

**RECOLECCIÓN DIFERENCIADA, LA MEJOR OPCIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS Y DE ECONOMÍA CIRCULAR**

**22 de noviembre de 2022.**

\*José Alberto Morales Bolaina

\*\*Mayra Cecilia Juárez González

\*\*\*Evelyn de los Ángeles Vázquez Bautista

**Resumen**

Las políticas públicas ambientales parten del Artículo 4° Constitucional dictando que todas las personas tienen derecho a un medio ambiente sano adecuado para su bienestar y desarrollo.

Este proyecto presenta el Estudio de caso realizado al Manejo de los residuos sólidos urbanos en Tabasco, evaluando manejo domiciliario, recolección, transporte y disposición final de estos; identificando la deficiencia de este plan tradicional de manejo de los residuos, considerando que en Tabasco se producen 2,471 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos, se estima que más del 25% de los residuos pueden separarse y ser monetizados por empresas acopiadoras y recicladoras instaladas en el Estado, equivalente a más de 10 MDP diarios.

Se presenta la recolección diferenciada como estrategia por excelencia para implementación de la economía circular, valorizando los residuos desde su punto de generación y así evitar que se contaminen unos con otros perdiendo su valor de reuso o reciclaje.

**Palabras claves:** economía, ambiente, reciclaje, educación, tecnología.

### **Abstrac**

Environmental public policies are based on Article 4 of the Constitution, dictating that all people have the right to a healthy environment adequate for their well-being and development.

This project presents the case study on the management of urban solid waste in Tabasco, evaluating household management, collection, transportation and final disposal of these; identifying the deficiency of this traditional waste management plan, considering that in Tabasco 2,471 tons of urban solid waste are produced daily, it is estimated that more than 25% of the waste can be separated and monetized by collection and recycling companies installed in the state, equivalent to more than \$10 MMXN daily.

Differentiated collection is presented as a strategy par excellence for the implementation of the circular economy, valuing waste from its point of generation and thus avoiding contamination with each other, losing its reuse or recycling value.

**Keywords:** economy, environment, recycling, education, technology.

\*Es Ingeniero Ambiental por la UJAT. Director general de Consorcio Praxton y docente en la División de Ciencias Básicas e Ingenierías de la UPCh. Es miembro de la Asociación Mexicana de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental, AC, así como de la Asociación de Emprendedores de México, AC. Ha sido asesor externo y dirigido 4 tesis de licenciaturas y diversos trabajos recepcionales.

\*\*Es Ingeniera Ambiental por el Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco. Realizó su residencia profesional en el CINVESTAV Unidad Mérida, Actualmente labora como consultora ambiental en Consorcio Praxton. Ha recibido capacitación para la Formación de supervisores ambientales, por la Especialidades Ambientales.

\*\*\*Egresada de Ingeniera Ambiental del Instituto Tecnológico Superior de Villa La Venta. Realizó su estancia profesional en Consorcio Praxton con el proyecto “Aprovechamiento de residuos orgánicos (bagazo de caña), generados en la agroindustria azucarera para la obtención de abonos orgánicos mediante vermicompostaje en Cárdenas, Tabasco”.

## Introducción

En México, las Políticas Públicas Ambientales parten de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, específicamente del Artículo 4º, el cual dicta que: *“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”*.

A partir de este ordenamiento, surgen otros como leyes, reglamentos, normas y preceptos que exhortan a la población mexicana a respetar el medio ambiente, así como seguir metodologías coordinadas por el Estado para la preservación y mejoramiento del medio ambiente.

El aumento poblacional y el estilo de vida actual está directamente relacionado con el incremento de la producción de residuos creando un mayor consumo de bienes y servicios. Un residuo se define como un material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final (LGPGIR, 2021). A su vez se define a un residuo sólido urbano como los materiales o productos que se desechan en las casas habitaciones, que resultan de la eliminación que consumen y de sus envases. En México se estima una generación per cápita de 0.344 kg/hab/día y la generación total de residuos en el país se estima en 120,128 t/día, mientras que en el estado de Tabasco se generan alrededor de 2,171 t/día. Una mala gestión de los residuos puede traer consigo riesgos, por ejemplo: la transmisión de determinadas enfermedades, contaminación del aire, del agua, del suelo y problemas paisajísticos y de riesgo.

Un manejo integral de los residuos sólidos implica tratarlos, reciclarlos y disponerlos adecuadamente, implementando tecnologías limpias, procesos ecoeficientes, infraestructuras adecuadas para su disposición, así como un plan de manejo integral de los residuos (Fernández Colomina, 2005). México presenta dificultades para lograr una gestión sustentable de los residuos. Las enormes

cantidades de RSU presentan un problema complejo para la cobertura de la recolección, para su aprovechamiento y sobre todo en la disposición final (Gran Castro & Bernache Pérez, 2016). En Tabasco el servicio de recolección y disposición es deficiente ya que solo dos municipios de los 17 cuenta con relleno sanitario, mientras que los demás presentan solo un terreno sin los requerimientos necesarios para la correcta disposición. Debido a esto surge la necesidad de implementar nuevas estrategias que permitan mitigar la cantidad de residuos que llegan a estos sitios. La ley general de economía circular aprobada el en noviembre de 2021 define a esta como el *“sistema de producción, distribución y consumo de bienes y servicios, orientado al diseño y reincorporación de productos y servicios para mantener en la economía el valor y vida útil de los productos. Los materiales y recursos asociados a ellos el mayor tiempo posible, y que prevenga o minimice la generación de residuos, reincorporándolos nuevamente en procesos productivos cíclicos o biológicos, además de fomentar cambios de hábitos de producción y consumo”* (Dirección general de difusión y publicaciones, 2021).

