de Residuos busca:

Dar respuesta, entre otras preguntas: ¿Cuántos RSU, RME y RP se generan en el país?, ¿Con qué infraestructura cuenta el país para la recolección y disposición final de los RSU? ¿Cuál es la generación per cápita de RSU de los mexicanos?, ¿Cuáles son los principales RME generados en el país y qué Planes de Acción se han desarrollado?, ¿Cuántos y cuáles son los principales residuos de la industria petrolera y minera?, ¿Cuál es la infraestructura y tipo de tratamiento de los RP en el país?, así como ¿Cuál es la actualización del marco jurídico de las diferentes corrientes de residuos? En el Diagnóstico también se consideran los temas transversales y emergentes: gestión de residuos en situación de riesgo y desastre, cambio climático y residuos,

desarrollo científico y tecnológico, educación y capacitación, sistema de información nacional para la gestión integral de los residuos, 3r`s y ciclo de vida, organismos operadores descentralizados y cumplimiento de convenios internacionales que por su importancia, son considerados como relevantes (Gutiérrez Avedoy, y otros, 2012, pág. 11).

Finalmente mencionar que a lo que respecta en materia de EIA se puede mencionar a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su respectivo reglamento, donde podemos encontrar las líneas de acción enfocadas a la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) donde se establecen las reglas a las que están sujetas la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites enmarcados en las normas aplicables para proteger el ambiente con el fin de evitar o reducir los efectos negativos sobre el mismo; otra línea de acción mencionada es el uso de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental, donde se establecen los requisitos, especificaciones, condiciones y procedimientos aplicados al aprovechamiento de los recursos naturales (Honorable Congreso de la Unión, 1988), las principales NOM´s en relación a los Residuos Sólidos Urbanos son:

- 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” (SEMARNAT, 2004, pág. 1).
- NOM-098-SEMARNAT-2002: “Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes” (SEMARNAT, 2004, pág. 1).

I.3.2. Legislación estatal en materia de residuos y evaluación del impacto ambiental

Como herramientas de legislación a nivel estatal podemos mencionar las siguientes:

Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos donde se establecen las atribuciones del gobierno de Morelos en la formulación y conducción de los RSU, a través de estrategias y acciones (Dirección General de Legislación, 2008) detalladas en el Reglamento de la Ley de Residuos del estado de Morelos, en el cual se menciona el cómo formular y evaluar políticas en materia de residuos, la expedición de normas ambientales que apliquen acciones como la prevención, reutilización, reciclado, tratamiento y disposición final, otro aspecto que realiza el reglamento es la capacitación de los municipios en temas de residuos, la elaboración de inventarios de sitios contaminados, elaboración de un registro de grandes generadores de residuos y sus obligaciones en el tema de generación de RSU, la organización, la promoción y difusión de información, educación, investigación y desarrollo tecnológico en materia de residuos, además de la integración de distintos sectores en las estrategias para fortalecer la gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos; en aspectos operativos y de ejecución, podemos mencionar que el organismo operador intermunicipal realizará y regulará acciones de acopio, recolección, transferencia, el tratamiento, traslado y disposición final, también se busca la generación de sistemas ambientales, donde se dé una coordinación de mecanismos de ejecución, reporte de resultados y evaluación del desempeño, finalmente el reglamento aprueba los manifiestos de impacto ambiental donde se describen las instalaciones y actividades del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (Dirección General de Legislación, 2008).

En el caso de los principales instrumentos de índole estatal para la aplicación de una gestión de los residuos podemos mencionar:

A los programas estatales para el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos:

Muestran cómo elaborar un diagnóstico básico de gestión integral de RSU basándose en tiempos y objetivos, además de evaluar la efectividad, la capacidad de la infraestructura y las interrelaciones entre instituciones participantes, los medios de financiamiento con los que se cuentan para poner en marcha los mismos, fomentar a la iniciativa privada para la inversión en los proyectos e investigación

en cuestiones de RSU, realizar actividades que promuevan la participación social en el manejo integral, impartir asistencia técnica y crear indicadores de desempeño de los programas (Dirección General de Legislación, 2008, pág. 14).

Por otra parte, se cuenta con planes de manejo dirigidos a grandes generadores a nivel estatal que:

Permiten aplicar la responsabilidad compartida de los involucrados en la generación de RSU, también fomentan la aplicación del manejo integral de los residuos por medio de la búsqueda de procesos, métodos y tecnologías modernas que lo hagan eficientes, otro aspecto que se resalta en los planes es el fomento al mercado de productos reciclables para contribuir con la reducción de costos en la fase de disposición final (Dirección General de Legislación, 2008, pág. 40).

También se puede mencionar la Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Morelos (EGIREM), la cual incorpora tecnologías y experiencias en la práctica del manejo y gestión de los residuos analizados en antecedentes de proyectos realizados tanto a nivel nacional como internacional, buscando iniciativas de corte social que se interrelacionen con las instancias gubernamentales con el efecto de lograr los objetivos planteados; la EGIREM tiene que incidir en la logística, operación e infraestructura de los servicios públicos que atienden a este rubro, por lo tanto debe realizarse un diagnóstico del sistema para poder detectar las áreas que permitan incrementar la eficiencia, como claro ejemplo se menciona el arreglo regional de la operación, en el cual se identifican las áreas de oportunidad de las distintas zonas del estado en relación con la generación y composición de residuos, los centros de población y la disponibilidad de infraestructura cercana para el manejo de los residuos, también la EGIREM hace énfasis en las estrategias de valorización de los residuos, tomando como base la composición, la tecnología e infraestructura esencial para el aprovechamiento, por lo que una de las principales estrategias es la instalación de plantas regionales de

valorización de Residuos Sólidos Urbanos, en las cuales se realizará un tratamiento mecánico y tratamiento biológico mediante compostaje; finalmente la EGIREM contempla acciones contra los pasivos ambientales generados en distintos puntos del estado, mediante tratamiento *in situ*, gestión de líneas de acción específicas para los municipios del norte de la zona metropolitana de Cuernavaca y el correcto manejo de los Residuos de Manejo Especial (Dirección General de Legislación, 2017).

Finalmente en materia de evaluación ambiental podemos mencionar a la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Morelos, en donde se definen los instrumentos y políticas para el aprovechamiento sustentable, la preservación y la restauración de los recursos naturales tomando en cuenta la prevención y el control de la contaminación, además de la participación social como factor de importancia para el cuidado del ambiente (Dirección General de Legislación, 1999); todo esto es aplicado a través del reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Morelos, donde se mencionan los aspectos operativos de las acciones de la gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos de zonas urbanas y suburbanas, además de la inspección y vigilancia del cumplimiento adecuado de este manejo y si es necesario la aplicación de sanciones como medidas precautorias (Dirección General de Legislación, 1997).

I.3.3. Legislación municipal en cuestión de residuos

En este nivel podemos mencionar los siguientes instrumentos enfocados en los Residuos Sólidos Urbanos:

- Reglamento de Aseo Urbano del Municipio de Cuernavaca: En donde se intenta regular la prestación del servicio de limpia, departamento que depende del municipio, el cual se coordina con las organizaciones de colonos mediante un inspector honorario para el desarrollo de planeaciones estratégicas en cuestiones de limpia

urbana, también se analizan los aspectos operativos del servicio de limpia en cuestiones de recolección domiciliaria y rutas ecológicas, los aspectos operativos del transporte de residuos no peligrosos, aspectos de la transferencia y del tratamiento y disposición final, de la misma manera se analizan las prohibiciones y sanciones, el pago de derechos, la contratación y concesión a particulares y la responsabilidad de la contaminación y la remediación de suelos contaminados (Ayuntamiento Constitucional de Cuernavaca, Morelos, 2008).

- Bando de Policía y Buen Gobierno: Menciona que el ayuntamiento es el encargado del funcionamiento, conservación y prestación de los servicios públicos como limpia y saneamiento ambiental, además de la limpieza de mercados, panteones, calles, parques, jardines y áreas recreativas (Dirección General de Legislación, 1998).
- Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Cuernavaca, Morelos: En el cual se intentan estructurar estrategias para prevenir y controlar la contaminación atmosférica, la contaminación por ruido, contaminación de agua por medio de aguas residuales, la contaminación del suelo mediante el control de rellenos sanitarios, también se incentiva el uso y reciclaje de residuos, estructurar un eficiente sistema de recolección de residuos, la promoción de la separación desde la generación, generar programas de autorregulación dentro de las empresas para diseñar almacenamientos donde se dispongan los Residuos Sólidos Urbanos, contar con sistema de tratamiento de aguas residuales y finalmente aplicar denuncias ciudadanas para identificar, clausurar y sancionar a los generadores de contaminación (Ayuntamiento del Estado de Morelos, 2010).

I.4 Antecedentes

Las técnicas de evaluación de impacto ambiental que son aplicadas en este tipo de estudios pueden ser muy variadas, además de ser aplicadas en varios procesos y fases del manejo de la gestión de residuos y otros proyectos, por lo tanto es muy importante hacer una recopilación y análisis de los trabajos con la misma línea de investigación para poder conocer los tipos de metodologías que se pueden aplicar, las fases a las que se les aplicará ésta, además de los enfoques y particularidades que se pueden encontrar en cada uno de los trabajos, con los cuales podrían enriquecer y mejorar el desarrollo de la investigación.

El análisis de los artículos con una temática parecida al presente trabajo comienza con la investigación desarrollada por Salas Jiménez y Quesada Carvajal (2006) donde se identificaron y evaluaron los impactos ambientales en cada una de las etapas de la actividad de recuperación de desechos sólidos ordinarios en una comunidad rural de Costa Rica, con el fin de definir las acciones a ejecutar, para prevenir, impedir, minimizar y mitigar los efectos adversos sobre el entorno natural y social. La metodología se basó en la identificación de las fases del manejo de los desechos, posteriormente se aplicaron matrices que identificaron los impactos ambientales de la actividad de manejo del residuo; finalmente se aplicó la Matriz de Leopold para la evaluación de la magnitud e importancia de los impactos en la actividad de recuperación de desechos sólidos y finalmente se planearon medidas de mitigación y planes de manejo para los impactos negativos.

