



Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Chetumal

Tesis

Promover la economía circular a través de la gestión de los Residuos
Sólidos Urbanos

Carrera: Contador Público

Alumna:

Varguez Francisco Brenda Nahomy

Departamento de Ciencias Económico Administrativas

Asesor interno: Mtro. Selem Salinas Mario Arturo

Asesor externo: Dr. Beltrán López Robert

Chetumal, Quintana Roo, a 15 de mayo de 2025

Resumen

El crecimiento de la población ha influido de manera significativa en el aumento de residuos sólidos urbanos (RSU), teniendo efectos negativos sobre el medio ambiente y la población, como lo son la explotación de recursos naturales, enfermedades respiratorias, obstrucción de alcantarillas, contaminación de los suelos, entre otros. La gestión de los RSU con el paso del tiempo se ha tenido que enfrentar a diversos desafíos por la falta de infraestructura y participación ciudadana lo cual ha dificultado obtener buenos resultados, sin embargo, se considera como un punto de partida para promover el modelo de economía circular (EC), que busca disminuir la generación de residuos basándose en los principios de reducir, reutilizar y reciclar, con el que se pueden crear nuevos ciclos de uso convirtiendo los residuos también llamados basura en materiales a través de procesos de reciclaje. Este trabajo busca conocer la manera en que son gestionados los RSU en la ciudad de Chetumal Quintana Roo para presentar alguna propuesta que posibilite la transición hacia la EC. La metodología consistió en un estudio con enfoque cualitativo tipo descriptivo aplicando la técnica de investigación documental, se realizó la recopilación y selección de información disponible de diversas fuentes siendo tesis, artículos, revistas, entre otros. Para ser analizados. Como resultado se obtuvo que en la ciudad se generan alrededor de 620.5 kg de residuos per cápita de manera anual, teniendo en cuenta que no cuentan con sistemas de gestión basados en el reciclaje, la reutilización y reducción, por lo cual los residuos terminan en el relleno sanitario. Se concluye que al no contar con un sistema de aprovechamiento es importante darle enfoque a la reutilización y reducción de residuos, de igual manera, adoptar practicas responsables de separación en el origen, en donde se involucren todas las partes.

Palabras clave

Economía circular, gestión, reciclaje, RSU.

Agradecimientos

En primer lugar, a mis padres Dalila Francisco Jiménez y Armando Lorenzo Varguez Cab, por la confianza y apoyo incondicional que me brindaron durante todo el transcurso de mi carrera, siendo los pilares fundamentales en mi vida, agradezco toda la motivación para poder cumplir mis sueños y metas.

A mis hermanas Betzi Daniela Varguez Francisco y Karen Fabiola Varguez Francisco, por el apoyo y las palabras de aliento en este camino.

A mis amigas, por su apoyo y compañía a lo largo de este camino, sus palabras de aliento, las experiencias compartidas, la celebración de nuestros pequeños logros y la enseñanza a no rendirse se volvieron muy importantes durante este proceso.

A mis asesores, el Mtro. Selem Salinas Mario Arturo y el Dr. Beltrán López Robert por todo el apoyo y conocimiento brindado, así como su tiempo y paciencia para poder concluir el presente trabajo. De igual manera agradezco a todos los docentes de la carrera de Contador Público del Instituto Tecnológico de Chetumal por todas sus enseñanzas brindadas.

Por último, pero no menos importante a mis abuelos paternos María Cab Basto y Lorenzo Varguez Yama, personas con quienes viví gran parte de mi infancia, agradezco todo su cariño brindado desde pequeña, por haberme guiado por un buen camino y apoyarme siempre en mis estudios. Gracias abuelo, aunque ya no te encuentres con nosotros siempre estás conmigo en cada logro.

¡Gracias a todos!



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Chetumal
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

FORMATO DE LIBERACIÓN DEL PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Chetumal, Quintana Roo a, 10 de abril DE 2025

OFICIO NO. DM-694/25

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral

LIC. CECILIA LORIA TZAB
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

a) Nombre del Egresado:	VARGUEZ FRANCISCO BRENDA NAHOMY
b) Carrera:	CONTADOR PÚBLICO
c) No. De Control:	20390257
d) Nombre del proyecto:	PROMOVER LA ECONOMÍA CIRCULAR A TRAVÉS DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
e) Producto:	TESIS

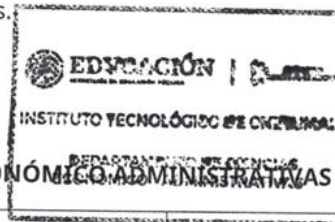
Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

DR. JESUS ABRAHAM PERAZA SANTOS

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS



M.A.N. MARIO ARTURO SELEM SALINAS Asesor	DR. ROBERT BELTRAN LOPEZ revisor	DR. EUSTACIO DIAZ RODRIGUEZ revisor
---	-------------------------------------	--



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Insurgentes #330, esq. Andrés Quintana
Roo, Col. David Gustavo Gutiérrez, Apdo.
Postal 67 C.P. 77013,
Chetumal, Quintana Roo. Tel. (983) 8322330
ext. 101. / www.chetumal.tecnm.mx



SISTEMA DE GESTIÓN
ISO 9001:2015
ISO 14001:2015
ISO 45001:2018
BICERT S.C.



100%
LIBRE
PLÁSTICO

ÍNDICE

RESUMEN	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. ANTECEDENTES.....	7
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	8
1.3. OBJETIVOS	9
1.4. JUSTIFICACIÓN	9
1.5. ALCANCE Y LIMITACIONES	10
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. REFERENCIAL	11
2.2. CONTEXTUAL.....	40
2.3. LEGAL	50
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	53
3.1 ENFOQUE	53
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.3 SUJETOS DE ESTUDIO	54
3.4 TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN	54
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	55
4.1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECABADA.....	55
4.2. RESULTADOS	57
4.3. DISCUSIÓN.....	62
CAPÍTULO 5. CONCLUSIÓN	65
5.1. CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

TABLA DE ILUSTRACIONES

TABLA 1. CALENDARIO DE RECOLECCIÓN 20

TABLA 2 SEPARACIÓN PRIMARIA..... 29

TABLA 3. SEPARACIÓN PRIMARIA AVANZADA 30

TABLA 4. SEPARACIÓN SECUNDARIA..... 31

TABLA 5. ACCIONES PARA LA GESTIÓN DE RSU INTERNACIONAL..... 58

TABLA 6. ACCIONES PARA LA GESTIÓN DE RSU NACIONAL. 59

TABLA 7. GESTIÓN DE RSU EN CHETUMAL. 60

Capítulo 1. Introducción

1.1. Antecedentes

De acuerdo con Melo et al (2022) a finales del siglo XVIII, la Revolución industrial generó un modelo económico centrado en un sistema capitalista, llamado economía lineal en el que solo importa producir para crecer, está basado en la extracción de materias primas para su transformación en un producto final de consumo para el ser humano, que con el tiempo se convertirá en un residuo sin utilidad.

También señala que este modelo está fundamentado por dos principios, el crecimiento económico en conjunto del deterioro ambiental y el consumismo, es decir, que prevalece la explotación de recursos sin importar el impacto ambiental que pueda tener, en el que no se integran los conceptos de reutilización y reciclaje.

La economía circular (EC) es generar un nuevo sistema partiendo del desarrollo sostenible, por medio de la reutilización disminuyendo la explotación de los recursos y la contaminación que son causantes del daño ambiental.

Según Díaz (2024) la EC y la sostenibilidad son piezas clave para poder enfrentar desafíos ambientales y económicos que surgen en el mundo contemporáneo, mencionando el importante papel que ocupan las empresas en cuanto a la implementación de prácticas sostenibles que sirvan para promover la reducción, reutilización y reciclaje, de igual manera el aprovechamiento de RSU.

La gestión de los residuos sólidos (RS) en las ciudades es de vital importancia, debido a que puede garantizar sostenibilidad ambiental y eficiencia económica. Entre los más comunes podemos encontrar el papel, los plásticos, los metales y los vidrios, los cuales pudieran ser reciclados y reutilizados en nuevos productos.

La inadecuada gestión de los residuos puede traer múltiples consecuencias negativas en el medio ambiente, como la contaminación de aire, suelo y agua, generando daños irreparables en los ecosistemas poniendo en riesgo la biodiversidad, de igual manera, la salud humana se ve afectada, por la exposición a desechos lo cual puede aumentar el riesgo de enfermedades respiratorias.

Actualmente la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) se volvió un desafío para la mayoría de las ciudades modernas, ya que no solo se enfoca en mantener las calles y espacios limpios, sino que se tiene que buscar la manera en cómo se puede transformar un residuo en un recurso valioso.

1.2. Problema de investigación

La EC es un modelo sostenible con el que se busca dejar atrás la economía lineal tradicional, el cual consiste en extraer materias, producirlos y desecharlos. La EC una propuesta para cambiar la forma de producción, teniendo como objetivo que los productos tengan ciclos de uso, que el fin de uno sea el principio de otro.

El desarrollo económico, la intensa industrialización, la implantación de modelos económicos y el crecimiento poblacional. Con el paso del tiempo ha traído un impacto significativo en el incremento de los RSU, a nivel nacional, se producen grandes cantidades de RSU los cuales son acumulados generando grandes afectaciones socioambientales.

Su generación excesiva y la inadecuada gestión lo volvió una problemática muy importante de analizar, ya que impide la transición a una EC, además de los impactos negativos que trae para el medio ambiente como la contaminación de aire, suelo, tierra, afectaciones en la salud humana y en la economía.

Llevar a cabo una correcta gestión de los RSU con la implementación de separación desde la fuente en conjunto de las tres erres: reducir, reutilizar y reciclar. Haciendo énfasis en el reciclaje, este tiene como objetivo darles una segunda vida a los productos, lo cual permite abrir caminos hacia la economía circular.

Actualmente en Chetumal, Quintana Roo la gestión de los RSU consiste en la recolección y disposición final en los vertederos, en donde la mayoría de los residuos se encuentran revueltos por la falta de la participación ciudadana en la separación. En esta zona se presentan bajos niveles de reciclaje y reutilización, se encuentran limitados por la falta de infraestructura para dar tratamiento a los residuos

Para lograr un cambio se pueden adoptar sistemas de gestión de RSU aplicados en otros lugares que les hayan dado resultados positivos impulsando la economía circular, que contribuyan a disminuir la generación de residuos, aumenten la recuperación de los mismos aprovechándolos y

extendiendo su ciclo de vida, de igual manera, que fomenten la reutilización y reducción de residuos.

¿Qué acciones se pueden adoptar para tener una adecuada gestión de RSU que permitan la transición a la EC en Chetumal?

1.3. Objetivos

Objetivo general

- Fomentar la transición a una economía circular mediante la adopción de la gestión de residuos sólidos urbanos.

Objetivos específicos

- Estimular la participación y conciencia ciudadana en prácticas responsables de manejo y generación de los residuos.
- Promover la valorización, reciclaje y aprovechamiento para maximizar los beneficios económicos.
- Describir el impacto social, ambiental y económico de la adopción del modelo de economía circular.

1.4. Justificación

La creciente generación de RSU representa una gran amenaza para el medio ambiente y la salud humana, su mala gestión contribuye a la contaminación de los recursos y al cambio climático, lo cual ocasiona impactos negativos dentro del medio ambiente.

Actualmente las zonas urbanas son principal fuente de la generación de RS por su alta concentración poblacional y las actividades económicas, dada esta situación las ciudades se ven obligadas a generar más recursos por los altos niveles de consumo, ocasionando un aumento en la generación y acumulación de residuos.

El modelo de EC se presenta como una alternativa para la solución de los diversos desafíos ocasionados por el modelo de economía lineal, el cual consiste en la extracción, producción y disposición final, a diferencia de la EC que busca crear sistemas de aprovechamiento dándoles una segunda vida a los residuos y mantenerlos dentro de la economía.

La adopción del modelo de EC trae beneficios ambientales y sociales, como la conservación de los recursos naturales, la disminución de gases de efecto invernadero, la reducción de residuos generados lo cual aminora la cantidad de residuos que son depositados en rellenos sanitarios. En cuanto a los beneficios sociales, se considera como una fuente de empleo, impulsa el crecimiento económico ya que se crean nuevos modelos negocios y promueve la innovación,

Llevar a cabo la gestión adecuada de los RSU es clave para lograr la transición a una EC, dado que es un punto de partida en el que se ejecutan acciones y estrategias que buscan reducir la generación de residuos desde el punto de origen, la reutilización y reciclaje.

La presente investigación busca contribuir por medio del análisis de las acciones que son realizadas actualmente por la ciudadanía en el área de estudio para la gestión de sus RSU y proponer estrategias que se pueden adoptar apegadas a las tres erres: reducir, reutilizar y reciclar, que sirvan para promover la EC.

1.5. Alcance y limitaciones

Alcance

- Realizar un estudio sobre el estado actual del manejo de los RSU en la ciudad de Chetumal.
- Se pueden proponer acciones para lograr la transición a una economía circular aplicando las tres erres en los RSU.
- Hacer un pronóstico sobre los beneficios ambientales y sociales que obtendrían al aplicar el modelo de economía circular.

Limitaciones

- El periodo de investigación será 2020-2024
- Se llevará a cabo en la ciudad de Chetumal, cabecera del municipio de Othón P. Blanco, sin embargo, se tomarán datos de otros estados sobre el tema para hacer una comparación y proponer la adopción acciones que han traído buenos resultados en otros lugares.
- La cantidad y confiabilidad de los datos disponibles para elaborar la presente investigación podrían ser limitantes.
- Al ser un tema en el que se involucran muchos actores es importante enfocarnos en el logro de los objetivos.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1. Referencial

Economía circular

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación de Argentina (2021) la EC es un paradigma que busca la modificación de la forma en la que se produce y consume. A diferencia de la economía lineal que se centra en la extracción, producción, consumo y desperdicio, la EC busca un flujo constante para que los residuos puedan ser reutilizados integrándose al sistema productivo.

De acuerdo con la Procuraduría Federal del Consumidor (2021) la EC es un sistema para lograr el aprovechamiento de recursos, siendo una alternativa con el objetivo de redefinir el crecimiento mostrando los beneficios económicos y ambientales, de igual manera, las oportunidades que negocios que puede obtener la sociedad.

Citando a Cosavalente y Gonzales (2022) los principios en los que se basa la EC son preservar y mejorar los recursos naturales, controlando los recursos y logrando la incorporación de los renovables, de igual manera, busca mejorar el uso de los recursos y aumentar su tiempo de vida.

En 2019, en México nació la iniciativa de la creación de la Ley General de Economía Circular con el objetivo de que el país cuente con un marco normativo para regularizar el uso de recursos naturales y económicos facilitando la implementación del modelo económico circular.

Actualmente la transición hacia la EC en México ha tenido ciertos avances, dado que se implementó una ley específica en el tema, diversas empresas han contribuido al cambio adoptando este modelo volviéndose más responsables en el uso de plásticos optando por materiales reciclados, de igual manera, el reciclaje ha ido en aumento debido a la construcción de plantas recicladoras en diversos estados.

El estado de Quintana Roo empezó a adoptar la EC debido a que gran parte de este son lugares turísticos, por lo cual el uso de recursos y la generación de residuos se incrementaba cada vez más, y este modelo permitiría trabajar de una manera más sostenible, en varios municipios se empezaron a poner en marcha estrategias principalmente para un mejor manejo de los RSU.

A pesar de la implementación de este modelo y los esfuerzos por tener prácticas sostenibles, la adopción de este modelo se sigue enfrentado de desafíos para lograr ser aceptada en su totalidad, algunos de estos son la falta de infraestructura, la participación ciudadana y la resistencia al cambio.

Residuos Sólidos Urbanos

Los RSU son los desechos producidos en la comunidad urbana, provenientes de la actividad habitual y diaria del ser humano, principalmente de hogares, así como de los comercios, las industrias y establecimientos de salud, incluyendo los procedentes de la limpieza de las calles.

De acuerdo con la Cámara de Diputados (2003) la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [LGPGIR], artículo 5, fracción XXXIII, define a los RSU como aquellos que son generados en los hogares resultantes de las actividades domésticas y de los productos que consumen; los residuos provenientes de comercios y espacios públicos con características domiciliarias, producto de actividades cotidianas como la preparación de alimentos, el consumo y el descarte de productos y sus envoltorios, siempre que esta Ley no los considere como residuos de otra índole.

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017b) en el artículo 18 de la LGPGIR, se menciona que los RSU se subclasifican en orgánicos e inorgánicos, con el objetivo de simplificar la separación primaria y secundaria.

También conocidos como basura, sin embargo, esta palabra no se puede atribuir de manera general, ya que no todo lo que se desecha es basura. Generando una problemática para la población y el medio ambiente. con el paso del tiempo han logrado alcanzar gran volumen de generación, teniendo como consecuencia la invasión del espacio o el esparcimiento.

La constante generación de residuos surge de varios factores, entre los principales el gran crecimiento poblacional, la industrialización, el uso de nuevas tecnologías, las demandas excesivas de consumo, entre otros.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021) se realizó el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México del 2020, en donde los municipios con servicio de recolección de residuos sólidos urbanos aumento a un total de 2,311, por lo cual los municipios sin este servicio disminuyo a 156, estos pertenecen a los

estados de Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz de Ignacio de la Llave y Zacatecas.

En cuanto a la cantidad promedio diaria recolectada de residuos sólidos urbanos hubo una disminución, para el 2020 fue un total de 106 millones 523 mil 139 kilogramos, equivalente a 850 gramos per cápita.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023) el Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México del 2022 presentado señaló que, de los 2,475 municipios, el 93.7% contaban con el servicio de recolección, 6.1% sin servicio de recolección y el 0.2% no había presentado información.

