

Diseño y simulación de una maquina compactadora de chatarra**Design and simulation of a scrap compactor machine****Projeto e simulação de uma máquina compactadora de sucata**

Goicochea Ramírez Oscar Alberto¹, Cruz Balarezo Dayana², Lázaro Palacios Piero³, López Ynca Diego⁴,
Saldaña Miranda David⁵

Resumen

El presente trabajo se realiza con el propósito de diseñar y elaborar una simulación de una maquina compactadora de chatarra para reciclaje, utilizando un chain transfer conveyor y sensores ópticos. Se busca lograr reducir la chatarra compactándola de una manera rápida y fácil, según su clasificación, los cual podrían darnos como resultados distintos detalles y/o información en cada uno de los diferentes tipos de reciclaje. Con esto se consigue una reducción de tiempos y demoras en el proceso, ya que todo estará programado. Se realizarán cálculos mecánicos, eléctricos, matemáticos y electrónicos para lograr a la elaboración de esta compactadora. La chatarra podrá ser de diferentes tipos, ya sean fierro, plástico y papel según la programación que se le dé. A sí mismo, se puede controlar la velocidad de las fajas transportadoras. La investigación es de carácter experimental porque se han desarrollado cada uno de los cálculos necesarios para llegar al resultado final de este proyecto.

Palabras clave: Clasificación de chatarra, automatizado, sensores.

Abstract

The present work is carried out with the purpose of designing and elaborating a simulation of a scrap compactor machine for recycling, using a chain transfer conveyor and optical sensors. The aim is to reduce the scrap by compacting it in a fast and easy way, according to its classification, which could give us as results different details and/or information in each one of the different types of recycling. With this a reduction of times and delays in the process is achieved, since everything will be programmed. Mechanical, electrical, mathematical and electronic calculations will be made to achieve the elaboration of this compactor. The scrap can be of different types, whether iron, plastic and paper according to the programming that is given. At the same time, the speed of the conveyor belts can be controlled. The research is experimental in nature because each of the necessary calculations have been developed to reach the final result of this project.

Keywords: Scrap sorting, automated, sensors.

Resumo

O presente trabalho é realizado com o objetivo de projetar e desenvolver a simulação de um compactador de sucata para reciclagem, utilizando um transportador de transferência de corrente e sensores ópticos. O objetivo é reduzir o refugo compactando-o de forma rápida e fácil, de acordo com sua classificação, o que pode nos fornecer diferentes detalhes e/ou informações em cada um dos diferentes tipos de reciclagem. Com isso, consegue-se uma redução de tempo e atrasos no processo, pois tudo será programado. Cálculos mecânicos, elétricos, matemáticos e eletrônicos serão feitos para alcançar o desenvolvimento deste compactador. A sucata pode ser de diversos tipos, seja ferro, plástico e papel de acordo com a programação que for dada. Por si só, a velocidade das correias transportadoras pode ser controlada. A investigação é de natureza experimental porque cada um dos cálculos necessários para chegar ao resultado final deste projeto foram desenvolvidos.

Palavras-chave: Triagem de sucata, automatizada, sensores.

¹ Escuela de Ingeniería Industrial. Magister. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. oscar.goicochea@upn.edu.pe.
<https://orcid.org/0000-0002-0657-4596>.

² Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. N00231538@upn.pe.
<https://orcid.org/0000-0003-2929-0235>.

³ Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. N00098631@upn.pe.
<https://orcid.org/0000-0002-9392-2404>.

⁴ Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. N00184321@upn.pe.
<https://orcid.org/0000-0002-7133-1005>.

⁵ Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. N00141541@upn.pe.
<https://orcid.org/0000-0001-9378-629X>.