El siguiente trabajo fue desarrollado en la zona centro occidente de México, por Bernache Pérez (2012) que a diferencia de los trabajos anteriores no emplea matrices de impacto, su metodología se centró en la aplicación de una encuesta formada por 68 cuestionarios con 27 puntos relacionados con la producción, la recolección y la disposición final de residuos sólidos urbanos, mismos que fueron aplicados en 68 ayuntamientos de la zona centro occidente. Se obtuvo información sobre la cantidad de residuos que se generan, el destino de éstos, el tipo de

infraestructura que se cuenta en los lugares de disposición final y los procesos empleados en ellos.

El estudio realizado en Colombia por Zapata Muñoz y Zapata Sánchez (2013) tiene una temática parecida al artículo anterior ya que toma en cuenta a los lixiviados como problemática ambiental, además se enfoca en la disposición final de los RSU, aunque la gran diferencia es que la metodología utilizada si se basa en la implementada por la evaluación del impacto ambiental. Las acciones principales del estudio fueron: caracterizar los aspectos fisicoquímicos de los lixiviados, generar una relación entre éstos y las operaciones en la disposición final, creando matrices que identifican los impactos al ambiente, clasificando estos impactos en críticos, severos, moderados e irrelevantes, posterior a esto se realizó una valorización cuantitativa de los impactos y los factores impactados, determinando que los principales efectos del relleno repercuten en los componentes físicos y bióticos, también se detectaron los principales factores fisicoquímicos de los lixiviados y se creó un proceso para su manejo mediante una bio-barrera.

En el caso del estudio de Ortiz Huerta (2013) se evalúan aspectos negativos al ambiente generados por un relleno sanitario. En este trabajo se utilizó un análisis de inventario donde se definen todas las entradas y salidas del sistema, posteriormente se realizó un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) mediante SimaPro (Programa desarrollado por la empresa holandesa PRé Consultants,), también se aplica una lista de chequeo para identificar factores del proceso de operación del relleno a través de una inspección física del sitio de disposición final.

Los impactos ambientales de los residuos no solo pueden identificarse en sus procesos de manejo, también pueden encontrarse en la generación por parte de empresas, el trabajo de Hoyos, Hincapié, Marín, Jiménez, y Valencia (2013) efectuado en Colombia tuvo como objetivo conocer la tipología, cantidad e impacto ambiental de los residuos generados por los sectores seleccionados, para determinar el aprovechamiento de éstos para la elaboración de nuevos productos.

La metodología utilizada recabó datos para el inventario mediante la búsqueda bibliográfica, también se utilizó una encuesta como método complementario, en cuanto a los impactos ambientales se midieron por medio de la matriz de Conesa, que evalúa las magnitudes de los impactos, como resultado se generaron tablas que identificaban las principales empresas generadoras de residuos, los tipos de residuos y una tabla de impactos con su valoración ambiental.

Mosquera Quintero, Canchingre Bone y Morales Pérez en (2014) y evaluaron los impactos ambientales generados por el vertedero de residuos sólidos en Atácame, Ecuador, su metodología se basó en la evaluación de los impactos ambientales, generando una lista de chequeo con la que se puede formar una idea preliminar, la matriz causa-efecto con la que se obtienen las relaciones con los componentes ambientales y finalmente la matriz de Leopold que se utilizó para realizar la evaluación de la gestión de los residuos sólidos. Teniendo como resultados los componentes ambientales más afectados de los que destacan cubierta vegetal, fauna, estructura y calidad del suelo, zona de recreo (Paisaje), elemento estético y de interés humano, vectores de enfermedad, salud y seguridad, uso de la tierra, también se encontraron las fases de la gestión que más afectan a los componentes ambientales.

Lazo Cuentas (2017) evaluó el impacto generado en el medio ambiente por los efluentes industriales de las actividades productivas de la curtiembre del Parque Industrial Río Seco, Perú a través del monitoreo de efluentes, según el protocolo nacional de monitoreo de calidad de agua, para la determinación cuantitativa de la contaminación se utilizó la matriz Conesa, con la que se analizó la contaminación por efluentes que se produce en cada fase del proceso productivo y que genera un impacto negativo en el ambiente, obteniéndose los principales factores fisicoquímicos afectados por la contaminación, así como los impactos más importantes sobre el ambiente de la acción productiva.

II. Planteamiento del problema y justificación

En la actualidad la ciudad de Cuernavaca, Morelos produce alrededor de 450 toneladas de residuos al día (Lara Manrique, 2015), las cuales podrían representar un peligro ecológico y social puesto que muchas veces estos llegan a causar focos de infección tanto en barrancas, ríos y zonas urbanas (Diario de Morelos, 2013) donde también generan del 50 al 100 % de las inundaciones (Tapia, 2018), esto se debe principalmente a que el manejo actual de los RSU se caracteriza por presentar problemáticas en las medidas técnicas y operativas enfocadas al manejo en un contexto urbano, que muchas veces presenta una deficiencia en el desarrollo tanto en la planificación como en la aplicación de estrategias de mejoramiento urbano (Guzmán Chávez & Macías Manzanares, 2012) por lo tanto es de suma importancia enfocarse en estrategias que mejoren la operación de los procesos que se realizan para el manejo de los RSU, además de intentar crear un manejo más sustentable integrando aspectos de educación ambiental y programas de separación de residuos desde la fuente e incentivar la participación social (Bernache Pérez, 2015), sin embargo, para lograr aplicar todas estas medidas correctivas primero se debe hablar de una base diagnóstica para la toma de decisiones y visualizar los impactos ambientales ocasionados por el mal manejo de los RSU y el grado de afectación que puedan ocasionar tanto al ambiente como a la población y de esta manera partir de una base bien estructurada y poder aplicar las estrategias para generar un manejo integral de los residuos, siguiendo las premisas antes mencionadas surgen las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las fases del manejo de los RSU específicamente en Cuernavaca, Morelos? y ¿Cómo evaluar e identificar el impacto ambiental que provocan en el ambiente los RSU de acuerdo con dicho manejo?

III. Objetivos

III.1. Objetivo general

Evaluar e identificar los impactos negativos en el ambiente por el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Cuernavaca, Morelos.

III.2. Objetivos específicos

- Identificar las distintas fases del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en Cuernavaca, Morelos; y a partir de ello elaborar un diagrama de flujo.
- Identificar y evaluar el impacto ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos en las distintas fases del proceso de manejo, mediante dos técnicas: la matriz de causa- efecto de Leopold y la fórmula de importancia de Conesa.

IV. Propuesta a implementar

IV.1. Delimitación

La zona de estudio fue la ciudad de Cuernavaca, la cual se encuentra al noroeste del estado de Morelos y tiene una extensión territorial de 151.20 Km²; este municipio colinda con los siguientes municipios: al norte con Huitzilac, al este con Tepoztlán y Jiutepec, al sureste con Emiliano Zapata, al sur con Temixco y al suroeste con Miacatlán; al oeste limita con el Estado de México (Secretaría de Hacienda, 2016).

Cuernavaca es el mayor núcleo urbano del estado y cuenta con una población total de 366 321 personas según la encuesta intercensal de 2015 (INEGI, 2016). En relación con los RSU, el municipio fue el mayor productor de éstos, con una cantidad de 143 mil toneladas en el año 2015; también cuenta con la mayor flota de vehículos de recolección en el estado, con 38 unidades (INEGI, 2016).

IV.2. Tipo y alcance de la propuesta

El diseño fue no experimental, puesto que no se manipulan las variables de estudio; de corte transversal, debido a la temporalidad corta; y de un alcance evaluativo, donde se evaluó el impacto de los RSU sobre el ambiente.

IV.3. Enfoque de la propuesta

El enfoque fue de tipo mixto puesto que se maneja una matriz cualitativa que en este caso será la matriz de Leopold (Coria, 2008) con la cual se obtuvieron e identificaron los factores impactantes al ambiente, así como los factores ambientales impactados más importante en el manejo, este criterio es subjetivo y se basa en la percepción de quién aplica la matriz y los datos documentales con los que se cuenta (esta matriz es explicada en párrafos subsecuentes).

En el caso de la metodología cuantitativa se aplicó la fórmula de Conesa (González Popoca, 2016) con la cual se obtuvo la importancia del impacto de los factores identificados anteriormente, dándoles un valor en una escala, para poder clasificarlos en un impacto insignificante, moderado, severo y crítico (esta fórmula es explicada en párrafos subsecuentes).

IV.4. Descripción de la propuesta

IV.4.1. Revisión documental para la identificación de las fases del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en Cuernavaca Morelos

La primera fase inicio con una investigación documental con la finalidad de identificar las fases del manejo que se aplican en el municipio de Cuernavaca, Morelos, esta tarea se realizó mediante la búsqueda bibliográfica de documentos municipales, estatales e investigaciones previas, con el fin de describir las fases del manejo de RSU.

IV.4.2. Revisión de campo para la identificación de las fases del manejo de los residuos sólidos en Cuernavaca, Morelos.

En esta etapa se solicitó un oficio a la Especialidad en Gestión Integral de Residuos, del Centro de Investigación en Biotecnología (CEIB) de la Universidad Autónoma del Estado Morelos (UAEM), donde se solicitó la autorización al Sistema Municipal de Limpia de Cuernavaca para realizar un método de observación directa en su proceso de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad donde se observaron las acciones y las fases que pudieron ser impactantes y los posibles recursos ambientales impactados desde la recolección, hasta la disposición final.

IV.4.3. Realización de un diagrama de flujo de las fases del manejo de Residuos Sólidos Urbanos.

En este apartado se contrastó la información documental y la información recabada mediante la observación directa del manejo de los RSU, con el fin de encontrar nuevas fases no descritas por la literatura; una vez identificadas las fases se elaboró

un diagrama de flujo donde se caracterizaron las etapas del manejo de los residuos sólidos urbanos.

IV.4.4. Elaboración de una lista de chequeo

Otro aspecto que se realizó a través de los datos generados por medio de la literatura y la observación directa fue una lista de chequeo donde se colocaron las acciones de cada fase del manejo de RSU que impactan negativamente y los factores ambientales impactados.

IV.4.5. Elaboración de la matriz de Leopold

Es una matriz de doble entrada donde las filas contienen los factores ambientales que pueden ser afectados y las columnas incluyen a las acciones impactantes de los procesos o proyectos a evaluar (ver Figura IV-1). La matriz puede identificar los impactos ambientales y su relación con las acciones impactantes más importantes de los procesos, también se puede crear una matriz de importancia donde cada cuadro se divide en diagonal, en la parte superior se coloca la magnitud (M: extensión del impacto), precedida del signo “+” o bien “-”, según el impacto sea positivo o negativo respectivamente. La escala empleada incluye valores del 1 al 10, siendo 1 la alteración mínima y 10 la alteración máxima. En el triángulo inferior se coloca la importancia (I: intensidad), también en escala del 1 al 10 (Coria, 2008).