El equivalente al 6.1% sin servicio fue de 150 de municipios sin servicio, algunos que lo integraban son Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, entre otros. De acuerdo a lo presentado por el INEGI optaron por diversas prácticas para deshacerse de los RSU, los cuales consisten en quemarlos, enterrarlos, depositarlos en tiraderos a cielo abierto o en barrancas, tirarlos a los ríos o arroyos, en cuanto a los residuos orgánicos son depositados en terrenos o tierras de cultivo. Algunos prefieren separar los materiales inorgánicos para venderlos.

Con un promedio total de 108 millones 146 mil 272 kilogramos recolectados por día aumentado a 862 gramos per cápita.

En México el consumo de envases de tereftalato de polietileno (PET) anual es de 860,000 mil toneladas, las cuales están integradas por PET de resina virgen y resina reciclada posconsumo PCR, en 2023 logró recuperar un total de 540 mil toneladas de envases enviados al mercado equivalente a una tasa de acopio del 63%. Por lo cual se estableció la meta de llegar al 70% para el 2025 y para el 2030 el 80%.

De acuerdo a lo presentado por Garfield (2024) el estado de Quintana Roo, en la última década la generación de basura por persona se ha triplicado, de 500 gramos diario a 1 kilo. El estado carece de plantas recicladoras para el tratamiento de los residuos, mayormente generados por el área turística.

La ciudad de Chetumal, capital del estado de Quintana Roo pasa por una sobre generación de RSU debido a que su sistema de manejo consiste en la recolección y disposición final de los residuos en un relleno sanitario sin contar con plantas de reciclaje, de igual manera, la falta de cultura para separar sus residuos.

Importancia de la Gestión y Reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos

El gran crecimiento urbano y poblacional que se vive actualmente, es una de las causas de la generación de RSU, de igual manera los malos hábitos de consumo han contribuido a la acumulación de basura en las ciudades, mostrando el estilo de vida al que se han adaptado los habitantes.

De acuerdo con Martínez y Serrano (2019) el investigador Brown plantea una serie de preguntas para lograr comprender la problemática de los RSU desde su origen, centrándose en los hábitos de consumo, algunas de estas son: ¿Porque generamos tantos residuos? ¿Cuál es el uso que le damos a lo que consumimos? ¿Dónde desechar los residuos? Las respuestas a estas preguntas son en relación al consumo.

También Martínez y Serrano (2019) mencionan en un artículo publicado en la página de ECOSUR, que el origen del problema de los residuos es que del consumo hemos pasado al consumismo. El consumo es un hecho rutinario que va más allá de usar bienes y servicios para la satisfacción de necesidades, actualmente se ha convertido en un consumo excesivo, irresponsable y descontrolado, pasando al consumismo.

De igual manera mencionan que al pasar a una economía industrializada y traer nuevos privilegios como la luz eléctrica, los teléfonos, los autos, etc. Y el aumento de la población, surgieron mayores demandas en cuanto a las necesidades. Las nuevas generaciones iniciaron luchas en cuanto a lo que era necesario y lo deseable, cambiando la manera de relacionarse con las sociedades.

El constante aumento de residuos en las ciudades hace cada vez más difícil su manejo, sumándole a esto la falta de cultura en los habitantes para el depósito y separación de la basura, por lo cual es necesario el desarrollo de estrategias para gestionarlas correctamente.

De acuerdo a Pérez et al (2019) en los países que se encuentran en vía de desarrollo existen diferentes tipos de sitios para disposición final, siendo los: rellenos sanitarios, sitios controlados y tiraderos a cielo abierto. Los dos últimos mencionados son sitios de confinamiento por lo cual no

se tiene un sistema para controlar los líquidos lixiviados y los gases emitidos. A diferencia de los rellenos sanitarios que son obras directas de ingeniería diseñados con sistemas como canales y antorchas para poder controlar los líquidos provenientes de los residuos.

Años atrás los métodos utilizados para la gestión de residuos no contribuía al aprovechamiento de los mismos, trayendo afectaciones para la sociedad, se empleaban los vertederos, que es donde la basura es depositada en espacios grandes, y la incineración, el cual genera grandes cantidades de emisiones contaminantes. Con el tiempo surgieron nuevos métodos como el reciclaje y la reutilización, la pirolisis y gasificación, y el compostaje y metanización.

El reciclaje es un proceso por el que pasan los residuos que son recolectados para ser transformados en nuevos materiales que pueden ser vendidos o utilizados como nuevos productos. Es una práctica que puede traer muchos beneficios y resolver problemas causados por la vida moderna. Hablando económicamente, un buen proceso de reciclaje puede generar un gran número de empleos, sin embargo, la gran falta de educación en la sociedad respecto al tema crea un gran desafío para su aplicación.

Durante el proceso de reciclaje existen diversos actores como lo son los recolectores, también llamados pepenadores, los acopiadores o acondicionadores, los corredores independientes, las recicladoras y por ultimo las personas que adquieren productos ya reciclados.

Como menciona la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017a) en el país de México durante mucho tiempo predominó el manejo básico de RSU, el cual consistía en la recolección y disposición de mecanización los RSU en los rellenos sanitarios o vertederos, por lo cual se desaprovechaban todos aquellos residuos que podían reincorporarse a los sistemas productivos, lo que ayudaría a disminuir la demanda y explotación de nuevos recursos, a diferencia de países como Suiza, Países Bajos, Alemania y Dinamarca, lugares donde la disposición final de residuos en rellenos sanitarios es menor al 5%.

Para lograr una adecuada gestión de RSU se han implementado diversas estrategias en México con los que se han obtenido varios resultados positivos, sin embargo, no se han logrado los resultados esperados, debido a que la generación de residuos sigue siendo alta, las tasas de porcentaje son bajas en varios estados y la falta de participación por parte de la población han afectado en crear una cultura para la separación y gestión de residuos.

La importancia de adoptar practicas responsables y sostenibles en cuanto a la gestión de los RSU recae sobre el impacto negativo que está teniendo la acumulación de residuos sobre el medio ambiente y la economía, trayendo beneficios en el cuidado de los recursos, así como nuevas oportunidades económicas.

Estrategias de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos

La gestión de los RSU es un proceso de recolección, transporte, tratamiento y disposición. El manejo adecuado de residuos ayuda a tener un menor impacto negativo en la sociedad, el medio ambiente y la explotación de los recursos naturales.

Al principio el manejo de los residuos se encontraba limitado a la recolección e incineración en zonas apartadas de la población, sin embargo, con el pasar de los años y al convertirse en uno de los factores principales, se fueron implementado estrategias y procesos para facilitar los tratamientos, y disminuir los impactos negativos que los mismos puedan ocasionar.

De acuerdo con Díaz (2024) considera que la participación ciudadana es clave para lograr tener éxito en cualquier sistema aplicado para la gestión de residuos. La implementación de estrategias de educación, sensibilización y la aplicación de sanciones por incumplimiento ayudan a incentivar la participación activa de la comunidad en la gestión adecuada de los residuos en sus hogares.

El reciclaje y la reutilización son practicas indispensables dentro de la gestión de RSU, dado que contribuyen a la disminución del porcentaje de residuos que son enviados hacia vertederos.

Actualmente muchos de los residuos que son generados se las ha dado una segunda vida, gracias a los procesos de reciclaje que existen, la contribución ciudadana quienes se encargan de separar los residuos desde casa, sin embargo, aún sigue habiendo residuos que son llevados a vertederos o son quemados, algo que usualmente pasa en México.

Según Ubillús-Farfán et al (2024) el reciclaje de los residuos orgánicos por medio del compostaje es una gran oportunidad para contribuir en la disminución de la contaminación ambiental. Se reducen los desechos que son depositados en rellenos sanitarios y en el medio ambiente.

Según Tapia (2023) en México se busca establecer el modelo de EC como una estrategia, dado que el modelo de economía lineal ha predominado por varios años, sin embargo, este ya no es sostenible. La escritora señala que Sandra herrera, consultora por el medio ambiente y vocera del

Consejo Consultivo para The Green Expo, menciona que la implementación de la EC viene con muchos fines, uno de ellos es ayudar a permanecer dentro de la competitividad del comercio exterior.

La consultora plantea que se puede lograr mantener materiales un mayor tiempo posible dentro del ciclo económico, por medio de la remanufactura y reparación de productos, de igual manera con el mercado de segundo uso. Haciendo mención de la ley de economía circular, señalando que la Ciudad de México ha avanzado en el tema de la EC y los nuevos negocios, pero que estados como Quintana Roo y Querétaro buscan dejar la Ley de Economía Circular como una extensión de la Ley de prevención y gestión integral de los residuos.

La especialista a través de una entrevista menciona que, para poder seguir dentro del comercio internacional, es necesario acelerar la implementación de este modelo, darle más importancia a medir la huella de carbono de los productos del país, hacer un análisis del ciclo de vida nos indica el impacto que puede tener nuestro producto.

Asegura que Europa y Estados Unidos realizan estas prácticas, por lo cual para México es importante detonar el modelo de EC para poder ofrecer productos de exportación competitivos y seguir en el mercado.

De acuerdo a un estudio realizado, en México la entidad que produce mayor cantidad de RSU es el Estado de México, surgiendo la necesidad de la aplicación de estrategias para una gestión sostenible, logrando un equilibrio entre la naturaleza y la sociedad.

En donde según los estudios de Díaz et al (2018) el manejo de los RSU le es correspondido a los agentes locales, los cuales son el gobierno federal y estatal, el gobierno local (Municipal), la población, las instituciones educativas y la iniciativa privada, señalando que el actor principal para generar un cambio son los gobiernos municipales.

Las estrategias para combatir el problema fueron presentadas conforme a cada agente; para el gobierno federal, fortalecer las medidas fiscales para motivar el correcto manejo de los residuos, en donde se exima del pago de impuestos a empresas privadas, a instituciones públicas y educativas que se encarguen del tratamiento sus propios residuos; para el gobierno local, aplicar una normatividad para el manejo de los RSU, en donde se encuentren derechos y obligaciones.

En las instituciones educativas, la implementación de la educación ambiental dirigida a todos los actores que se encuentren involucrados en el tema; para las empresas privadas, plantean que estas deben responsabilizarse de sus propios residuos, aplicando sanciones al incumplimiento de dado caso que no se así; tratándose de la población, establecen la implementación de la clasificación de residuos, su depósito en los lugares establecidos y de igual manera, la aplicación de sanciones por incumplimiento.

Plantean Ubillús-Farfán et al (2024) que el aprovechamiento energético de los RSU es una gran estrategia para enfrentar la acumulación de RSU, debido a que poseen propiedades fisicoquímicas y biológicas con gran potencial para ser usados como fuente de energía.

Según Martínez y Serrano (2019) el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) aborda la problemática de la generación de RSU, por medio de su Plan Ambiental Institucional (PAECOSUR). Principalmente en la Unidad Chetumal de ECOSUR, en donde se colocaron contenedores para los tipos de residuos, separando los desechos en orgánicos, inorgánicos (metal y plástico PET), y papel/cartón, de igual manera, recipientes para las baterías (pilas). Los residuos separados con propiedades reutilizables o reciclables son entregados a un centro de acopio y lo orgánicos se depositan en áreas específicas llamadas composteros para la producción de tierra fértil.

De acuerdo a Nolasco (2024) el Gobierno de Quintana Roo a cargo de la gobernadora Mara Lezama, presento su programa estatal llamada Recicla tu futuro con la finalidad de disminuir la cantidad de residuos que se generan día a día, con principal enfoque a los sitios turísticos del estado. Este programa está enfocado en el reciclaje y su evaluación, conformado por la recolección, categorización y adecuada distribución en los puntos de recolección.

Programa que es promovido por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA), a cargo de Óscar Rébora Aguilera, director, quien señala que el objetivo es promover la cultura del reciclaje dirigiéndose a un desarrollo sostenible favoreciendo de igual manera a las familias a cambio de residuos reparados se les hace entrega de despensas alimentarias.

Inicio el 3 de julio del presente año teniendo finalización el 11 de diciembre de 2024, se lleva a cabo en diversos municipios, los cuales fueron seleccionados por la elevada producción de desechos que se encuentra en ellos, entre estos municipios se encuentran Benito Juárez (Cancún),

Puerto Morelos, Tulum, Othón P. Blanco (Chetumal), Isla Mujeres (Zona Continental) y Solidaridad.

Para que las personas puedan ser beneficiarias al apoyo, que se otorga de forma mensual, deben entregar dos kilos de aluminio (latas), 10 kilos de PET, 30 kilos de cartón o 30 kilos de papel, de igual manera, 30 kilos de tapas de plástico.

De acuerdo a lo presentado por Garfield (2024) hasta el mes de octubre se registró un total de 193 mil 662 kilos de residuos reciclables. Disminuyendo la cantidad que es enviada a sitios de disposición final.

Programas de Sensibilización

Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2022-2024 (PNPGIR):

De acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022) mayormente llamada por sus siglas SEMARNAT, es un programa a cargo de la federación orientado a estados y municipios, basado primordialmente en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. En este programa se estipulan las estrategias y metas para el mejoramiento de residuos, de igual forma, acción, proyectos y medios de financiamiento. Ayuda a los estados y municipios a saber en qué situación se encuentra el de manejo de residuos en su área.

Objetivos prioritarios (DOF):

1. Aumentar la capacidad de reciclaje de RSU en el país.
2. Adaptación del marco regulatorio para la gestión integral sustentable.
3. Fabricar infraestructura y mejorar el equipamiento para el manejo de residuos.
4. Mejorar las condiciones para el desarrollo y fortalecimiento de las economías de instituciones y sectores dedicadas a brindar los servicios relacionados al manejo de los residuos.
5. Propulsar la cultura responsable con la generación y manejo de residuos.

Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para la Ciudad de México (PPGIR):

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2018) menciona que este programa busca fomentar la gestión integral de los RSU y RME (residuos de manejo especial) por medio de estudios y programas dirigidos a esa área, los cuales son financiados por el mismo programa, desarrollo de

infraestructura, de igual manera, el aprovechamiento energético de residuos, dando acceso a recursos económico del programa. Dirigido a autoridades estatales, así como a municipios o Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México.

Plan de Acción Basura Cero, hacia una Economía Circular:

De acuerdo a Santiago (2019) este programa fue presentado en mayo del 2019 por el Gobierno de la ciudad de México, con el fin de mejorar la gestión de residuos por medio de la EC usando líneas estratégicas como el aprovechamiento, cultura ambiental, impulso al empleo, etc. Para reducir los residuos que son enviados a rellenos sanitarios.

De igual manera, menciona que este programa busca aumentar la cantidad de residuos separados, en específico los que pueden ser valorizables y pueden introducirse de nuevo a las cadenas de producción, evitando los procesos de extracción, transporte y procesamiento de materias vírgenes disminuyendo de esta manera los problemas ambientales que son ocasionados por estos procesos.

Metas específicas

- Ahorrar 0,381,694 millones de pesos para el 2024.
- Reducción de residuos enviados a disposición final a 2000 t/día.
- Aumentar el aprovechamiento de residuos de 4,100 a 10,700 toneladas en 2024.
- Reducción del 73% de los gases de efecto invernadero.
- 2024, reciclaje del 60% de residuos (construcción y demolición).

Tabla 1. Calendario de recolección

Para su recolección se estableció una estrategia que va en la entrega de residuos calendarizada:

Tipo de residuos	Días
Orgánicos (cascarón de huevo, restos de verduras y frutas, residuos de jardinería, etc.)	Martes, jueves y sábado
Inorgánicos reciclables (vidrio, plásticos, papel y cartón, metales, etc.)	Lunes, miércoles, viernes y domingo
Inorgánicos no reciclables (toallas sanitarias, unicef, colillas de cigarrillos, etc.)	Lunes, miércoles, viernes y domingo
Manejo especial y voluminosos	Domingo

Nota. Calendario de recolección para el programa Basura cero, Secretaría del medio ambiente.

Además, se implementaron otras líneas de estrategias para el fortalecimiento del plan de acción, entre ellos, se prohibió la comercialización, entrega o distribución de bolsas de plásticos en el año 2020, para el 2021, se prohibieron artículos de plástico de un solo uso (vasos, globos, popotes, etc.).

Con esto se busca crear una política ambiental hacia una producción y consumo sustentable, para que aquellos productos que tengan una corta vida convirtiéndose directamente en residuos sean aprovechados.

Empleando las palabras de Escalona (2024), la estrategia Basura Cero implementada por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno capitalino, dio a conocer los resultados positivos obtenidos. Los residuos dirigidos a rellenos sanitarios disminuyeron de 8 mil toneladas diarias en 2018 a 6,500 toneladas por día en 2024, lo cual evito la generación anual de 659,414 toneladas de dióxido de carbono que eran emitidos anteriormente, ayudando a mitigar el cambio climático.

Recicla por tu Futuro (Quintana Roo):

Este programa busca promover la cultura de gestión integral de RS que pueden ser reutilizados, reciclados o recuperados por medio de la separación, fomentando así el cuidado del medio ambiente. Pretendiendo tener un impacto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4, 11, 12, 13, 14, 15 y 17.

Los residuos a recolectar y entregar de manera separada, limpia y compacta con los siguientes:

- PET (10 kg)
- Polietileno de Alta Densidad (HDPE) (30 kg)
- Aluminio (2 kg)
- Papel y cartón (30 kg)

Citando a Castilla (2024a) el programa Recicla por tu Fututo se basa en intercambiar residuos por canastas básicas. La canasta alimenticia de productos básicos estará conformada por diversos insumos esenciales para los ciudadanos.