Hoy en día existen opciones tecnológicas que pueden ser aplicadas para reducir los efectos negativos que ocasionan los RSU, entre ellos destacan; el aprovechamiento de PET, vidrio, papel y cartón mediante el reciclaje, los tratamientos biológicos como compostas y vermicompostas para residuos orgánicos, etc. Todo esto aunado de un sistema de manejo integral de residuos mediante sistemas de recolección estandarizados. Es por ello que esta investigación tiene como objetivo presentar una propuesta de recolección diferenciada en los municipios del estado de Tabasco como estrategia de manejo integral de residuos e implementación de la Economía Circular con miras a solucionar las problemáticas derivadas de la generación irracional de los residuos sólidos.

### **I. Planteamiento del problema**

La contaminación ambiental por el mal manejo de los residuos sólidos urbanos es un problema serio en el estado de Tabasco, ya que acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 en Tabasco se genera hasta 2 mil 171 toneladas diarias del cual el 65% es manejado de forma inadecuada propiciando la proliferación de

tiraderos al cielo abierto. El Estado cuenta únicamente con dos rellenos sanitarios ubicados en centro y Comalcalco, los demás municipios utilizan terrenos que no cumplen con las disposiciones ambientales para colocar los residuos por lo que cada vez surgen más tiraderos a cielo abierto en las comunidades, provocando de esta manera contaminación al aire, agua y suelos sin mencionar los daños a la salud que esto acarrea, es por ellos que nace la necesidad de crear una estrategia que permita gestionar los residuos sólidos urbanos de manera integral que beneficie al medio ambiente y a la sociedad mediante la aplicación de la economía circular y las biotecnologías.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos genera un problema ambiental en el estado de Tabasco rompiendo así con el equilibrio ecológico y dinámico del medio ambiente; que se origina porque no hay un plan de manejo integral ni de aprovechamiento de residuos, no se cuenta con ninguna actividad formal establecida para la disminución de residuos sólidos en el estado, la falta de organización y planeación de reciclaje, reutilización de residuos y lo más importante, la carencia de una cultura ambiental; lo que se ve reflejado en la organización de los municipios.

Esta problemática ambiental se puede ver reflejada en la calidad del ambiente y de vida de las personas, es por eso por lo que es de suma importancia reducir de algún modo la contaminación que se genera en los municipios del estado de Tabasco, donde no existe un programa que controle y maneje íntegramente los residuos y que permita ejecutar acciones que busquen contribuir a la gestión ambiental del municipio.

El propósito de esta propuesta es mitigar la situación ambiental negativa que se está viviendo en los municipios del estado, por ello es importante iniciar acciones al respecto, a través de la implementación de la estrategia de manejo integral de residuos e implementación de la Economía Circular, mediante la recolección diferenciada.

Los beneficios que conlleva la implementación del siguiente plan de recolección son muchos ya que socialmente se desarrollara una cultura de reciclaje entre la

sociedad, de igual forma se tendrán beneficios económicos para la región mediante la aplicación de la economía circular cumpliendo de esta forma con los objetivos planteados.

### II. Objetivos

**General:** Proponer la Recolección diferenciada en los municipios del Estado de Tabasco como estrategia de manejo integral de residuos e implementación de la Economía Circular.

**Específicos:**

- Conocer la situación actual del manejo, valorización y disposición final de los RSU en el estado.
- Describir la recolección actual de los RSU en el Estado de Tabasco.
- Elaborar un estudio de generación.
- Analizar diferentes alternativas para el aprovechamiento de los RSU.
- Proponer un plan de recolección diferenciada.

### I. Situación de los RSU a nivel mundial

La rápida urbanización y el crecimiento de las poblaciones pronostica un aumento en la generación de desechos a nivel mundial, los países de altos ingresos representan el 16% de la población mundial, generando así más de un tercio (34%) de los desechos del mundo. En especial la región de Asia Oriental y el pacífico genera casi un cuarto (23%) del total, así mismo se espera que para el 2050 la generación se triplique respectivamente. Aunque la gestión de residuos sólidos constituye un elemento esencial de las ciudades sostenibles, suele pasarse por alto en los países de bajos ingresos. Las grandes ciudades recuperan más de un tercio de los desechos por medio del reciclado y el compostaje, sin embargo, en los países de bajos ingresos solo se recicla un 4% de los desechos, evidenciando así la falta de un sistema de gestión de residuos eficaz (Kaza Silpa et al, 2018).

Dentro de los residuos más contaminantes predomina el plástico, con más de 300 millones de toneladas métricas producidas anualmente en la actualidad, en

comparación con los años pasados donde la producción era de apenas 1.5 millones, mientras estos residuos aumentan también lo hacen los residuos sólidos y en última instancia los desechos marinos (USAID, 2020).