Acciones Factores	Recolección	Transferencia
Paisaje	X	
Problemas de salud		X

Figura IV-1 Ejemplo de matriz de Leopold

Fuente: Elaboración propia

Los datos generados en la lista de chequeo fueron introducidos a la “Matriz de Interacciones de Leopold” de la cual solamente se usó la matriz de identificación debido a que solo se pretende identificar los factores que más impactan en cada fase, así como los factores ambientales afectados en una relación causa-efecto.

IV.4.6. Fórmula de Conesa

Los datos generados por la matriz de Leopold son la base para la generación de la fórmula de Conesa, la cual fue introducida al software de Excel para realizar los cálculos y arrojar los valores, con los que se podrá evaluar la importancia de los impactos ambientales en todas y cada una de sus etapas (González Popoca, 2016):

$$I = \pm 3 I_n + 2 E_x + P_e + R_v + S_i + A_c + E_f + P_r + M_c$$

Donde:

I= Es la importancia del impacto.

±= Calidad ambiental, puesto que en los impactos que influyen en el ambiente pueden ser benéficos (+) o perjudiciales (-).

I_n= Intensidad, haciendo referencia al grado de daño que puede provocar el impacto sobre el ambiente. El criterio y los valores del indicador de Intensidad (I_n) son los siguientes:

Criterio	Valor
Significativo: Afecta de manera inmediata los elementos naturales, rebasan los límites máximos permisibles por la norma.	12
Medio: Sin repercusiones graves.	8
Mínimo: Destrucción de hasta el 10%.	4

E_x= Extensión, es el porcentaje de área teórica que puede ser afectada por el impacto:

Criterio	Valor
Extremo: Efecto detectado en toda la zona.	8
Total: Efecto detectado en gran parte de la zona.	4
Puntual: Localizado en una zona particular.	2

Pe= Persistencia, es el tiempo que permanecerá el efecto del impacto ambiental, desde su inicio hasta la posible restauración de manera natural o por medio de medidas aplicadas:

Criterio	Valor
Temporal: De 3 a 4 años.	1
Permanente: De 4 años en adelante.	4

Rv= Reversibilidad, menciona la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales antes del impacto, una vez que el impacto se haya disipado.

Criterio	Valor
Corto plazo: Menor a tres años.	2
Mediano plazo: De 3 a 5 años.	4
Largo plazo: Mayor a 5 años.	6

Si= Sinergismo, menciona los efectos de los impactos ambientales que pueden ser acumulativos y afectar varios factores ambientales, de manera mucho mayor que la acción individual de cada uno.

Criterio	Valor
No sinérgico	1
Sinérgico	2
Muy Sinérgico	4

Ac= Acumulación, se incrementa el impacto en el medio al paso del tiempo, por la persistencia del impacto o por la reiterada acción que lo provoca.

Criterio	Valor
Simple: El impacto se mantiene constante (no aumenta su impacto).	1
Acumulativo	4

Ef= Efecto, la manera en la que el impacto afecta al ambiente.

Criterio	Valor
Indirecto	1
Directo	4

Pr= Periodicidad, referencia a la forma en que el impacto puede darse, de manera irregular puesto que no se sabe cuándo ocurrida, de manera periódica, ósea de manera intermitente y continua en el tiempo o de manera continua.

Criterio	Valor
Irregular	1
Periódico	2
Continuo	4

Mc= Recuperabilidad, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (medidas de manejo ambiental).

Criterio	Valor
Inmediato: En la manera en que retires el impacto.	1
Mediano plazo: De 3 a 4 años.	2
Mitigable: No se saben los años exactos, pero si puede regresar al estado original.	4
Irrecuperable	8

Posteriormente, una vez aplicada la ecuación para cada uno de los impactos ambientales identificados y valorados, se obtiene la importancia del impacto, cuyos valores varían entre 13 y 100; los cuales serán clasificados de la siguiente manera:

Criterio	Valor
Irrelevantes	Menores a 25
Moderados	Entre 26 a 50
Severos	Entre 51 a 75
Críticos	Mayor a 75

V. Principales hallazgos

V.1 Diagrama de flujo del manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) en la ciudad de Cuernavaca, Morelos

Como antecedente es importante mencionar que el proceso ha sufrido modificaciones debido a que las licitaciones sobre el manejo de RSU han cambiado, en un principio la encargada de todo el proceso era la empresa denominada Sistema Integral de Recolección de Residuos A.C. (SIREC) constituida por 8 empresas de capital privado, las cuales funcionaban en Cuernavaca desde el año 2010 (Lara Manrique, 2015) sin embargo se generó un cambio de empresas encargadas en febrero del año 2016, haciendo mención que el cambio se debía principalmente a aspectos económicos, ya que con este movimiento disminuirían los gastos en cuestiones de pagos, operaciones y sueldos hasta en un 40%, esta iniciativa causó protestas por parte de SIREC generando paros en la recolección, acumulación de basura en zonas de Cuernavaca, entre otras problemáticas (Monroy, 2016) estos sucesos no cambiaron los planes del gobierno y la concesión se brindó a empresarios del estado de Puebla en marzo de 2016, siendo Mario Mojica Morales y Raymundo Gutiérrez Salgado los encargados del proceso de la recolección y Transmocasa S.A. de C.V. la encargada de la disposición final (Ortega, 2016), por lo tanto el actual manejo de los residuos sólidos urbanos en Cuernavaca se realiza por medio de varios participantes, por lo que según lo descrito por Rosario Flores (2016) y lo recabado mediante la labor de campo, el manejo y los participantes son los siguiente:

Para la etapa de barrido la responsabilidad recae en el departamento de aseo urbano el cual se encarga principalmente del barrido en la ciudad, además de todos los procesos administrativos enfocados en los residuos sólidos urbanos, en el caso de la recolección a grandes generadores como mercados, oficinas la responsabilidad recae en la empresa DKDA ambiental, en el caso de la recolección

domiciliaria la cual se realiza por medio de la empresa Transmocasa misma que cumple la labor con 33 unidades compactadoras con una capacidad de 12 toneladas, divididas en dos rutas, la ruta poniente cuenta con 28 rutas con un horario de lunes, miércoles y viernes y la ruta poniente con un total de 28 rutas con un horario de martes, jueves, y sábado (Gobierno Municipal de Cuernavaca, 2018), cada ruta cuenta con un chofer y dos ayudantes que se encargan de la recolección y el horario de labores es de 6:30 a 18:30 horas, en el caso de la estación de transferencia ésta se ubica en la parte sur de la ciudad en la zona denominada El Polvorín, en la cual se descargan todas las rutas domiciliarias, en esta estación se cuenta con 25 pepenadores independientes que se encuentran valorizando los productos, también existe una planta de separación dentro de la estación de transferencia aunque esta solo es utilizada para valorizar los residuos de los grandes generadores, finalmente todo los residuos acopiados son enviados al relleno sanitario denominado “La Perseverancia” en Cuautla, la capacidad con la que se cuenta para el envío de residuos al relleno sanitario es de aproximadamente 380 toneladas, en el caso de las cantidades de generación en cada etapa no se cuentan con estadísticas actualizadas, sin embargo, podemos referenciar las cantidades escritas por Lara Manrique (2015) donde se menciona que en el caso de la generación diaria de residuos sólidos urbanos en Cuernavaca, se promedian alrededor de 450 toneladas, en el caso de la recolección se generan alrededor de 350 toneladas, más 100 toneladas de grandes generadores, mientras que en la planta de separación se recuperan alrededor de 65.5 toneladas llegando al relleno sanitario alrededor de 382.5 toneladas diarias, en la Figura V-1 se muestra el proceso del manejo de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Cuernavaca, Morelos.

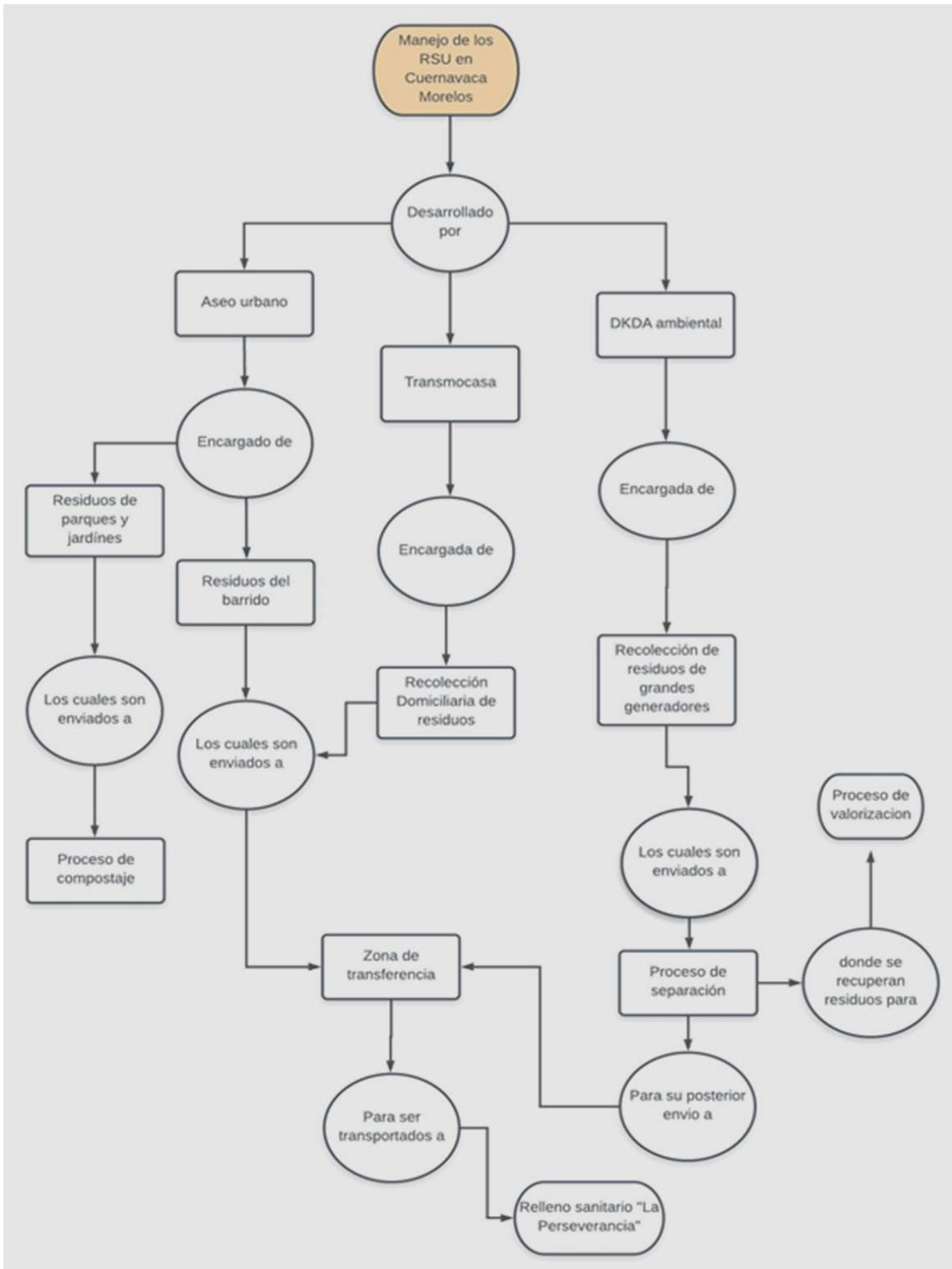


Figura V-1 Diagrama de flujo del manejo de residuos solidos urbanos en la ciudad de Cuernavaca, Morelos

