

Diseño de máquina para la fabricación de briquetas a partir de residuos forestales y de residuos de aceite vegetal usado

López Fioravanti Lisandro Abel ^{a, b}, Medina Fabián Alberto ^{a, b}, Mils Maximiliano Aníbal ^{a, b}, Vareniza Mijaíl Nicol ^{a, b}, Zaldívar Núñez Eduardo ^{a, b}, Cabral Roberto José ^{a, b, c}, Oliveira Mario Orlando ^{a, b}

^a *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.*

^b *Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Energía Eléctrica - LIDEE, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.*

^c *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - CONICET, Argentina.*

E-mails: lisandrolopez524@gmail.com, fabian.medina92@gmail.com, maxianibalmils@gmail.com, mijailvareniza1323@gmail.com, zaldivar76638@gmail.com, robert_rjc@hotmail.com, ingenioli@gmail.com

Resumen

En el presente proyecto se realizará el diseño, cálculo y selección de componentes para la fabricación de una máquina para obtener briquetas a partir de materiales combustibles, en este caso, aserrín y el residuo resultante de la obtención de jabones y detergentes a partir del residuo de biodiesel, denominado “borra”, el cual se espera que tenga un poder calorífico mayor en comparación a una briqueta común, obtenida a partir solamente de aserrín y/o viruta. La briqueta obtenida a partir de aserrín y borra de aceite vegetal usado (AVU), podrá ser utilizada en estufas, salamandras, hornos, calderas, así como también en centrales que utilicen biomasa como combustible. Para el desarrollo de la propuesta se recurre a la realización de ensayos de humedad, poder calorífico y compactación de la mezcla, para poder determinar el comportamiento que deberá tener el producto, así como también las proporciones óptimas de cada material para lograr una combustión adecuada.

Palabras Clave – Briqueta, Aceite Vegetal Usado (AVU), Briquetadora, Poder Calorífico.

1 Introducción

La provincia de Misiones se enfrenta a una problemática ambiental debido a la generación de residuos forestales en aserraderos y carpinterías, así como los desechos de aceite vegetal usado (AVU) que tienen origen en diversos restaurantes y negocios de comida, el cual, por su lado, genera un fuerte impacto en relación a su disposición final y que actualmente se emplea para la obtención de biodiesel. El proceso productivo del biodiesel produce una sustancia denominada borra, producto del filtrado de aceite vegetal usado, la cual es utilizada para la elaboración de jabones y detergentes. Sin embargo, no toda la borra generada en el proceso de filtrado de aceite vegetal usado, es utilizable, presentando nuevamente el problema ambiental de la disposición final de la misma. En vista de esto, se pretende utilizar la borra de descarte del proceso de elaboración de jabones y detergentes, como aglutinante del aserrín y para mejorar el poder calorífico de las briquetas. Entonces, para abordar esta problemática, surge este proyecto que tiene por objetivo el diseño del proceso y planta piloto para la fabricación de briquetas a partir de dos fuentes de desperdicios: el aserrín y borra.

La combinación de estos dos materiales permitirá obtener un combustible bioenergético con características específicas. Actualmente no existen antecedentes en donde se utilizan estos dos

productos para la fabricación de briquetas, por lo que se tendrá una máquina innovadora, diseñada y fabricada regionalmente.

Además de contribuir a resolver la problemática de gestión de residuos en la industria maderera y de biodiesel, este proyecto pretende proporcionar beneficios significativos, tanto socioeconómicos como ambientales. Entre las ventajas del proyecto se destacan la disponibilidad de materia prima a bajo costo, la producción con bajos costos operativos, la satisfacción de una necesidad no resuelta en la industria y sociedad, y la revalorización de los recursos y residuos biomásicos.

2 Actividades programadas y alcanzadas

2.1 Objetivos

El objetivo general del presente proyecto es diseñar una máquina para la fabricación de un nuevo tipo de briquetas con determinadas características, como ser un elevado poder calorífico, que resuelva el manejo de los desechos del propio proceso productivo de biodiesel (borra) y dé valor agregado a los residuos foresto-industriales de la región (aserrín).

A seguir se describen los objetivos específicos:

1. Calcular y diseñar los componentes necesarios para la fabricación de la máquina.
2. Planificar un proceso para la obtención del producto final con la mínima intervención del operario.
3. Brindar un producto para abastecer el mercado local y nacional.
4. Reutilizar los desechos generados por la foresto-industria y el aceite vegetal usado, como materia prima.
5. Resolver la disposición final de los residuos generados en la producción de biodiesel.
6. Realizar un estudio legal, en conjunto con un estudio de impacto ambiental, para concluir sobre la viabilidad de realización del proyecto.
7. Realizar un estudio económico con el objetivo de conocer el financiamiento necesario para llevar a cabo el proyecto.

2.2 Estudio Legal

En esta sección se determina la incidencia de la legislación nacional, provincial y municipal en el desarrollo del proyecto, desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.

2.2.1 Ámbito Nacional:

Ley N°26.093: Régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentable de biocombustibles.

Ley N°25.675: Ley Nacional del Ambiente.

2.2.2 Ámbito Provincial:

Ley XVI – N°97: Marco regulatorio y promoción para la investigación, desarrollo y uso sustentable de fuentes de energía renovables no convencionales, biocombustibles e hidrógeno.

Ley XVI – N°106: Marco regulatorio de los recursos dendroenergéticos renovables en el ámbito de la provincia de Misiones.

2.2.3 Ámbito Municipal:

Ordenanza VI – N°9: Evaluación de impacto ambiental.

Ordenanza VI – N°15: Reglamento para el control de la calidad del aire en la ciudad de Posadas.

Ordenanza VI – N°54: Programa municipal de gestión de aceite vegetal usado (AVU).

Disposiciones generales.

2.2.4 Normativa Técnica:

Norma ISO 14.001: Especificación para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental.

Norma IRAM N°17.016: Ensayo de poder calorífico.

Norma IRAM N°17.005: Ensayo de humedad.

Norma IRAM-ISO N°17225 – Parte 1: Requisitos generales y formas comerciales de briquetas.

Norma IRAM-ISO N°17225 – Parte 3: Clases y especificaciones de calidad de combustibles de las briquetas.

2.3 Estudio Técnico

En este estudio se analizarán las técnicas necesarias para lograr los objetivos mencionados anteriormente, así mismo las actividades que se realizaron.

2.3.1 Diagrama de flujo del proceso

Como el proyecto consta de una planta piloto, realizamos un diagrama de flujo del proceso productivo para la obtención de la briqueta, el cual es representado en la siguiente figura:

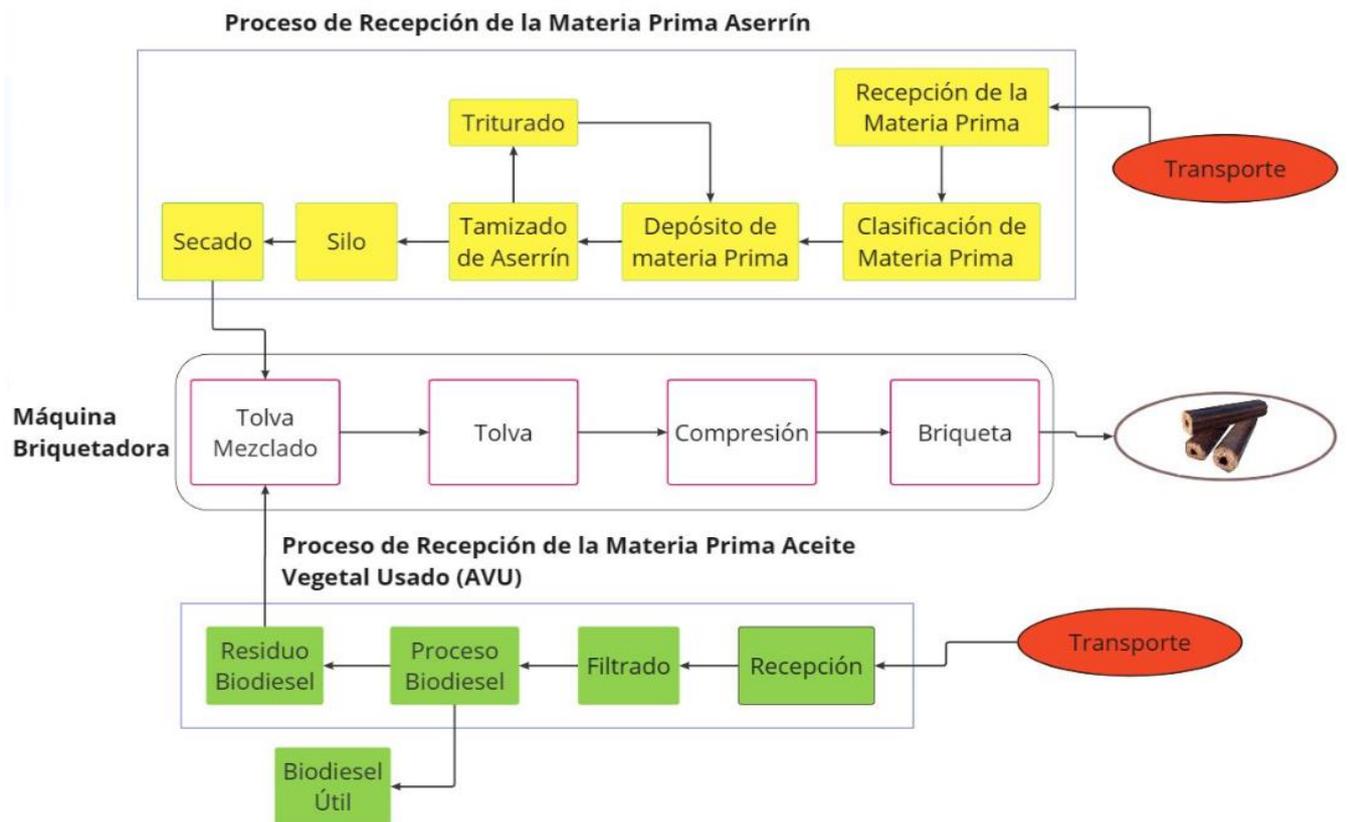


Fig. 1. Diagrama de flujo.

Fuente: Elaboración propia

El proceso inicia a partir del transporte por separado de cada materia prima: el aceite vegetal usado (AVU) recolectado de los negocios de comida y el aserrín/viruta de aserraderos en la provincia. Tras la recepción, el AVU se filtra como parte del proceso de producción de biodiesel, dejando como residuo una "borra" que se utilizará como aglutinante. El aserrín se clasifica según tamaños, se lo seca para luego almacenar en silos tras un secado previo. Posteriormente, ambos materiales se utilizarán para fabricar las briquetas. En el presente proyecto nos abocaremos al análisis de la máquina briquetadora, que estará compuesta por las etapas de: mezclado, tolva, compresión y obtención de briqueta, según lo indicado en la Fig. 1.

El transporte de cada producto debe cumplir con las ordenanzas exigidas por el municipio.

2.3.2 Diseño de mezcladora:

Parte del desarrollo de la briquetadora consiste en el cálculo y diseño de la mezcladora que será la encargada de realizar la correspondiente mezcla entre el aserrín y borra, para luego ser proporcionada a la briquetadora propiamente dicha.

2.3.2.1 Dimensionamiento del recipiente

Considerando que el mismo deberá tener una capacidad de 1m^3 , se determinaron las dimensiones del mismo, dando como resultado que deberá tener un diámetro de 90 cm y 157 cm de longitud.

Además, se establece un llenado del 80%, obteniéndose con esto el volumen ocupado por el producto dentro del mismo.

2.3.2.2 Cálculo de potencia a transmitir a la mezcla

Se obtiene el peso que deberá mover cada paleta en función de la densidad del producto y volumen de producto a desplazar; para luego obtener el torque y la potencia a transmitir [2]. Entonces, para un torque de 740,88 Nm y una velocidad de 100 rpm, se tendrá una potencia de 10,4 HP.

2.3.2.3 Selección del motorreductor

Con los datos de potencia a transmitir se selecciona un reductor del fabricante LENTAX modelo 26HR 12,5 con una potencia de 12,5 HP y una velocidad de salida de 82,8 rpm.

2.3.2.4 Diseño de paletas

Se establece la geometría y medidas iniciales de la paleta para fines de cálculo [2], la cual se presenta en la Fig. 2.

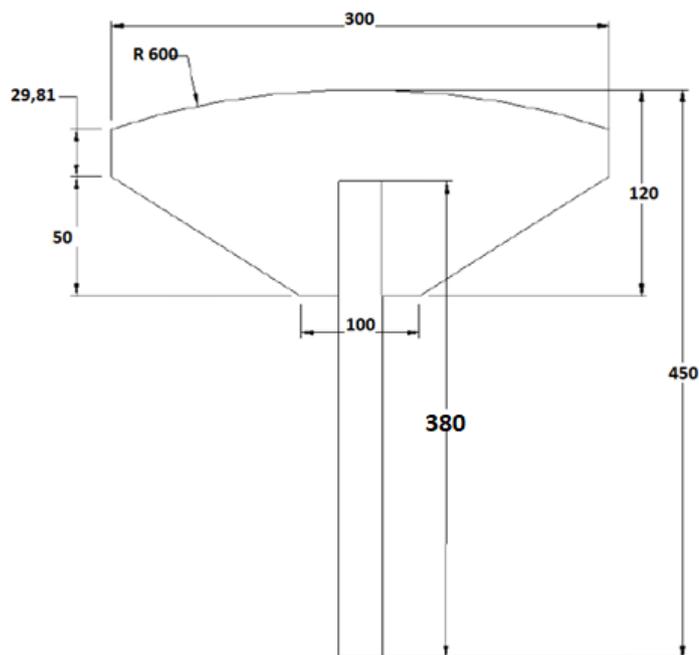


Fig. 2. Dimensiones de la paleta.

Fuente: [2]

2.3.2.5 Cálculo del eje de las paletas

Se determina el volumen y masa que desplazará la parte del eje que se acopla con la paleta. Se realiza además el análisis de la fuerza centrípeta a la que estará sometido el eje de la paleta [2], para luego calcular el esfuerzo máximo que soportará el material, por teoría de Von Mises [1]. El diámetro mínimo será de 3,71 cm.

2.3.2.6 Cálculo de espesor de paletas

Las paletas se fabricarán de fundición de aluminio. Mediante la teoría de rotura de Mohr-Coulomb [1], se concluye que con un espesor de 2 cm en la zona donde está aplicada la carga, se tendrá un factor de seguridad de 202, por lo que dicho espesor será suficiente.

2.3.2.7 Cálculo de eje principal de mezcladora (análisis por flexotorsión)

Mediante el análisis por flexotorsión se obtiene el diámetro mínimo que deberá tener el eje, el cual tendrá un valor de 2,6 cm.

En la Fig. 3 se presenta el diseño de la mezcladora:

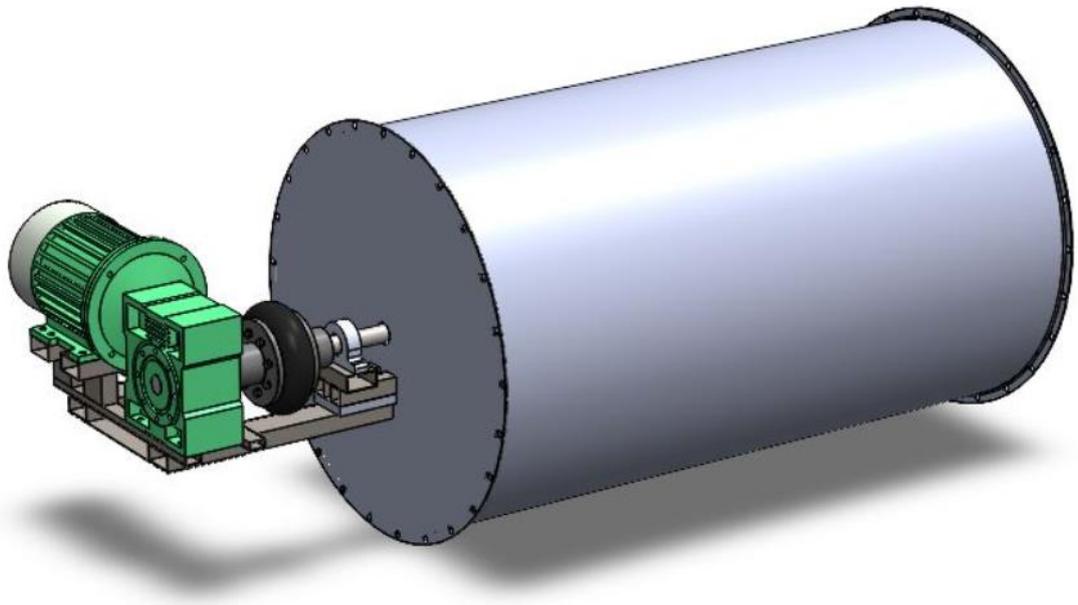


Fig. 3. Mezcladora.

