



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA MECANICA

TITULO

Construcción de un prototipo de una maquina compactadora doble uso de papel y aserrín.

AUTORES

Br. Kenneth Neftalí Castillo García
Br. Rolando José García Blasio
Br. Yegor Ernesto Mendoza Statsenko

TUTOR

Ing. Juan Oswaldo Blandino Rayo

Managua, 26 de Abril 2021

Agradecimientos

Agradecemos infinitamente a todos los docentes que nos han transmitido su sabiduría y sus enseñanzas durante toda nuestra carrera universitaria.

También agradecemos a todo el personal de mantenimiento y administrativo de la UNI por hacer una gran labor para que la universidad este siempre en condiciones para recibir nuestros estudios.

Br. Kenneth Neftalí Castillo García

Br. Rolando José García Blasio

Br. Yegor Ernesto Mendoza Statsenko

Dedicatoria

Agradezco primeramente a nuestro padre Jehová Dios por haberme permitido poder culminar todos mis estudios desde el preescolar hasta esta culminación universitaria, infinitamente gracias le doy por haberme protegido y guiado todo este tiempo.

Principalmente le dedico esto a mis dos madres Araceli Margarita Castillo García y Bertha María García que siempre han estado para mí en todo momento apoyándome y guiándome con amor y sabiduría. Simplemente le doy gracias por todo el sacrificio que han hecho por mí.

También le agradezco a mi abuelo Bolívar Segundo Mora Velásquez por ser pilar fundamental en mi día a día y haberme ayudado a iniciar mis estudios universitarios.

Br. Kenneth Neftalí Castillo García

Dedicatoria

A dios por permitirme vivir.

A mis padres por estar siempre conmigo.

A los que estuvieron a mi lado durante mi formación como profesional, ciudadano y ser humano.

Br. Rolando José García Blasio

Dedicatoria

Le dedico esta monografía a mi familia, sin ellos esto no hubiera sido posible.

Debido a su gran apoyo, durante estos tiempos de pandemia, fui capaz de sobrellevar todos los inconvenientes que surgían durante la realización de este trabajo. Gracias a mi esposa, Katerine López, por estar allí siempre apoyándome, incluso en los momentos que surgían dudas y quería rendirme ella me hacía ver que la meta final ya se encontraba cerca.

Gracias a los maestros, que nos condujeron por este largo camino. Sin sus buenas enseñanzas, no hubiésemos podido culminar nuestros estudios, y debido a ellos el país podrá salir adelante gracias a los profesionales de calidad que ellos están forjando.

Br. Yegor Ernesto Mendoza Statsenko

Resumen

El presente trabajo monográfico tiene como objetivo principal el construir de manera sencilla un prototipo de una maquina compactadora doble uso de papel y aserrín. Para el aprovechamiento de residuos sólidos como el aserrín, papel de oficina y papel periódico.

Estos residuos hoy en día se están desaprovechando ya que no se le está dando un valor agregado ni un aprovechamiento correcto, tenemos que tener en cuenta la tala indiscriminada y reducción de nuestros bosques.

Es por esta razón que nosotros como ser humano y especie pensante debemos aprovechar al máximo todas nuestras materias primas para así simplemente no desechar y contaminar nuestro medio ambiente.

Este aprovechamiento se dará mediante la elaboración de briquetas compuestas por dichos materiales y utilizando diferentes tipos de aglutinantes. Se harán varias briquetas a través de prueba y error con diferente tipo de porcentaje entre papel y aserrín.