Fuente: Elaboración propia

V.2 Lista de chequeo

Esta acción metodológica generó una lista de posibles impactos que podrían presentarse en cada una de las fases del manejo de los RSU, esto se realizó mediante la bibliografía y tuvo como objetivo contrastar en campo lo encontrado en los documentos y de esta manera descartar los impactos que no se presentaron en cada fase, documentar los que si se observaron y agregar los impactos no contemplados con el fin de ingresarlos a la matriz de Leopold y medir su importancia (Ver Tabla V-1).

Tabla V-1 Lista de chequeo elaborada mediante la bibliografía

Fuente: Elaboración propia

Medio	Aspectos ambientales	Impactos generados
Físico	Aire	Malos olores
		Emisiones de CO2
		Generación de Biogás
	Suelo	Incendios
		Generación de polvo
		Lixiviados
		Compactación del suelo
	Agua	Lixiviados
		Contaminación de cuerpos de agua
Biológico	Fauna	fauna nociva
		vectores de enfermedades
Socioeconómico	Población	Quema de basura
		Problemas de salud en trabajadores
		Ruido
		Problemas de salud en la población aledaña
		Alteración de la calidad de vida
		Contaminación visual

Como se mencionó anteriormente la elaboración de la lista de chequeo fue realizada por medio de bibliografía referente al tema, cabe mencionar que la mayoría de los estudios consultados se enfocaron en la disposición final, sin

embargo, se consideró que los resultados arrojados por estos estudios se pueden extrapolar a las fases anteriores ya que al ser los residuos el origen de los impactos estos pueden ser continuos en todo el ciclo de vida, además al existir una identificación amplia de los impactos ambientales en la fase de disposición final se puede partir de una base bien estructurada para descartar impactos de manera más objetiva y eficiente; por esta razón, uno de los principales escritos utilizados para la obtención de la lista de chequeo fue la guía para la realización de planes de regulación conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual se encarga de revisar y evaluar a los rellenos sanitarios para identificar si cumplen con las medidas para evitar los impactos al ambiente, utilizándose específicamente el anexo A/1 de la norma mencionada, en donde los principales impactos que menciona el escrito son: la alteración de la calidad de vida, contaminación de cuerpos de agua, lixiviados, biogás, fauna nociva, entre otros (SEMARNAT- GTZ, 2005); otros estudios que se usaron como base fueron el realizado en una planta de tratamiento y disposición final de residuos en Tultitlan Estado de México, donde se aplicó una evaluación de los impactos ambientales y se generó una lista de chequeo donde resaltan: los malos olores, la generación de biogás, los lixiviados, fauna nociva, la generación de CO₂, generación de polvo, contaminación de cuerpos de agua, aspectos de contaminación visual, ruido, afectación a la población, contaminación de suelos y problemas a la salud (Ortiz Huerta, 2013), el otro estudio mencionado se encuentra a una escala mayor ya que fue el realizado en la parte centro occidente de México, donde se analizó la infraestructura y el proceso del manejo de los residuos en los diferentes sitios de disposición final en municipios de la zona, esta investigación menciona que las principales problemáticas que se encuentran en los rellenos sanitarios, son un deficiente manejo en los lixiviados y biogás además de la constante quema de basura de manera ilegal (Bernache Pérez, 2012). En el caso de investigaciones centradas en otra la etapa como lo es la transferencia se puede hacer referencia a un estudio realizado en costa rica el cual arrojó problemáticas parecidas a las que se

encuentran en los sitios de disposición final como son: biogás, lixiviados, generación de malos olores, ruidos, vectores de enfermedades, agregando a los incendios como posibles impactos generados por el mal manejo, control y almacenamiento de los residuos, finalmente también se agregaron aspectos sociales como la contaminación visual, la generación de vectores de enfermedades y la fauna nociva (Mosquera Becerra, Gómez Gutiérrez, & Méndez Paz, 2009); del mismo modo también se abordaron de manera importante los problemas de salud en la gente ocasionados por el mal manejo de los RSU, puesto que existen estudios que avalan que estos pueden generarse por la mala operación en la disposición final (Escalona Guerra, 2014).

V.3 Elaboración de la matriz de Leopold para la evaluación de la importancia del impacto ambiental

En el caso de la elaboración de la matriz de Leopold, se tomó como base la lista de chequeo generada por medio de la bibliografía, esta lista fue cotejada en campo mediante un proceso de observación por medio de salidas de campo, las cuales se realizaron a la estación de transferencia, la planta de valorización y el relleno sanitario “La Perseverancia”, en el caso del proceso de recolección se intentó por los medios pertinentes tener el permiso para realizar el acompañamiento de las rutas domiciliarias y así aplicar el proceso de observación, sin embargo este permiso no fue concedido, por lo que esta fase se basó solamente en el material bibliográfico consultado, el proceso de observación realizado en campo consistió en descartar o registrar los impactos mencionados por la lista de chequeo, otro aspectos importante realizado en campo fue la búsqueda de impactos ambientales no mencionados por la bibliografía y la lista de chequeo, con esta acción se identificaron varios impactos no mencionados como son: el taponeo de alcantarillado para la fase de recolección domiciliaria, la contaminación del suelo por medio de aceites y combustibles, la compactación del suelo dentro de la fase de transferencia y la planta de valorización, finalmente se identificó el control

de malos olores, la generación de electricidad por medio del biogás, el control de los lixiviados, el control de vectores de enfermedades en la disposición final.

Con los datos que se recabaron con las acciones antes mencionadas se generó la matriz de importancia de Leopold, la cual pondera los principales impactos ambientales generados en cada fase del proceso, la matriz se compone de una doble entrada dividiéndose en filas y columnas, en el caso de este estudio en las columnas se introdujeron las fases del manejo de los RSU en Cuernavaca, generando cuatro columnas que representan a cada fase del manejo (recolección, transferencia, separación y disposición final) en el caso de las filas se introdujeron los impactos ambientales registrados, teniendo un total de veintitrés, estos fueron evaluados en las cuatro fases del manejo de RSU para saber qué tan importantes e impactantes al ambiente pudieran ser en cada fase, si estos se consideraban de importancia y muy impactantes se le colocaba un signo, mientras que los impactos que no generaron problemáticas no eran marcados, el resultado de este proceso fue la matriz que a continuación se presenta (ver Tabla V-2) :

Tabla V-2 Matriz de Leopold

Fuente: Elaboración propia

Manejo de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Cuemavaca, Morelos			Acciones del proceso del Manejo de residuos sólidos urbanos			
			Recolección	Transferencia	Separación	Disposición final
Medio	Aspectos ambientales	Impactos generados				
Físico	Aire	Malos olores	x	x	x	
		Control de malos olores				x
		Emisiones de CO2	x	x		x
		Generación de Biogás	x	x	x	
		Generación de electricidad por medio de biogás				x
	Suelo	Incendios		x	x	x
		Generación de polvo		x		x
		Contaminación por combustibles		x	x	
		Contaminación por aceites		x	x	
		Compactación del suelo	x	x		x
	Agua	Lixiviados	x	x	x	
		Control de lixiviados				x
		Taponeo de alcantarillado	x			
		Contaminación de cuerpos de agua	x			

Biológico	Fauna	fauna nociva	x	x	x	x
		vectores de enfermedades	x	x	x	
Socio-económico	Población	control de vectores de enfermedades				x
		Quema de basura	x			
		Problemas de salud en trabajadores	x	x	x	x
		Ruido		x		
		Problemas de salud en la población aledaña		x	x	
		Alteración de la calidad de vida		x	x	
		Contaminación visual	x	x	x	x

Una vez que los 23 impactos ambientales fueron evaluados en todas las fases del manejo de RSU, se identificaron los principales, mismos que se pueden observar en la Tabla V-3:

Tabla V-3 Impactos que se consideraron de importancia en cada fase del manejo de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Cuernavaca, Morelos

Fuente: Elaboración propia

Fases del manejo de los RSU en Cuernavaca	Numero de impactos que se consideraron de importancia en cada fase
Recolección	12
Transferencia	16
Valorización	12
Disposición final	11
Total	51

La Tabla V-3 nos muestra el número de impactos ambientales que se consideraron de importancia en cada fase, encontrando que el proceso que tuvo mayor número fue la transferencia con un total de 16, en el caso de la fase con menor número fue la disposición final con 11, en cuanto a los procesos de recolección y valorización se encontraron 12 impactos ambientales de importancia en cada uno, esta depuración realizada mediante este proceso es importante ya que ayudó a enfocarse en los impactos ambientales más relevantes para cada fase del proceso, de esta manera se puede ya esbozar que la estación de transferencia es la principal fase que ocasiona más impactos ambientales por lo que se deberían enfocar estudios en este proceso, otro dato importante que cabe resaltar es el número de impactos en la disposición final los cuales fueron los menores en todas las fases, eso indica un buen trabajo en la operación y el manejo del mismo, puesto que como se había mencionado anteriormente la disposición final es la fase con mayor número de estudios y de los principales procesos con mayor impacto ambiental, en el caso de la valorización mencionar que los impactos son los mismos que los de la transferencia puesto que estos se encuentran en el mismo sitio, la razón para que el número sea menor, es principalmente a que la valorización no tiene los mismos procesos de operación, finalmente la recolección es un proceso poco estudiado aunado a que solo se pudo obtener los impactos ambientales por medio de la bibliografía, por lo tanto sería importante visualizarlos en campo.