De acuerdo con la Coordinación General de Comunicación del gobierno de Quintana Roo (2024), la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) dio a conocer los insumos, los cuales son: pasta para sopa fideo/codo, aceite vegetal comestible, azúcar, atún, sardina en salsa de tomate, chile

en rajas, frijol negro, lenteja, arroz, harina de maíz, harina de trigo, café soluble, jabón ecológico y jabón de lavandería.

En 2024 se destinaron más de 51.6 millones de pesos para la ejecución del programa, el cual estará a cargo de la empresa Oceanbiosphere, Sociedad de Responsabilidad Limitada de Capital Variable. Este programa se desarrollará en municipios con mayor generación de residuos, los cuales son Benito Juárez, Puerto Morelos, Zona continental de Isla Mujeres, Tulum, Solidaridad y Othón P. Blanco (Chetumal), en donde se instalarán los sitios de almacenamiento temporal (centros de acopio móviles) para su recepción, proyectando la atención de un millón 575 mil 279 personas.

Programas Educativos:

Según Joaquín (2018) el estado de Quintana Roo refuerza actividades realizadas por los ayuntamientos municipales respecto al manejo de los RSU para tener un mayor aprovechamiento de los que son depositados en rellenos sanitarios. Titular de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente informo acerca de la implementación de educación ambiental, mejorar la limpieza de áreas con mayor volumen de residuos, así como programas a la ciudadanía, en los municipios de Solidaridad, Tulum, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco (Chetumal), en este último se planea el saneamiento a cielo abierto, de igual manera, fortalecer programas de reciclaje.

Basura Cero en mi Escuela:

De acuerdo con Pasos (2015) Basura cero en mi escuela es un programa escolar enfocado en la separación y el reciclaje de residuos, aplicado a escuelas públicas de bajos recursos en la Ciudad de México. Usado como estrategia para la problemática de basura en México, se considera que potenciar la conciencia ambiental desde los primeros años escolares contribuiría a los cambios respecto al manejo de RS. Teniendo como metas:

- Mejorar el conocimiento ambiental dentro de las escuelas.
- Implementar el programa en diez escuelas públicas de la Ciudad de México, colocándolo como un modelo educativo innovador y viable para los ciudadanos.
- Proveer las herramientas necesarias a las escuelas para llegar al objetivo.

Programa Municipal de Educación Ambiental 2021-2024:

Plasmado en el Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 del municipio de Othón P. Blanco, comprometiéndose acciones firmes para mejorar la eficiencia en la recolección, manejo y disposición final de residuos, señalando la importancia de la conciencia ciudadana respecto al tema para poder reducir la huella ecológica y mejorar el entorno habitado. Establece sus líneas de acción en su programa 17.1 Preservación del medio ambiente y fomento de la cultura ambiental en el municipio de Othón P. Blanco (Dirección de Medio Ambiente Y Ecología):

17.1.1. Se desarrollarán acciones para impulsar la cultura y respeto ambiental del entorno (estrategia)

17.1.1.2. Implementar campañas continuas de reducción, separación, reúso, reciclaje y destino final de residuos sólidos, por medio de actividades como: pláticas de sensibilización en escuelas sobre la adecuada separación, reciclados para el acopio, talleres de reúso de materiales.

17.1.1.5. Acciones para la limpieza de cuerpos de agua y zonas verdes. Actividades a ejecutar: limpieza de residuos aplicando la separación.

17.1.1.6. Actividades culturales, deportivas, artísticas y académicas para sensibilizar a la población.

Reciclaje

De acuerdo con Ramírez (2024) es un programa liderado por el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) enfocado en recolectar plásticos y otros materiales reciclables. Teniendo como meta reunir 9 toneladas, de los cuales obtendrán ingresos dirigidos al apoyo de tratamientos para niños con discapacidades. Se lleva a cabo en Cancún y otras localidades con la colaboración de empresas como Oxxo y la Secretaría de Ecología

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013) lo señala como un programa de acopio y reciclaje de residuos de equipos electrónicos y eléctricos, que tiene por objetivo promover la conciencia ecológica dentro de la sociedad respecto al tema de residuos enriqueciendo la educación ambiental.

El Gobierno Municipal de Benito Juárez (2024) a través de la Dirección General de Ecología el gobierno de Benito Juárez (Cancún) dio a conocer el calendario anual del programa Reciclatón, con el objetivo de crear conciencia en los habitantes hacia una cultura, protección y compromiso ambiental. Con la aplicación de esta estrategia busca la participación ciudadana, ofreciendo puntos de acopio en donde recibirán materiales como: plásticos PET, envases de vidrio, papel y cartón, electrónicos, chatarra, entre otros.

Reciclaje Mecánico y Químico

De acuerdo con Riisa (2024) los métodos de reciclaje mecánico y químico son los más usados actualmente, son aplicados a los residuos plásticos y de acuerdo a estudios existe un mayor porcentaje de plásticos a diferencia de otros residuos, provocando un gran impacto en el medio ambiente por sus propiedades no biodegradables. Estos métodos tienen un enfoque sostenible y promueven el modelo de EC.

Reciclaje mecánico

Citando a Barrios (2024) el reciclaje mecánico también llamado reciclaje secundario, es un método en donde los plásticos (polímeros) pasan una serie de procesos, con el objetivo de obtener partes pequeñas de plásticos para que sean más fáciles de usar y poder crear una nueva forma sin tener que alterar su composición química, la aplicación de este hace referencia al proceso de recolección, limpieza, fusión y transformación.

Es el más usado para la valorización de los residuos plásticos, incluye métodos de separación y clasificación para los plásticos mezclados, lo que les permite obtener materiales con menos cantidad de contaminantes, logrando productos de mayor calidad.

Para llevar a cabo este método se requiere tener muy claro la clasificación de los polímeros, algunos de estos son; polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (PEBD o LDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polipropileno (PP), entre otros.

Como señala Riisa (2024), los pasos a seguir en este método de reciclaje son:

- Clasificación: el primer paso consiste en la separación de polímeros por tipología, es decir, se clasifican por resina (HDPE, LDPE, LLDPE PP, etc.), color y forma (plásticos duros, bolsas, entre otros).

- Triturado: en este paso una vez clasificados los plásticos proceden a ser triturados por categorías separadas, para poder obtener pedazos pequeños y pasar a la siguiente etapa.
- Lavado: los fragmentos de plásticos son pasados por un proceso de lavado con el objetivo de eliminar impurezas y contaminantes restantes.
- Secado: debido a la etapa de lavado, los plásticos son sometidos al proceso de secado para eliminar la humedad, pasando por una maquina especial que les permite tener una humedad controlado entre el 3% y 5% para poder pasar a la última etapa.
- Extrusión: en esta última etapa, también llamada peletizacion, los residuos plásticos ya triturados, lavados y secos, son convertidos en pellet por medio de una máquina peletizadora que incluye un extrusor. El pellet es el producto final que será usado para nuevos productos.

Reciclaje químico

La empresa especializada en gestión ecoeficiente de residuos LEANpio (2022) señala que el reciclaje químico también llamado reciclaje terciario o conocido como despolimerización, consiste en la descomposición de los polímeros, es decir, la separación molecular de los plásticos para la obtención de sus componentes originales para poder crear nuevos productos químicos o polímeros que sean de alta calidad. Se emplean distintos procesos los cuales son el tratamiento químico y el tratamiento térmico.

De acuerdo con la empresa GB Inyectados, S.L (2024) se emplean un conjunto de productos químicos para poder facilitar la descomposición y transformación de los plásticos, entre los cuales encontramos los disolventes (metanol y etanol), los ácidos y bases fuertes (ácido sulfúrico y el hidróxido), y los catalizadores (platino, el níquel y cobre).

Tratamiento químico (proceso homogéneo)

En este proceso se utilizan distintos disolventes para la descomposición del plástico en moléculas más simples. Se pueden usar diferentes tipos de despolimerización que van de acuerdo al tipo de químico usado en los polímeros:

- Glicólisis: es el método más simple de despolimerización, el plástico es degradado en presencia de un glicol.

- Metanólisis: es la degradación del plástico por medio del metanol, lo que genera la formación del tereftalato y el glicol, lo cuales pueden ser usados para obtener PET virgen.
- Hidrólisis: se usa agua con el fin de descomponer las cadenas de poliéster del PET para obtener ácido tereftálico y etilenglicol.
- Amonólisis: es el proceso menos investigado, el cual consiste en la reacción del PET con el amoníaco en presencia del etileno.
- Alcohólisis: se descompone químicamente el plástico en presencia del alcohol.

Tratamiento térmico termólisis (proceso heterogéneo)

Proceso que busca romper los enlaces de los polímeros empleando altas temperaturas bajo características específicas.

- Pirólisis o craqueo térmico: se hace la descomposición del plástico en hidrocarburos por medio del calentamiento restringiendo el oxígeno.
- Gasificación: se aplican altas temperaturas con un nivel controlado de oxígeno y/o vapor.

El reciclaje químico es versátil, puede manejar una gran cantidad de plásticos al mismo tiempo incluyendo la multicapa y los contaminados, sus resultados generan altos estándares de calidad, de igual manera, por su gran cobertura aumenta los porcentajes de reciclaje.

Estas dos tecnologías son estrategias que trabajan en conjunto, ya que tienen un objetivo en común el cual es darle una nueva vida a los residuos convirtiéndolos en materias útiles reduciendo su impacto ambiental, de igual forma, promueven la circularidad de los residuos plásticos.

De acuerdo a la Asociación Mexicana de Bebidas (2023) en la industria del reciclado nacional, México se posiciona como líder de reciclaje PET en el continente americano, teniendo una tasa de recuperación de PET de 63%, encontrándose sobre Brasil (45%), Canadá (40%) y Estados Unidos (28%), según datos de ECOCE A.C (Ecología y Compromiso Empresarial), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En el ámbito internacional, se encuentra en tercer lugar bajo China y Alemania.

También mencionan que para llegar a estos resultados se creó la primera asociación civil ambiental ECOCE A.C. contribuyendo al acopio y registro de la cantidad de materiales reciclados. El avance del reciclaje en México ha sido muy notorio dado que al principio solo el 8% del total del material PET era reciclado.

De acuerdo al informe de la radiografía de la gestión y generación de residuos del Global Waste Index 2022 publicado por Sensoneo, realizado a 38 países pertenecientes a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), califico a México en el lugar 35, de acuerdo al informe presentado tiene una generación de residuos de 359 kg per cápita, con una tasa de reciclaje del 3.6%.

Tecnologías y Procesos de Reciclaje

Según Mora et al (2020) el reciclaje es una actividad económica que adquirió gran importancia debido a su contribución en la reducción de los RSU, ya que por el creciente consumo de la población ha generado problemas dentro de la sociedad y medio ambiente.

Citando a Padilla (2022) es un proceso que tiene como objetivo transformar los residuos en materias nuevas para la creación de nuevos productos. Existen diferentes tipos de procesos de reciclaje que van de acuerdo al tipo del material del residuo.

De acuerdo a lo mencionado por Patricia (2019) para iniciar los procesos es necesario determinar si los residuos pueden ser utilizados de nuevo o no, por lo cual se hace la separación que va conforme al tipo de material, la clasificación de los materiales ayuda a la disminución de costos en los procesos de reciclaje, maximizando el aprovechamiento de los residuos.

Como señala Valgroup (2023) los procesos de reciclaje tienen como objetivo obtener nueva materia prima o un producto y se pueden dividir en cuatro tipos:

Reciclaje primario o de extrusión

Consiste en la transformación de residuos plásticos en nuevos productos con propiedades físicas y químicas similares al original, es realizado con termoplásticos como PET (Polietileno Tereftalato) y PEAD, siendo las siglas en español del Polietileno de Alta Densidad. Este proceso se practica principalmente en plantas productoras de plásticos, los cuales contribuyen a la disminución de la demanda de las materias primas.

Reciclaje secundario o mecánico

Este proceso utiliza los productos de post consumo, los cuales son recuperados y procesados en un nuevo producto, sin tener la misma finalidad que el original, las técnicas utilizadas incluyen el

trabajo manual o la ayuda de máquinas. Se utiliza en la clasificación de residuos mezclados, así como en el reciclaje de plásticos.

Reciclaje terciario o químico

Este tipo de proceso consiste en procedimientos que modifican la estructura química de los materiales, sean orgánicos o no orgánicos. Este tipo de reciclaje se utiliza sobre los materiales que ya no pueden ser más procesados, tanto por el reciclaje primario y por el secundario, debido a la degradación del mismo.

Reciclaje cuaternario o energético

Este proceso tiene como fin el aprovechamiento energético de los residuos, se recupera la capacidad calorífica con el objetivo de usar la energía térmica que es liberada para la creación de nuevos productos, es decir, se usa como combustible para el reciclaje de energía.

Como señala Basani (2023) con el pasar de los años, los procesos de reciclaje han ido evolucionado y con ello las tecnologías, como los dispositivos que se usan en las plantas de reciclaje.

También Mora et al (2020) menciona que el uso de las tecnologías en los procesos interviene desde el principio, en donde inicia la separación de residuos, hasta la disposición final, entre estas tecnologías se pueden encontrar software, aplicaciones móviles, maquinarias, etc.

Según Alonso (2023) la aplicación de tecnologías permite eliminar las limitantes para la transformación de residuos y así dar paso al modelo de la economía circular, de igual manera fomenta la creación de nuevos empleos relacionados a los nuevos modelos de producción por la tecnología.

Los procesos de reciclaje han ido evolucionando junto con las tecnologías, iniciando desde la separación, recolección y disposición en rellenos sanitarios, el papel que juega la tecnología dentro de estos procesos está en los dispositivos usados para separar y recuperar residuos.

Por ejemplo, las plantas recicladoras con mejores tecnologías, como es el caso del estado de Querétaro quien cuenta con una planta separadora considerada como la más grande de América Latina, gracias a la gran tecnología que posee le permite procesar grandes cantidades de residuos al día.

Separación en la Fuente

La separación en la fuente es la práctica que es llevada a cabo en el lugar de origen de los residuos como lo son las casas habitación, las oficinas, escuelas, hoteles, restaurantes, etc. En la cual se dividen los materiales que pueden ser usados para reutilizar y reciclar, y los que no se pueden, señalando a estos como basura. Tiene como objetivo dignificar el trabajo de los encargados de reciclar, maximizar el material recuperado para un nuevo uso y contribuir al modelo de economía circular.

La separación es realizada de acuerdo al tipo de material, al proceso de reciclaje y a la gestión de RSU, sin perder de vista la tres erres. Llevar a cabo esta práctica permite que los materiales reutilizables y reciclables puedan ser clasificados de una forma más fácil acelerando su proceso, ya que se deben encontrar en un estado limpio y seco.

Para la realización del procedimiento de separación en la fuente hay cuatro grupos, los cuales son los orgánicos, los inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables y los de manejo especial y volumen. Los grupos inorgánicos son caracterizados por ser elementos no biodegradables o de descomposición lenta. De igual manera, utilizar contenedores diferenciados de acuerdo al tipo de residuo.

De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente (2015) emitió la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-024-AMBT-2013, ahora Ciudad de México, en donde en su apartado 6.1 se establecen los criterios para la separación de residuos para maximizar su aprovechamiento y valorización, estableciendo tres tipos de separación, los cuales son los siguientes:

Tabla 2 Separación primaria.

Consiste en clasificar los residuos en orgánicos e inorgánicos.

Residuos orgánicos	Residuos inorgánicos
Flores, pasto, hojarasca, restos de comida, cascara de fruta y verdura, cascara de huevo, restos de café y té, pan, tortillas, bagazo de frutas, huesos y productos cárnicos, etc.	Papel, cartón, plástico, vidrio, metales, ropa y textiles, maderas procesadas, envases multicapas, utensilios de cocina, residuos sanitarios, bolsas de frituras, calzado, otros.

Nota. La presente tabla plasma la separación primaria, el cual se divide en orgánico e inorgánico para tener un mejor conocimiento y pasar a siguientes tipos de separación.

Tabla 3. Separación primaria avanzada

Los residuos son separados desde la fuente en cinco grupos diferentes, para un mejor aprovechamiento y oportunidades económicas.

Grupos de separación	Materiales	Aprovechamientos o acciones
Residuos biodegradables que serán aprovechados	Residuos de jardinería (pasto, ramas, hojarasca, etc.) Residuos alimenticios: Restos de verduras y frutas, cascara de huevo, restos de café y té, filtros de papel de café y té, pan, tortillas, productos lácteos (sin recipientes), huesos.	Producción de: Alimento para animales Biogás Biofertilizantes Composta Fertilizantes orgánicos líquido Jabones Bio-combustibles
Residuos inorgánicos con potencial de reciclaje	Papel y cartón, plástico, vidrio, metales, ropa y textiles, maderas, envases multicapas.	Pulpa de papel y cartón, aglomerados, pellets, hojuelas, vidrio, productos metálicos, piezas metálicas varias, estopa.
Residuos inorgánicos de aprovechamiento limitado	Residuos sanitarios, pañuelos usados, papel de baño, preservativos, toallas sanitarias, cotonetes, curitas, pañales, plásticos de difícil aprovechamiento, plásticos con aditivos, celofán, entre otros.	Valorización energética (Co-procesamiento) Tratamiento térmico
Residuos de manejo especial y voluminoso	Grandes y pequeños electrodomésticos, equipos de informática y telecomunicaciones, aparatos electrónicos de consumo, aparatos de alumbrado, herramientas eléctricas y electrónicas, pilas y baterías, radiografías, colchones, muebles, máquinas expendedoras, llantas.	Reusó Extracción de materiales reciclables
Residuos peligrosos provenientes de fuentes distintas a los establecimientos comerciales, industriales o de servicios.	Aceite de motor, aceite lubricante gastado, destapa caños, quita sarro, medicamentos caducados para humanos o animales, explosivos (pirotecnia), lámparas fluorescentes, otros.	Entregar a los responsables autorizados por la SEMARNAT, o a través de programas que se establezcan.