De acuerdo con la agenda 2030 dentro de sus objetivos de desarrollo sostenible, pretende adoptar un enfoque sistemático y de esta forma lograr la cooperación entre participantes de cadena de suministros, desde la persona que produce hasta el consumidor final. Por ello varias ciudades se han unido a esta gran lucha para reducir la generación de residuos entre ellas se encuentra la provincia de San Ignacio, en Cajamarca, Perú, quien cuenta con un sistema integrado de residuos sólidos en el cual participan las autoridades, las empresas y la población, y cuyo propósito es mantener una ciudad limpia y saludable. Han adoptado el reciclaje y la producción de compost como actividades de continuidad. Otra ciudad similar es Carhuaz en donde se colocaban los residuos en sitios a cielo abierto, o se vertían al río, esta ciudad optó por establecer un relleno sanitario manual, un centro de acopio para residuos inorgánicos, al igual que estableció plantas de producción de compost y humus, teniendo una cobertura de recolección del 90% y el 100% de los residuos recolectados fueron dispuestos adecuadamente. Un caso particular es el de Villa El Salvador quien ha establecido el programa de recolección selectiva “PROGRESEVES” quien incluye incentivos tributarios en donde el generador recibe un “bono verde” y por cuatro bonos el emisor obtiene un 20% de descuento en el pago mensual de sus residuos. Por último, Rosario Gómez y Francisco Flores en su propuesta resumen mediante estos casos de éxito que *“La gestión eficiente de los residuos sólidos depende principalmente de la infraestructura para brindar el servicio y la generación per cápita, y no del gasto per cápita municipal para tal fin.”*

### **A. Situación actual del manejo de RSU a nivel nacional**

En México la generación de RSU alcanzó 44.6 millones de toneladas en el 2017, representando un aumento del 35.6 % con respecto al 2003. Entre los principales factores se reconoce entre los más importantes el crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas y el cambio en los patrones de consumo de la población entre otras. Al igual que en otros países el crecimiento de la

generación de RSU marcha a la par del gasto del consumo final privado y el PIB nacional, demostrando así que, a mayores ingresos, el nivel de consumo incrementa, en consecuencia, se produce una mayor cantidad de residuos (SEMARNAT, 2018).

De acuerdo al diagnóstico básico para la gestión integral de residuos publicada en el año 2020, algunas entidades federativas como Colima, Baja California Sur, Ciudad de México, Michoacán, Nayarit, Quintana Roo y Sinaloa tienen una cobertura de recolección de los residuos generadores del 100%, mientras que los índices menores de recolección ocurren en Chiapas y Oaxaca, los cuales son inferiores al 60 por ciento. Los motivos por el cual hay reducción en la cobertura de recolección de residuos en distintas entidades federativas suelen ser varias dentro de estas se encuentra la falta de presupuesto disponible para llevar a cabo esta operación, ya que este está destinado principalmente a la disposición final, así como la disponibilidad de caminos y puentes que permitan la recolección en lugares remotos reflejando las carencias del servicio. Los prestadores del servicio de recolección varían de acuerdo a la población, actualmente existen 257 prestadores de servicio de recolección de residuos del sector privado, equivalente al 9.82%, encargado de los municipios de mayor población, así como los que resulten de actividades turísticas, mientras que los municipios con menor población respecta al sector público cubren la prestación del servicio de recolección con población menor a 10,000 habitantes siendo el 98.65%, destacando que el 87.12% del total de los prestadores y operadores del servicio de recolección son autoridades municipales, resumiendo así que *“la calidad y la cobertura depende, en última instancia, de los recursos que los municipios dedican a esta actividad y de la eficiencia con que se administran los mismos”*.

En México existen casos de éxito donde se ha aplicado el término economía circular en la gestión de residuos, un caso es Jalisco quien cuenta con el proyecto “Jalisco Reduce” quien tiene como objetivo garantizar un medio ambiente sano y combatir los efectos provocados por el cambio climático, y trabaja a través de una estrategia integral que contempla: (1) Cultura de la legalidad, (2) ciudadanía responsable, (3)



la creación del Centro Integral de Economía Circular (CIEC) y (4) el Sistema de Gestión de Residuos Intermunicipales de Manejo de Residuos (Gobierno del estado de Jalisco, 2021).

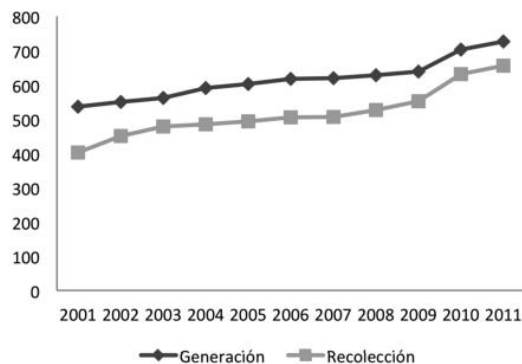
### B. Situación de los RSU a nivel estatal

En el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos elaborado por la SEMARNAT en 2020 se resalta que la entidad registra un promedio de 2 mil 471 toneladas de residuos sólidos urbanos al día, siendo el lugar 20 a nivel nacional.

Sin embargo, la recolección diaria es de apenas mil 991 toneladas, con una cobertura de 80 por ciento, de manera que el 20 por ciento restante va a parar a tiraderos a cielo abierto clandestinos o contamina cuerpos de agua.

El encargado del Colegio de Biólogos de Tabasco, Víctor Antonio Centeno Pérez, expresó que no hay un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos pese a que hay una legislación vigente.

Explicó que la Ley General de Residuos del Estado de Tabasco establece lo que es la separación primaria en orgánicos e inorgánicos y secundaria que es -dentro de los inorgánicos-, separar metal, vidrio, papel, madera, sin embargo, los municipios no cuentan con la infraestructura para hacerlo. (Domínguez, 2021).



**Figura 1. Tendencia de la generación y la recolección de los RSU en Tabasco.**

En la gráfica anterior se puede apreciar que la recolección de residuos sólidos urbanos ha aumentado en el periodo 2001-2011, sin embargo, aún no se ha podido lograr la cobertura total. A pesar de que se ha registrado este comportamiento al

alza, se aprecia que la generación de RSU es superior a la cobertura de recolección, por lo que es evidente que los servicios de recolección son insuficientes. (Álvarez, Rodríguez, y Vázquez, 2016)

En la entidad se ha reportado la existencia de 15 sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos, de los cuales el 87 % son lugares a cielo abierto y el resto son rellenos sanitarios que reciben los RSU de uno o varios municipios (INEGI, 2013).

En 2019 por medio de la Comisión de Radio y Televisión de Tabasco Mario Llergo Latournerie informo que los únicos dos municipios que cuentan con un relleno sanitario en función son: Comalcalco y Centro, mientras que el resto de las localidades vierten sus desechos en tiraderos a cielo abierto. Sobre el tema, Llergo Latournerie comento: “efectivamente hay rellenos sanitarios que están rebasados, como el caso de Jalapa, que tiene un problema serio y por eso le hemos otorgado un permiso provisional para poder disponer de ese residuo sólido conocido como basura, en otro punto en tanto se construye un nuevo relleno sanitario con las nuevas especificaciones para no afectar el manto freático”.

La recolección domiciliaria se realiza casa por casa y la mayoría de los residuos son entregados en bolsas o utensilios de diversa naturaleza. De acuerdo con la información proporcionada por autoridades del municipio, la acumulación de basura en las calles y avenidas es un fenómeno creciente. Específicamente, se observan cajas y bolsas de basura apiladas en las esquinas, objetos abandonados, diversos tipos de papeles, envases de bebidas y pedazos de cartón o madera. Todos estos residuos generan problemas ambientales, sanitarios, sociales y económicos que se acentúan cuando alguno o varios de los vehículos dedicados a la recolección se encuentran fuera de servicio. (Álvarez, Rodríguez, y Vázquez, 2016).

### 1. Marco conceptual

**Contaminación:** La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente menciona como un contaminante toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo,

flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural. (LGEPA 2022).

### **a) Residuos**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos menciona a un residuo como el material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final (LGPGIR 2021) Los residuos pueden clasificarse en incompatibles, peligrosos, manejo especial y sólidos urbanos.

### **b) Residuos sólidos urbanos (RSU)**

Son aquellos generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

### **c) Economía Circular**

Una economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos. El concepto distingue entre ciclos biológicos y ciclos técnicos.

La economía circular busca preservar y aumentar el capital natural, controlando los stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables, optimizar el rendimiento de los recursos, circulando siempre productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad, en los ciclos técnico y biológico. (Cerdá, Khalilova s.f.)

### **d) Recolección Diferenciada**

Esta permite la separación correcta de los residuos sólidos antes del proceso de recolección, en este sentido se logra diferenciar los tipos de residuos sólidos que continúan el proceso de disposición final o en el mejor de los casos se les realizará el aprovechamiento (Avendaño, 2015).

### **e) Responsabilidad compartida**

Principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social. (LGPGIR, 2021)

## **2. Marco legal**

En México, como ya se ha mencionado las políticas ambientales tienen sus bases en el Artículo 4º Constitucional y de este se formula la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y de donde se originan leyes complementarias y reglamentos que coadyuvan a que la sociedad realice acciones en favor del ambiente, entre estos ordenamientos existen diversos reglamentos para la normatividad, prevención y gestión integral de los residuos.

### **Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar.

- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.
- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente.
- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.
- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.
- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.
- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, entre otros.

### **a) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

El artículo 9 de la LGPGIR establece que es facultad de las Entidades Federativas autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo.

El artículo 10 de esta ley, establece que los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.

### **b) Ley General de Economía Circular**

Esta iniciativa de Ley General de Economía Circular se centra en los siguientes aspectos:

- Producción más limpia, mediante la que se mitigue el impacto ambiental de las principales actividades económicas.
- Reducción en la generación de residuos y de la carga contaminante al ambiente.
- Disposición final de residuos sin causar afectaciones al ambiente.
- Valorización de residuos como materia prima secundaria de otros procesos productivos, evitando la destrucción del valor agregado durante la primera vida útil. Para esto, el artículo 27 promueve: a) La participación de las personas físicas o morales para disminuir esta destrucción de valor en las diversas actividades económicas y; b) prioriza la elección de productos susceptibles de ser reparados, remanufacturados, reprocesados, reutilizados y/o reciclados.
- Desarrollo de productos de bajo impacto ambiental.
- Desarrollo tecnológico para el reciclaje, la reutilización y el rediseño de productos.
- Corresponsabilidad ambiental en la población para el desacoplamiento del crecimiento económico y la generación de residuos e impactos negativos debidos al alto consumo de recursos naturales.
- Transformación territorial en ciudades y comunidades bajo criterios de sustentabilidad.
- Integración del sector informal asociado con las prácticas de recolección de residuos y reciclaje

### **c) Ley de Protección Ambiental del Estado de Tabasco**

Esta Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular todos los tipos de actividades para proteger el ambiente, el cual es considerado un bien jurídico de titularidad colectiva. Esta protección comprende el establecimiento y

aplicación de los instrumentos de política ambiental, elementales para prevenir afectaciones a dicho bien jurídico, así como de los necesarios cuando el mismo ha sido dañado.

**d) Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, del Estado de Tabasco.**

Las disposiciones contenidas en esta Ley son de orden público, interés social y obligatorias en todo el territorio del Estado de Tabasco y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización, la gestión y el manejo integral de los residuos de manejo especial y sólidos urbanos, así como de la prevención de la contaminación de sitios por residuos y su remediación.

**III. Metodología**

Se realizó un estudio de caso para analizar la situación de Tabasco en materia del manejo de los residuos sólidos urbanos. Para este estudio se analizaron los siguientes materiales bibliográficos:

1. Leyes, reglamentos y normas ambientales, tanto federales como estatales,
2. Estudios de generación realizados,
3. Diagnóstico Básico de Gestión Integral de Residuos,
4. Noticias y reportajes, así como
5. Artículos científicos y opiniones públicas.

En la siguiente Figura se muestra el diagrama de metodología empleada en el presente proyecto.

**Tabla 1. Metodología empleada para el proyecto.**

<i>Etapa</i>	<i>Actividad</i>
1	Revisión bibliográfica de los estudios de generación. Conocer la situación actual del manejo, valorización y disposición final de los RSU en el Estado de Tabasco.

- 2 Descripción del sistema de recolección actual de los RSU en los municipios de Tabasco.  
Identificación de las áreas de oportunidad y mejora en la administración de los gobiernos en la recolección de residuos.
- 3 Estimar la generación por subproductos en base a la información documentada con relación a las tasas de crecimiento poblacional y el aumento de la generación per cápita encontrada en investigación,
- 4 Análisis de las diferentes alternativas para la valorización y aprovechamiento de los RSU. Estudio de factibilidad de las alternativas de recolección diferenciada.
- 5 Propuestas de Plan de Recolección diferenciada en los municipios del Estado seleccionados.

**Fuente: Elaboración propia.**

Como se ha mencionado anteriormente, se estudiaron los casos de algunos municipios del Estado, considerando el manejo de residuos sólidos urbanos. Asimismo, se consultó con algunos Directores de Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable de determinados municipios del Estado, coincidiendo con la información consultada que la cobertura del servicio de recolección es del  $\pm 80\%$  en las cabeceras municipal, así como que el transporte de los residuos es en los camiones recolectores hasta los sitios de disposición final, excepto de la Zona Metropolitana de Villahermosa (Municipio de Centro), que sus residuos se disponen temporalmente en una Estación de transferencia donde se realiza la separación informal por pepenadores particulares.

En general, se puede evaluar conforme a la legislación y normatividad aplicable que el manejo de los residuos sólidos urbanos en los municipios es calificado como se muestra en la siguiente Tabla:



**Tabla 2. Evaluación del manejo de los residuos en Tabasco.**

<b>ETAPA DEL MANEJO</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>MANEJO DOMICILIARIO</b>	Aceptable	Se exhorta a la población a que la disposición de sus ciudadanos a ciertas horas del día, cumpliendo esta medida la mayoría de la población y evitando así la proliferación de vectores sanitarios.
<b>RECOLECCIÓN</b>	Poco aceptable	A pesar de que la cobertura de recolección es alta, la separación informal en esta etapa produce retrasos y acaba por ocasionar conflictos públicos.
<b>TRANSPORTE</b>	Inaceptable	Debido a que la recolección es tradicional hay combinación de residuos, además de que según el DBGIR (SEMARNAT, 2020); casi el 80% de los carros es de caja compactadora favoreciendo a la reacción de residuos con residuos y así producir lixiviados que se van dejando en el trayecto a llegar al sitio de disposición final o estación de transferencia.
<b>VALORIZACIÓN</b>	Poco aceptable	En casi todos los municipios la valorización de los residuos se da en dos etapas; en la recolección y en la disposición final o en la estación de transferencia, según sea el caso. Esta separación propicia a que los residuos se contaminen unos con otros disminuyendo su valor para ser reutilizados o reciclados, además, la exposición de los recolectores y de los pepenadores puede producirles enfermedades por virus, bacterias, hongos o por agentes químicos que están presentes en los residuos.
<b>DISPOSICIÓN FINAL</b>	Poco aceptable	Si bien, solo 2 de las 17 administraciones municipales, incluyendo la capital, cuentan con

ETAPA DEL MANEJO	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES
		rellenos sanitarios para disponer los residuos, cerca del 63% de la población tabasqueña genera residuos que son dispuestos a tiraderos a cielo abierto.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la investigación de información cuantitativa que nos permitiera conocer la generación de residuos, así como las características básicas del sistema de recolección de residuos en los municipios.

Posteriormente a la estimación de la generación de los residuos, se procedió a la formulación de modelos de recolección diferenciada que permitan el aumento de la valorización de los residuos. Una vez obtenidos dichos modelos, se procedió a hacer la evaluación de los impactos en base a la sustentabilidad, considerando los cuatro pilares de esta, que sea; económicamente viable, socialmente aceptable, ambientalmente vivible y tecnológicamente aplicable.

#### IV. Resultados

##### A. Manejo de los residuos sólidos urbanos en Tabasco

Observando las condiciones y actividades comprendidas en el manejo de los residuos, a continuación, se describe cómo es este manejo en los municipios del Estado, desde el manejo domiciliario hasta la disposición final.

**Manejo domiciliario:** Es la primera etapa de recolección, en ella el objetivo es facilitar la posterior recolección de los residuos por el personal encargado de depositarlos en el SDF. La evacuación de los residuos desde el inmueble hasta el punto de reunión para su recolección consta a su vez de dos etapas.

Esta etapa la llevan a cabo las personas que habitan en el inmueble, éstas confinan sus residuos en bolsas plásticas, que por lo regular no realizan una separación primaria (orgánica e inorgánica) de los residuos. Dichos depósitos o contenedores pueden ser de diferentes materiales (plástico o metal) y tienen por objetivo almacenar las bolsas hasta que se realice la recolección. La segunda forma es el

almacenamiento en la vía pública de las bolsas de residuos para su posterior recolección. Este sistema puede presentar ineficiencias por el esparcimiento de los residuos por efecto de fauna nociva y/o eventos meteorológicos.

**Recolección:** Esta etapa comprende el tiempo empleado por el personal municipal desde el momento que se inicia el depósito de la primer bolsa o contenedor en el camión recolector, hasta la última bolsa o contenedor que se recolecta en la ruta. La Figura 2 muestra al personal de servicios municipales en la recolección de los residuos generados en un punto, se observa un tambo de 200 L, ya que, en él se depositan los residuos de un conjunto de casas-habitación.



**Figura 2. Recolección domiciliar por personal municipal.**

La recolección de residuos es el nexo entre la generación en el domicilio y la disposición final. La recolección debe estar organizada de tal modo que permita un servicio eficiente y equitativo, sin generar de malos olores, polvos, ruidos y/o esparcimiento de residuos durante la recolección en la ruta, este servicio es el más completo que conlleva escaso trabajo a las familias o comercios, sin embargo, requiere de abundante mano de obra (CEPIS, 1999).

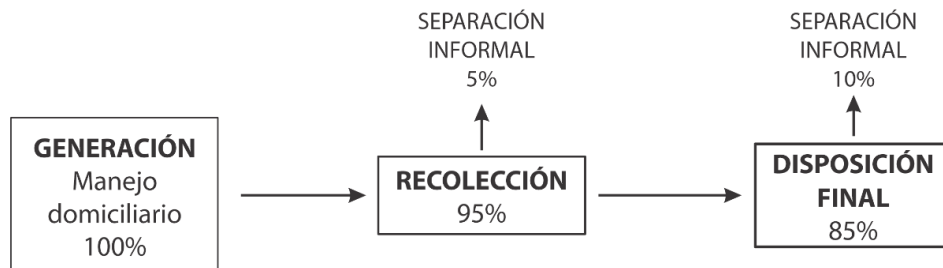
Como ya se ha mencionado anteriormente, la recolección de los residuos en los municipios tiene una cobertura del 80% y comprende tanto las cabeceras municipales como zonas rurales, el 20% restante, lo conforman zonas muy marginadas en las que se dificulta el acceso de los camiones recolectores, además de tener una generación mínima que es despreciada.

**Descarga:** La operación definida como descarga corresponde al tiempo utilizado por el vehículo de recolección en el SDF. Normalmente representa una pequeña proporción del tiempo total ocupado en la recolección. Depende fundamentalmente de dos factores: tipo de camión (sistema de descarga) y el espacio disponible en el área receptora.

**Transporte:** La operación de transporte corresponde al tiempo empleado por el camión desde el momento que recibió los residuos del último recipiente hasta que se vacían en el área de transferencia o en el SDF, excluyendo el tiempo empleado en la operación de descarga en el SDF. Durante esta etapa los trabajadores del servicio de recolección realizan la separación informal de los residuos valorizables que, al romper las bolsas y contenedores quedan expuestos a contaminación de residuos con residuos.

**Disposición final:** Los residuos recolectados y no recuperados son llevados a los sitios de disposición final, rellenos sanitarios para Centro y Comalcalco, el primero cuenta con una Estación de transferencia que a como en los tiraderos a cielo abierto de los 15 municipios restantes también se realiza la separación informal por pepenadores que laboran en el sitio.

En la siguiente Figura se muestra el diagrama del Sistema de manejo de residuos actual (Economía lineal), donde se representan los porcentajes de separación informal de los residuos de acuerdo con la información recopilada.



**Figura 3. Modelo de manejo de residuos actual.**

Con base al DBGIR de 2020 y a la opinión proporcionada por los directores de protección ambiental de que la cobertura de la recolección es del 80%, se identificó que cerca del 85% de los residuos no son valorizados y son directamente enterrados en los tiraderos a cielo abierto. Este dato genera grandes impactos principalmente económicos por gastos de operación en el transporte y la disposición final.

**B. Generación de residuos en el Estado por subproductos.**

En base al Diagnóstico Básico de Gestión Integral de Residuos que elaboró la SEMARNAT en 2020 se hicieron los cálculos de estimación para los subproductos generados en Tabasco diariamente, como se muestra en la Tabla siguiente.

**Tabla 3. Tabla de generación por subproductos en Tabasco.**

<b>SUBPRODUCTOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>	<b>PESO (T)</b>
<b>CARTON</b>	4.55	112.43
<b>ENVASE DE CARTON ENCERADO</b>	1.51	37.31
<b>FIBRAS SINTETICAS</b>	0.34	8.40
<b>HULE</b>	0.54	13.34
<b>LATA</b>	0.98	24.22
<b>MATERIAL FERROSO</b>	0.88	21.74
<b>MATERIAL NO FERROSO</b>	0.57	14.08
<b>PAPEL</b>	5.07	125.28
<b>PET</b>	2.63	64.99
<b>PLASTICO RIGIDO Y DE PELICULA</b>	7.66	189.28
<b>POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>	1.55	38.30
<b>POLIURETANO</b>	0.55	13.59
<b>VIDRIO DE COLOR</b>	1.6	39.54
<b>VIDRIO TRANSPARENTE</b>	3.13	77.34
<b>CUERO</b>	0.46	11.37
<b>FIBRA DURA VEGETAL</b>	0.73	18.04
<b>HUESO</b>	0.52	12.85
<b>MADERA</b>	0.79	19.52
<b>RESIDUOS ALIMENTARIOS</b>	33.07	817.16

SUBPRODUCTOS	PORCENTAJE	PESO (T)
RESIDUOS DE JARDINERIA	10.84	267.86
ALGODÓN	0.15	3.71
LOZA Y CERAMICA	0.46	11.37
MATERIAL DE CONSTRUCCION	0.7	17.30
PAÑAL DESECHABLE	6.75	166.79
RESIDUO FINO	2.25	55.60
TRAPO	2.82	69.68
OTROS	8.9	219.92
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>2471</b>

Fuente: En base al Diagnóstico Básico de Gestión Integral de Residuos que elaboró la SEMARNAT en 2020.

Con estos valores se investigaron costos de compra de los residuos con las empresas valorizadoras de éstos para hacer el cálculo de obtención de los ingresos por la venta de los residuos en lugar de disponerlos en los tiraderos a cielo abierto.

En la siguiente Tabla se muestran las cantidades de ingreso a los municipios por la monetización de los residuos. Se puede apreciar que, por la venta de cartón, papel, plásticos, lata, hule, vidrio se obtendría un ingreso de \$10,528,683.90 diariamente en el Estado, mientras que el tratamiento de los residuos de comida, así como los de jardinería producirían fertilizantes y composta para su venta como materia prima en la agricultura.

**Tabla 4. Ingresos diarios por la venta de subproductos.**

SUBPRODUCTOS	VENTA (\$)
CARTON	\$337,291.50
LATA	\$629,610.80
MATERIAL FERROSO	\$2,609,376.00
MATERIAL NO FERROSO	\$1,901,434.50
PAPEL	\$375,839.10
PET	\$779,847.60
PLASTICO RIGIDO Y DE PELICULA	\$1,324,950.20

SUBPRODUCTOS	VENTA (\$)
POLIURETANO	\$81,543.00
VIDRIO DE COLOR	\$632,576.00
VIDRIO TRANSPARENTE	\$1,856,215.20
<b>TOTAL</b>	<b>\$10,528,683.90</b>

Fuente: Elaboración propia.

Más de 10 millones de pesos son dispuestos en residuos diariamente en los tiraderos de Tabasco, sin contar que existen otros residuos valorizables que también tienen procesos de reciclado como el aceite de cocina usado, la madera y otros subproductos que tienen sus compradores fuera del Estado.

### C. Alternativas para el aprovechamiento de los residuos valorizables.

Al haber comparado tres distintas propuestas para la implementación de la economía circular en el sistema de recolección, se optó por la recolección diferenciada desde el punto de generación, proponiendo la siguiente estrategia.

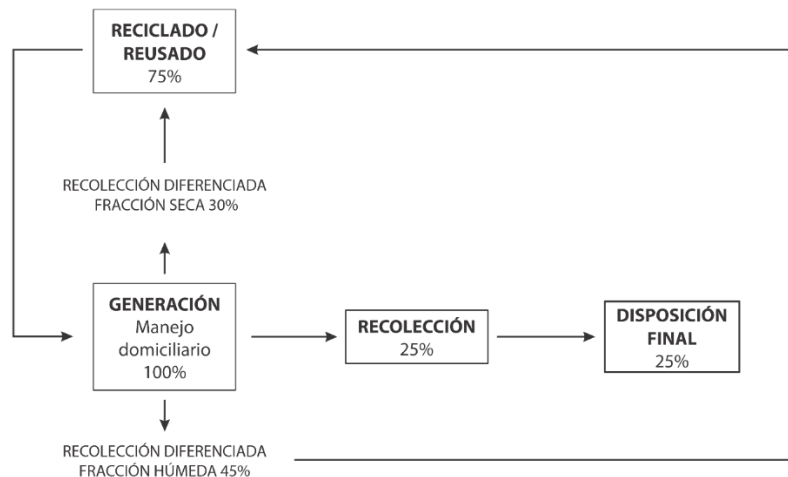


Figura 4. Manejo de residuos implementando economía circular.

### D. Propuesta de Plan de Recolección Diferenciada

Para la recolección diferenciada se recomienda la recolección de residuos valorizables por día desde su punto de generación para evitar el contacto de los

residuos secos con los residuos húmedos. Estos sistemas de recolección diferenciada se han implementado en otros Estados de la República como Aguascalientes y Jalisco.

En la siguiente Tabla se presenta el programa de recolección semanal formulado en base a la generación de los residuos en los municipios.