Índice

I. Introducción	1
II. Justificación	3
III. Objetivos	4
IV. Marco Teórico	5
Capítulo 1	5
1. Recursos naturales.....	5
1.1. Materias primas	5
1.1.1. Madera	5
1.1.2. Aserrín.....	6
1.1.3. Papel periódico.....	6
1.1.4. Aglutinantes.....	7
1.2. Briquetas de Aserrín	7
1.3. Biomasa.....	7
1.3.1. Biomasa Natural.....	8
1.3.2. Biomasa Residual	8
1.3.3. Biomasa producida.....	9
1.4. Biocombustibles.....	9
Capítulo 2.....	9
2. Medio ambiente	9
2.1. Ecosistema	10
2.2. Deforestación.....	10
2.3. Incendios forestales.....	11
2.3.1. Incendios Superficiales.....	11
2.3.2. Incendios Subterráneos.....	12
2.3.3. Incendios de Copas o Aéreos	12
2.4. Dióxido de carbono	12
2.5. Cambio Climático.....	13
2.6. Desarrollo Ambiental Sostenible	13
Capítulo 3.....	13
3. Reciclaje.....	13
3.1. Residuos Forestales	15

3.1.1.	Residuos forestales actuales.....	15
3.1.1.1.	Residuos en la corta y obtención de la madera	15
3.1.2.	Residuos forestales potenciales.....	16
3.2.	Recogida selectiva.....	16
3.3.	Sistema de gestión medio ambiental	17
3.3.1.	Objetivos del SGMA	17
3.3.2.	Motivaciones para la implantación de un SGMA	18
3.3.3.	Beneficios de implantar un SGMA.....	18
Capítulo 4.....		18
4.	Conceptos físicos	18
4.1.	Fuerza.....	18
4.2.	Densidad.....	18
4.3.	Presión.....	19
4.4.	Compresión/compactación.....	19
4.5.	Hidráulica.....	19
4.6.	Calor	20
4.6.1.	Poder calorífico	20
Capítulo 5.....		20
5.	Maquinas.....	20
5.1.	Mecanismo.....	21
5.1.1.	Mecanismo de palanca.....	21
5.1.2.	Mecanismo de Tornillo-tuerca	21
5.1.3.	Mecanismo de piñón-cremallera	21
5.2.	Maquinas compactadoras hidráulicas.....	21
5.3.	Estructuras.....	22
5.3.1.	Soportes.....	22
5.4.	Moldes	22
Capítulo 6.....		23
6.	Tecnología.....	23
6.1.	Materiales	23
6.1.1.	Metales.....	23
6.1.1.1.	Acero.....	24

6.2. Métodos de unión rígida.....	24
6.2.1. Remaches	24
6.2.2. Soldadura.....	26
6.2.2.1. Soldadura por arco.....	26
6.2.2.1.1. Materiales de aportación	26
6.2.3. Tornillos/Pernos	27
6.3. Mangueras.....	27
6.4. Acabados.....	27
6.5. Maquinas-Herramientas.....	27
V. Hipótesis y variable	28
VI. Diseño Metodológico.....	30
VII. Recolección de información y análisis de resultados	32
7.1. Recolección de información.....	32
7.2. Análisis de resultados.....	34
VIII. Construcción del prototipo	36
8.1. Idealización de prototipo.....	36
8.2. Requerimientos del prototipo.....	36
8.2.1. Requerimientos de producción	36
8.2.2. Requerimientos para su operación segura	36
8.3. Parámetros de selección de diseño.....	36
8.4. Materiales para construcción del prototipo	38
8.5. Proceso de construcción del prototipo.....	39
8.6. Guía de operación de la briqueteadora	52
8.7. Fabricación y análisis de Briqueta	55
8.7.1. Fabricación de briquetas de aserrín y papel	55
8.7.1.1. Selección de materias primas y aglutinantes	55
8.7.1.2. Almacenamiento de la materia prima	56
8.7.1.3. Preparación de materia prima y aglutinantes	56
8.7.1.4. Mezclado de papel con agua.....	56
8.7.1.5. Cálculo y medición de la materia prima para las diferentes briquetas	56
8.7.1.6. Mezcla de materia prima para cada briqueta	57
8.7.1.7. Compactación	57