Nota. Tabla de los grupos de separación primaria avanzada para lograr un mejor aprovechamiento, mostrando sus ejemplos.

Tabla 4. Separación secundaria

La separación secundaria ocurre en la fuente generadora o en las plantas de selección, los residuos inorgánicos con potencial de reciclaje mencionado en la separación primaria avanzada, se clasifiquen nuevamente para nuevas oportunidades de aprovechamiento.

Grupo de separación	Material	Aprovechamiento
Papel y cartón	Cajas y empaques de cartón, papel bond, cuadernos o libretas, libros, periódicos, revistas, papel de propaganda, cartulinas, directorios, folders, envases multicapa, tarjetas de cartón, otros.	Papel prensa Papel para embalaje Cartón ondulado o estucado Sacos de papel
Metales	Ferroso: Fierro, acero, hierro fundido, acero inoxidable No ferroso: Cobre, aluminio, estaño, plomo, zinc, níquel, cromo.	Fundición y elaboración de nuevos productos
Plásticos	PET, PEAD o HDPE, cloruro de polivinilo PVC, PEBD o LDPE, PP, poliestireno PS, Otros.	Nuevos productos plásticos, fibras, laminas, envases, muebles, vasos, señales luminosas, etc.
Vidrio	Vidrio cristalino Vidrio color: ámbar, verde Vidrio plano	Fabricación de perlas de vidrio, materia prima para azulejos, otros productos de vidrio.

Nota. Tabla de los grupos de separación secundaria, se centra a los residuos inorgánicos debido al gran posible aprovechamiento que poseen.

Según Paz (2022) en el informe publicado sobre Kenia Valderrama Díaz, curadora educativa del Museo Universum, Museo de las Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) respecto a la separación de residuos, plantea que el cuidado del ambiente no es una moda, sino que debe ser un estilo de vida, siendo el primer paso para el correcto procesamiento de nuestros desechos y de nuestra basura.

Planteando una serie de errores básicos que cometemos como ciudadanos, señalando que el primero es que generamos basura, en vez de separar revolvemos todo como, por ejemplo, los desperdicios de comida con papeles sanitarios. El segundo error menciona que es relacionado a nuestra actitud y el tercero, los conocimientos adquiridos conforme fuimos creciendo no son aplicados, solo son aprendidos.

Quintana Roo es un estado en el que la generación de residuos es alta, se promueve la separación de residuos por medio de acciones como lo son los programas de trueque y las campañas, sin embargo, los porcentajes de separación son bajos debido a la falta de cultura y conocimiento. Separar los residuos desde la fuente es muy importante debido a los grandes beneficios que trae para los procesos de reciclaje, además que permite la reutilización de materiales.

Innovación y Sostenibilidad en la Gestión de Residuos

De acuerdo con Vázquez (2024) combatir todos los desafíos que se presentan y tener una adecuada gestión de residuos conlleva implementar practicas sostenibles e innovadoras que vayan de la mano con el modelo de EC, aplicando las tres erres, reducir, reciclar y reutilizar. Algunas de estas prácticas son:

- La reutilización de residuos, es una práctica que contribuye directamente a la sostenibilidad.
- Reducir la generación de residuos, optando por productos reciclados.
- Separación de residuos y reciclaje.
- El compostaje.
- La participación activa por parte de la población en programas de reciclaje.
- El uso de tecnologías para convertir residuos en energía.

Según Cruz y Ojeda (2013) la generación de residuos ha originado un costo ambiental alto, dado que la naturaleza absorbe los residuos del consumo humano limitando su capacidad de abastecer recursos renovables demandados por la sociedad.

Actualmente la sostenibilidad ya no es considerada como una opción, sino como una necesidad, dado los problemas ambientales, trayendo una serie de beneficios como la preservación de recursos, la disminución de costos por la aplicación de estrategias sostenibles, generación de empleos, etc.

Como menciona López (2023) el reciclaje y la gestión sostenible es una práctica que empezó a crecer dentro de la producción, siendo un conjunto de vivencias para reducir el impacto ambiental de la reutilización, el reciclaje de materiales y el compostaje, reduciendo la necesidad de extracción de nuevos recursos materiales.

La implementación del reciclaje es crucial para lograr tener una gestión sostenible, dado que el objetivo de este es dar una segunda vida a los residuos hasta agotarlos, evitando el uso excesivo de vertederos o rellenos sanitarios, la incineración, contribuyendo a la conservación de los recursos naturales.

Plantea Vázquez (2024) que llevar a cabo prácticas sostenibles ocupa un papel importante, entre ellas la aplicación de tecnologías e innovaciones, dado que aportan sistemas inteligentes hasta enfoques que adoptan la economía circular. La valorización, con un enfoque innovador para convertir residuos en recursos útiles. Los beneficios de estas prácticas para empresas y comunidades son: ahorro de costos, mejora de la salud ambiental, ganancias económicas, impactos sociales positivos, etc.

Según Sirgo (2023) actualmente la innovación en la gestión de residuos toma crucial importancia, dado que es un factor vital para las empresas que tienen por objetivo ser más responsables y sostenibles. La aplicación del modelo de EC es una de las principales estrategias innovadoras, dado que se basa en la aplicación de las tres erres, en donde es necesario aplicar una cuarta erre, repasar o rediseñar. El uso de tecnologías innovadoras permite lograr objetivos más ambiciosos respecto a la gestión de residuos.

De acuerdo a National geographic (2019) la forma en que este diseñado un envase es crucial para poder determinar hasta el 80% del impacto que este puede tener en el ambiente. Los expertos se encargan de hacer a sus empresas más competitivas por medio de la innovación, en este sentido el uso del ecodiseño, tiene como propósito la sostenibilidad, reduciendo su impacto ambiental.

Para lograr dar la atención que es requerida a la sostenibilidad es necesario cambiar el modelo de economía lineal, el cual se centra en producir, usar y desechar, y dirigirse a la EC, ya que busca disminuir la cantidad de residuos acumulados, promoviendo la reutilización, el reciclaje y la reducción, generando un flujo productivo.

Tecnologías Emergentes en Reciclaje

De acuerdo con Romuno (2023) actualmente se producen más de 2,000 millones de toneladas de residuos por año en el mundo, la mayoría de estos residuos terminan en vertederos contaminando y liberando emisiones nocivas en el ecosistema local. Es un problema que se prevé no acabara pronto, en 2025 se estima un aumento de 3,400 millones de toneladas de residuos. Una de las mejores formas de aminorar el impacto medioambiental es introduciendo soluciones inteligentes y tecnológicas para la gestión de RS.

También Romuno (2023) menciona que la gestión inteligente de residuos apunta a los sistemas que utilizan la tecnología para tener procesos más eficientes, respetuosos con el medio ambiente y sostenibles.

En sus estudios señala Romuno (2023) que empresas innovadoras trabajan en nuevas e interesantes tecnologías de gestión de residuos, tecnologías que adoptan diversas formas, abordando diferentes problemas que afectan a la gestión de residuos. Algunas de las nuevas tecnologías en el mundo de la gestión de residuos son dirigidas a empresas, debido a que producen más residuos a comparación de los hogares. Se estima que el 75% del total residuos producidos son reciclables, lo cual generaría un impacto real en la contaminación, los vertederos y en el cambio climático.

Afirma Castro (2024a) que en el mercado global el reciclaje de chatarra se proyecta a un crecimiento del 4% en el periodo 2024-2029, para finales de 2024 se estima un alcance de 947,39 millones de toneladas recicladas. Este crecimiento se impulsa por la demanda de metales en diferentes sectores, de igual manera, por la adopción de prácticas de EC, la clave de este crecimiento ha sido la aplicación de tecnologías innovadoras, como la empresa SciAps quien introdujo instrumentos científicos avanzados para la identificación de metales en el reciclaje como analizadores, con tecnologías como Fluorescencia de Rayos-X y Espectroscopia de Plasma Inducida por Láser.

También destaca Castro (2024a) que en México el reciclaje de chatarra ha tomado gran significado, no solo por su aporte a la sustentabilidad, sino por la generación de 70 mil empleos, de manera directa e indirecta. La aplicación de tecnologías avanzadas no solo fomenta la eficiencia en la operación, igual facilita el camino a una industria más sostenible.

Según Castro (2024b) la NGR (Next Generation Recycling Machines) presento en Plastics Recycling LATAM nueva tecnología para el reciclaje del PET, P: REACT, destacándola como innovadora, obtiene resina de grado alimenticio de materiales de desecho posconsumo, basándose en el proceso de policondensación en estado líquido (LSP). Entre sus beneficios más significativos esta la eficiencia en la descontaminación, logrando disminuir los niveles de residuos químicos, consume menos energía y sus costos operativos son bajos, siendo una opción sostenible a diferencia de otros métodos.

Menciono Castro (2024c) que el fabricante de máquinas de reciclaje, Erema, lanzo su nueva máquina Intarema 2325, diseñada para el reciclaje de plásticos principalmente de poliolefinas, con capacidad de producción de más de 4,000 kilogramos permitiendo procesar grandes volúmenes de residuos plásticos. Cuenta con tecnología TVEplus y el sistema patentado Counter Current, asegurando la calidad del material reciclado.

Como señala Muñoz (2021) en el estado de Jalisco, el productor químico Indorama Ventures EcoMex, concluyo la ampliación de sus plantas de reciclaje PET, con el objetivo de procesar 30,000 M/toneladas de hojuelas PET al año, con apoyo de la tecnología avanzada para la clasificación a base de sensores llamada TOMRA Recycling, el cual consiste en obtener resultados puros para el procesamiento y reciclaje de plásticos. Se encarga de clasificar las botellas PET posconsumo, convirtiéndolas en hojuelas, resinas e hilos de poliéster.

El avance en la tecnología de conversión de residuos en energía (WTE), está basado en convertir residuos en energía por medio de diversos métodos, como la incineración y la gasificación, la WTE es un componente esencial para las tecnologías limpias, funciona como fuente de energía renovable y contribuye a la solución de la acumulación de residuos.

Según Novelo (2023) las tecnologías de reciclaje tienen gran relevancia en la ampliación del ciclo de vida de los materiales. Las técnicas de reciclaje usadas de circuito cerrado y reciclaje químico generan mayor impacto en la prolongación del ciclo de vida de los residuos, enfrentándose a desafíos como la calidad de los mismos, así como las técnicas de reciclaje que son utilizados. Ante esta situación las empresas desarrollan soluciones avanzadas que son apoyados por la despolimerización, el tratamiento químico y el reciclaje mecánico a través de tecnologías, permitiendo que se produzcan materiales de alta calidad y extendiendo su ciclo de vida reduciendo la dependencia de materias primas vírgenes.

Impacto Ambiental y Económico

Actualmente la generación de residuos ha ido en aumento por el crecimiento de la población presentando una mayor demanda de consumo, por lo cual las empresas se ven en la situación de aumentar sus números de producción. Dada esta situación, el impacto que produce al medio ambiente es negativo, por lo cual genera un impacto de la misma índole en la economía.

Entre las consecuencias ambientales causadas por la acumulación de residuos esta la generación de biogases entre ellos los gases de efecto invernadero. La emisión de los mismos genera olores muy desagradables, aumenta la temperatura a nivel global y provoca afectaciones en la salud humana.

Estos provienen de los sitios confinamiento de disposición final, como los rellenes sanitarios, los tiraderos al aire libre, vertederos, etc. Usados para impedir la dispersión de residuos y aislarlos de la sociedad. Sin embargo, presenta otras consecuencias como la contaminación de los suelos y cuerpos de agua, varios de los residuos depositados liberan líquidos llamados lixiviados por su descomposición.

Como plantea Pérez et al (2019) la mala disposición de RSU los convierte en contaminantes del suelo, agua y aire, la descomposición de los residuos orgánicos genera gases que provocan malos olores, teniendo impacto de manera negativa en el cambio climático. Añadiendo que el agua proveniente de la lluvia que se escurre a través de los depósitos de desechos se carga de sustancias orgánicas e inorgánicas terminando en los suelos y cuerpos de agua. Estos líquidos son llamados lixiviados responsables de provocar el desbalance del pH del medio ambiente.

La expansión o construcción de nuevos sitios de confinamiento provoca la destrucción de hábitats naturales, trayendo afectaciones a la fauna, ya que se ven obligadas a desplazarse hacia otras áreas, consumen residuos lo cual les puede provocar envenenamiento o desnutrición, la fauna marina también se ve afecta por el exceso de basura que llega a los ríos y mares. De igual manera, la quema de residuos produce emisiones tóxicas contaminando el aire y dañando la salud.

En la economía los residuos generan grandes costos de disposición, ya que es necesario la construcción de vertederos, así como su recolección y transporte hacia ellos. Este impacto es más notorio en las empresas, dado que tiene que aplicar costos por la eliminación de residuos.

La protección del ambiente y el desarrollo económico debería ser considerado como un objetivo primordial, tanto por empresas como la población. Aplicar una correcta gestión de residuos e implementar de manera adecuada el reciclaje genera grandes impactos positivos, ambientales y económicos.

El reciclaje ayuda a la reducción de residuos, los cuales son dirigidos a vertederos o solo se encuentran acumulados en diferentes áreas, implementa la eliminación adecuada de residuos y se encarga de darles una segunda vida hasta agotarlos.

Reduce la necesidad de extraer recursos naturales, dado que el reciclaje crea materiales con características similares a los ya existentes, pero con residuos, esta estrategia brinda beneficios grandes a empresas, ya que pueden adquirir materias primas a un menor precio.

Contribuyendo al ahorro de energía, dado que la producción de materiales reciclados requiere de un menos porcentaje de energía, por ejemplo, la producción con papel reciclaje del 60% menos que el papel nuevo.

Beneficios Económicos del Reciclaje

Según Flores (2023a) el reciclaje es una práctica muy importante en la sociedad, dado que promueve el cuidado del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales, ofrece diversos beneficios entre ellos encontramos los económicos, se puede considerar como una fuente de ingresos.

De acuerdo a lo planteado por Flores (2023a) entre sus principales beneficios encontramos la reducción de costos para las empresas, al llevar a cabo los procesos de reciclaje generan nuevos materiales, los cuales son adquiridos por las empresas como materias primas a un menor precio en lugar de materias vírgenes, contribuyendo al ahorro de energía ya que el procesamiento de los materiales reciclados requiere de menos energía a diferencia de los materiales vírgenes.

En ambos casos las empresas se ven beneficiadas debido a que genera una disminución en los gastos operativos. De igual manera ayuda a la reducción de costos asociados para la eliminación de residuos, al reciclar disminuye la cantidad de residuos que deben ser eliminados.

La reducción de gastos no solo se ve reflejado en las empresas, lo podemos ver de igual manera dentro de la sociedad, en los hogares llevar a la practica el reciclaje reduce la necesidad de consumir nuevos productos, así como hacer uso de materiales ya reciclados dado que tienen un menor costo.

De acuerdo con Ramírez (2023) dentro de esta gran estrategia que es el reciclaje, encontramos la creación de empleos como un gran beneficio para la sociedad, contribuyendo al crecimiento económico y ayudando a mejorar la calidad de vida de la población. Los procesos de reciclaje se componen de varias etapas, como es la recolección, clasificación, procesamiento, etc. Para poder llegar al producto final por lo cual se requiere gran cantidad de mano de obra.

El reciclaje está compuesto por múltiples beneficios que se pueden reflejar en varios aspectos, no solo ambientales, sino que también económicos, tanto para las empresas como para la sociedad brinda grandes oportunidades.

Educación y Concienciación Ciudadana

La educación y conciencia son dos pilares esenciales para lograr un cambio exitoso, contar con ciudadanía informada y comprometida, y llenar las ciudades de diversos hábitos relacionados a la educación ambiental, ofrece una base sostenible para tener sistemas de reciclaje eficientes, creando agentes de cambio que se hacen presentes desde sus hogares, sin la necesidad de alguna presión.

De acuerdo a Ramos (2023) la educación y concientización son ejes importantes en los que se puede accionar para promover una cultura de consumo responsable y la circularidad de los plásticos. En los ciudadanos recae la responsabilidad de crear la cultura de circularidad en donde cada acción realizada contribuye a disminuir la cantidad de plásticos en el ambiente, siendo separados y recuperados mediando procesos circulares. Es una labor donde todos los actores estamos involucrados, la industria, los gobiernos y la ciudadanía.

La conciencia y participación ciudadana es de gran importancia, tener acciones colectivas impulsa a tener una mejora. Tener una participación activa ayuda a la divulgación de información sobre las consecuencias que trae una mala gestión de residuos y el cómo se puede contribuir con acciones sostenibles, de igual manera, los cambios de comportamiento, pensamiento y hábitos tiene gran influencia a la hora de promover la reutilización, el reciclaje y la reducción.

Citando a Velez et al (2022) señalan la preocupación generada en los últimos siglos sobre el medio ambiente y su cuidado respecto a los RSU, sin embargo, no se había tomado ninguna acción para

su solución hasta este último siglo, en donde diversos sectores de la sociedad proponen y promueven la sostenibilidad ambiental. Impulsando la educación ambiental como un factor importante dentro de la formación para una ciudadanía ecológica.

La educación ambiental tiene un gran papel para el logro de una conciencia respecto a la relación entre el medio ambiente y la población, señalando el acto impacto de las acciones humanas para poder generar un cambio. Una de las acciones más significativas es el reciclaje, dado que a través de ello se puede lograr la reducción de residuos, el uso eficiente de recursos naturales, la disminución de la contaminación, etc.