RESIDUO	DÍA DE RECOLECCIÓN						
	L	M	M	J	V	S	D
PAPEL Y CARTÓN	X				X		
METALES						X	
PLÁSTICOS		X		X			
VIDRIO			X			X	
JARDINERÍA			X			X	
ALIMENTARIOS	X	X		X	X		X

### Conclusiones

- El estado de Tabasco presenta un sistema de economía lineal en donde el total de la generación se da en las casas habitaciones y del cual solo se separa el 10% de los residuos por el personal recolector, el 85% recolectado se dispone en un sitio que en su mayoría no cuenta con la infraestructura reglamentaria, provocando de tal manera la contaminación del suelo, aire y agua.
- Más de 10 millones de pesos son dispuestos en residuos diariamente en los tiraderos del estado de Tabasco, sin contar con otros residuos sujetos a valorizar.
- La recolección diferenciada como alternativa a la reducción de los RSU promete ser factible ya que los beneficios sociales, ambientales y económicos:
  - Beneficios sociales

Al reducir la cantidad de residuos que se disponen en un relleno sanitario se reduce el riesgo de exposición de la población a enfermedades. De igual forma se crea una



conciencia ambiental en la sociedad mediante la práctica de la responsabilidad compartida.

- Beneficios económicos

El aprovechamiento de los residuos a través de la recolección diferenciada y el reciclaje da como resultado beneficios económicos representativos para el estado.

- Beneficios ambientales

La contaminación por RSU es disminuida, mitigando el impacto negativo que estos tienen sobre el agua, suelo y aire.

### Bibliografía

- Assaf Cárdenas V., & Salazar O., (2019) *Economía circular: una estrategia aplicable a la gestión integral de los residuos sólidos*. Universidad de Santiago Chile. <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/4520/ECONOM%C3%8DA%20CIRCULAR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Alvarado L. E., Rodríguez M. O., & Vazquez Z. O., (2016) *Evaluación socioeconómica del manejo de residuos sólidos urbanos en Huimanguillo, Tabasco*. Redalyc, Vol. (1), Pág. 49-72. <https://www.redalyc.org/pdf/4557/455745080003.pdf>
- Avendaño, E. (2015) *Panorama actual de la situación mundial, nacional y distrital de los residuos sólidos*. [Tesis para obtener el grado de Ing. Ambiental] Universidad Nacional, Abierta y a distancia.
- Cadena Lezama A. (2002) *La salud ambiental en el nuevo milenio en el nuevo milenio*. [https://kipdf.com/la-salud-ambiental-en-el-nuevo-milenio\\_5aae96251723dd1179a50efd.html](https://kipdf.com/la-salud-ambiental-en-el-nuevo-milenio_5aae96251723dd1179a50efd.html)
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud. (1999). *Manejo Local de Residuos Sólidos Domiciliarios e Impacto Ambiental*. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cerdá E., & Khalilova A., (2016) *Economía Circular*. Revista Dialnet Economía industrial. No. (401), pág. 11-20. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- Comisión de Radio y Televisión de Tabasco (CORAT). (11 de octubre de 2019) *De 17 municipios nada más existen rellenos sanitarios en Centro y Comalcalco*. <https://corat.mx/de-17-municipios-nada-mas-existen-rellenos-sanitarios-en-centro-y-comalcalco/>
- Dirección General de Difusión y Publicaciones. (2021) *Ley General de Economía Circular*.

[http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/5431/125.NL\\_Economia\\_circular.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/5431/125.NL_Economia_circular.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Domínguez, J. (26 de Julio de 2021). *Tabasco atrasado en manejo de residuos sólidos*. *El Heraldo de Tabasco*.  
<https://www.elheraldodetabasco.com.mx/local/tabasco-atrasado-en-manejo-de-residuos-solidos-7006549.html>

Fernández Colomina A., (2005) *La gestión integral de los Residuos Sólidos Urbanos en el desarrollo sostenible Local*. Revista Cubana de Química. Pág. 35-39.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543687013>

Gobierno del estado de Jalisco, (18 de abril de 2021). *Lanza Gobierno de Jalisco Programa Integral Jalisco Reduce*.  
<https://www.jalisco.gob.mx/es/gobierno/comunicados/lanza-gobierno-de-jalisco-programa-integral-jalisco-reduce>

Gobierno del estado de Tabasco. (2019) *Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024: Ordenamiento territorial y desarrollo sostenible*. Tabasco.  
[https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/planeacion\\_spf/PLED%202019-2024.pdf](https://tabasco.gob.mx/sites/default/files/users/planeacion_spf/PLED%202019-2024.pdf)

Gómez R. & Flores F. (2014) *Agenda 2014: Ciudades sostenibles y gestión de residuos sólidos*. Lima, Perú. Universidad del pacifico. [http://www.posgrado-faua.uni.edu.pe/images/Lecturas/planificacionurbanoregional/residuos-solidos\\_univ\\_pacifico.pdf](http://www.posgrado-faua.uni.edu.pe/images/Lecturas/planificacionurbanoregional/residuos-solidos_univ_pacifico.pdf)

Gran Castro J., Bernache Pérez G., (2016) *Gestión de residuos solidos urbanos, capacidades del gobierno municipal y derechos ambientales*. Revista Sociedad y ambiente. Vol. (1) pág. 73-101.  
<https://www.redalyc.org/pdf/4557/455745080004.pdf>

Kaza, S., Yao L., Bhada Tata P., Van Woerden, F. (2018) *What a Waste 2.0 A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*.  
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30317/9781464813290.pdf?sequence=13&isAllowed=y>

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (2022) Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). (2021) Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.  
[https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263\\_180121.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf)

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018) *Informe de la situación del medio ambiente en México: compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave, de desempeño ambiental y crecimiento verde.* <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/index.html>

Secretaria de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). (2020) *Diagnostico básico para la gestión integral de los residuos.* México.  
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>