

## La energía de los residuos. Una oportunidad imperceptible

### Energy waste. An imperceptible opportunity

Magda G. Sánchez-Trujillo <sup>a\*</sup>, Gabriela Mena-Sánchez <sup>b</sup>

---

#### Abstract:

As a result, from the COP 21 climate change commitment, Mexico has to deal with the contaminants that result from generating energy from fossil fuels. On the other hand, there is a lack of methodology and exploitation of the energy content in waste. Four processes for energy recovering from waste are described herein, these can create a synergy for Mexico to solve both energy and waste issues to comply with the commitments of the climate change summit. The article argues the need to harness the energy potential through proper waste management, the technologies described in this chapter can help to transform both problems.

#### Keywords:

Electricity, heat, fuel, energy, waste, landfill

---

#### Resumen:

Como resultado del compromiso derivado de la Conferencia de naciones Unidas sobre cambio climático (COP 21), México tiene que cumplir con las metas relacionadas a reducir los contaminantes que son resultado de la generación de energía a través de fuentes fósiles. Por otro lado, existe una falta de manejo y aprovechamiento del contenido de energía en la basura. En este artículo se describen cuatro procesos para recuperar la energía de los residuos, los cuales pueden ser utilizados para crear una sinergia en México y resolver las cuestiones de generación de energía por fuentes limpias y aspectos del mal manejo de residuos, ambos necesarios para cumplir con los acuerdos de la agenda de cambio climático.

En el trabajo se argumenta la necesidad de aprovechar el potencial energético a través del manejo adecuado de residuos, las tecnologías descritas pueden ayudar a transformar ambos problemas.

#### Palabras Clave:

Electricidad, calor, gasolina, energía, desechos, relleno sanitario

---

### Introducción

Las energías renovables como su nombre lo dice son aquellas que utilizan recursos renovables como el aire, el agua, el calor del subsuelo, etc. Para poder operar. Sin embargo, un problema que presentan al ser dependientes en su mayoría del sol, es que presentan intermitencias en la generación de energía lo que causa un problema de seguridad energética. Las energías sustentables por otro lado, son aquellas que utilizan recursos que no son renovables rápidamente pero que garantizan el suministro continuo de energía y generan bajas emisiones de GEI si se operan adecuadamente, uno de estos métodos es la generación de energía eléctrica mediante la recuperación del contenido energético de la "basura" por medio de procesos biológicos y térmicos.

En México se generan un poco más de 42 millones de toneladas de residuos sólidos al año, equivalentes a un volumen de 75 veces la pirámide de Teotihuacán o

llenar 231 veces el estadio Azteca (SEMARNAT, 2019). Lo que provoca esta cantidad de residuos se debe principalmente al crecimiento de la población, así como el desarrollo de nuevas tecnologías.

La situación de los basureros no es un asunto nuevo, sin embargo persiste a pesar de las iniciativas realizadas por autoridades en materia de medio ambiente, aunado a que los espacios contravienen con la norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones de protección ambiental para la ubicación del lugar, diseño, construcción, operación, seguimiento y clausura del sitio destinado para disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Otro problema emergente que conlleva el crecimiento de población, es la necesidad de generar mayor energía de manera sustentable, es decir, utilizar fuentes que sean renovables dentro de la tasa de recuperación del planeta y que además tenga bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

---

<sup>a</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior Tepeji del Río, <https://orcid.org/0000-0002-9093-1081>, Email:

\*mgabyst@gmail.com.mx

<sup>b</sup> Universidad de Glasgow. U.K, email. gbs1703@gmail.com.

Una manera de hacer frente a las cuestiones descritas anteriormente es el aprovechamiento del contenido de energía de residuos sólidos urbanos que se trata en mayor parte a través de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto. Del total de residuos generados en México, el 39.57% es susceptible de ser aprovechado (Bolaños Cacho Cué, Lagunes Soto Ruíz, Murat Hinojosa, Benavides Cobos, & Camino Farjat, 2018).

En el estado de Hidalgo, se dieron a conocer cifras acerca del tratamiento que cada municipio da a sus residuos sólidos, de los 84 municipios 11 depositan su basura en relleno sanitario a cargo de la empresa privada, cuyo costo por tonelada es de 206.50 pesos, entre ellos están Acatlán, Acaxotitlán, Tulancingo, Cuautepec y Epazoyucan. En la región de Tula se cuenta cerrado el relleno sanitario, por lo que los municipios de Atotonilco de Tula, Tlaxcoapan, Tlahuelilpan y Atitalaquia depositan sus residuos en el estado de México y lo administra también una empresa privada.