Como opina Gaona (2016) la educación ambiental la señala como un proceso en el que se forma a las personas de manera permanente, por medio de una perspectiva ética, política y pedagógica, ofreciendo herramientas teóricas y prácticas para reformar actitudes y comportamientos de las relaciones socio-culturales que la sociedad tiene con el medio ambiente.

Las instituciones educativas están colocadas en una posición fundamental, al contar con los recursos y programas como los talles, proyectos, actividades, etc. Pueden inculcar sobre sus estudiantes la importancia de sus acciones para el cuidado del medio ambiente, aplicando las tres erres: reducir, reciclar y reutilizar.

De acuerdo a Flores (2023b) existen diversos proyectos educativos que han tenido un impacto significativo, entre estos proyectos encontramos Recicla y Transforma, el cual ha implementado actividades practicas con los estudiantes dejándoles conocimientos sobre la clasificación y reutilización de materiales, lo cual ha reducido en un 30% la generación de basura en un periodo de seis meses.

De igual manera, el proyecto EcoKids: Concientizando a la Juventud, está enfocada en llevar la educación ambiental a comunidades locales, realizando talleres en donde se involucren niños y adolescentes, trayendo un beneficio del aumento del 50% en la participación ciudadana.

2.2. Contextual

Países Líderes en Gestión de Residuos Sólidos Urbanos

Corea del Sur

De acuerdo a Vilet (2022) el Global Waste Index edición 2022, posiciona a Corea del Sur como el mejor país en la gestión de residuos con una tasa del 60.8% de reciclaje, con una generación de 400 kg per cápita destacando por su capacidad de reciclaje de los desechos orgánicos con un porcentaje del 95%. Esto le fue posible por su implementación de políticas públicas, en 2005 se prohibió el depósito de residuos de alimentos en los vertederos.

En 2013 se volvió obligatorio el reciclaje de alimentos, se elaboran fertilizantes, así como alimentos para animales, de igual manera son procesados por plantas para la obtención de biogás y aceite biológico.

Utilizan tecnologías para agilizar los procesos y les ayuda al registro de residuos que es depositada por los usuarios, como los contenedores inteligentes, en Corea se aplica la estrategia entre más residuos genere, más pagas al finalizar el mes.

Suiza

Como menciona Vilet (2022) Suiza está ubicada entre los países con mejor gestión de RS, recicla más del 30% de sus residuos, obtiene energía a través de la incineración de casi el 50% del total de sus residuos generados.

La población de este país tiene la obligación de separar sus residuos reciclables por categoría, de igual manera, por cada kilogramo de residuo no reciclable desechado deben de pagar, el incumplimiento de estas obligaciones genera multas de hasta 10 mil euros.

A pesar de contar con infraestructura y sistemas para el adecuado manejo, aún tienen ciertas deficiencias en el área, ya que la generación de residuos es más de 700 kg per cápita.

Dinamarca

También Vilet (2022) menciona que su tasa de reciclaje es de 35.6%, con una generación de residuos de 845 kg per cápita. País donde los municipios son responsables del manejo de sus residuos, contando con compañías privadas y especializadas para los procesos.

Manejan una jerarquía para el tratamiento de residuos: reutilización, incineración con recuperación energética y su depósito. Para lograr una adecuada gestión se habilitaron impuestos sobre los residuos que van de acuerdo a la manera en que son tratados.

- Impuesto alto, se aplican cuando se desecha el residuo sin darles un nuevo uso.
- Impuesto bajo, aplicado cuando optan por la incineración
- Exento, cuando practican la reutilización

Singapur

Es una zona superpoblada con más de 5.5 millones de personas. Han logrado mejoras en su gestión de residuos, implementando estrategias como los sistemas de incineración de residuos para el aprovechamiento energético, a diferencia de otras ciudades en donde la incineración es llevada a cabo sin un beneficio a cambio, generando problemas de contaminación.

Citando a Ruiz (2021) en Singapur se aplican diversos programas integrales de reciclaje, de educación ambiental y reducción de residuos de envases, teniendo como meta de reciclaje para el 2030 el 70% del total de sus residuos.

Milán

Con una población alrededor de 1,300,000 habitantes, cuenta con sistemas intensivos de separación de los residuos orgánicos, los cuales ocupan el 30% del total. Anualmente se hace una recolección de aproximadamente 91 kg de residuos orgánicos per cápita que son recuperados a través del método de compostaje, reduciendo la cantidad dirigida a vertederos y la de emisión de gases de efecto invernadero.

Eslovenia

De acuerdo con López (2022) se comprometieron con la gestión avanzada de residuos, maximizando el reciclaje, la reducción, mejoras en la educación y en general, consiguiendo tener una de las tasas de recogida y reciclaje de residuos en Europa, con más del 60%.

Entre sus estrategias implementaron la prohibición del uso de vehículos en la zona central de la ciudad. Por medio de la empresa encargada de los procesos Snaga, promueven información para la reutilización y el consumo de manera consciente, obteniendo resultado en el aumento de re

materiales recuperados por persona y disminuyendo los residuos que son depositados en rellenos sanitarios.

San Francisco

Ciudad sostenible en Estados Unidos, recicla el 80% del total de sus residuos, mediante la implementación de diversos programas, por ejemplo, basura cero teniendo por objetivo desviar los residuos de los vertederos y la incineración, lo que les ha dado grandes resultados. Fue de las primeras ciudades en prohibir las bolsas de plásticos, así como las botellas de plástico en propiedades públicos.

Según Ruiz (2021) se aplican incentivos a personas y empresas por desecho de los residuos no reciclables, ayudando a que los ciudadanos se vuelvan más conscientes a la hora de consumir. De igual manera programas educativos ambientales y sistemas de reciclaje inteligentes. Por su enfoque de gestión integral y la combinación de estrategias, San Francisco se volvió y sigue siendo y modelo a seguir para el adecuado manejo de residuos.

Estudios de Caso

Querétaro

Como menciona Cortinas (2022) destaca por sus estrategias innovadoras y por ser pionero en la transición a la EC. El estado Querétaro fue el primero en publicar su propia Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos, tiempo después emitió una nueva ley a la que asocian a la regulación europea sobre los residuos, está es la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Querétaro, la cual deja sin efectos a la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Querétaro.

De acuerdo con Estrella (2025) en Querétaro se desarrolló el Sistema de Economía Circular de Querétaro (SECQ), el cual ha logrado desarrollar 373 iniciativas lo cual genero un ahorro de 1,173 mdp anuales, está conformada por un total de 279 empresas y 41 instituciones. Este sistema ha generado una reducción de 449,000 toneladas de residuos equivalentes a lo que generan 1.2 millones de personas. Los resultados que obtuvo en 2023 fueron:

- Ahorro de 591 millones de pesos.
- Reducción de 125 mil toneladas de residuos

- Ahorro de 2 millones 366 mil metros cúbicos de agua
- Reducción de 681 mil toneladas de CO2

Señala Estrella (2023) que a principios del 2024 se implementó una plataforma llamada Sistema estatal de información en materia de gestión integral y economía circular de los residuos (SIREQ) para llevar un control de los residuos de manejo especial y residuos sólidos urbanos que son generados en los municipios.

Este software buscar dar trazabilidad y seguimiento en el manejo de residuos, asegurando la responsabilidad en la gestión de los mismos de acuerdo a la normativa establecida en el estado, se plantea como una ayuda a los generados de residuos y está dirigida a los prestadores de servicios ambientales.

Se busca identificar que se recolecta, donde está siendo recolectada, lo que se puede aprovechar y donde es depositado lo que no, así como quien los produce y transporta, promoviendo la circularidad de los residuos.

La información recadaba a través de esta plataforma pretender ser utilizada por la dependencia a cargo para generar políticas estratégicas y tener un inventario de los residuos, de igual manera, será de ayuda para la secretaria de Finanzas para la aplicación de impuestos ambientales.

De acuerdo con Nava (2020) Querétaro cuenta con la planta separadora de residuos más grande de América Latina, construida en 2018 con la mejor tecnología, teniendo la capacidad de procesar alrededor de 1,200 toneladas de residuos por día en un total de 14 horas de trabajo.

Realiza el tratamiento de residuos orgánicos por medio de biodigestores generando abono natural, los residuos orgánicos son seleccionados para su comercio o para su aprovechamiento energético. El tratamiento de residuos incremento aproximadamente un 15% en el 2023 en los meses de enero-noviembre, de igual manera del 27.1% aumento a 42.11%% de aprovechamiento debido a las mejoras que se realizaron en la planta. Del total de residuos valorizados al año, gran parte es usado como combustible verde.

Pachuca, Hidalgo

De acuerdo con Ceballos et al (2022) el municipio de Pachuca, de acuerdo a datos del INEGI 2020 se consideraba como la ciudad que más RSU generaba del estado de Hidalgo, la gestión de estos está basado en un sistema concesionado debido a los altos costos de recolección y transferencia que conllevan, se concesionan a empresas privadas como TecMed y Tandem Ride.

Estas empresas se encargan de recolectar y separar los residuos, hacen uso de grandes maquinarias para dividirlos por PET, aluminio, plástico, etc. Siendo estos valorizados en diferentes precios, los residuos que no se separan son depositados en el relleno sanitario municipal.

También Ceballos et al (2022) mencionan que se realiza el aprovechamiento de biogás, dado que junto al relleno sanitario municipal se ubica una planta de producción de energía eléctrica, que utiliza aproximadamente 4,800 toneladas métricas de metano anual lo cual reduce la emisión de gases de efecto invernadero.

Esta acción trajo consigo grandes impactos ambientales y económicos, un claro ejemplo es el ahorro económico del alumbrado público de Pachuca por el uso de energía eléctrica producida por la planta, se disminuyó el 10% del gasto equivalente a un total de \$1,367,000. Sin embargo, es considerado como un subproducto de los residuos sólidos urbanos, debido a que se requiere de muchas toneladas confinadas por cierto tiempo para que se pueda generar el gas.

Ciudad de México

Esta entidad se considera entre las más productoras de residuos en el país por lo cual se han implementado diversas acciones para combatir esta problemática y dirigirse hacia una economía circular. Los residuos en la ciudad de México son depositados fuera de él, en el estado de México y Morelos.

Algunas de las acciones son:

Mejoramiento en su marco normativo

Las políticas son establecidas con enfoque a la EC, en donde se encuentran estrategias y acciones para la gestión integral de los residuos, encontramos leyes, reglamentos y normas actualizadas, trabajando en conjunto de la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) desarrollo instrumentos para acelerar la transición a la EC, entre ellos el:

Programa de Gestión Integral de Residuos para la Ciudad de México (PGIR) 2021-2025.

Este programa establece las estrategias para la adecuada gestión de residuos, de igual forma, las metas y acciones de los actores que participan, alineado con los Programas de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM), el Plan de Acción Basura Cero, Hacia una Economía Circular y la Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad (ECUSBE-CDMX) e involucra 3 actores principales el gobierno, el sector privado y la ciudadanía.

Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México

Es publicada de forma anual, considerada clave ya que proporciona información segura y actualizada sobre los residuos generados y como son manejados en toda la entidad, creada con ayuda de todos los gobiernos. Contribuye a saber la situación a la que se enfrentan y si hay mejoría o no en el tema, así como a saber si los programas en los que se invierten están siendo viables.

Plan de Acción Basura Cero

La Jefatura de Gobierno de ciudad de México (2019) público que, en la ciudad de México, tomando un camino más sostenible, se emitió el Plan de Acción Basura Cero, hacia una economía circular el cual consiste en implementar estrategias para la reducción de RSU, con el cual para 2024 se ahorrarán 8 mil 500 millones de pesos. El Gobierno destino 300 millones de pesos para infraestructura para el aprovechamiento de RS, con el objetivo de disminuir los residuos que son enviados a los rellenos sanitarios. La Secretaría de Medio Ambiente trabajará en estrategias basadas en cultura ambiental y aprovechamiento.

Líneas estratégicas presentadas para Basura Cero:

- Reducir el volumen de residuos.
- Regulación para reducir los productos que sean de un solo uso.
- Manejo adecuado de residuos.
- Mejora de infraestructura.
- Aprovechamiento.
- Impulso al empleo.
- Cultura Ambiental.
- Cambio climático: reducción del 73% de emisiones contaminantes.

Mercado de trueque

Este programa se empezó a implementar en el 2012 con el fin de demostrar a la sociedad el valor de los residuos que ellos consideran basura, el beneficio que pueden obtener a través de la correcta separación y el impacto que puede traer de manera positiva en el medio ambiente y en su salud.

El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM) 2021-2030 y Estrategia de Acción Climática (ELAC) 2021-2050. Fueron implementados bajo un enfoque de economía circular, con el objetivo de reducir los gases de efecto invernadero ocasionados por el inadecuado manejo de los residuos. De igual manera cuenta con una Estación de Transferencia y Planta de Selección para Reciclaje y Aprovechamiento de Residuos Sólidos Urbanos.

De acuerdo a la Secretaría del Medio Ambiente (2023) debido a la implementación de diversas acciones Ciudad de México logro reducir la cantidad de residuos que eran depositados en los rellenos sanitarios. Antes del 2019 se depositaban más de 8 mil toneladas de residuos diarios en los rellenos y los residuos de construcción y demolición (RCD) eran depositados en áreas de valor ambiental.

Su mayor estrategia llamada Plan de Acción Basura Cero, hacia una Economía Circular logro reducir gran cantidad de residuos sólidos, en 2018 más de 8 mil toneladas eran depositadas en los rellenos, sin embargo, en 2022 redujeron a 6 mil toneladas.

También la Secretaría del Medio Ambiente (2023) menciona que los residuos de construcción y demolición se implementó un programa de recolección bajo la modalidad de limpieza de campamentos de resguardo 2023 con las acciones del Plan de Acción Basura Cero con el cual se lograron reciclar más de 28,999 toneladas.

El reciclaje de los RCD permite crear agregados de concreto reciclado lo cual disminuye la extracción de materias como gravas y arcillas, dirigiendo así el camino hacia la EC.

Tlaxcala

El Congreso del Estado de Tlaxcala (2023) como iniciativa gubernamental expidió la Ley de Residuos Sólidos del Estado, de acuerdo a su contenido busca darles un adecuado manejo a los residuos para evitar la contaminación del aire, agua y suelo reduciendo su impacto en la sociedad

y el medio ambiente, de igual manera establece que los municipios serán encargados de realizar la gestión integral de sus residuos.

Esta ley busca crear una cultura ambiental en la sociedad, hacer un cambio de mentalidad sobre la manera en la que generan y manejan sus residuos, dirigida principalmente al desarrollo sostenible y promover la EC, la cual entraría en vigor a más tardar mediados de 2025.

De acuerdo con Zempoalteca (2022) la Ley de Protección al Ambiente y el Desarrollo Sostenible publicada en 2022 estableció un límite para dejar de producir plásticos de un solo uso en el estado siendo el 1 de enero de 2024, para combatir el cambio climático por lo que se implementó el programa técnico ambiental por el gobierno para presentar medios alternativos durante esta transición.

Como señala Espinoza (2024) en Tlaxcala se ubica la segunda fábrica de reciclaje de desechos textiles más grande, principalmente especializada en el algodón, al mes recicla alrededor de 800 mil toneladas, recibe residuos de los estados cercanos como Guanajuato y Puebla, cada kilo que es reciclaje es equivalente a 1992 litros de agua ahorrados.

Esta fábrica contribuye de manera favorecedora al modelo de EC, crea ciclos de vida en los residuos por su transformación en nuevos productos que son útiles como trapeadores, jergas, ropas, accesorios, etc. y fomenta la sostenibilidad teniendo gran impacto en los recursos hídricos, así como en la economía.

Monterrey, Nuevo León

De acuerdo a lo mencionado por Pérez et al (2019) la zona metropolitana de la ciudad de Monterrey, Nuevo León, se considera como pionero en la valorización energética del metano que es producido en el relleno sanitario. El Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (Simeprode) del estado de Nuevo León junto con la empresa Bioenergía de Nuevo León, S.A. (Benlesa) construyó una planta de generación de energía eléctrica en 2003, con la capacidad de 7.42 MW.h, la cual aumentó hasta 20.8 MW.h en 2015. La energía obtenida a través de la planta es dirigida a las oficinas del gobierno, así como al alumbrado público y a servicios públicos como el metro de la ciudad.

Chetumal

Como menciona Leon (2016) en 2003 la gestión de los RSU empezó a incluir a la sociedad, empresas y asociaciones como los volqueteros, se implementaron programas para la limpieza del basurero, de educación y conciencia ambiental, entre ellos está el Municipio Limpio, en el cual la participación ciudadana fue de gran importancia.

Según León-López et al (2018) Chetumal fue propuesta como una ciudad con potencial debido a el área natural que se encuentra a su alrededor y al puerto y aeropuerto que posee, de igual manera, destaca por su ubicación dado que la bahía divide la frontera de la república mexicana y Belice. La bahía se encuentra entre las diez áreas protegidas del estado, llamado santuario del manatí.

De acuerdo con León-López et al (2020) Chetumal es la capital del estado de Quintana Roo, quien a sus inicios su economía se establecía en la producción de chicle y maderas, sin embargo, con el pasar de los años y la evolución de la economía del estado que se enfocó al turismo principalmente al norte, se empezó a considerar como un área turística.

Es una zona que con el pasar de los años, ser la capital y área turística empezó a tener un gran crecimiento poblacional y a urbanizarse, la construcción de hoteles, la creación de nuevas empresas tanto grandes como pequeñas, remodelaciones, etc. Lo cual generó un mayor consumo y grandes demandas de producción trayendo consecuencias sanitarias como la alta generación de residuos en la ciudad, originando la necesidad de la construcción de un vertedero.

Ante esta situación se ha tenido que enfrentar a diversas circunstancias debido a la falta de servicios de limpieza y a la participación ciudadana, como los problemas de contaminación afectando al patrimonio, y la obstrucción de alcantarillas por desechos, lo cual durante años ha sido un gran problema en la ciudad durante la temporada de lluvias.

Años después surgió el programa Reciclando Basura Por Alimentos (2011-2016), el cual fue una de las principales estrategias para impulsar el reciclaje, debido a la gran participación de la sociedad, sin embargo, el involucramiento del gobierno no fue suficiente para seguir desarrollando de manera eficiente estos programas.

De acuerdo con Cortes y Lomas (2012) el manejo de los RSU en la ciudad de Chetumal es: barrido (limpia), recolección, transporte y disposición final.

- a) Barrido (limpia). Son los servicios públicos que se brindan para mantener la limpieza de diversas zonas, como los parques, la vía pública, los jardines, etc. Esta actividad es realizada por los barrenderos de manera diaria dividido por zonas y grupos, en horarios de madrugada el cual este sujeto a cambios.
- b) Recolección. Actividad que se realiza desde donde son depositados los residuos, a cargo del personal junto al equipo necesario y disponible, para esto se usa el método de parada fijada que consiste en establecerse en las esquinas de las calles en las que transitan y anunciarse por medio de sonidos para que las personas entreguen sus residuos hasta terminar su ruta.
- c) Transporte. Después del servicio de recolección los encargados dirigen los residuos hacia tratamiento o a el lugar de disposición final.
- d) Disposición final.

A pesar del poco recurso que es dirigido a la gestión de RSU, han tenido un buen manejo dentro de sus posibilidades implementado programas para la sensibilización de la población, sin embargo, la generación y acumulación de residuos es notoria en la ciudad, la cual sigue aumentando, dado que no se cuentan con sistemas establecidos de separación en los hogares y de aprovechamiento, sino que el manejo solo consiste en recolectar y disponer en el relleno sanitario.

Como se menciona, la inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos ha impedido que en la ciudad de Chetumal se logre en caminar a una economía circular, dado que los principios de este son la reducción, reutilización y aprovechamiento de los residuos, reincorporándolos en los ciclos productivos, sin embargo, el sistema de manejo aplicado en esta área no contribuye a ninguno de los principios mencionados anteriormente.

Mencionan Cano-Godoy y Arriaga (2023) que, de acuerdo a entrevistas realizadas a un porcentaje de la ciudad de Chetumal, la mayoría realiza prácticas de separación, sin embargo, señalan una limitante que se trata del manejo del camión que recolecta la basura, la baja eficiencia del servicio es una de las razones por las cuales las personas no realizan la separación adecuada.

De acuerdo con Castilla (2023) Chetumal cuenta con un tiradero a cielo abierto ubicado en la periferia de calderitas, el cual no cumple con las normas mexicanas referentes a la protección ambiental. El director general de Servicios Públicos señalo que les es imposible cumplir al 100% con las normas establecidas por la ley para los vertederos, ya que requiere un saneamiento total y

una reubicación, lo cual es muy costosa, sin embargo, tratan de cumplir con el mayor porcentaje de normas.

En 2022 las autoridades realizaron un presupuesto para lograr un saneamiento total del área, así como la instalación de una planta de tratamiento, lo cual tendría un costo de más de 120 millones de pesos, dado los bajos recursos del ayuntamiento no se ejecutó.

De igual forma, Castilla (2023) indico que actualmente en el vertedero no se acepta la disposición de llantas ni vidrios, sino que se adaptaron otras zonas para su depósito y evitar que se mezclen con los demás residuos. Así mismo, menciono que se trabaja de manera constante para lograr la limpieza total y se cuida que los líquidos lixiviados no lleguen al subsuelo ya que tienen una zona para estos residuos. Y para el mejor aprovechamiento del espacio de tiro de residuos se habilitaron zonas de acceso para los camiones encargados de la recolección.

2.3. Legal

El presente apartado busca analizar el marco legal que regula la gestión de RSU de manera nacional, estatal y municipal. Se examinarán las leyes, reglamentos y normas que establecen los principios y criterios de la gestión de residuos, como las formas adecuadas de separación, tratamiento y valorización. Es importante comprender los alcances y limitaciones de las normas, así como la vigencia.

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos [LGPGIR] (2003).

De acuerdo con la Cámara de Diputados (2003) es considerada como la ley máxima que existe en México respecto al manejo adecuado de residuos, plantea que toda persona tiene el derecho a habitar en zonas ambientales sanas y seguras, de igual manera, busca promover el desarrollo sustentable.

En cuanto a los residuos, su contenido estipula la subclasificación de estos, siendo orgánicos e inorgánicos facilitando la separación primaria y secundaria de acuerdo a lo estipulado en los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

La clasificación de los RSU y los residuos de manejo especial, se encuentran sujetos a planes de manejo regidos por las normas oficiales mexicanas. Dichas normas, de carácter obligatorio,

establecen los criterios técnicos y los listados específicos para cada tipo de residuo, garantizando una clasificación precisa y uniforme en todo el territorio nacional

- Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (2006).

De acuerdo con la Cámara de Diputados (2006) en el presente ordenamiento se encuentran disposiciones normativas que desarrollan los principios y objetivos que se establecen en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), tiene como finalidad regular las actividades que se relacionan con los residuos, como lo son la generación, el manejo, el tratamiento y su disposición final.

- Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo (2019).

El Poder Legislativo del Estado de Quintana Roo (2019) señala que esta ley tiene como objetivo la regularización de la gestión de RSU en el estado de Quintana Roo con un enfoque sustentable, busca la implementación de prácticas responsables para la reducción de residuo, fomentando la reutilización y reciclaje impulsando la EC para disminuir el impacto ambiental. De igual manera, establece las sanciones para aquellos que incumplan la ley.

De acuerdo al artículo 7 de la ley mencionada, los principales objetivos son:

1. Desarrollo sustentable y la consolidación de una economía circular
2. Fomentar el aprovechamiento de los residuos
3. La prevención de contaminación de sitios a causa de los residuos
4. Prioridad a actuación de prevención y reducción
5. Inversión pública, privada o en conjunto, para la implementación de tecnologías sostenibles.

- Reglamento de la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo (2022).

El Poder Legislativo del Estado de Quintana Roo (2022a) en este reglamento establece las bases para la aplicación de la responsabilidad de productores, importadores y otros que se encuentren involucrados en la generación de productos que se convierten en residuos, con el objetivo de alcanzar las metas de recolección y recuperación a corto, mediano y largo plazo. De igual forma,

regula la gestión de los residuos de mayor prioridad, como los plásticos de un solo uso, los electrónicos y los de manejo especial.

- Reglamento de la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo en materia de Responsabilidad Extendida (2022).

Como señala el Poder Legislativo del Estado de Quintana Roo (2022b) este reglamento fue publicado en 2022, estableciendo las bases de la responsabilidad extendida para los exportadores y distribuidores de productos prioritarios y se cumpla con lo dispuesto en la ley.

- Ley del equilibrio ecológico y la protección al ambiente del estado de Quintana Roo (2001).

De acuerdo con el Poder Legislativo del Estado de Quintana Roo (2001) esta ley tiene por objeto impulsar el desarrollo sustentable, así como regular las acciones dirigidas a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, a través de bases para preservar, restaurar y proteger el medio ambiente. De igual manera, la regulación de sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo y disposición final de los residuos.

La implementación de la mencionada ley es clave para el estado, gran parte de la economía depende del turismo, lo cual se encuentra ligado a la riqueza de los recursos naturales que se poseen.

- Reglamento de equilibrio ecológico y protección al ambiente para el municipio de Othón P. Blanco

El Ayuntamiento de Othón P. Blanco (2008) publico este reglamento en donde se establecen las normas para la preservación y restauración del medio ambiente del municipio de Othón P. Blanco, define las sanciones aplicadas por incumplimiento. Busca promover la participación ciudadana en los temas ambientales asegurando un desarrollo sostenible para la sociedad.

- Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

NOM-083-SEMARNAT-2003

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2004) el objetivo de esta Norma es establecer especificaciones sobre la selección del sitio, el diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de RSU y de manejo especial.

Busca que estas especificaciones se lleven a cabo de acuerdo a los lineamientos técnicos, garantizando la protección del medio ambiente y el equilibrio ecológico, la reducción de la contaminación provocada por la inadecuada disposición de los RSU y de manejo especial y la protección de la salud pública en general.

NOM-098-SEMARNAT-2002

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2004) publico la presente norma, que tiene como objetivo la protección de la salud humana y el medio ambiente, establece los límites máximos en cuanto a la emisión de contaminantes, de igual manera, las especificaciones de operación para las instalaciones de incineración de residuos.

Se aplica sobre todo el territorio mexicano y no es aplicada sobre la incineración de residuos radioactivos, para estos se aplicará lo indicado por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-024-AMBT-2013

Establece las especificaciones para las técnicas de separación, clasificación y almacenamiento de los RS generados en hogares, comercios, oficinas y otros establecimientos ubicados en la Ciudad de México, con el fin de fomentar la gestión integral de los residuos.

Capítulo 3. Metodología

3.1 Enfoque

Para el logro de los objetivos establecidos se optó por un estudio con enfoque cualitativo, dado que el presente proyecto está centrado en interpretar y comprender las experiencias sociales en torno a la situación, y en recopilar información acerca de los RSU y su gestión, para realizar la propuesta de alguna solución. El periodo de análisis abarcado fue del mes de agosto 2024 al mes de febrero 2025, se trabajó junto con la residencia y la materia de taller de investigación II.

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva, se centra en recopilar de información sin ser manipulada con el objetivo de presentarla ante alguna situación planteada. En este trabajo se aplica como un proceso en el que se definió el tema, se recolecto información y datos para ser analizados e

interpretados, se buscó obtener información detallada pudiendo ser conceptos, opiniones o experiencias sobre la situación planteada centrándonos principalmente en la gestión de los RSU, como son manejados, los procesos, quien los genera, entre otros aspectos para ser analizados. Las bibliografías utilizadas para la elaboración de este trabajo abarcaron los años 2020-2024.

3.3 Sujetos de estudio

La investigación se realizó en la ciudad de Chetumal perteneciente al municipio de Othón P. Blanco del estado de Quintana Roo. La presente investigación está dirigida a la ciudadanía que habita la zona, debido a que la generación de RSU son consecuencia de las actividades humanas diarias, todas las personas tienen el potencial de generar basura sea en mayor o menor cantidad, varía según los hábitos, el estilo de vida que lleven y las actividades económicas a la que se dediquen, pudiendo ser residuos domésticos, comerciales y de servicios, incluyendo la basura que es tirada en las calles, en general, todos contribuyen a la generación de residuos.

3.4 Técnica de investigación

La técnica usada es la investigación documental, esta técnica se basa en la recopilación, revisión y análisis de fuentes documentales, pudiendo ser escritas, audiovisuales u orales, como los libros, revistas, periódicos, artículos, grabaciones, etc. Se realizó la consulta de diversas fuentes como las páginas web, tesis, artículos y revistas para recopilar toda la información disponible con el fin de analizarla, obteniendo una mejor comprensión acerca de las experiencias, opiniones y perspectivas en relación al tema, permitiendo presentar soluciones para lograr cambios con impactos positivos en el medio ambiente y en la sociedad, dirigiéndose a un modelo circular.

Capítulo 4. Resultados

4.1. Análisis de la información recabada

La EC es un modelo que busca la reducción y valorización de los residuos, y prolongar su vida útil introduciéndolos en los ciclos de producción para ser rediseñados y mantener la economía activa. Teniendo como principio mejorar el uso de los recursos naturales.

La transición a la EC depende de muchos factores debido a la generación excesiva que existe actualmente, siendo la gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos el punto de partida para lograr el cambio hacia este modelo económico.

Los residuos sólidos urbanos son desechos que se originan en los hogares, comercios, instituciones, etc. Provenientes de los productos consumidos como los envoltorios, el cartón o botellas de PET. El principal problema de la actual acumulación de residuos es el consumismo y la falta de conciencia en el correcto manejo.

Ante esta situación los gobiernos se vieron en la obligación de implementar diversas estrategias como combatir esta problemática, se empezaron a crear campañas de sensibilización para hacer conciencia respecto a la generación consciente de residuos, al igual que se crearon diversos programas de trueque en donde la población intercambiaba residuos correctamente separación por productos de la canasta básica.

Así mismo se empezaron a utilizar tecnologías en la construcción de plantas recicladoras y a traer tecnologías nuevas del extranjero. En cuanto a las leyes, en el país se empezaron a actualizar las leyes con las que contaban sobre el tema y a crear nuevas leyes con más especificación.

La conciencia ciudadana es crucial para iniciar el cambio, el estar informados ayuda a crear practicas sostenibles volviéndose hábitos, lo cual impulsa a generar una cultura de consumo responsable, de igual manera, tener conocimiento ayuda a promover la separación desde la fuente siendo esto un factor importante dentro de los procesos de recicla y reutilización.

El impacto ambiental y económico al llevar a cabo la gestión de los RSU son muy significativos y notorios. La contaminación de aire, agua y suelo reduce, así como las emisiones de gases de efecto invernadero, la destrucción de áreas naturales se detienen y se conservan los recursos naturales.

Los beneficios económicos que se podrían obtener son la fuente de ingresos, reducción de costos en las empresas y generación de empleos.

Los estudios de caso sobre las acciones que se promueven en otros estados para lograr la transición hacia la economía circular señalan similitudes entre las prácticas aplicadas, a pesar de las diferencias que presentan han tenido resultados significantes, entre ellas:

El marco normativo

Las entidades han desarrollado sus propias leyes y reglamentos con más especificaciones para promover la gestión integral de los residuos a pesar de contar con las establecidas por el gobierno del país.

Destacando a Querétaro y la Ciudad de México por el contrario con leyes sólidas en cuanto a la gestión de los residuos sólidos.

Infraestructura

Varios estados han invertido una significativa cifra en la construcción de plantas de reciclaje y separación agregándoles las mejores tecnologías para un mejor desempeño, demostrando su compromiso en el tema.

Querétaro cuenta con una planta para separar residuos en gran magnitud agregando que implementados sistemas digitales y la Ciudad de México ha invertido en plantas para el manejo de residuos, como recicladoras.

Enfoque

Cada uno de ellos está dirigido a la reducción y valorización de los residuos, así como promover la separación en la fuente y la cultura ambiental.

Un gran ejemplo es la Ciudad de México programas como los mercados de trueque o basura cero para impulsar la participación ciudadana.

Sector privado

Es notorio en algunos estados que la colaboración con empresas privadas es necesaria para lograr tener éxito.

En Pachuca la recolección de basura es realizada por medio de concesiones en empresas privadas y en Querétaro el Sistema de Economía Circular de Querétaro (SECQ) está conformado por una gran cantidad de empresas y organizaciones.

Aprovechamiento energético

Los estados de Pachuca y Querétaro han obtenido grandes beneficios debido a sus plantas de para el aprovechamiento del biogás, energía que es dirigida a las áreas públicas ahorrando cantidades de dinero en energía eléctrica. Un desafío para el estado de Pachuca en este aspecto en la dependencia de grandes cantidades de residuos para la generación de biogás.

Las iniciativas en estos estados para lograr una economía circular muestran un avance significativo en cuanto al manejo de los residuos y su aprovechamiento. La ciudad de Chetumal a pesar de contar con potencial turístico y ser la capital del estado de Quintana Roo tiene una gran problemática con el manejo de los RSU. La generación excesiva se debe al crecimiento acelerado de la población y la actividad económica.

La falta de infraestructura, en otros municipios del estado se cuentan plantas de separación de RSU, sin embargo, debido a los bajos recursos con los que cuenta el municipio no les es posibles invertir en la construcción de plantan para el manejo de los residuos.

De igual forma, la baja participación ciudadana que a pesar de los programas implementados no se han logrado los resultados esperados, evitando así las prácticas de separación. La falta de compromiso de las autoridades en estas actividades o mejorar los sistemas de recolección han sido una limitante al cambio.

4.2. Resultados

De acuerdo a la investigación y al análisis de estudios realizados, se presentan los resultados encontrados respecto al manejo de los residuos sólidos urbanos de manera internacional, nacional y local, las acciones promovidas para lograr una adecuada gestión de los RSU logrando una transición a la economía circular. Se tomaron datos de casos presentados de algunos países y estados para lograr hacer una comparativa y ver que posibles soluciones se pueden proponer para la ciudad de Chetumal, de igual manera se presenta la situación actual de los residuos y la infraestructura con la que cuenta, siendo los datos a continuación:

Tabla 5. Acciones para la gestión de RSU internacional.

Acciones para la gestión de RSU internacional		
País	Acciones	Resultados
Corea del Sur	Implementación de políticas públicas. Prohibición del depósito de residuos de alimentos en los vertederos en 2005. Reciclaje de alimentos de manera obligatoria en 2013. Uso de tecnologías para agilizar los procesos. Sistemas de registro de residuos depositados por usuarios (contenedores inteligentes). Pago por la cantidad de residuos generados cada mes.	• Tasa del 60.8% de reciclaje. • Reciclaje del 95% de sus residuos inorgánicos. • Elaboración de fertilizantes • Obtención de aceite biológico
Suiza	La población está obligada a separar sus residuos por categoría. Por cada kg no reciclado deben pagar una multa de hasta 10 mil euros. Incineración del 50% de sus residuos.	• Reciclan más del 30% de sus residuos. • Obtención de energía.
Dinamarca	Los municipios son responsables del manejo de sus propios residuos. Se habilitaron impuestos para estimular la gestión de residuos. Incineración con recuperación energética.	A pesar de las acciones implementadas su tasa de reciclaje es baja siendo de 35.6% y tienen una generación per cápita de 845 kg, demostrando los bajos resultados.
Singapur	Estrategias de incineración de residuos para el aprovechamiento energético Programas integrales de reciclaje, educación ambiental y reducción de envases.	Con estas acciones buscan lograr el reciclaje del 70% de sus residuos para el 2030.

Nota. Se especifican las acciones que fueron implementadas para la gestión de RSU en otros países, presentado los resultados obtenidos y los que se esperan tener en cierto plazo.

Tabla 6. Acciones para la gestión de RSU nacional.

Acciones para la gestión de RSU nacional		
Estado/municipio	Acciones	Resultados
Querétaro	De los primeros estados en publicar su propia ley. Desarrolló el Sistema de Economía Circular de Querétaro (SECQ). Construcción de planta separadora de residuos más grande de América Latina en 2018. Tratamiento de residuos orgánicos por medio de biodigestores. Implementaron a principios del 2024 un Sistema estatal de información en materia de gestión integral y economía circular de los residuos.	• Aprovechamiento energético de residuos orgánicos. • Abono natural • Se procesan alrededor de 1,200 toneladas de residuos al día. Resultados obtenidos en 2023: • Ahorro de \$591 millones y 2 millones 366 mil metros cúbicos de agua. • Reducción de 125 mil toneladas de residuos • Combustible verde
Ciudad de México	Mejoramiento en su marco normativo Programas de gestión integral Programa Plan de Acción Basura Cero Mercado de trueque Cuenta con una Estación de Transferencia y Planta de Selección para Reciclaje y Aprovechamiento de RSU.	• En 2023 CDMX logro reducir la cantidad de residuos depositados en rellenos sanitarios. • El plan de acción basura redujo de 2018-2022 más de 2 mil toneladas de residuos.
Tlaxcala	Expidieron una ley para el manejo de RSU. Los municipios tienen la responsabilidad de gestionar sus residuos. Prohibición de plásticos de un solo uso. Construcción de planta recicladora de textiles, recicla más de 800 mil toneladas.	• Cultura ambiental por parte de la ley. • Aprovechamiento de residuos. • Ahorro de agua (por cada kg reciclado es equivalente a 1,992 litros de agua ahorrado).
Pachuca, Hidalgo (municipio)	Aplican un sistema de gestión concesionado a empresas privadas debido a los altos costos de recolección. Las empresas se encargan de recolectar y separar los residuos con máquinas para ser valorizados a diferentes precios. Residuos no separados son depositados en el relleno sanitario. Cuentan con una planta de producción de energía eléctrica junto al relleno.	• Aprovechamiento de biogás (obtención de energía). • Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero. • Disminuyo el pago del alumbrado público un 10%.

Nota. Se muestras algunas entidades de México y las acciones que llevaron a cabo para la gestión de los RSU, mostrando los resultados que han obtenido.

Tabla 7. Gestión de RSU en Chetumal.

Gestión de RSU en Chetumal			
	Aspectos	Datos	Fuente
Generación de residuos	Población	233,648 habitantes	Kantun et al (2024)
	Generación per cápita diaria	1.7 kg/día (2021)	
	Generación per cápita anual	620.5 kg/año (2021)	
	Generación total anual	144,978,584 kg/año (2021)	
	Incremento en la generación de residuos	Incremento del 16.4%, de septiembre 2023 a septiembre 2024 paso de 73 mil 814 toneladas a 85 mil 972 toneladas generadas.	Castilla, Á. (2024b) / Luis Mario Ramírez Campos (director de Servicios Públicos)
	Promedio trimestral recolectado	Enero-septiembre 2023 fue de 24 mil 604 toneladas Enero-septiembre 2024 fue de 24 mil 657 toneladas.	
Recolección de Residuos	Residuos recolectados	Son destinados a disposición final en el relleno sanitario de la ciudad.	
	Camiones recolectores	15 (10 arrendados y 5 propios del municipio)	
	Turnos	3 turnos: • Mañana (6:00 - 14:00) • Tarde (14:00 - 22:00) • Noche (22:00 - 6:00)	
Disposición final	Sitio de disposición final	Cuenta con un relleno sanitario (basurero) ubicado en Calderitas.	
	Capacidad del sitio	85% de su capacidad usado.	
	Cumplimiento de normas	No cumple al 100% con las normas establecidas de protección ambiental	
	Mejoras	Para el mejor aprovechamiento del espacio de tiro de residuos se habilitaron zonas de acceso para los camiones encargados de la recolección.	

Nota. Se plasma información recaba sobre el sistema de gestión de RSU que es aplica en la ciudad de Chetumal.

Datos adicionales:

- En noviembre de 2021 se arrendaron 10 camiones para la recolección de basura a la empresa LUMO Financiera S.A. de C.V. durante tres años por un total de 34 millones 479 mil 495 pesos, el cual venció en septiembre de 2024, generando pagos extras para la recolección de los meses restantes del año. Las autoridades municipales informaron que a principios del 2025 se emitirá la nueva licitación para el arrendamiento de nuevos camiones.
- Según datos del INEGI en 2012 se contaban con 14 camiones recolectores y un sitio de disposición final.
- Cuentan con un marco normativo a nivel estatal conformado por leyes y reglamentos para la adecuada gestión de los residuos.
- Se implementaron programas como Reciclando basura por alimentos y Municipio Limpio para lograr la consciencia ciudadana.
- La ciudad se ve afecta por los residuos que son tirados en la vía pública por la población en temporada de lluvias, debido a que la acumulación de basura en las calles obstruye las alcantarillas.

4.3. Discusión

De acuerdo con Vilet (2022) los países mencionados como Corea del Sur, Suiza, Dinamarca y Singapur, han implementado ciertas acciones con el fin de darle un manejo adecuado a sus residuos debido a los problemas que generan para el medio ambiente y la población, buscando dirigirse hacia la EC. Sus acciones más notorias y las que mejor les han funcionado de acuerdo a los resultados presentados, es la modificación de sus políticas públicas. De igual manera, el aprovechamiento energético es algo que le ha funcionado al país de Singapur.

En estos países se han implementado impuestos y multas sobre la generación de residuos, lo cual ha contribuido de manera significativa en la reducción de los mismos, debido a que la sociedad lo ha aceptado, optando por reciclar y reutilizar en vez de pagar. Considero que los impuestos son una estrategia que podría adoptar México, ya que las personas tendrían que gestionar sus residuos de manera obligatoria, trayendo impactos positivos en el medio ambiente y en la sociedad.

En el país de México los estados de Querétaro, Ciudad de México y Tlaxcala han tenido resultados y grandes avances en cuanto a la gestión de RSU. La iniciativa de publicar sus propias leyes respecto a la economía circular y la modificación de las ya establecidas, logro obtener resultados en la reducción de residuos.

Contar con presupuesto para invertir genera gran ventaja, situación que podemos observar en estos estados, gracias a ello se lograron construir plantas de reciclaje y separación con las mejores tecnologías, así como brindar programas de gestión en donde se intercambiaban residuos separados correctamente por insumos, estrategias que le genero grandes resultados a la Ciudad de México.

Pachuca, Hidalgo es un claro ejemplo y muestra de cómo los municipios pueden manejar sus residuos obteniendo buenos resultados, a pesar de no contar con una planta recicladora han invertido en una planta de producción de energía lo cual ha logrado disminuir el 10% del pago del alumbrado público. Debido a los altos costos de recolección han optado por tener sistemas de gestión concesionados, estas empresas se encargan de recolectar y separar los residuos, es algo que les ha funcionado.

Los resultados presentados sobre el manejo de los RSU en la ciudad de Chetumal demuestran la falta de un sistema eficiente para gestionar los residuos y la necesidad de crear consciencia en la ciudadanía para una generación responsable. En Chetumal la gestión de RSU aún sigue el modelo

de economía lineal, consiste en recolección, transporte y disposición final, donde ninguno de los residuos recolectados es aprovechado.

La ciudad podría aprovechar la situación en la que se encuentra y adoptar acciones implementadas en otros estados, como la construcción de una planta recicladora, separadora o de aprovechamiento energético junto al relleno sanitario, sin embargo, la falta de presupuesto es una gran limitante a la que se enfrentan.

A pesar del marco normativo con el que cuenta el estado y los programas implementados por parte del gobierno para sensibilizar a la sociedad sobre la generación y manejo consciente de los residuos, no se han logrado tener resultados a favor, dado que en el último año se tuvo un incremento en los residuos depositados en el relleno sanitario de la ciudad.

La generación y acumulación de residuos han ido aumentando en los últimos años, del 2023 al 2024 hubo un incremento notorio del 16.4%. Estos datos son un indicador de la falta de conciencia en la población a la hora de consumir y desechar sus productos, por lo cual es necesario aplicar programas de sensibilización a la sociedad de manera constante para poder crear hábitos y que para ellos el optar por productos reciclados, separarlos desde sus hogares y disminuir su generación sea algo normal y parte de su rutina.

Sin embargo, los programas que se implementaron en Chetumal como Reciclando basura por alimentos, al momento de ser aplicados si dieron resultados positivos, ya que se mostró la participación ciudadana, sin embargo, al no ser aplicados de manera constante no se logró implantar conciencia ambiental por lo cual realizar prácticas responsables por parte de los ciudadanos como la separación en el origen no fueron posible.

De acuerdo a información presentada con anterioridad en la investigación:

Para mejorar el estado en el que se encuentra el relleno sanitario de la ciudad, debido a que es el único lugar en la que depositan sus residuos, las autoridades encargadas evaluaron un presupuesto para el saneamiento total del lugar, sin embargo, al ser 120 millones de pesos no se realizó, como ya se mencionó anteriormente, por la falta de recursos.

Dada esta situación el encargado de esta área, explico que se trabaja en el saneamiento del basurero para que con el tiempo se logre la limpieza total del mismo. De igual manera menciona que no se aceptan llantas ni vidros para evitar que se mezclen con los demás desechos.

Estos datos mencionados demuestran el compromiso del área de servicios públicos con la gestión de los RSU, al no contar con otro tipo de infraestructura para tratamiento o separación, tratan de mantener en buen estado los recursos con los que cuentan. La apertura de entradas para camiones recolectores ha sido una gran estrategia implementada, se mejora la eficiencia y rapidez, así como el aprovechamiento de espacio en el lugar.

Los problemas asociados a este tema afectan de manera general a la ciudad, sin embargo, la solución a estos enfrenta a limitantes como la participación ciudadana y la falta de infraestructura, aspectos que detienen pasar a un sistema de economía circular.

A pesar de que haya gente dispuesta a realizar la separación de residuos, los servicios de recolección de basura se encargan de revolver de nuevo, lo cual no motiva a la ciudadanía a tener actos responsables con los residuos.

Al ser la capital del estado es necesario generar cambios, por la situación evaluada serán cambios pequeños, pero con el tiempo e inversiones se pueden ir haciendo más grandes. Los actores involucrados son las autoridades encargadas del área y la población, cada uno con sus responsabilidades para lograr un cambio.

Las autoridades necesitan implementar sistemas de recolección de acuerdo a la separación de residuos, para que la otra parte cumpla con la responsabilidad de entregar sus desechos ya separados. Esto conllevaría a grandes beneficios tanto económicos como ambientales, los residuos recolectados y debidamente separados se podrían vender a plantas recicladoras. La calidad de vida mejoraría para los habitantes de Chetumal, disminuir la generación de residuos contribuiría a tener calles limpias, evitando la acumulación de basura en alcantarillas.

Capítulo 5. Conclusión

5.1. Conclusiones

Este trabajo de investigación se finaliza con grandes conocimientos adquiridos sobre la gestión de los RSU y la situación actual en la que se encuentra la ciudad de Chetumal sobre la economía circular.

De este modo se concluye que en Chetumal predomina el modelo de economía lineal, no cuentan con sistemas de aprovechamiento o separación, así como la falta de participación de los ciudadanos por lo cual el destino final de los residuos es el relleno sanitario.

Por la falta de infraestructura la propuesta más viable para generar cambios y poder comenzar la transición a la EC, es la adopción de prácticas responsables en cuanto a la separación de los residuos desde el origen, el cual requiere gran compromiso por parte de las autoridades y la ciudadanía.

La elaboración de un sistema de separación eficiente en el que se involucren los camiones recolectores, la disposición adecuada y el involucramiento de los habitantes podría ser complicado y necesitar una inversión, sin embargo, es un proyecto que con el paso del tiempo y dedicación se lograría poco a poco.

Un beneficio económico que se podría obtener a partir de esto para ambas partes es la venta de materiales separados a recicladoras, al no contar con una planta recicladora por parte de la administración se podría recurrir al sector privado.

También sugiero retomar los programas que se aplicaban como reciclando basura por alimentos debido a que demostró obtener resultados en su momento, su aplicación constante podría contribuir a crear hábitos de separación y generar conciencia ciudadana. De igual manera, es necesario adoptar prácticas de reutilización y reducción por parte de la población.

Es importante sensibilizar a la ciudadanía respecto a este tema, la economía circular es un modelo que trae consigo un sin fin de beneficios tanto económicos como ambientales y la gestión de RSU es un gran paso para dirigirnos a ese camino, por lo cual es necesario informar y concientizar a la gente sobre el reciclaje, la reducción de residuos y el consumo responsable, así como el impacto que las pequeñas acciones pueden tener al cambio.

Referencias bibliográficas

Alonso, K. (2023, junio 5). *Tecnología para innovar los procesos de reciclaje y ayudar al planeta.*

Nicawomantech. <https://nicawomantech.com/2023/06/05/tecnologia-para-innovar-los-procesos-de-reciclaje-y-ayudar-al-planeta/>

Asociación Mexicana de Bebidas. (2023, octubre 27). ¿Sabías que México es líder de reciclaje de

PET en el continente americano? MexBeb. <https://mexbeb.org/sabias-que-mexico-es-lider-de-reciclaje-de-plastico-en-el-continente-americano/>

Ayuntamiento de Othón P. Blanco. (2008, marzo 19). Reglamento de equilibrio ecológico y

protección al ambiente para el municipio de Othón P. Blanco. Reformada. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. (México). <https://www.opb.gob.mx/portal/gaceta-municipal/administracion/pages/ordenamientos/documentos/REGLAMENTO%20DE%20EQUILIBRIO%20ECOL%C3%93GICO%20Y%20LA%20PROTECCI%C3%93N%20A%20L%20AMBIENTE%20PARA%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20OTH%C3%93N%20P.%20BLANCO.pdf>

Barrios, M. (2024, 7 mayo). ¿Qué es el reciclaje mecánico y químico de plásticos? Proyectos

llave en mano para el tratamiento y reciclado de residuos. - GTA Ambiental.

<https://gtaambiental.com/reciclaje-mecanico-y-quimico/>

Basani, M. (2023, abril 05). Tecnologías inteligentes de residuos sólidos: ¿Dónde estamos y

hacia dónde vamos? Volvamos A la Fuente. <https://blogs.iadb.org/agua/es/tecnologias-inteligentes-de-residuos-solidos-donde-estamos-y-hacia-donde-vamos/>

Cámara de Diputados. (2003, octubre 08). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de

Residuos [LGPGIR]. Reformada. DOF. (México).

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23_LEY_GENERAL_P
ARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131748/23_LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCIÓN_Y_GESTIÓN_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf)

Cámara de Diputados. (2006, noviembre 30). Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Reformada. DOF. (México).
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131723/17_REGLAMENTO_DE_LA
LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RE
SIDUOS.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/131723/17_REGLAMENTO_DE_LA_LEY_GENERAL_PARA_LA_PREVENCIÓN_Y_GESTIÓN_INTEGRAL_DE_LOS_RESIDUOS.pdf)

Cano-Godoy, F. y Arriaga, J. (2023, agosto 11). Prácticas de manejo de residuos sólidos en hogares de Chetumal, Quintana Roo. CUADERNO URBANO. Espacio, cultura, sociedad, vol. 35, núm. 35, pp. 149-166, Universidad Nacional del Nordeste.
<https://doi.org/10.30972/crn.35356779>

Castilla, Á. (2023, julio 21). *Servicios Públicos: Está bajo control el basurero de Chetumal*. sipse.com. [https://sipse.com/novedades/servicios-publicos-esta-bajo-control-el-basurero-
de-chetumal-450984.html](https://sipse.com/novedades/servicios-publicos-esta-bajo-control-el-basurero-de-chetumal-450984.html)

Castilla, Á. (2024a, julio 19). *Destinan más de 51.6 mdp para 'Recicla por tu futuro' en Q. Roo*. sipse.com. [https://sipse.com/novedades/destinan-mas-de-516-mdp-para-recicla-por-tu-
futuro-en-q-roo-473494.html](https://sipse.com/novedades/destinan-mas-de-516-mdp-para-recicla-por-tu-futuro-en-q-roo-473494.html)

Castilla, Á. (2024b, noviembre 6). *Generación de basura incrementa un 16.4% en Chetumal*. sipse.com. [https://sipse.com/novedades/generacion-de-basura-incrementa-un-164-en-
chetumal-480492.html](https://sipse.com/novedades/generacion-de-basura-incrementa-un-164-en-chetumal-480492.html)

Castro, Á. (2024a, octubre 23). Aumenta el reciclaje de chatarra: tecnología y economía circular impulsan el crecimiento. Modern Machine Shop México. <https://www.mms-mexico.com/noticias/post/aumenta-el-reciclaje-de-chatarra-tecnologia-y-economia-circular-impulsan-el-crecimiento>

Castro, M. (2024b, agosto 16). *Tecnología P: REACT para reciclaje de PET, de NGR*. Plastics Technology México. <https://www.pt-mexico.com/productos/tecnologia-preact-para-reciclaje-de-pet-de-ngr>

Castro, M. (2024c, noviembre 8). *Intarema 2325: alta capacidad y eficiencia para reciclaje de poliolefinas*. Plastics Technology México. <https://www.pt-mexico.com/productos/intarema-2325-alta-capacidad-y-eficiencia-para-reciclaje-de-poliolefinas>