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Forma y dimensiones de briqueta

La briqueta debe cumplir con una serie de formas comerciales establecidas según norma [3] [4], entre las cuales se adoptó la siguiente, a partir de los requerimientos del cliente:

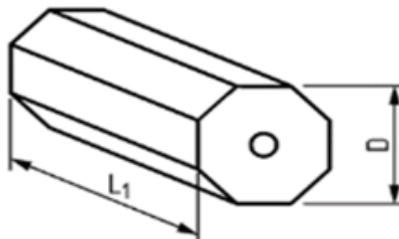


Fig. 4. Forma de la briqueta.

Fuente: [3]

Las dimensiones de la misma son las siguientes:

- Largo: 10 cm
- Diámetro: 5 cm
- Área: 93,73 cm²

2.3.4 Análisis de alternativas y selección de briquetadora

A su vez se analizaron distintas opciones en cuanto a los tipos de briquetadoras que existen en el mercado [5], planteándose dos alternativas de solución, las cuales se presentan a continuación:

2.3.4.1 Briquetadora a tornillo

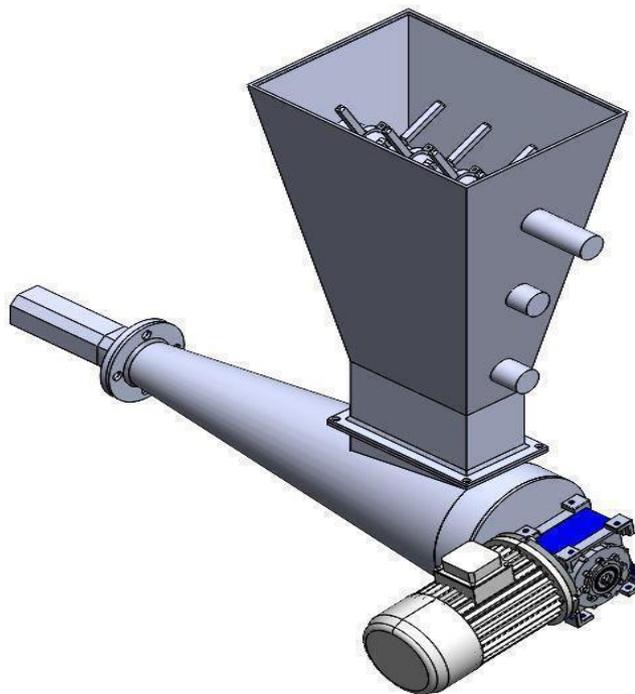


Fig. 5. Briquetadora a tornillo.

Fuente: Elaboración propia

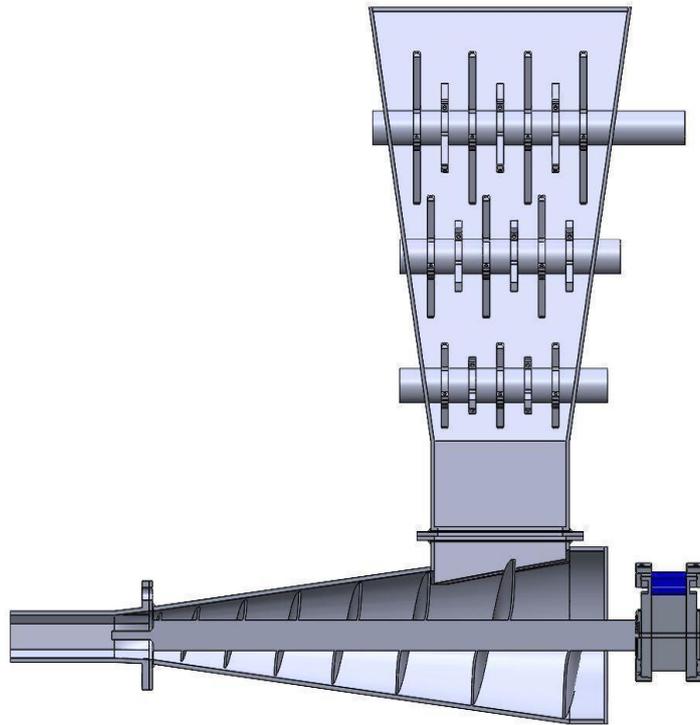


Fig. 6. Briquetadora a tornillo.