Por su parte, Chapantongo, Nopala de Villagrán, Tepetitlán y Alfajayucan comparten relleno sanitario donde pagan 460 pesos por tonelada. Existe un relleno sanitario intermunicipal entre Huehuetla, San Bartolo Totoltepec y Tenango que es propiedad de los tres municipios y se encuentra en un 50% de su capacidad. Almoloya, Apan y Tepeapulco cuentan con una empresa privada donde pagan 106.34 pesos por tonelada. Otros municipios más, Mineral de la Reforma y Tizayuca trasladan la basura a plantas de tratamiento ubicadas en el estado de México donde el costo por tonelada va de los 140 a 220 pesos por tonelada.

Así, Pachuca, Zapotlán, San Agustín Tlaxiaca y Mineral del Chico depositan en el relleno sanitario Huixmí que se encuentra al límite de su capacidad. El costo de la capital de estado para la disposición final de los residuos es de 53 millones anuales aproximadamente, dado que mensualmente gasta en renta de maquinaria y del espacio por tonelada. Por último, los restantes utilizan tiradero a cielo abierto o en barrancas, en su mayoría saneados con tepetate y cal para finalmente ser compactados.

Como se observa, existe desigualdad e insostenibilidad aspectos clave para entender cómo se enfrenta el problema de los residuos, donde los rellenos sanitarios son la única opción que en el mejor de casos están utilizando estos municipios, por lo que la atención de los residuos sólidos es un área de oportunidad que requiere ser atendida de forma preferente en términos educativo-medioambientales y de generación de energía para encontrar alternativas conjuntas en el estado y el país que se puedan adoptar.

En México en 2017 de acuerdo a cifras de SEMARNAT se recolecta el 83.93% de las 102,895 toneladas diarias

que se generan de las cuales 78.54% se dispone en rellenos sanitarios y únicamente el 9.63% se recicla.

El término “reciclar” se ha adoptado como solución al problema de la generación de basura, sin embargo, es necesario analizar que los materiales reciclados tienen un tiempo de vida útil y requieren también de energía para poder transformarse en materia reutilizable dentro de los procesos de transformación. Por esta razón debemos comenzar a cambiar los procesos para el tratamiento de residuos e incorporar conceptos adicionales:

1. Reducir: La mejor manera de tratar la basura es no generarla.
2. Reutilizar: Buscar un uso a las cosas de otra manera antes de desecharlas.
3. Reparar: Darle una segunda oportunidad buscando la forma de que las cosas sigan siendo útiles antes de cambiarlas por algo nuevo.
4. Reciclar: Aprovechar los materiales para reducir la necesidad de extraer materia prima.

Recuperar (**Energía**).

En este artículo nos enfocaremos en describir el término 5, que se orienta a la recuperación de la energía, lo cual con el tiempo se busca cambiar la percepción y el concepto que actualmente se tiene de ver los residuos como un problema para atenderlos como una oportunidad.

En primer lugar los residuos deben clasificarse, por ejemplo; los metales deben separarse para ser fundidos y reutilizados, sin embargo, para los demás restos, se puede recuperar su valor para generar electricidad para alumbrado público, bombeo de agua o energizar el transporte público, también pueden utilizarse como combustibles y esto resulta una solución más viable y sustentable que el reciclar o mandarlos a un relleno sanitario.

Por lo anterior, resulta oportuno cambiar la percepción de basura y entenderla como “residuo”.

El siguiente gráfico 1 se muestra la composición de la basura.

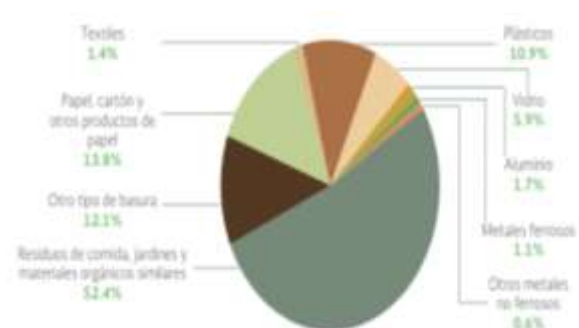


Gráfico 1. Composición de la basura en México.