Ceballos, S., Brambila, J. y Pérez, V. (2022). Residuos sólidos urbanos y economía circular en Pachuca, Hidalgo, México. *Acta Universitaria*, 32, 1–16. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3437>

Congreso del Estado de Tlaxcala. (2023, mayo 30). *Una buena noticia para Tlaxcala, expide el Congreso Ley de Residuos Sólidos del Estado*. Gob.mx. <https://congresodeltlaxcala.gob.mx/expide-congreso-ley-residuos-solidos-del-estado/>

Coordinación General de Comunicación del gobierno de Quintana Roo. (2024, 23 julio). SEMA activa programa “Recicla por tu Futuro”. <https://cgc.qroo.gob.mx/sema-activa-programa-recicla-por-tu-futuro/>

- Cortes, L. y Lomas, A. (2012). *La administración de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo y sus bases jurídicas*. Universidad de Quintana Roo.
<http://hdl.handle.net/20.500.12249/3764>
- Cortinas, C. (2022, febrero 21). Nueva legislación de la gestión integral de los residuos en Querétaro. Fundación Cristina Cortinas. <https://www.fundacionccortinas.org/nueva-legislacion-de-la-gestion-integral-de-los-residuos-en-queretaro/>
- Cosavalente, M. y Gonzales, J. (2022). Evaluación del impacto de la economía circular en la gestión sostenible de los residuos sólidos. *Repositorio UCV-Institucional*.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/100354/Cosavalente_CMJ-Gonzales_PJM-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Cruz, S. y Ojeda, S. (2013). GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 29, 7–8. Recuperado a partir de <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/43784>
- Díaz, E; Alvarado, A. y Pérez, C. (2018, octubre 15). Estrategias en el manejo de residuos sólidos urbanos en el desarrollo local sostenible, Estado de México. In: *impacto socio-ambiental, territorios sostenibles y desarrollo regional desde el turismo*. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, México. ISBN UNAM: 978-607-30-0971-3, ISBN AMECIDER: 978-607-8632-02-2. <http://ru.iiec.unam.mx/4254/>
- Díaz, V. (2024, marzo 04). Economía circular y gestión eficiente de residuos, retos y desafíos en la IP. *El Economista*. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Economia-circular-y-gestion-eficiente-de-residuos-retos-y-desafios-en-la-IP-20240304-0093.html>

Escalona, H. (2024, septiembre 21). *Basura Cero avanza contra el cambio climático*. La Prensa | Noticias policiacas, locales, nacionales. <https://www.la-prensa.com.mx/metropoli/basura-cero-avanza-contra-el-cambio-climatico-12592927.html>

Espinoza, P. (2024, noviembre 12). Revolución Textil: La segunda fábrica de reciclaje más grande de Latinoamérica en Tlaxcala. Azteca Noticias. <https://www.tvazteca.com/aztecanoticias/tlaxcala-lidera-el-reciclaje-textil-en-latinoamerica-conoce-la-segunda-fabrica-mas>

Estrella, V. (2023, diciembre 14). *Querétaro va por trazabilidad de los residuos y mayor impulso a economía circular*. El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Queretaro-va-por-trazabilidad-de-los-residuos-y-mayor-impulso-a-economia-circular-20231214-0078.html>

Estrella, V. (2025, enero 6). *Querétaro apuesta por la economía circular*. El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/estados/queretaro-apuesta-economia-circular-20250106-740794.html>

Flores, A. (2023a, 11 septiembre). Beneficios económicos y ambientales del reciclaje: una guía completa. Ecosistemas. https://ecosistemas.win/cuales-son-los-beneficios-economicos-y-ambientales-del-reciclaje/?expand_article=1

Flores, E. (2023b, 11 noviembre). Día Mundial del Reciclaje: Impulsando el reciclaje desde la Educación Ambiental. Universidad del Medio Ambiente. <https://umamexico.com/dia-mundial-del-reciclaje-impulsando-el-reciclaje-desde-la-educacion-ambiental/>

- Gaona, M. (2016). El reciclaje como estrategia para potenciar la educación ambiental en el área de ciencias naturales de los niños y niñas del cuarto grado del subnivel básica media de la escuela de educación general básica Adolfo Jurado González, parroquia el sagrario, cantón y provincia de Loja, periodo académico 2014 – 2015. Repositorio Digital - Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/11176>
- Garfield. (2024, noviembre 11). *Se triplica generación de basura en municipios quintanarroenses*. Diarioimagenqroo.mx. <https://diarioimagenqroo.mx/noticias/?p=569283>
- GB Inyectados, S.L (2024, 16 julio). Reciclaje químico de plásticos ¿alternativa real? - GB inyectados. GB inyectados. <https://gbinyectados.com/reciclaje-quimico-de-plasticos/>
- Gobierno Municipal de Benito Juárez. (2024). *ANUNCIA GOBIERNO DE BJ CALENDARIO DE RECICLATÓN 2024*. Gob.mx. <https://cancun.gob.mx/cancun/noticias/leer/888>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [INEGI]. (2021). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2021. <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2021/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [INEGI]. (2023). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2023. <https://www.inegi.org.mx/programas/cngmd/2023/>
- Jefatura de Gobierno de ciudad de México. (2019, mayo 26). Ahorrará Gobierno de la Ciudad de México para 2024, 8 mil 500 mdp con estrategia “Basura Cero”. Jefatura de Gobierno - CDMX. <https://www.jefaturadegobierno.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/ahorrara-gobierno-de-la-ciudad-de-mexico-para-2024-8-mil-500-mdp-con-estrategia-basura-cero>

- Joaquín, P. (2018, diciembre 6). *El Gobierno del Estado refuerza actividades en los municipios para el manejo de residuos sólidos*. Coordinación General de Comunicación. <https://cgc.qroo.gob.mx/el-gobierno-del-estado-refuerza-actividades-en-los-municipios-para-el-manejo-de-residuos-solidos/>
- Kantun, A., Maldonado, D., Beltrán, R., & Díaz Rodríguez, E. (2024). Oportunidades de negocio a través del aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos en Chetumal. *Emergentes – Revista Científica*, 4(3), 450–459. <https://doi.org/10.60112/erc.v4i3.229>
- LEANpio. (2022, septiembre 16). *En qué consiste el reciclaje químico*. LEANpio. <https://www.leanpio.com/es/blog/en-que-consiste-reciclaje-quimico>
- Leon, A. (2016). *Potencialidades en la gestión y el manejo para la valorización social de los residuos sólidos urbanos en Chetumal, Quintana Roo*. Universidad de Quintana Roo. <http://hdl.handle.net/20.500.12249/330>
- León-López, A., Bojórquez, i. y Ken, C. (2018). *Residuos sólidos, patrimonio escénico del paisaje y conciencia ciudadana en Chetumal, México*. *Gremium*, 5(10), 63-76. <https://doi.org/10.56039/rgn10a07>
- León-López, A., González, A., Ken, C., y Bojórquez, I. (2020, diciembre 22). El manejo de los residuos sólidos y la actividad turística en Chetumal, México: una relación compleja. *Cuaderno urbano*, 29(29), 75. <https://doi.org/10.30972/crn.29294623>
- López, I. (2022, diciembre 20). Gestión y tratamiento de residuos en Eslovenia. ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E. <https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/127/documentos/2022/12/fichas->

[sector/OD_Gesti%C3%B3n%20y%20tratamiento%20de%20residuos%20en%20Esloveni
a%202022_REV.pdf](#)

López, P. (2023, mayo 4). *La gestión sostenible de residuos*. Expansión.

<https://expansion.mx/opinion/2023/05/03/la-gestion-sostenible-de-residuos>

Martínez, A. & Serrano, L. (2019, febrero 28). *Residuos sólidos urbanos... “basura” para los*

cuates. Portal de El Colegio de la Frontera Sur. <https://www.ecosur.mx/residuos-solidos-urbanos-basura-para-los-cuates/>

Melo, C., Castillo, G. y Garcia, L. (2022, julio 13). De la economía lineal a la economía circular, transformaciones en el manejo de los residuos sólidos. *Ciencia Latina Revista Científica*

Multidisciplinar, 6(4), 52-82. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2516

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación de Argentina. (2021, febrero 01).

Economía circular: todo junto es basura pero separado son recursos. Argentina.gob.ar.

<https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/economia-circular>

Mora, V., Echeverri, G. y Gallego, C. (2020, noviembre). *Avances tecnológicos para la mejora del*

reciclaje. Researchgate.net. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11586.71368>

Muñoz, M. (2021, 3 junio). Tecnología que marcará el futuro del reciclaje en México. Reportero

Industrial Mexicano. <https://rim.com.mx/portal/noticias-detalle->

[alter/4689/Tecnologia%20que%20marcara%20el%20futuro%20del%20reciclaje%20en%20Mexico/INDUSTRIA](#)

- National geographic. (2019, enero 25). Innovación y reciclaje. *National geographic*.
https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/actualidad/innovacion-y-reciclaje-2_13839
- Nava, G. (2020, marzo 30). *Planta Separadora de Residuos en Querétaro*. EL SOL SALE PARA TODOS. <https://elsolsaleparatodos.com.mx/planta-separadora-de-residuos-en-queretaro/>
- Nolasco, A. (2024, noviembre 6). *Mara Lezama presenta el programa “Recicla por tu Futuro”, así es como funciona*. Heraldo de México Quintana Roo.
<https://quintanaroo.heraldodemexico.com.mx/local/2024/11/6/mara-lezama-presenta-el-programa-recicla-por-tu-futuro-asi-es-como-funciona-6741.html>
- Novelo, A. (2023, 28 agosto). Tendencias tecnológicas en manejo de residuos - Innova Tech. Innova Tech. <https://innova-tech.mx/tendencias-tecnologicas-en-manejo-de-residuos/>
- Padilla, A. (2022, julio 26). *¿Qué es el reciclaje?* Universidad Autónoma de Guadalajara.
<https://www.uag.mx/es/mediahub/que-es-el-reciclaje/2022-07>
- Pasos, M. (2015, diciembre 02). *Basura Cero en mi Escuela, programa escolar de separación y reciclaje*. Comisión para la Cooperación Ambiental; Commission for Environmental Cooperation. <http://www.cec.org/es/north-american-partnership-for-environmental-community-action/napeca-grants/basura-cero-en-mi-escuela-programa-escolar-de-separacion-y-reciclaje/>
- Patricia. (2019, junio 18). Proceso de reciclaje. Aseca. <https://aseca.com/proceso-de-reciclaje/>
- Paz, R. (2022, julio 25). La separación de residuos, una responsabilidad de todos. Gaceta UNAM.
<https://www.gaceta.unam.mx/la-separacion-de-residuos-una-responsabilidad-de-todos/>

Pérez, J; Pérez, A. & Herrera, T. (2019, septiembre 11). *Residuos sólidos urbanos: una problemática ambiental y oportunidad energética*. CIENCIA UABL. Recuperado el 24 de octubre de 2024, de <https://cienciauanl.uanl.mx/?p=9350>

Poder Legislativo del Estado de Quintana Roo. (2001, junio 21). Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo. Reformada. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. (México). <https://www.congresoqroo.gob.mx/leyes/22/>

Poder Legislativo del Estado de Quintana Roo. (2019, junio 18). Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo. Reformada. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. (México). <https://www.congresoqroo.gob.mx/leyes/199/>

Poder Legislativo del Estado de Quintana Roo. (2022a, enero 12). Reglamento de la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. (México). <https://catalogonacional.gob.mx/FichaRegulacionid?regulacionId=132035>

Poder Legislativo del Estado de Quintana Roo. (2022b, enero 12). Reglamento de la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo en materia de Responsabilidad Extendida. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. (México). <https://catalogonacional.gob.mx/FichaRegulacionid?regulacionId=132033>

Procuraduría Federal del Consumidor. (2021, agosto 23). *Economía Circular*. gob.mx. <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/economia-circular?idiom=es>

Ramírez, A. (2024, agosto 5). Mediante el reciclaje recaudarán fondos a favor del CRIT Cancún.

La Jornada Maya. <https://www.lajornadamaya.mx/quintanaroo/230847/mediante-el-reciclaje-recaudaran-fondos-a-favor-del-crit-cancun-teleton-reciclaton-2024-pet>

Ramírez, T. (2023, abril 21). Los beneficios económicos de una gestión de residuos adecuada.

SEREDECOM. <https://www.recolecciondebasuraseredecom.com.mx/los-beneficios-economicos-de-una-gestion-de-residuos-adecuada>

Ramos, V. (2023, 10 junio). La educación como principal pilar para concientizar sobre el consumo responsable y reciclado del plástico. Ámbito Financiero.

<https://www.ambito.com/opiniones/la-educacion-como-principal-pilar-concientizar-el-consumo-responsable-y-reciclado-del-plastico-n5740939>

Riisa. (2024, agosto 28). Reciclaje Mecánico de Plásticos: ¿Qué es y cómo funciona? Pronetwork.

Mx. <https://www.pronetwork.mx/reciclaje-mecanico-de-plasticos-que-es-y-como-funciona/>

Romuno, J. (2023, mayo 15). *6 tecnologías inteligentes de gestión de residuos emergentes en 2024*. Sistemas de carriles de reciclaje; RTS - Sistemas de carriles de reciclaje.

<https://www.rts.com/es/blog/smart-waste-management-technologies/>

Ruiz, A. (2021, septiembre 22). *The top 15 greenest cities in the world for recycling*. Waste

Advantage Magazine. https://wasteadvantagemag-com.translate.goog/the-top-15-greenest-cities-in-the-world-for-recycling/? x_tr_sl=en& x_tr_tl=es& x_tr_hl=es& x_tr_pto=rq

Santiago, A. (2019). *Plan de Acción Basura Cero*. Gobierno de México.

<http://data.sedema.cdmx.gob.mx:8081/residuos/index.php/plan-de-accion-basura-cero>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2004, octubre 20). 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. DOF.

<https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2004, octubre 01). NOM-098-

SEMARNAT-2002: Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes. DOF.

<https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1309/1/nom-098-semarnat-2002.pdf>

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013, abril 24). *APOYA LA SEMARNAT INICIATIVAS QUE CONTRIBUYEN AL BUEN MANEJO DE LOS RESIDUOS URBANOS.*

Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/apoya-la-semarnat-iniciativas-que-contribuyen-al-buen-manejo-de-los-residuos-urbanos>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017a, 10 enero). Residuos Sólidos Urbanos

(RSU). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017b, 10 enero). Clasificación, reciclaje y

valoración de los RSU. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/clasificacion-reciclaje-y-valoracion-de-los-rsu>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018, julio 20). Programa para la Prevención

y Gestión Integral de Residuos. Gobierno de México.

<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-residuos>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022, diciembre 09). *Prevención y gestión integral de los residuos*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos>

Secretaría del Medio Ambiente. (2015). NADF-024-AMBT-2013: Que establece los Criterios y Especificaciones Técnicas Bajo los cuales se deberá realizar la Separación, Clasificación, Recolección Selectiva y Almacenamiento de los Residuos del Distrito Federal. Ciudad de México. Gaceta Oficial del Distrito Federal. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680139/NADF-024-AMBT-2013.pdf>

Secretaría del Medio Ambiente. (2023, diciembre 30). *Logra la Ciudad de México reducir la cantidad de residuos sólidos a rellenos sanitarios*. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/logra-la-ciudad-de-mexico-reducir-la-cantidad-de-residuos-solidos-rellenos-sanitarios>

Sirgo, M. (2023, diciembre 21). *Innovación en la gestión de residuos: estrategias para empresas responsables*. Inteco Astur. <https://www.intecoastur.com/blog/innovacion-gestion-residuos/>

Tapia, P. (2023, septiembre 14). *Urgen acelerar la economía circular en México para seguir en el comercio exterior*. Forbes México. <https://forbes.com.mx/urgan-acelerar-la-economia-circular-en-mexico-para-seguir-en-el-comercio-exterior/>

Ubillús-Farfán, S. W., Valiente-Saldaña, Y. M., & Patiño-Ramírez, S. (2024, enero 01).

Estrategias aplicadas en la gestión de residuos sólidos en Latinoamérica: Revisión literaria. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 9(17), 119–132.

<https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3157>

Valgroup. (2023, marzo 09). Reciclaje: tipos de procesos y aplicaciones. Valgroup.

<https://www.valgroupco.com/es/sustentabilidade/reciclagem-tipos-de-processos-e-aplicacoes/>

Vázquez, P. (2024, marzo 1). *Gestión de Residuos: Prácticas Sostenibles para un Futuro Limpio*.

Bienes Raíces Industriales - VYNMSA; VYNMSA. <https://vynmsa.com/blog/gestion-residuos/>

Velez, D., Vargas, C., Gutiérrez, J., Gómez, M., Aguirre, D., Quintero, L., & Franco, J. (2022).

Gestión del manejo de residuos sólidos: un problema ambiental en la universidad. Revista científica Pensamiento Y Gestión, (50), 117–152.

<https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/13420/214421445868>

Vilet, V. (2022, agosto 23). Países con la mejor gestión de residuos y sus estrategias. *Proyectos*

llave en mano para el tratamiento y reciclado de residuos. - GTA Ambiental.

<https://gtaambiental.com/estrategias-paises-mejor-gestion-residuos/>

Zempoalteca, D. (2022, junio 12). En Tlaxcala, ponen plazo a plásticos de un solo uso; en 2024 ya

no deben producirse. Oem.com.mx. <https://oem.com.mx/elsoldetlaxcala/local/en-tlaxcala-ponen-plazo-a-plasticos-de-un-solo-uso-en-2024-ya-no-deben-producirse-16498279>