Introducción

En los últimos años el tema sobre reciclaje ha ocupado un lugar central en debates, ponencias, foros, plenarias, mesas de diálogo, así como en el proceso de toma de decisiones en muchas partes del planeta. Son varias las organizaciones a nivel mundial y nacional que han desplegado acciones para mitigar el problema de la contaminación ambiental, sin embargo, este se agudiza cada día, prueba de ello es el incremento de generación de desechos que se observa en todo el mundo. La acumulación de residuos de distinto tipo es una problemática urbana que la mayoría de las ciudades del mundo no han podido resolver, esto provoca inmensos focos de contaminación, capaces de producir enfermedades de toda clase y se traslada a las corrientes subterráneas de agua e introduce nuevos elementos tóxicos en la cadena alimentaria. Ante esta situación el presente artículo tiene como objetivo diseñar y construir un prototipo de compactadora de chatarra ya que son máquinas que tienen una gran importancia ayudando a la recolección y compactación de una materia prima para elaborar nuevos productos. Hoy en día, la utilización de compactadoras es muy necesaria, ya que, su principal beneficio es contribuir con una mejora en la sociedad, así mejorar la producción en algunas empresas que utilizan productos reciclables, (Alicia, 2010). Así mismo, la reutilización de elementos y objetos de distinto tipo que de otro modo serían desechados, contribuyendo a formar más cantidad de basura y, en última instancia, dañando de manera continua al planeta por lo cual una compactadora reduce índices de contaminación, (Ibarra, 2021).

Como antecedente para la presente investigación se tiene como una referencia, el diseño la máquina compactadora para poder aumentar la capacidad de chatarra para convertirlo en reciclaje, en un trescientos por ciento, (García, 2014). Por lo cual, consta con el diseño de una máquina, definido por un sistema hidráulico de triple compresión cuya energía hidráulica es transmitida a cuerpos metálicos inservibles para poder deformarlos reduciendo su volumen, (Sánchez, 2017). Mientras que, el diseño de esta compactadora también se dio a conocer una de alto tonelaje ayudando a tener mejor compactación y reducir tiempos por lo que abarca más que una compactadora normal, (Santos, 2016). Por otro lado, la primera fase de la gestión de reciclado que consiste en la compactación de envases plásticos y latas y así optimizando de mejor forma los costos de procesos productivos preservando los recursos naturales que se incluyeron, (López, 2016). Para el diseño de la máquina, se tomó en cuenta el estudio técnico legal, estudio de impacto ambiental que genera esto en todo el mundo y su fabricación de compactadora, (Esquivel, 2012).

A partir de, escribir el proceso automatizado en función para la distribución de piezas metálicas desde una estación de descarga a un área de almacén previo proceso de empaquetado se requiere optimizar un gran porcentaje de reciclaje, (Costa, 2019). Dentro de un proceso de la compactadora se puede observar que se clasifica lo obtenido en diferentes cajas, según el tamaño mediante de los dos brazos robóticos, donde los pesos pequeños se van a una bolsa y los pesos más grandes pasar a una mesa inclinada, (Grambo et al., 2019). Siguiendo con las partes que tiene una compactadora, se desarrolló una pinza capaz de separar varios materiales de diferentes pesos o tamaños para hacer más sencillo el trabajo de compactar, (Saliba y Camilleri, 2017). Estas compactadoras nacen por la necesidad que se tiene dentro de las pequeñas empresas recicladoras, ya que se gana en la transportación de la materia prima disminuyendo los costos, (Jiménez, 2009). También, de esta manera nos permite generar un estudio que se describa donde podamos reducir la cantidad de material de chatarra que se desechan día tras día a nuestro medio ambiente para poder minimizarlos, (Del Águila, 2018). Por consecuente sobre el sistema automatizado para la clasificación ya sea por forma, tamaño o color en el sistema se usa unos componentes y un chip para ser controlado, (De la Rosa, 2019) nos indica que el reciclaje tiene muchos beneficios y así incrementa haciendo más máquinas aparte de la compactadora, (Lluis 2001). Finalizando tenemos que, la gestión de los residuos implica un importante gasto energético y económico, además de un grave problema medioambiental en todos los aspectos por ellos se evalúa crear máquinas que ayuden a resolver estos problemas, (Andalucía et al., 2008).

Material y métodos

Para la elaboración de este proyecto, será necesario tener en cuenta los materiales que se utilizarán para la obtención de los datos y la ejecución de lo planteado; así como también, el procedimiento que se

llevará acabado para la obtención de los resultados. Las herramientas para la toma de datos que se consideraron en primer lugar, la simulación, fue necesario obtener un software de talla industrial para el desarrollo de procesos automatizados. Se consideran varias partes del proyecto para el diseño una de estas es el diseño de la compactadora de chatarra, ya que se debe diseñar de tal forma que la fuerza que ejerce debe ser la necesaria para compactar la chatarra. Para el diseño y procedimiento de la simulación, se consideró la estructura que será utilizada; se elaboró con el programa de SolidWorks, de esta manera se tendrá una imagen 3D de la faja transportadora. La medida de la chatarra es de aproximadamente es de 73 cm de alto, 44 cm de ancho y 29 cm de largo. A partir de esta referencia obtendremos las medidas adecuadas para el proyecto.