Como se aprecia, los residuos más representativos son los orgánicos con un 52.4% y el papel, cartón y plásticos un 23.8%. (SEMARNAT D. G., 2016)

#### Procesos de conversión de energía

Es importante aclarar que una planta de generación de energía que utiliza residuos no es lo mismo que un incinerador, cuyo propósito es reducir el volumen de los residuos “quemándolos” para producir ceniza que después se desecha en cualquier lugar (Engineers, 2016).

Una planta de generación de energía a través de los residuos funciona tomando la energía potencial de los mismos a través de una “combustión” controlada, convirtiéndolos en un tipo de energía en forma de calor, electricidad y combustibles, con muy poca cantidad de residuos finales. El criterio de inclusión para poder obtener un beneficio de los residuos es que estos sean combustibles y/o biodegradables. En este artículo se realiza la descripción de tres procesos térmicos (combustión, gasificación y pirólisis) y uno biológico (digestión anaeróbica). A continuación se presentan los métodos.

#### Combustión

El proceso de combustión utiliza distintos tipos de residuos, el proceso consiste en obtener energía en forma de calor a partir de la incineración de los residuos, el calor obtenido se utiliza para mover una turbina que está conectada a un generador de energía eléctrica.

#### Gasificación

Es un proceso en donde el oxígeno en forma de aire, vapor u oxígeno puro reacciona a altas temperaturas con el carbón que se encuentra en los residuos y se obtiene un gas (ej. Metano CH<sub>4</sub>), ceniza o alquitrán. El producto obtenido se puede utilizar como combustible para generar electricidad en motores de combustión interna.

#### Pirólisis

Es un proceso térmico, intermedio de la incineración, en donde ocurre una degradación de residuos orgánicos en la ausencia de oxígeno para producir residuos carbonosos\*, aceites y gases combustibles, mismos que se pueden utilizar como combustibles para calderas o como sustituto del diésel en motores recíprocos†.

#### Digestión anaeróbica

Es un proceso biológico de fermentación microbiana en donde se utilizan residuos líquidos o semilíquidos como

\*Residuo formado por evaporación y la degradación térmica de un material que contiene carbono.

†Un movimiento recíproco es donde una parte mecánica va y viene, sube o baja de tal forma que este movimiento se usa para desempeñar un trabajo útil.

residuos ganaderos o humanos, restos de comida, hojas de jardín, lodos de plantas, así como aguas domésticas o industriales que en ausencia de oxígeno da lugar a una mezcla de gases (básicamente metano y dióxido de carbono).

El producto final de la digestión anaeróbica (DA) es el biogás y se efectúa el mismo proceso biológico que ocurre en los rellenos sanitarios, pero de manera controlada en un biodigestor. El biodigestor consiste en un tanque dentro del cual ocurre el proceso, el resultado final es la obtención de biogás mezcla de metano, dióxido de carbono, oxígeno, nitrógeno, vapor de agua y ácido sulfhídrico. El biogás es utilizado en una central eléctrica o hacia calderas. La ventaja principal de la DA es que utiliza residuos que no son útiles en los demás procesos.

#### Panorama actual para el aprovechamiento de la energía de los residuos

En Europa existen plantas para tratar estos residuos hasta el punto en el que han logrado reducir a cero el volumen que se manda a relleno sanitario. Incluso hay países en donde los rellenos sanitarios están restringidos (Manufacturers, 2017). En el gráfico 2 se muestran los datos.

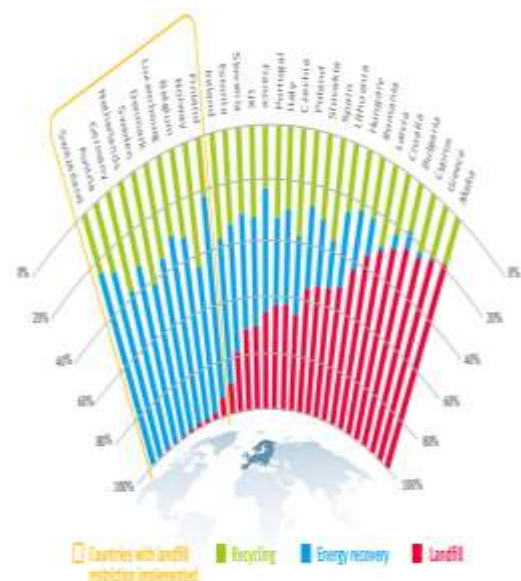


Gráfico 2. Aprovechamiento de la energía mediante residuos. Manufactures 2018.