Fuente: Elaboración propia

2.3.4.2 *Briquetadora hidráulica a pistón de doble efecto y doble vástago*

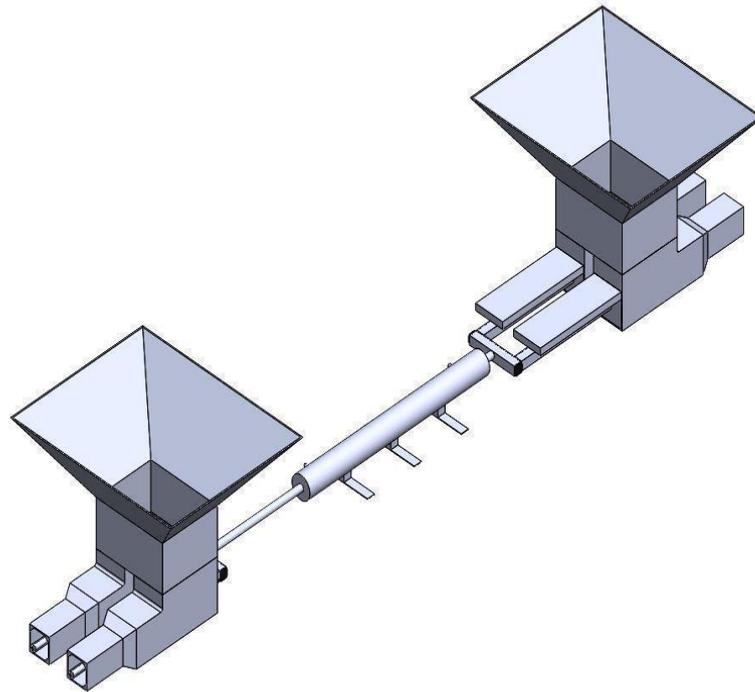


Fig. 7. Briquetadora hidráulica.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se optó por la opción de la briquetadora hidráulica a pistón, según los requerimientos del cliente. Teniendo en cuenta además que deberá tener una elevada capacidad de producción. Debido a esto, la misma contará con dos tolvas a través de las cuales se suministrará la mezcla a la cámara de compresión, en donde un cilindro hidráulico de doble efecto realizará la compresión en sus dos carreras.

3 Conclusiones

El presente proyecto tiene como objetivo abordar la problemática ambiental en la provincia de Misiones, y para lograr este propósito, se ha llevado a cabo un exhaustivo estudio técnico y legal. Se diseñó una máquina briquetadora. Además, se realizarán cálculos y selecciones de componentes para garantizar el correcto funcionamiento de la maquinaria.

Desde el punto de vista legal, se han considerado las normativas municipales, provinciales y nacionales relacionadas con el ambiente y el uso de biocombustibles. Esto asegura que el proyecto cumpla con los requisitos legales y promueva el uso sustentable de los recursos.

La briqueta desarrollada a partir de esta combinación de materiales ofrece numerosos beneficios ambientales, sociales y económicos. Permite reutilizar los residuos generados por la industria maderera y de biodiesel, evitando su disposición final y reduciendo el impacto ambiental. Además, la disponibilidad de materia prima a bajo costo y la producción con bajos costos operativos favorecen el acceso a un combustible alternativo en el mercado local y nacional.

En conclusión, este proyecto representa una solución innovadora y sostenible para la gestión de residuos y la obtención de un biocombustible eficiente. La combinación de aserrín y borra de aceite vegetal usado en la producción de briquetas presenta un enfoque novedoso y prometedor para satisfacer las necesidades energéticas y contribuir al desarrollo sustentable de la región.

Agradecimientos

Este trabajo se llevó a cabo gracias al apoyo de la cátedra Proyecto Electromecánico 2 (EM 533), a los docentes de la misma y a la Facultad de Ingeniería de Oberá.

Referencias

- [1] R. G. Budynas y J. K. Nisbett, *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, 8va ed., Mc Graw Hill/Interamericana Editores, Mexico D.F., 2008.
- [2] B. Chalaca Vallejo, “Diseño y fabricación de una máquina mezcladora de paletas con chopper para una capacidad de mezcla de 1000 kilogramos de sal”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Mecánica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2022.
- [3] Requisitos Generales y formas comerciales de briquetas, IRAM/ISO 17225, Parte 1, 2021.
- [4] Clase y especificaciones de calidad de combustibles de briquetas, IRAM/ISO 17225, Parte 3, 2014.
- [5] C. S. Espinosa Silva, “Construcción de una máquina de briquetas de aserrín”, Ibarra, Ecuador, 2016.