Estructura, se calculó la longitud del soporte para el actuador hidráulico. $T1 =$ Soporte esquinero (4soportes), $T1 = 0.73 m$. Además, $T2=$ Soporte laterales, $T2 = 0.42 m$, mostrado en la Figura 1 y 2. Estas medidas se basan un antecedente de un proyecto ya realizado el cual tomamos las referencias para realizar las medidas y aplicarlas en nuestro proyecto.

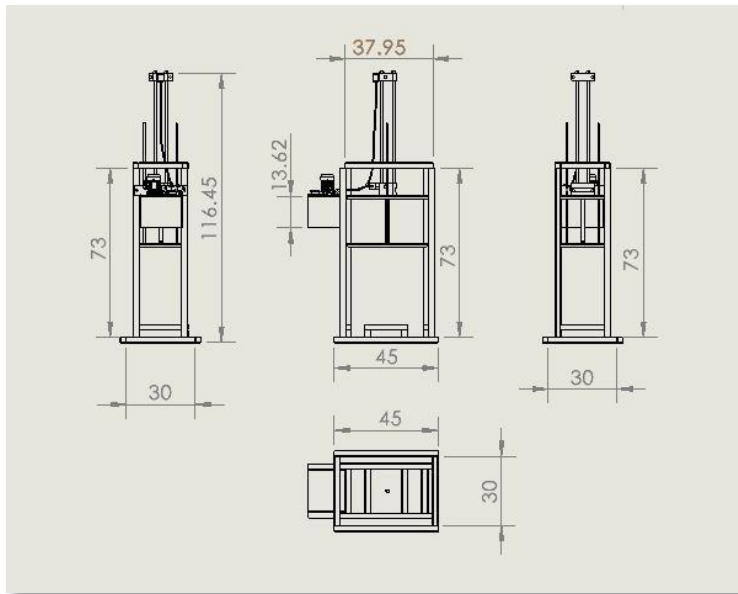


Figura 1. Dimensiones de la compactadora de basura.

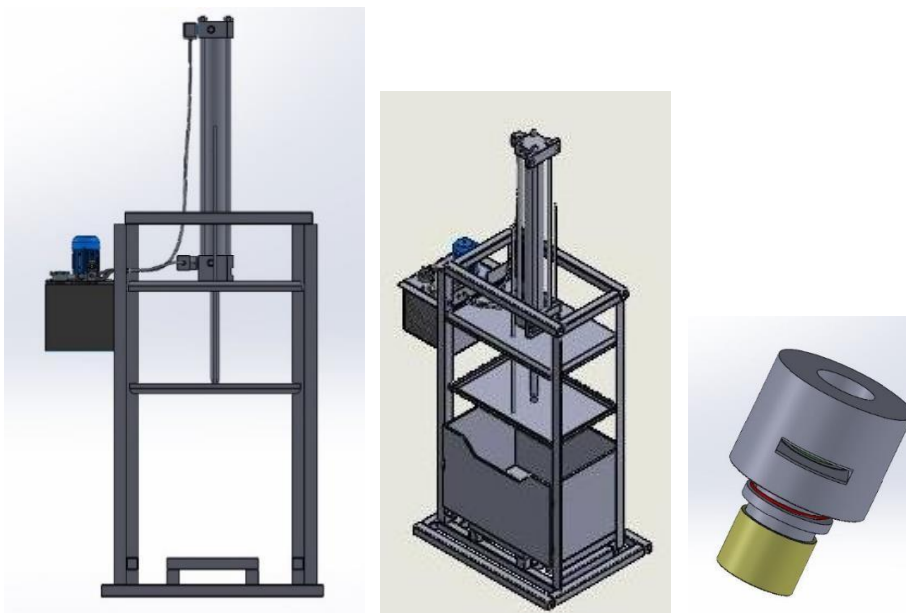


Figura 2. Vista frontal (izquierda), Vista isometrica (centro) y Valvula (derecha)

Para el diseño se tomaron en cuenta cálculos matemáticos, con la finalidad de saber la fuerza exacta con que la basura se pueda compactar, se utilizó teorías como la de multiplicador de presión.

$$\text{Fuerza} = F = 96 \text{ kg}$$

$$\text{Area} = A = 29 \times 29 \times 3.1415 = 2\,640 \text{ cm}^2$$

$$\text{Presion} = P = 96 / 2\,640 = 0,04 \text{ kg/cm}^2$$

Se considera una presión de diseño doble para que sea más confiable el equipo, donde P de diseño es de 0.08 kg/cm^2 . La plancha encargada de la compactación tiene un área de $13\,600 \text{ cm}^2$, entonces la fuerza total resultante es de 1088 kg , considerando un factor de seguridad $F.S. = 2$, el compactador será de $100 \text{ kgf} = 1 \text{ TM}$, mostrado en la figura 3.

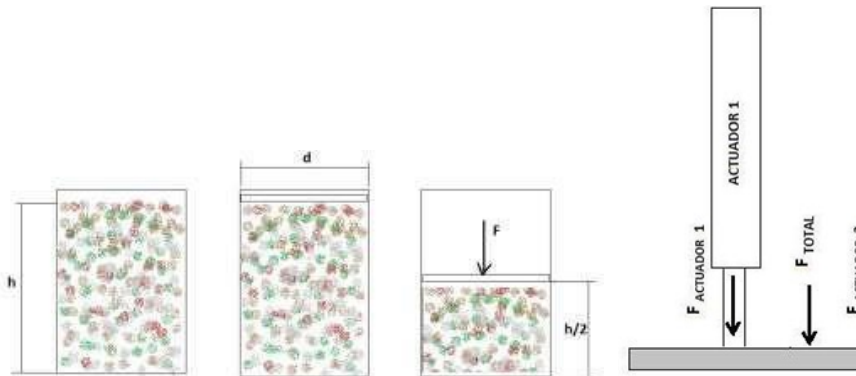


Figura 3. Esquema de teoría de presión (izquierda) y Esquema de aplicación de fuerzas (derecha)

Para el diseño de la programación fue necesario contar con programas especializados en la programación de PLC, en este caso utilizamos el lenguaje Ladder para la programación de controlador lógico programable, se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Algoritmo de programación en la PLC

Luego de haber ingresado todos los datos en el programa de simulación, se realiza el circuito eléctrico en Cadesimu, mostrado en la Figura 5, mediante el cual se detalla el funcionamiento de la faja transportadora y el accionar del sistema de la compactadora.

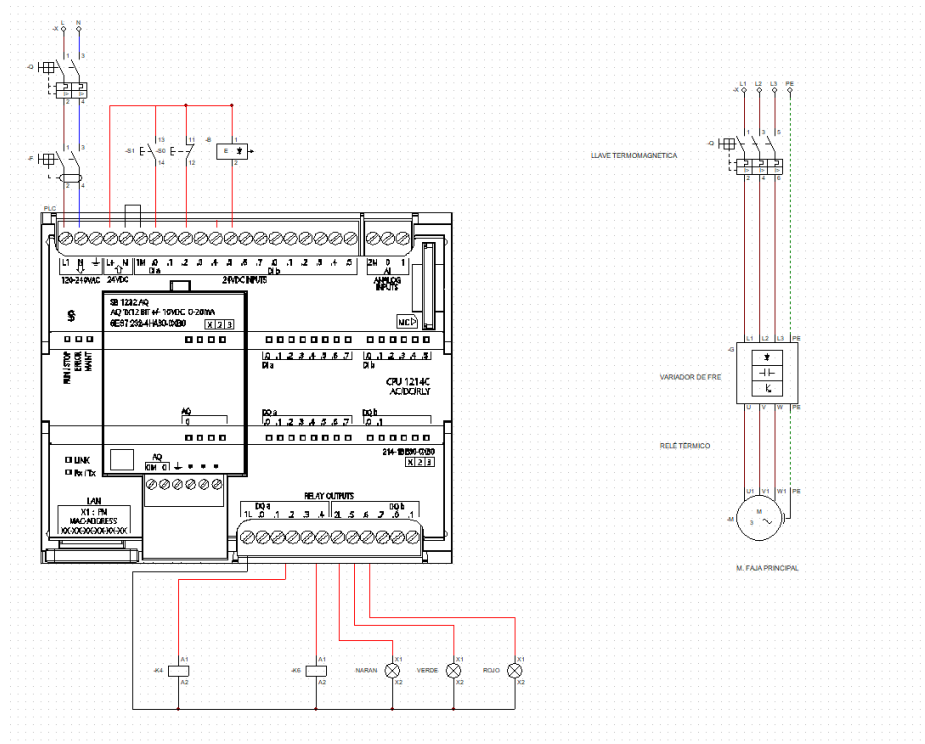


Figura 5. Circuito eléctrico CADE SIMU

En el circuito podemos ver el diagrama de fuerza, en el cuál a través de la llave electromagnética conectado al PLC de manera indirecta la cuál activará o desactivará el motor. La segunda fase se encuentra el diagrama de control o PLC. Esto se puede visualizar en la simulación del programa, como se muestra en la Figura 6, donde los bloques de basura pasan una a una por la faja transportadora, luego se compacta la chatarra y así tenemos el producto final. El proceso inicia cuando se pulsa el pulsador start, seguidamente se enciende la faja transportadora, entra el bloque hasta llegar al lugar del sensor óptico el cual hace que se detenga la faja e inicie el proceso de compactación, terminado el proceso, el bloque retorna, como indicado en la Figura 7.

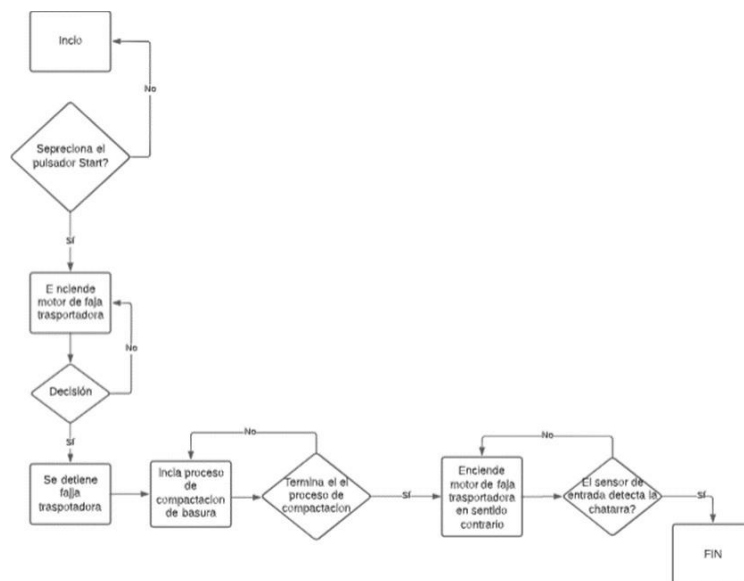


Figura 6. Diagrama de proceso



Figura 7. Simulación del proceso

Resultados

Para ello, se ha realizado un total de 2 ensayos, donde se analiza cada proceso. Para esto, el sistema deberá detectar si la maquina compacta de forma correcta. Dentro de cada ensayo, se aplicaron 10 pruebas con la finalidad de poder corroborar y verificar cuál es el porcentaje de eficiencia del proyecto. Como respuesta de los dos ensayos se obtuvieron los mismos resultados los cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.

Resultados de los ensayos 1 y 2

PRUEBAS COMPACTADORA CON BASURA DEMETAL	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
<i>Bloques ingresados</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Bloques compactados</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Bloques compactados parcialmente</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Eficiencia (%)</i>	100	100	100	100	100	100	100	80	100	100
PROMEDIO DE EFICIENCIA (%)										100

En la Tabla 1, se pueden observar los resultados de cada ensayo, donde en cada prueba realizada se determinó un porcentaje de eficiencia. Por lo que, será necesario hacer un promedio de todas ellos y finalmente un promedio general, el cual será el nivel de eficiencia del proceso de compactación. En base a ello, se tuvo como resultado que el porcentaje de eficiencia general que es 100%. Este resultado, es considero óptimo para saber que nuestro diseño tendrá una buena eficiencia si se aplica de forma real. Tomando en cuenta el antecedente de (Alzamora, 2017) su deseno tiene un tiempo de vida de 7 a 11 años esto dependerá de las condiciones ambientales y el trabajo continuo de la máquina, por cual podemos decir que nuestra maquina tendrá una durabilidad de similar duración.