En México, solo tres rellenos sanitarios cuentan con la infraestructura para recuperar energía obteniendo biogás, estos están ubicados en Nuevo León, Aguascalientes y Chihuahua (Arvizu Fernández, 2010). El relleno de Nuevo León comenzó operaciones en 2003 y es administrado por SIMEPRODE y tiene una capacidad de 7.42 Mega Watts, el proyecto recibió un donativo del banco mundial. La energía generada se

utiliza en el alumbrado público en siete municipios de Monterrey, así como el Sistema de Transporte Colectivo (metro).

En Aguascalientes existe desde 2009 un sistema de captura de gas que se utiliza en una planta de generación eléctrica y la utiliza la empresa NISSAN para la fabricación de los automóviles. Aguascalientes obtiene beneficios por venta de bonos de carbono y generación de energía verde.

Por último, en el relleno sanitario de Ciudad Juárez se obtiene gas metano que se utiliza para generar energía eléctrica que se utiliza para alumbrado público de Ciudad Juárez y Nuevo Casas Grandes en Chihuahua.

Para que estas estrategias se escalen a más rellenos en el país, se considera imperioso implementar políticas públicas para que a nivel gubernamental sea posible tomar ciertas acciones, tales como:

1. Revisar la estrategia energética e incorporar estas tecnologías para generación de energía con el beneficio agregado de reducir los residuos en rellenos sanitarios o y/o sitios no controlados.
2. Promover la percepción de los residuos como un recurso energético y así aprovechar al máximo su uso.
3. Dejar de ver el reciclaje como el único medio de reducir la cantidad de residuos ya que no será suficiente y el reciclaje requiere además energía para transformarse, es decir, deberán reciclarse solo aquellos residuos que no son aptos para ser convertidos en otras formas de energía.

## Conclusiones

En conjunto con otros países, México se comprometió a reducir las emisiones de GEI un 22% comparada con los datos del año 2000 y 51% el carbono para el año 2030. Otro de los compromisos de la agenda energética es incrementar la generación de energía por fuentes renovables.

Los combustibles fósiles son los mayores contribuyentes al cambio climático mientras que las tecnologías de generación de energía por residuos, disminuye la necesidad de extracción de recursos vírgenes y por tanto todas las emisiones correspondientes a ese proceso.

Por otro lado, es necesario disminuir la cantidad de residuos generada y aprovechar al máximo el potencial energético a través de un manejo adecuado de los mismos. Todo lo anterior tiene una clara conexión entre la generación de energía y el manejo de residuos, las tecnologías descritas en este capítulo pueden ayudar a resolver ambos problemas.

Los residuos se vuelven basura cuando no se separan y no se aprovechan. México tiene un gran potencial de aprovechamiento de residuos para generación de energía de acuerdo con cifras del Inventario de Energía Limpia la capacidad instalada para poder utilizar con biomasa es de 931.75 MW lo cual representa 1.24% del total de energía instalada en 2018 en el país.

## Referencias

- Arvizu Fernández, J. (2010). Las basuras como recurso energético. Situación actual y prospectiva en México. *Revista de Ingeniería Civil*.
- Bolaños Cacho Cué, R., Lagunes Soto Ruíz, A., Murat Hinojosa, E. E., Benavides Cobos, G., & Camino Farjat, V. (2018). Iniciativa con proyecto de decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, en materia de transformación de la basura en energía. *senado de la república*.
- Engineers, I. o. (2016). *Energy from waste. A wasted opportunity?* Scotland: Imech.
- Manufacturers, P. E. (2018). *Plastics - The Facts 2018*
- An analysis of European plastics production, demand and waste data. *PlasticsEurope*.
- SEMARNAT. (1 de mayo de 2019). *Secretaría del medio ambiente y recursos naturales*. Obtenido de [www.gob.mx/residuos-solidos](http://www.gob.mx/residuos-solidos)
- SEMARNAT, D. G. (2016). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. Ciudad de México: Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT.