

CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE PLÁSTICO

CONSTRUCTION OF A PLASTIC SHREDDERING MACHINE

Santillan Valdelamar, Maria Guadalupe^a, Dimas Díaz, Francelin, Serrano González Sergio y Barrera Rodríguez Elizabeth.

^aTecnológico Nacional de México. ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. División de Ingeniería Industrial. Mixquiahuala de Juárez, Hidalgo. México. 42700. msantillan@itsoeh.edu.mx

RESUMEN. *En las últimas décadas el plástico ha transformado la vida de la sociedad lo que ha permitido tener avances en sectores como el industrial, agrícola y de transporte. En la región del Valle del Mezquital las personas dedicadas a la recolección de plástico obtienen un ingreso adicional para sus familias con la venta del plástico recolectado, sin embargo, el precio pagado por los establecimientos es muy bajo. El objetivo de este trabajo es construir una máquina trituradora de plástico de bajo costo a través del software Solidworks para mejorar el ingreso de las personas dedicadas a la recolección de plástico en la zona del Valle del Mezquital. Se aplicó la metodología de Ingeniería Concurrente en tres fases: ideación, refinamiento e implantación. El costo de la máquina trituradora es 50% más barata que en el mercado. El resultado de la prueba de funcionamiento arrojó que puede triturar 12 kilos de plástico en 1 hora lo que permitirá incrementar en 20% el pago del plástico y mejorar el ingreso de las personas dedicadas a la recolección.*

Palabras clave: reciclaje, cuchillas, ingeniería concurrente

ABSTRACT. *In recent decades, plastic has transformed the life of society, which has allowed advances in sectors such as industry, agriculture and transportation. In the Valle del Mezquital region, people dedicated to collecting plastic obtain an additional income for their families with the sale of the collected plastic, however, the price paid by the establishments is very low. The objective of this work is to build a low-cost plastic crushing machine through Solidworks software to improve the income of people dedicated to collecting plastic in the Valle del Mezquital area. The Concurrent Engineering methodology was applied in three phases: ideation, refinement and implementation. The cost of the shredding machine is 50% cheaper than in the market. The result of the performance test showed that it can crush 12 kilos of plastic in 1 hour, which will increase the payment of plastic by 20% and improve the income of people dedicated to collection.*

Key words: recycling, blades, concurrent engineering

INTRODUCCIÓN

En la región del Valle del Mezquital, en particular en los municipios de Mixquiahuala de Juárez y Progreso de Obregón pertenecientes al Estado de Hidalgo, las personas dedicadas a la recolecta de plástico en los vertederos de basura y en las calles obtienen recursos de este oficio para el sustento familiar, sin embargo, el pago que reciben por el plástico recolectado depende si es transparente, de color o duro. Se investigó en 6 centros de acopio que reciben el plástico y el precio va desde \$2 hasta \$10 por kilo.

La construcción de una máquina trituradora de plástico de bajo costo utilizando Solidworks permite mejorar el ingreso de las personas dedicadas a la recolección de plástico en el Valle del Mezquital.

Sustento teórico

En México se lanzan a la vía pública, carreteras, bosques, playas, ríos y mares 90 millones de botellas

de refresco y de agua al año, debido a que es el segundo país en el mundo que más utiliza envases de PET (tereftalato de polietileno) y solo se recicla el 3%.¹

La mitad del plástico producido se convierte en residuo en cuatro o cinco años. Se calcula que desde que se inventó el plástico hasta el año 2015 se han producido unos 8300 millones de toneladas métricas que correspondería a unos 1100 Kg por habitante en el mundo. De esta cantidad de plástico que se ha producido en la historia de la humanidad, todavía está en uso aproximadamente un 30% equivalente a 2490 toneladas métricas, el 70% restante se ha convertido en residuos.²

El polietileno de tereftalato es un tipo de plástico maleable cuando es sometido a cierta temperatura también conocido como termoplástico, los cuales son utilizados para distintas aplicaciones, en específico

para elaborar botellas de diferentes tamaños para las bebidas, las mismas que toman varios cientos de años para que se degraden produciendo desperdicios tóxicos para el ambiente flora y fauna, incidiendo de manera.³

La dinámica de la industria exige una producción elevada de Tereftalato de polietileno (PET), generando diariamente volúmenes inmensos de desecho plástico, no obstante, los plásticos tienen la propiedad de ser reutilizados o reciclados, características que proporcionan la oportunidad de crear industrias dedicadas al reciclado de PET y a su comercialización como una materia prima que circule nuevamente en las empresas.⁴

La convicción de que hay que actuar para reducir la contaminación del plástico es cada vez mayor en el mundo y en particular en nuestra sociedad. Sin embargo, no todo es negativo en los materiales PET pues presentan propiedades térmicas, mecánicas, resistencia química, buena capacidad de formar fibras, baja permeabilidad de O₂ y CO₂, bajo coste y tiene una excelente reciclabilidad para crear nuevos productos. Los plásticos tipo PET son fácilmente triturables a dimensiones minúsculas para posteriormente ser utilizados en diferentes procesos que determinan productos útiles al hombre o con menos efectos negativos al medio ambiente.⁵

Los envases de plástico son un gran problema ambiental ya que tardan en degradarse aproximadamente de 100 a 1000 años, sin embargo, forma parte de los miles de toneladas que son desechadas en los rellenos sanitarios, calles, alcantarillados entre otros lugares. El PET puede ser aprovechado por medio del reciclaje mediante el proceso de trituración, convirtiéndolo en hojuelas para después convertirlos en artículo de uso común como ropa, cortinas, alfombras, juguetes, entre otros. Es decir, convertir la basura en algo útil.⁶

Las pequeñas plantas de reciclaje no necesitan de grandes máquinas industriales que son costosas y que procesan una gran cantidad de plásticos, sino que, necesitan una máquina más económica y que sea fácil de dar mantenimiento. El funcionamiento de los molinos y las máquinas trituradoras son semejantes, la diferencia está en el tamaño de los

materiales a procesar y con ello es diferente también la fuerza a ejercer, las máquinas trituradoras se utilizan para romper materiales duros y de gran tamaño, su principio de funcionamiento es la compresión, cizallamiento, impacto y atrición.⁷

Las técnicas de diseño, análisis y comunicación modernas han cambiado el papel tradicional de los ingenieros. El proceso de diseño de la industria se está desplazando de una actividad lineal y segmentada a una actividad conjunta, que involucra todas las áreas de la empresa y que emplea computadoras como herramientas principales. Esta nueva forma de diseño, con su enfoque de equipo integrado recibe el nombre de Ingeniería Concurrente, la cual consta de tres procesos:

Ideación: Es un enfoque estructurado del pensamiento para la resolución de un problema en la cual se concibe el diseño básico. Incluye la identificación del problema, ideas preliminares y diseño preliminar.

Refinamiento: Es un proceso repetitivo empleado para probar el diseño preliminar, realizar cambios si es necesario y determinar si el diseño satisface las necesidades del proyecto. Incluye modelado, análisis del diseño y visualización del diseño.

Implantación: Se utiliza para modificar el diseño final de la idea al producto, proceso o estructura.⁸

Los ingenieros y diseñadores usan software de ingeniería y diseño para modelar, validar y comunicar las ideas antes de la producción. Hay otras herramientas disponibles y, en ocasiones, integradas en el software CAM para manufacturar productos en una máquina de CNC o impresora 3D. El software de ingeniería mecánica se utiliza en varias industrias, incluido el diseño de máquinas industriales, la industria automotriz y los productos de consumo.⁹

El objetivo de este trabajo es construir una máquina trituradora de plástico a bajo costo usando Solidworks para mejorar el ingreso de las personas dedicadas a la recolección de plástico en la zona del Valle del Mezquital.

METODOLOGÍA

El proceso de Diseño de Ingeniería Concurrente que se aplica en este proyecto consta de 3 fases:⁸

1. Ideación
2. Refinamiento
3. Implantación

Ideación

Se realizó un bosquejo a mano alzada en el cual se plasmaron las piezas que debe tener la máquina trituradora como el motor, las cuchillas y la caja contenedora.

Refinamiento

Se utilizó el software SolidWorks® para el diseño de cada pieza de máquina trituradora. Las partes que conforman el diseño son:

- a) La tolva de la máquina en la cual se depositará el plástico a triturar.
- b) El motor para realizar el movimiento necesario para el triturado.
- c) La base o contenedor donde las cuchillas realizaran el triturado del plástico.
- d) Las cuchillas de forma rectangular que harán el triturado del plástico.
- e) El recipiente o caja en el que se almacenará el plástico triturado.

El ensamble final del diseño de la máquina trituradora se muestra en la figura 1 con todos los componentes.

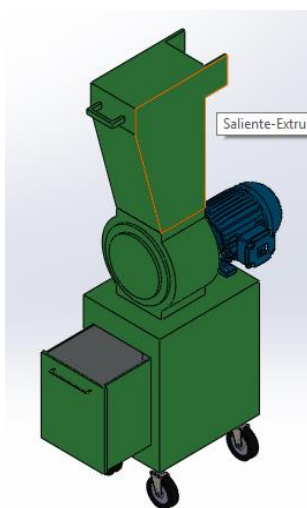


Figura 1. Ensamble final

Implantación

Para la construcción de la máquina se utilizaron los materiales que a continuación se enlistan.

1. Motor de 1 hp (1700 r.p.m)
2. Lámina de 1/16 de grosor
3. Soldadura 3/32 punta naranja
4. Dobladora de lámina
5. Remachadora
6. Bisagra
7. Pintura industrial
8. Tornillería
9. Llantas
10. Jaladora

Se realizó el armado de la base principal para el ensamble del motor, la caja que contiene las cuchillas y la tolva de depósito del plástico. Una vez construidas las partes generales de la máquina, se pintaron la base principal, la caja contenedora de cuchillas y la tolva de depósito.

Máquina Trituradora

Se presenta la máquina trituradora de plástico terminada en la figura 2; algunas especificaciones técnicas es su peso de 65kg, medidas de 1.2m de alto y 0.30m de base, tritura en promedio 12kg/hr.



Figura 2. Trituradora

Cuchillas

La caja de las cuchillas cuenta con dos cuchillas fijas y tres rotatorias que permiten realizar el corte oblicuo

proporcionando un corte suave y limpio. Estas cuchillas están fabricadas de acero D-2 y tratada térmicamente a 58/58 Rc que garantiza una alta resistencia al impacto y máxima durabilidad de los filos de corte, además cuenta con un recubrimiento de carburo de tuxteno que permite triturar productos abrasivos sin arriesgar la integridad y el filo de la cuchilla. Ver figura 3.



Figura 3. Cuchillas

Trituración

En la figura 4 se observa el proceso de trituración, la forma de las hojuelas de plástico que se van acumulando en la caja de almacén, una vez que pasa por las cuchillas.



Figura 4 Trituración del plástico

RESULTADOS

Costo de construcción

En el mercado existen máquinas trituradoras desde \$20,000 hasta \$50,000 destinadas a grandes empresas dedicadas a la trituración de plástico. El costo de construcción de la máquina presentada en este trabajo se reduce por lo menos en un 50% comparado con las del mercado lo que permitirá que las personas dedicadas a la recolección de plástico en el Valle del Mezquital tengan acceso a adquirirla.

En la tabla 1 se presenta el monto total de los gastos de construcción de la máquina.

Tabla 1. Gastos de construcción

Materiales/ servicio	Precio unitario (\$)	Piezas/ horas adquiridas	Total
Acero	297.5	8 pz	\$2,380
Motor 1hp.	1500	1 pz.	\$1,500
Lámina	250	-----	\$ 250
Otros	300	-----	\$ 300
Maquinado	700	5 hr	\$3,500
Total			\$7,930

Prueba de funcionamiento

Para verificar el funcionamiento de la máquina se realizó una prueba con dos repeticiones utilizando plástico duro como desechos de juguetes, el resultado se muestra en la tabla 2. La prueba de funcionamiento indica que en promedio se trituraron 12kg/hr.

Tabla 2. Prueba de funcionamiento

Repetición	Materia prima (Kg)	Tiempo (min)
1	1	4.57
2	1	5.03

Se presenta la comparación en la tabla 3, de los precios que ofrecen los centros de acopio de plástico del Valle del Mezquital, realizando una regla de tres se obtiene que se mejora en 20% el precio de venta.

Tabla 3. Precios del plástico

Tipo	Sin triturar (\$)	Triturado (\$)	Aumento (%)
Transparente	10	12	20
Duro	2	2.5	25

DISCUSIÓN

En la búsqueda de información de diseño y construcción de máquinas trituradoras se puede verificar la existencia de varias propuestas de diseño en los diferentes países de Latinoamérica, donde se desea contribuir a la disminución de la contaminación y el manejo adecuado de los residuos sólidos, como son las botellas de plástico, en estas propuestas se evidencia la inmensa necesidad que existe de crear máquinas y diseños para responder a la gran producción de material y poder procesarlo, es decir, lavarlo, limpiarlo, comprimirlo, molerlo y finalmente triturarlo. Para el diseño de una trituradora se deben tener en cuenta aspectos como la cantidad de material que procesa al día, los materiales y el precio

que respondan tanto a las necesidades de los clientes como al problema actual de contaminación y manejo de residuos sólidos para que beneficie a la mayor cantidad de personas sin perder de vista el impacto positivo que tendría en el ambiente.⁴

CONCLUSIONES

La construcción de la máquina trituradora de plástico permitirá que las personas dedicadas a la recolección de plástico mejoren su ingreso mediante la venta del plástico triturado en forma de hojuelas dentro de la zona del Valle del Mezquital.

REFERENCIAS

1. Tiran mexicanos 90 millones de botellas a calles, bosques, ríos y mares cada año. (13 de Abril de 2017). *La Jornada*, pág. 31.
2. Hidalgo Aguilera, L., Imbaquingo, J., & Mideros, D. (2017). Diseño e implementación de una máquina recicladora de botellas plásticas por corte, controlada automáticamente. *Enfoque UTE*, 8(5), 89-102.
3. Hidalgo Sánchez, D. A. (2020). *Diseño de una Máquina Trituradora de Plástico para la Comunidad de Limoncocha, Provincia de Sucumbíos Ecuador*. Quito, Ecuador: Universidad Internacional SEK.
4. Hoyos Mateus, D., & Hoyos Mateus, M. R. (2017). *Diseño de una Trituradora de Pet*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
5. Prado, R., Saez, A., Rojas, J., Hurtado, R., Macuyama, S., & Ventura, Y. (2019). Construcción de una Máquina Trituradora de Plástico. *Pueblo Continente*, 30(1), 85-91.
6. García Villalba, L. A., Ponce Corral, C., Martínez López, E. J., & León Ordaz, J. (2014). Diseño y prototipo de una Máquina Trituradora de PET. *Culcyt Sustentabilidad*, 63-71.
7. Luque Mendoza, E. Y. (2019). *Diseño de un Prototipo de Máquina Trituradora de Botellas PET*. Lima, Perú: Universidad Tecnológica del Perú.
8. Bertoline, G., Rodriguez, A., Urbina, E., Wiebe, E., & Mohler, J. (1999). *Dibujo en Ingeniería y Comunicación Gráfica*. México: Mc Graw Hill.
9. Autodesk. (5 de Febrero de 2020). *Software de Ingeniería y Diseño Mecánico 3D*. Obtenido de Software de Ingeniería y Diseño Mecánico 3D: <https://www.autodesk.mx/solutions/3d-mechanical-engineering>