Discusión

Teniendo los resultados del proyecto, se puede observar que estos son. Se realizó un análisis con un proyecto similar (García, 2014), se llevó a cabo un proyecto por nombre diseño de una compactadora de chatarra liviana de acero. La primera diferencia es que es una maquina compactadora de chatarra liviana y que era para el aumento de transporte de chatarra logrando aumentar un trescientos por ciento su capacidad. El que se diseñó una compactadora de chatarra de alto tonelaje, que quiere decir que es de mucho mayor capacidad a la antes mencionada y a la que se está presentando, (Santos. 2016)

Conclusiones

Al término del estudio se concluye que sí es posible simular una compactadora, con software. Los Por lo que, será necesario hacer un promedio de todas ellos y finalmente un promedio general, el cual será el nivel de eficiencia del proceso de compactación. En base a ello, se tuvo como resultado que el

porcentaje de eficiencia general que es 100%. Este resultado, es considerado óptimo para saber que nuestro diseño tendrá una buena eficiencia si se aplica de forma real.

Referencias

- Alicia, E. A. (2010). Compactadora de chatarra para la sociedad. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_13a8f6f97b5241ff0c3b9ed13a8a0607
- Ibarra, P. (2021). Reciclaje en la sociedad ayudada por compactadoras. Puente Project. Obtenido de <https://proyectopuente.com.mx/2021/05/11/el-reciclaje-en-la-sociedad/>
- García, C. E. (2014). Diseño de una compactadora de chatarra liviana de acero. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0732_MI.pdf
- Sánchez, A. R. (2017). Diseño de compactadora de chatarra metálica. Arequipa. Obtenido de <file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/4A.0251.IM.pdf>
- Santos, J. B. (2016). Diseño de una compactadora de chatarra de alto tonelaje. Escuela Técnica de Ingeniería. Obtenido de <https://silo.tips/download/diseo-de-una-compactadora-de-chatarra-de-alto-tonelaje>
- López, C., Bajaaná, A. (2016). Diseño y construcción de un compactador de latas y envases de PET. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13386/1/UPS-GT001750.pdf>
- Esquivel, A. (2012). Estudio de impacto ambiental centro autorizado de reciclaje y descontaminación de vehículos al final de su vida útil y almacenamiento y gestión de chatarras. Obtenido de: [EIA RECUPERACION DE CHATARRAS Y METALES GUADIANA, S. L. .pdf \(juntaex.es\)](#)
- Costa, J. A. V. (2019). Prototipo de un Sistema de clasificación y envasado automatizado. Revista de Investigación Multidisciplinaria. Obtenido de <https://ctscafe.pe/index.php/ctscafe/article/view/107>
- Grambo, P., Mullick, T., Furukawa, T., Matoba, M., & Nasu, Y.. (2019). Automatic Sorting-and-Holding for Stacking. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.008>
- Saliba, M., & Camilleri, K. (2017). Un estudio exploratorio sobre la clasificación automatizada de residuos domésticos reciclables. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.168>
- J., Jiménez, A., Rosas. (2009). Diseño de una máquina compactadora de chatarra de aluminio para producir pesos de 65kg para adelante. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1758/1/CD-2356.pdf>
- L. del Águila. (2018). “Máquina compactadora de chatarra de hojalata para incrementar la producción de paquetes de 70 kg. Para la recicladora del oriente S.A.C de Tarapoto, 2018”. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27100/Del%20Aguila_RL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- De la rosa, J. (2019). Sistema automatizado por tamaño, color y forma. Resumen. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=107548>
- Lluís, N. A. (2001). Diseño y automatización de una compactadora de residuos sólidos urbanos. Obtenido de <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/112pub.pdf>
- Andalucía y otros (2008). Reciclando muy importante para la sociedad usando máquinas. Obtenido de https://www.consejoconsumidoresandalucia.es/doc-estudios/estudio_reciclaje.pdf
- Alzamora Sánchez, Renzo Fabricio (2017). Obtenido de <https://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6411>