V.4 Aplicación de la fórmula de Conesa para la evaluación del impacto ambiental

Una vez que se hizo la depuración y se obtuvieron los principales impactos ambientales mediante la evaluación con la matriz de Leopold, se procedió a evaluar que tan importante y significativo son los impactos encontrados mediante la fórmula de Conesa: $I = \pm 3 I_n + 2 E_x + P_e + R_v + S_i + A_c + E_f + P_r + M_c$

Esta se aplicó a los 12 impactos de la recolección, 16 de la transferencia, 12 de la valorización y 11 de la disposición final para así obtener los resultados numéricos,

los cuales se clasificaron de acuerdo con los parámetros establecidos por la fórmula, encontrándose que en el manejo de los RSU en Cuernavaca Morelos existen un total de cincuenta y un impactos ambientales, los cuales se subdividen en: quince de índole moderada, veintiuno severos, once críticos y lo interesante de este análisis radica en la obtención de cuatro impactos positivos en el proceso, a continuación se hará un análisis detallado de los impactos en cada fase.

Manejo de los RSU en la ciudad de Cuernavaca	Significancia del impacto la fórmula de <u>Conesa</u>				Total
	Moderado	Severo	Crítico	Muy bueno	
	15	21	11	4	51

V.4.1 Aplicación de la fórmula de Conesa en la etapa de recolección.

En el caso específico de la recolección la matriz de Leopold arrojó 12 impactos que se sometieron a la fórmula de Conesa generando los siguientes datos:

Manejo de los RSU en la ciudad de Cuernavaca	Significancia del impacto generado por la fórmula de <u>Conesa</u>				Número total de impactos
Recolección	Moderado	Severo	Crítico	Muy bueno	Total
		4	7	1	0

Tabla V-4 Significancia del impacto generado por la fórmula de Conesa en la fase de la recolección

Fuente: Elaboración propia

Fases del manejo de RSU	Impacto generado	Numero de impactos por fases	Formula de conesa	importancia del impacto
Recolección	Malos olores	1	-50	Moderados
	Emisiones de CO2	2	-70	Severos
	Generación de Biogás	3	46	Moderados
	Lixiviados	4	-48	Moderados
	Taponeo de alcantarillado	5	-68	Severos
	Contaminación de cuerpos de agua	6	-76	Críticos
	Fauna nociva	7	-58	Severos
	Vectores de enfermedades	8	-59	Severos
	Quema de basura	9	-60	Severos
	Problemas de salud en trabajadores	10	-56	Severos
	Problemas de salud en la población aledaña	11	-58	Severos
	Contaminación visual	12	50	Moderados

En la Tabla V-4 se encontraron cuatro impactos de nivel moderado que fueron: la generación de lixiviados, la generación de biogás, los malos olores y la contaminación visual. En el caso del biogás su impacto negativo se debe a su efecto invernadero con un potencial 28 veces mayor que el CO₂, en cuanto a los lixiviados estos pueden arrastrar diferentes microorganismos que pueden ser peligrosos, en el caso de los malos olores estos son una causa combinada de los lixiviados y el biogás (Vera Toledo & González Herrera, 2010), la principal razón por la cual estos impactos son catalogados como moderados se debe a las cantidades menores que se manejan en el proceso de recolección, a comparación de los volúmenes que se procesan y acopian en otras fases como la transferencia y la disposición final, también se debe a la temporalidad relativamente corta que tienen los residuos en esta fase. En cuanto a la contaminación visual esta ocasiona estrés y la basura es uno de los principales vectores (Vargas Ramos & Martínez Treviño, 2017).

En el caso de los impactos ambientales considerados severos se encuentran siete de los cuales tenemos a la generación del CO₂, la cual entra en esta categoría debido a la cantidad de unidades que se encuentran en servicio (33) y la gran cantidad de rutas que se manejan para la recolección (56), por lo tanto una alternativa a esta problemática sería reevaluar las rutas y crear un itinerario más eficiente para disminuir insumos como el Diesel y generar menos CO₂, en cuanto al taponeo de alcantarillado se considera un problema severo común en México puesto que la basura representa el principal factor de inundaciones ya que si se concientizara a la población de no tirar residuos a la vía pública, las inundaciones disminuirían cerca de un 50% a un 80% en ciudades como Puebla (Mirón, 2018); Ciudad de México (Notimex, 2017) y Monterrey (Ochoa R. , 2017); otro impacto es la quema de residuos considerada como una de las principales problemáticas del manejo de los RSU (Bernache Pérez, 2012) y no solo es una problemática de

México, puesto que se calcula que cerca del 41% del total de los residuos generados en el mundo es quemado de manera ilegal (Animal político, 2018) por último mencionar que los impactos de fauna nociva, vectores de enfermedades, daños a la salud tanto de los trabajadores como de la población en general son sinérgicos, puesto que se correlacionan de manera importante y por lo tanto el aumento o disminución de uno afectara a los demás, además gran parte de la población percibe a los residuos como generadores de las problemáticas antes mencionadas (Salgado López, 2012), (García, Toyo, Acosta, Rodríguez, & El Zauahre, 2014); en cuanto fauna nociva se puede hacer mención de los perros callejeros que son una constante problemática para las comunidades de México y Latinoamérica (Tele 13, 2014), (El Tribuno, 2015) debido a que estos pueden romper bolsas y esparcir los residuos (Figura V-2 y Figura V-3) ocasionando la proliferación de vectores de enfermedades como moscas, mosquitos, roedores, entre otros (ver Tabla V-5), llegando a afectar a la población y a los mismos trabajadores los cuales muchas veces no cuentan con el mínimo del equipo de protección necesario para el manejo adecuado de los RSU, por lo que las enfermedades más comunes son las del tipo respiratorio, las gastrointestinales, la malaria y el dengue (Escalona Guerra, 2014).



Figura V-3 Rompimiento de bolsa de residuos por fauna nociva (perros callejeros)

Fuente: Fotografía propia

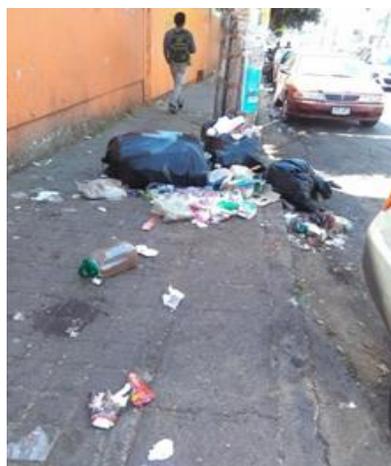


Figura V-2 Problemáticas con la dispersión de basura generadas por los perros callejeros

Fuente: Fotografía propia

Tabla V-5 Vectores, formas de transmisión y Principales enfermedades

Fuente: (Plaza & Zapata, 2011)

Vectores	Formas de transmisión	Principales enfermedades
Ratas	Mordisco, orina y heces Pulgas	Peste bubónica Tifus murino Leptospirosis
Moscas	Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)	Fiebre tifoidea Salmonelosis Cólera Amibiasis Disenteria Giardasis
Mosquitos	Picadura del mosquito hembra	Malaria Leishmaniasis Fiebre amarilla Dengue Filariasis
Cucarachas	Vía mecánica (alas, patas y cuerpo) Heces	Fiebre tifoidea Cólera Giardiasis

Por último el impacto crítico fue la contaminación de cuerpos de agua, ya que se sabe que por lo menos el 30% de la basura generada en el país va a dar a estos (Ochoa S. , 2015), en el caso de Cuernavaca esta problemática se vienen abordando desde el (2010) cuándo se generó un estudio por parte de la investigadora Patricia Trujillo, donde indica que las principales problemáticas de contaminación hacia el río Amacuzac, son ocasionadas por el crecimiento de la mancha urbana y el desarrollo industrial, posteriormente en el 2013 mediante un reportaje donde se entrevistó a varios investigadores sobre el tema, se mencionó que en Cuernavaca se tienen alrededor de 171 barrancas, las cuales se encuentran en una situación muy precaria debido a que en ellas se depositan residuos por un

mal manejo, además de descargas de aguas residuales, lo cual las vuelve un foco de infección de enfermedades muy importante, volviéndose ya un tema de salud pública (Diario de Morelos, 2013), otra nota menciona que la contaminación en las barrancas ha ocasionado la desaparición de 20 especies de peces y plantas (Arreazola, 2016), con la información anterior se puede visualizar la gran problemática que puede generarse con el mal manejo de los residuos en los procesos de la recolección.

V.4.2 Aplicación de la fórmula de Conesa en la etapa de la transferencia y la planta de valorización.

Estas dos etapas del manejo se analizarán de manera conjunta debido a que se encuentran en el mismo sitio geográfico, específicamente al sur de la ciudad de Cuernavaca, en la zona conocida como “El Polvorín”.

Manejo de los RSU en la ciudad de Cuernavaca	Significancia del impacto la fórmula de Conesa				Número total de impactos
	Moderado	Severo	Critico	Muy buena	
Transferencia	5	6	5	0	Total 16
	3	4	5	0	Total 12

Tabla V-6 Significancia de los impactos ambientales en la transferencia y separación

Transferencia	Malos olores	-75	Separación	Malos olores	-71
	Emisiones de CO2	-70		Generación de biogás	-75
	Generación de biogás	-78		Incendios	-57
	Incendios	-57		Contaminación por combustibles	-40
	Generación de polvo	-46		Contaminación por aceites	-40
	Contaminación por combustibles	-42		Lixiviados	-73
	Contaminación por aceites	-42		Fauna nociva	-51
	Compactación del suelo	-57		Vectores de enfermedades	-52
	Lixiviados	-80		Problemas de salud en trabajadores	-60
	Fauna nociva	-52		Problemas de salud en la población aledaña	-74
	Vectores de enfermedades	-64		Alteración de la calidad de vida	-76
	Problemas de salud en trabajadores	-60		Contaminación visual	-50
	Ruido	-35			
	Problemas de salud en la población aledaña	-78			
	Alteración de la calidad de vida	-78			
Contaminación visual	-48				

Los impactos catalogados como moderados fueron: la contaminación por combustibles y aceites, los cuales estuvieron presentes tanto en la transferencia como en la valorización, esta contaminación se genera debido a que la zona de estacionamiento-reparación no presenta cubierta (concreto, asfalto, etc.) por lo tanto estos líquidos caen de manera directa al suelo facilitando su infiltración

creando charcos con olor a estas sustancias (ver Figura V-4 y Figura V-5) estos derrames aunque sean pequeños cuentan como un peligro al ambiente, ya que tanto el diesel (Ortínez Brito, Ize, & Gavilán, 2003) como el aceite automotriz (Manzanarez Jiménez & Ibarra-Ceceña, 2012) están considerados como residuos peligrosos debido características CRETIB estipuladas en la LGPGIR.



Figura V-4 Contaminación por medio de combustibles y aceite

Fuente: Fotografía propia



Figura V-5 Contaminación por medio de combustibles y aceite

Fuente: Fotografía propia

Otro impacto de índole moderado que se encontró tanto en la transferencia como en la valorización fue el de la contaminación visual, la cual podría afectar a los vecinos que radican en el mismo predio debido a las pilas de residuos que se generan, en cuanto a los dos últimos impactos moderados estos se encuentran solo en la transferencia y hacen mención al ruido y al polvo ocasionados principalmente por el constante ingreso del parque vehicular que se encarga de la recolección y del traslado de los residuos a la zona de disposición final, aunado a esto, la zona urbana se encuentra a menos de 200 metros de la zona de transferencia por lo que el sonido llega con mucha fuerza y el polvo es ocasionado por la falta de

pavimentos o asfaltado tanto en la entrada como dentro de la zona de transferencia(ver Figura V-6 y Figura V-7) haciendo que los vehículos de carga levanten partículas que son transportadas a las zonas urbanas.



Figura V-6 Falta de pavimento

Fuente: Fotografía propia



Figura V-7 Falta de pavimento

Fuente: Fotografía propia

En el caso de los impactos severos se pueden mencionar seis para la transferencia y cuatro para la valorización, el primero de estos son los posibles incendios tanto en la transferencia como en la planta de valorización, puesto que durante los recorridos se pudo notar que no se cuentan con medidas para el control y la eliminación de este posible riesgo (ver Figura V-8) además de no tener un control adecuado en el manejo y el almacenamiento de los residuos.



Figura V-8 Ausencia de protocolos de seguridad contra incendios

Fuente: Fotografía propia

Otros impactos del tipo severo compartidos por la transferencia y la valorización son los vectores de enfermedades, fauna nociva y los problemas de salud en los trabajadores, los cuales son ocasionados por la falta de un buen manejo de las pilas de residuos ya que al ser muy grandes y no contar con ningún tipo de manejo más que el de las maquinas que ayudan a moverlo, generan la aparición de moscas y otros insectos que pueden ocasionar la propagación de enfermedades, además la presencia de perros dentro de la transferencia agravan la problemática (ver Figura V-9) puesto que se sabe que los excrementos de perros pueden generar enfermedades mediante parásitos (Martínez Barbabosa, Gutiérrez Cárdenas, Alpízar Sosa, & Pimienta Lastra, 2008), (La Nación, 2015) además la poca o nula presencia de equipo de seguridad por parte de los trabajadores (Figura V-10) los expone a contraer alguna enfermedad debido a la presencia de microorganismos patógenos dentro de la basura.



Figura V-9 Presencia de perros callejeros en la estación de transferencia

Fuente: Fotografía propia



Figura V-10 Poca o nula presencia de equipo de seguridad por parte de los trabajadores

Fuente: Fotografía propia

Los dos últimos impactos severos se encontraron solamente en la etapa de transferencia y hacen mención a la generación de CO₂ y la compactación del suelo, estas problemáticas están relacionadas ya que ambas son ocasionadas por el parque vehicular que se encarga tanto de la disposición final como de la recolección domiciliaria.

Por último, se analizaron los impactos ambientales catalogados como críticos donde se encontraron cinco tanto para la transferencia como para la valorización, estos fueron: el mal olor, el cual se pudo percibir desde un kilómetro de distancia, debido a que no se cuentan con barreras físicas para mitigarlo; los lixiviados y biogás estuvieron presentes en dos grandes pilas generadas por el acopio de los residuos, las cuales son puestas en el piso desnudo puesto que no se apreció ningún tipo de barrera que cubriera el área que impida la infiltración, además no se encontró algún tipo de sistema de recuperación de lixiviados o control del biogás, la primer pila es la que se trasvasa de manera directa a los camiones que las dirigen a la disposición final (ver Figura V-11) la segunda pila es introducida a la planta de valorización para la selección de los residuos valorizables (ver Figura V-12), en el caso de la generación de enfermedades en la población así como en la alteración de la calidad de vida, podemos mencionar que estos tópicos junto con los malos olores han sido una constante problemática para los vecinos los cuales han realizado constantes reclamos hacia el gobierno (El Sol de Cuernavaca, 2018), inclusive se llevó a cabo un cierre de la entrada a la estación de transferencia y la planta de valorización como protesta a sus malos manejos (ver Figura V-13) (Soberanes, Diario de Morelos, 2018).



Figura V-11 Pila de residuos en la zona de transferencia

Fuente: Fotografía propia



Figura V-12 Pila de residuos en la zona de valoración

Fuente: Fotografía propia



Figura V-13 Bloqueo de la entrada de la estación de transferencia

Fuente: Fotografía propia

Finalmente mencionar que a petición de los colonos y por medio de la Comisión Estatal de Derechos Humanos del Estado de Morelos y el Programa de Gestión Ambiental Universitario (PROGAU) de la UAEM (2017), se realizó un informe técnico a la estación de transferencia donde se detectaron las problemáticas, además se brindaron recomendaciones y posibles soluciones técnicas, las cuales no fueron tomadas en cuenta lo que ocasionó las problemáticas antes mencionadas

desembocando en un proceso de reubicación de la estación de transferencia, dando un total de 7 meses para la reubicación total (Soberanes, 2018).

V.4.3 Aplicación de la fórmula de Conesa en la etapa de disposición final.

La última etapa del manejo de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Cuernavaca es la disposición final, la cual se realiza en el relleno sanitario “La Perseverancia” ubicado en la ciudad de Cuautla, la cual recibe al día cerca de 900 toneladas de residuos de los cuales 350 toneladas son generadas en la ciudad de Cuernavaca; para esta etapa se realizó un recorrido de campo con el cual se cotejaron los impactos generados en la matriz de Leopold (un total de 11 impactos) a los cuales se les aplicó la fórmula de Conesa obteniendo los siguientes resultados:

Manejo de los RSU en la ciudad de Cuernavaca	Significancia del impacto la fórmula de Conesa				Número total de impactos
	Moderado	Severo	Critico	Muy bueno	
Recolección					Total
	3	4	0	4	11

Tabla V-7 Significancia de los impactos ambientales en la disposición final

Disposición final	Control de malos olores	1	80	Muy bueno
	Emisiones de CO2	2	-70	Severos
	Generación de electricidad por medio de biogás	3	80	Muy bueno
	Incendios	4	50	Moderado
	Generación de polvo	5	-50	Moderados
	Compactación del suelo	6	-57	Severos
	Control de lixiviados	7	82	Muy bueno
	Fauna nociva	8	-52	Severos
	Control de vectores de enfermedades	9	78	Muy bueno
	Problemas de salud en trabajadores	10	-58	Severos
	Contaminación visual	11	-49	Moderados

En la Tabla V-7 se encontraron tres impactos del tipo moderado, cuatro severos, no se encontraron impactos críticos y por primera vez se generaron impactos positivos para el ambiente con la cantidad de cuatro, teniendo un total de 11 impactos dentro de la disposición final. En el caso de los impactos moderados tenemos a la generación de polvo la cual es ocasionada por todo el movimiento de maquinaria pesada, el ir y venir de los camiones que traen los residuos y la falta de pavimentación de los caminos de accesos al relleno sanitario (ver Figura V-14) sin embargo, este impacto no tiene una repercusión alta ya que se encuentra relativamente alejado de la traza urbana; en el caso de los incendios estos son

eventos aislados y poco recurrentes, pero se cuentan con protocolos para actuar en caso de que se presenten este tipo de fenómenos; como último impacto moderado se tiene a la contaminación visual la cual se tiene bajo control debido al buen manejo y disposición de los residuos.



Figura V-14 Falta de pavimentación de los caminos de accesos al relleno sanitario

Fuente: Fotografía propia

En cuanto a los impactos ambientales del tipo severo se hace mención de la compactación del suelo ocasionada principalmente por el paso de camiones y maquinaria pesada; otro impacto de esta índole es la existencia de fauna nociva que se da por la presencia de perros dentro del relleno sanitario, esta problemática según los encargados es uno de sus principales objetivos a resolver (Ver Figura V-15 y Figura V-16).



Figura V-15 Presencia de perros en el relleno sanitario

Fuente: Fotografía propia

En el caso de la generación de CO₂ que también es un impacto severo se encontró que es una problemática generada principalmente por el parque vehicular que ingresa para depositar los residuos (ver Figura V-16) además de las maquinarias que se utilizan dentro del relleno para realizar los manejos y el control de los residuos.

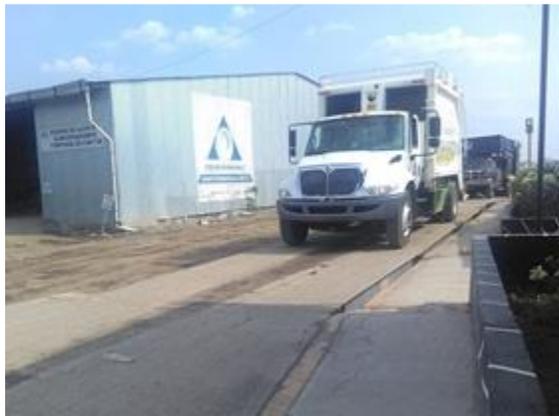


Figura V-16 Vehículos pesados entrando al relleno sanitario para depositar residuos

Fuente: Fotografía propia

En el caso de las problemáticas de salud en los trabajadores (último impacto severo), estos problemas deben enfocarse específicamente en los pepenadores que laboran dentro del relleno los cuales como en otras fases no cuentan con el equipamiento mínimo para realizar la labor (ver Figura V-17), por lo tanto, la probabilidad de contraer enfermedades aumenta.



Figura V-17 Ausencia de equipo de protección en los pepenadores

Fuente: Fotografía propia

Finalmente hay que mencionar que en esta etapa no se encontraron impactos ambientales críticos, lo cual se debe principalmente a los manejos adecuados que se han realizado dentro del relleno sanitario y por esta razón se han registrado cuatro impactos de índole positivo que son: el control de vectores de enfermedades debido a que no se encontró en gran cantidad ningún tipo de insecto o roedor, también se mencionó que la zonas donde se depositan las pilas de los residuos son fumigadas cada tres días y existen brigadas de limpieza para evitar la propagación de moscas, mosquitos o cualquier otro vector antes mencionado, aunque la presencia de perros dentro del relleno ocasiona que exista fauna nociva; el manejo de los lixiviados generados por los residuos los cuales son tratados mediante un proceso de recirculación y análisis de los lixiviados con lo cual se intenta evitar que estos dañen de manera importante al ambiente, también se tiene

una geomembrana en la celda del relleno que actúa como barrera para la infiltración, además de existir lagunas de lixiviados para su remediación (ver Figura V-18).



Figura V-18 Laguna de lixiviado

Fuente: Fotografía propia

El impacto positivo más importante encontrado fue la generación de electricidad por medio del biogás generado en el relleno sanitario, este proceso se está consolidando y está apunto de arrojar sus primeros bonos de carbono, el proceso de la generación inició con la colocación de tubos de polietileno los cuales están a una distancia de 15 a 20 m dentro de la celda del relleno por donde saldrá el biogás, el cual posteriormente es ingresado a mangueras para dirigirlo a la zona de generación de electricidad (ver Figura V-19 y Figura V-20).



Figura V-19 Tubos que captan el biogás



Figura V-20 Planta de Generación de energía

En el área de generación la electricidad se produce por medio de motores que son alimentados con biogás (ver Figura V-21), esta energía es dirigida a la zona de almacenamiento que esta monitoreada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en esta planta se generan cerca de 4000 gigawatts, con lo que se evita la llegada a la atmosfera de 182 millones de metros cúbicos de biogás.



Figura V-21 Maquinaria encargada de la generación de electricidad por medio del biogás

Fuente: Fotografía propia

Finalmente mencionar que el ultimo impacto positivo fue el control de malos olores que es consecuencia directa del control de lixiviados y el biogás, esto se comprobó en campo puesto que en ningún momento se percibió algún tipo olor procedente de los residuos, en general se puede mencionar que el proceso de la

disposición final es sin duda la fase con el mejor manejo dentro de todo el ciclo de vida de los residuos, debido a que se tienen protocolos bien establecidos para el manejo de los RSU, se aplican procesos para tratar los lixiviados y biogás, además de que innovaron con la utilización de biogás como generador de energía eléctrica.

VI. Conclusiones

Una vez analizados los resultados arrojados por el estudio del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de Cuernavaca Morelos, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El manejo de los RSU es una combinación de iniciativa privada y gobierno, en el caso de la primera ésta se encarga de aspectos operativos en los procesos de recolección, transferencia y disposición final, en cuanto al gobierno este se encarga del barrido y aspectos administrativos referentes al manejo de los RSU.
- El impacto del manejo de los RSU en Cuernavaca es importante y debe ser tomado en cuenta para la toma de decisiones por parte del gobierno, puesto que se encontraron cincuenta y un impactos ambientales de los cuales treinta y uno están dentro de la clasificación de severo o crítico
- La etapa de recolección tiene que ser cotejada en campo puesto que solo pudo ser elaborada mediante el material bibliográfico consultado, también se puede mencionar que en esta fase el impacto más importante es la contaminación de cuerpos de agua, debido a que el principal problema que se tiene es la creación de tiraderos clandestinos, los cuales por lo regular son generados en barrancas y ríos.
- La etapa de recolección es el proceso con mayores impactos críticos encontrados, esto se debe principalmente al mal manejo y la falta de infraestructura, estas problemáticas generaron un descontento entre la población que vive cerca de la estación de transferencia teniendo como desenlace el cierre y cambio de esta etapa a otra zona.
- La etapa de disposición final, se puede considerar la fase que cumple con un manejo y control de los impactos ambiental adecuado, ya que se encontraron impactos de índole positiva, sin embargo, mencionar que el

daño ambiental sigue latente ya que al ser un relleno sanitario este generará pasivos ambientales

- Finalmente propone a los tomadores de decisiones que se integren aspectos de educación ambiental, programas de separación de residuos desde la fuente e incentivar la participación social en el proceso de manejo de Residuos Sólidos Urbanos del municipio de Cuernavaca.

Trabajos citados

Alarcón Esteva, G., Cedillo Velasco, J. A., Dávila Villarreal, A., Martínez Castillejos, J., Noreña Franco, P., & Sánchez Gómez, J. (2006). *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos* (Primera ed.). (R. Marcó del Pont Lalli, Ed.) México: Instituto Nacional de Ecología.

Animal político. (30 de junio de 2018). *Animal político*. Obtenido de Quema de basura contamina más de lo que informan los gobiernos: Estudio: <https://www.animalpolitico.com/2014/08/quema-de-basura-contamina-mas-de-lo-que-informan-los-gobiernos-estudio/>

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2008). *Guía para el manejo integral residuos* (Primera ed.). Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado el 21 de 11 de 2017, de <http://www.sabaneta.gov.co/institucional/DocumentosMunicipio/Gu%C3%ADa%20para%20el%20Manejo%20Integral%20de%20Residuos%20-%20Subsector%20de%20transporte%20terrestre.pdf>

Arreazola, L. (03 de octubre de 2016). *Megalopolis*. Obtenido de Contaminación de barrancas y ríos amenaza para la calidad del agua: <https://megalopolismx.com/noticia/8242/contaminacion-de-barrancas-y-rios-amenaza-para-la-calidad-del-agua>

Ayuntamiento Constitucional de Cuernavaca, Morelos. (2008). *Reglamento de Aseo Urbano del Municipio de Cuernavaca*. Cuernavaca: Periódico Oficial "Tierra y Libertad".

Ayuntamiento del Estado de Morelos. (2010). *Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Cuernavaca, Morelos*. Morelos: Periódico Oficial "Tierra y Libertad".

- Bernache Pérez, G. (2012). Riesgo de contaminación por disposición final de residuos. Un estudio de la región centro occidente de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 97-105.
- Bernache Pérez, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente*, 1(7), 72-98.
- BID - CED. (2002). *Gestión y fundamentos de la evaluación de impacto ambiental*. Santiago: Banco Interamericano de Desarrollo y Centro de Estudios para el Desarrollo.
- Callejón, A. J., Carreño, A., Sánchez Hermosilla, J., & Pérez, J. (2010). Evaluación de impacto ambiental de centro de transformación y gestión de residuos sólidos agrícolas en la provincia de Almería (España). *Informes de la construcción*, 62(518), 79-93.
- Cardona Gallo, M. M. (2006). Minimización de Residuos: Una política de gestión ambiental empresarial. *Produccion + Limpia*, 1(2), 47-57.
- Carrasco Escobar, J. P., & Rodríguez Silva, J. L. (2015). Análisis de estadísticas del INEGI sobre residuos sólidos urbanos. *Realidad, datos y espacio*, 6(1), 19-35.
- Castro Camargo, L. A., George Bracho, S. B., Riatiga Fandiño, H., Vera Mercado, E. J., & Castro Molano, L. d. (2015). Evaluación de la problemática ambiental en poblaciones marginales: caso de estudio institución educativa del departamento de Santander, Colombia. *Ingeniería solidaria*, 12(19), 1-24.
- Coria, I. D. (2008). El estudio de impacto ambiental: Características y metodologías. *Invenio*, 11(20), 125-135.
- Diario de Morelos. (07 de abril de 2013). *Diario de Morelos*. Obtenido de Contaminan las barrancas a ciudadanos:

<http://www.diariodemorelos.com/article/contaminan-las-barrancas-ciudadanos>

Dirección General de Legislación. (1997). *Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de residuos sólidos municipales y especiales (industriales no tóxicos)*. Morelos: Periódico Oficial "Tierra y Libertad".

Dirección General de Legislación. (1998). *Bando de Policía y Buen Gobierno del Municipio de Cuernavaca, Morelos*. Morelos: Periódico Oficial "Tierra y Libertad".

Dirección General de Legislación. (1999). *Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Morelos*. Morelos: Periódico Oficial "Tierra y Libertad".

Dirección General de Legislación. (2008). *Ley de Residuos Sólidos Urbanos para el Estado de Morelos*. Morelos: Periódico Oficial "Tierra y Libertad".

Dirección General de Legislación. (2008). *Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos*. Morelos: Periódico Oficial "Tierra y Libertad".

Dirección General de Legislación. (2017). *Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Morelos*. Morelos: Periódico Oficial "Tierra y Libertad".

El Sol de Cuernavaca. (23 de mayo de 2018). *El Sol de Cuernavaca*. Obtenido de Exigen reubicación de Centro de Transferencia: <https://www.elsoldecuernavaca.com.mx/local/exigen-reubicacion-de-centro-de-transferencia-1708420.html>

El Tribuno. (21 de febrero de 2015). *El Tribuno*. Obtenido de Perros callejeros: un problema que continúa sin solución: <https://www.eltribuno.com/salta/nota/2015-2-21-0-30-0-perros-callejeros-un-problema-que-continua-sin-solucion>

- Escalona Guerra, E. (2014). Daños a la salud por mala disposición de residuales sólidos y líquidos en Dili, Timor Leste. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(2).
- García, H., Toyo, L., Acosta, Y., Rodríguez, L., & El Zauahre, M. (2014). Percepción del manejo de residuos sólidos urbanos (fracción inorgánica) en una comunidad universitaria. *Multiciencias*, 247-256.
- Gobierno Municipal de Cuernavaca. (2018). *Ayuntamiento de cuernavaca*. Obtenido de Itinerario de rutas, días y horas del servicio de recolección: http://www.cuernavaca.gob.mx/?page_id=4361
- González Popoca, T. I. (2016). *Procedimiento, identificación y evaluación de aspecto e impactos ambientales*. Morelos, Mexico: UAEM.
- Gutiérrez Avedoy, V. J., Ramírez Hernández, I. F., Encarnación Aguilar, G., Medina Arévalo, A., Cortinas de Nava, C., Díaz Terán Ortégón, M. O., . . . Mendoza Ursulo, R. (2012). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. México: SEMARNAT- INECC.
- Guzmán Chávez, M., & Macías Manzanares, C. H. (2012). El manejo de los residuos sólidos municipales: Un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. *Estudios sociales*, 237-261.
- Honorable Congreso de la Unión. (1988). *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Honorable Congreso de la Unión. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Honorable Congreso de la Unión. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México: Diario Oficial de la Federación.

- Hoyos, D. Á., Hincapié, M., Marín, J. M., Jiménez, L. M., & Valencia, G. M. (2013). Inventario de los residuos sólidos generados en las empresas antioqueñas pertenecientes a los principales sectores económicos del departamento. *Ing. USBMed*, 4(1), 27-36.
- INEGI. (2014). *INEGI*. Recuperado el 2 de diciembre de 2017, de Medio ambiente: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=21385>
- INEGI. (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Morelos 2016*. Morelos: INEGI.
- INEGI. (2 de junio de 2016). Estadísticas a propósito del día mundial del medio ambiente (5 de junio). *Datos nacionales*, 1-9. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 01 de 12 de 2017, de http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/ambiente2016_0.pdf
- International Institute for Sustainable Development. (2016). *Manual de capacitación sobre la evaluación del impacto ambiental*. Manitoba: International Institute for Sustainable Development.
- Jiménez Martínez, N. M. (marzo de 2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(17), 29-56.
- Juan Pérez, J. I. (2017). Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca, México. *Acta universitaria*, 27(3), 36-56.
- La Nación. (04 de marzo de 2015). *La Nación*. Obtenido de Heces de perros causan enfermedades en humanos: <https://www.nacion.com/ciencia/salud/heces-de-perros-causan-enfermedades-en-humanos/MWNIM2NNRZFAFKL7IEBZ2N6UQU/story/>

La Unión Noticias. (18 de noviembre de 2010). *La Unión Noticias*. Obtenido de La contaminación de los ecosistemas acuáticos en Morelos, con énfasis en el río Amacuzac: <https://www.launion.com.mx/component/k2/noticias/14171-la-contaminaci%C3%B3n-de-los-ecosistemas-acu%C3%A1ticos-en-morelos-con-%C3%A9nfasis-en-el-r%C3%ADo-amacuzac.html>

Lara Manrique, J. C. (2015). *Los residuos orgánicos como recurso: alternativas para su gestión integral en el municipio de Cuernavaca, Morelos*. Cuernavaca: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Lazo Cuentas, E. A. (2017). *Evaluación de la contaminación ambiental generada por efluentes industriales en el proceso productivo de una curtiembre de mediana capacidad del parque industrial de Río Seco, Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos, Tesis para obtener el grado de Ingeniero Ambiental.

Manzanarez Jiménez, L. A., & Ibarra-Ceceña, M. G. (2012). Diagnóstico del uso de los residuos de aceite automotriz en el municipio del Fuerte, Sinaloa. *Ra Ximhai*, 129-137.

Márquez López, E., Mendoza Sánchez, J. F., Chávez Cárdenas, J. A., & Salazar Amaya, M. (2013). *Análisis de la estructura del Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental para proyectos carreteros*. Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.

Martínez Barbabosa, I., Gutiérrez Cárdenas, E. M., Alpízar Sosa, E. A., & Pimienta Lastra, R. d. (2008). Contaminación parasitaria en heces de perros, recolectadas en calles de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. *Vet. mex.*, 173-180.

- Martínez, J., Mallo, M., Lucas, R., Álvarez, J., Salvarrey, A., & Gristo, P. (2005). *Guía para la gestión integral de los residuos peligrosos*. Montevideo: Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe.
- Mijangos Ricardez, O. F., & López Luna, J. (Mayo- Agosto de 2013). Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 17(50), 37-42. Recuperado el 30 de 11 de 2017, de http://www.utm.mx/edi_anteriores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf
- Mirón, M. A. (20 de mayo de 2018). *Bajarían hasta 80 % las inundaciones en Puebla si se evitara tirar basura*. Obtenido de El Sol de Puebla: <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/bajarian-hasta-80-las-inundaciones-en-puebla-si-se-evitara-tirar-basura-pc-1700194.html>
- Monroy, D. (03 de febrero de 2016). *Periódico Milenio*. Recuperado el 21 de mayo de 2018, de Cuernavaca tendrá nueva empresa recolectora de desechos: http://www.milenio.com/estados/Cuernavaca_tendra_nueva_empresa_recolectora_de_desechos_0_676732638.html
- Morfín López, G. (2014). *Plan de manejo integral de residuos sólidos para hipermercados*. Ciudad de México: UNAM.
- Mosquera Becerra, J., Gómez Gutiérrez, O., & Méndez Paz, F. (2009). Percepción del impacto del vertedero final de basuras en la salud y en el ambiente físico y social en Cali. *Salud pública*, 549-558.
- Mosquera Quintero, G., Canchingre Bone, M. E., & Morales Pérez, M. (2014). Evaluación de los impactos ambientales generados por el vertedero de residuos sólidos del cantón Atacame, Ecuador. *Santiago*, 34, 500-513. doi:e-ISSN:2227-6513

- Notimex. (27 de junio de 2017). *El Heraldo de Mexico*. Obtenido de Basura en las calles provoca el 50% de inundaciones en México: <https://heraldodemexico.com.mx/pais/basura-provoca-inundaciones-mexico/>
- Ochoa, R. (5 de septiembre de 2017). *El Horizonte*. Obtenido de Drenaje de la metrópoli, inundado...de basura: <http://www.elhorizonte.mx/local/drenaje-de-la-metropoli-inundado-de-basura/1951025>
- Ochoa, S. (16 de octubre de 2015). *Milenio*. Obtenido de A barrancas, mares y ríos, 30% de la basura: SEMARNAT: <http://www.milenio.com/estados/barrancas-mares-rios-30-basura-semarnat>
- Ortega, R. (02 de marzo de 2016). *Diario de Morelos*. Obtenido de Dan a particulares servicio de limpia: <https://www.diariodemorelos.com/noticias/dan-particulares-servicio-de-limpia>
- Ortíz Brito, O., Ize, I., & Gavilán, A. (2003). La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México. *Gaceta ecológica*, 83-92.
- Ortiz Huerta, G. (2013). *Evaluación de impacto ambiental en una planta de tratamiento y disposición de residuos sólidos. Tesis de Maestría*. Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería, Ciencias Sociales y Administrativas - Maestría en Ciencias de Estudios Interdisciplinarios para Pequeñas y Medianas Empresas .
- Plaza, G., & Zapata, O. (2011). Residuos y salud: Tartagal - Salta. *Revista Ciencia y Tecnología*, 35-43.
- PROGAU. (2017). *Informe técnico de la visita realizada a la estación de transferencia del municipio de Cuernavaca*. Cuernavaca: UAEM.

- Rosario Flores, R. R. (2016). *Manejo de residuos sólidos urbanos para la prevención de daños a la salud en el municipio de Cuernavaca, Morelos*. Cuernavaca: Instituto de Nacional de Salud Pública.
- Salas Jiménez, J. C., & Quesada Carvajal, H. (2006). Impacto ambiental del manejo de desechos sólidos ordinarios en una comunidad rural. *19*, 9-16.
- Salgado López, J. A. (2012). Residuos sólidos: percepción y factores que facilitan su separación en el hogar. El caso de estudio de dos unidades habitacionales de Tlalpan. *Quivera*, 91-112.
- Secretaría de Hacienda. (2016). *Diagnósticos temáticos: Diagnóstico Morelos - Cuernavaca*. Recuperado el 20 de noviembre de 2017, de Secretaría de Hacienda: <https://www.hacienda.morelos.gob.mx/index.php/plane-estrategica>
- SEMARNAT. (2004). *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*. México: Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. (2004). *Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes*. México: Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. (2008). *Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT. (2013). *Compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de desempeño ambiental, edición 2012*. México: SNIARN.
- SEMARNAT. (1 de diciembre de 2013). *Gestión ambiental*. Recuperado el 30 de noviembre de 2017, de Impacto ambiental y tipos:

<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos>

SEMARNAT- GTZ. (2005). *Guía para la realización de planes de regularización conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003*. México: SEMARNAT.

SmartDraw, LLC. (marzo de 2016). SmartDraw v. 2010. Diagramming software.

Soberanes, C. (07 de junio de 2018). *Diario de Morelos*. Obtenido de Dan 7 meses para cambiar Centro de Transferencia de la Lázaro Cárdenas: <https://www.diariodemorelos.com/noticias/dan-7-meses-para-cambiar-centro-de-transferencia-de-la-l-zaro-c-rdenas>

Soberanes, C. (22 de mayo de 2018). *Diario de Morelos*. Obtenido de Bloquean avenida en Cuernavaca por centro de transferencia: <https://www.diariodemorelos.com/noticias/bloquean-avenida-en-cuernavaca-por-centro-de-transferencia>

Tapia, G. (30 de mayo de 2018). *Diario de Morelos*. Obtenido de Exhortan a no tirar basura y evitar inundaciones por lluvias: <https://www.diariodemorelos.com/noticias/exhortan-no-tirar-basura-y-evitar-inundaciones-por-lluvias>

Tele 13. (21 de mayo de 2014). *Tele 13*. Obtenido de Perros callejeros: Las cifras de un problema de larga data: <http://www.t13.cl/noticia/actualidad/perros-callejeros-las-cifras-de-un-problema-de-larga-data>

Vargas Ramos, C., & Martínez Treviño, M. G. (2017). Percepción de la contaminación visual de la población de la Ciudad de H. Matamoros, Tamaulipas. México. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*.

- Vera Toledo, P., & González Herrera, R. (2010). Manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos como una causa de la pérdida de biodiversidad en Chiapas. *Lacandonia*, 65-73.
- Yáñez Vargas, A. (2008). Impacto ambiental y metodologías de análisis. *BIOCYT*, 1(2), 7-15.
- Zapata Muñoz, A. F., & Zapata Sánchez, C. E. (2013). Un método de gestión ambiental para evaluar rellenos sanitarios. *Gestión y ambiente*, 16(2), 105-120.