8.7.1.8.	Extracción.....	58
8.7.1.9.	Secado de briqueta	58
8.7.2.	Análisis de resultados	59
8.7.2.1.	Material mezcla	62
8.7.2.2.	Tiempo de secado al sol.....	63
8.7.2.3.	Característica	63
8.7.2.4.	Quemado de briquetas	63
8.7.2.5.	conclusión de resultados de briquetas	64
IX.	Conclusiones	65
X.	Recomendaciones	66
XI.	Bibliografía	67

I. Introducción

Los bosques son recursos renovables muy importantes para el ser humano por sus diferentes usos, como son la obtención de materias primas, la reducción de CO₂ en el medio ambiente y como combustibles. Hemos venido consumiendo todos estos recursos sin tener precauciones llegando a casos extremos como los que se encuentran hoy en día los bosques de la tierra, es por este motivo que debemos tener más conciencia ambiental empezando a reciclar.

La deforestación ha causado un impacto negativo a nivel mundial y Nicaragua no es la excepción, según MAGFOR (Forestal, 2010) alrededor de 70000 hectáreas son taladas cada año, lo que trae consigo una elevada cantidad de residuos forestales, los cuales generan contaminación, vuelven propensa a la localidad ante incendios, atraen plagas indeseables entre otros efectos perjudiciales para la población.

En el mundo un promedio de tres mil millones de personas utiliza leña como combustible para fines de cocina y calefacción, de los cuales dos mil millones de personas se encuentran en áreas rurales y suburbanas (SHE, 2004). En América Latina y el Caribe cada año se consume 254 millones de m³ de leña (Agricultura, 1999). De manera que los más afectados resultan ser las personas que habitan en zonas rurales principalmente las mujeres y niños que ahora tienen que recorrer mayor distancia para recolectar leña, generando problemas sociales y ambientales (Alimentación, 2005).

Pero hay una alternativa ecológica que puede tratar estos residuos de tal manera que se aprovechen las cualidades como lo son su excelente capacidad de combustión para generar calor a bajos niveles de contaminación y con valor económico factible, mediante la compactación de residuos forestales dando como resultado un producto final denominado briquetas. Una briqueta es un biocombustible para generar calor utilizados en estufas, chimeneas, hornos y calderas, normalmente en forma cilíndrica o cuadrada y es un sustituto de la leña con muchas ventajas. Generalmente hechas con materia residual, como cascarilla de arroz, aserrín, papel, cartón, o cualquier otro residuo.

Los residuos forestales son inevitables debido a la naturaleza destructiva del hombre, que utilizan los bosques para generar energía en forma de calor y utilizarla en hornos o cocinas de leña entre otras aplicaciones, lo cual no afecta solo a la contaminación ambiental sino también a la salud de las personas que las usan, ya que el humo emitido por estos productos genera enfermedades pulmonares obstructivas graves que pueden llegar a provocar la muerte.

Desde el año 1992 hasta el año 2003 Legacy Foundation y sus socios han realizado estudios sobre el uso de la tecnología de briquetas en países asiáticos, africanos y latinoamericanos (Perú, Nicaragua y Haití) en ambientes rurales y

suburbanos. Por la escasez y la poca accesibilidad la tecnología de las briquetas está orientada a sustituir el uso de la leña.

En los lugares donde se desarrolló la tecnología de las briquetas se ha reducido el consumo de leña y se ha dado mayor aprovechamiento a los residuos que generan las actividades agrícolas y de la industria maderera (Legacy Foundation, 2003).

La importancia del reciclaje es algo que se observa claramente cuando los talleres, empresas, industrias y demás medios de producción generan desperdicios en cantidades enormes y no se encuentran soluciones que sean factibles económicamente para estos, aunque estas sean perfectas para combatir el impacto ambiental, que es el principal problema que se busca reducir.

El presente trabajo tendrá como fin principal la reutilización de dos productos derivados de la madera, los cuales son el aserrín y el papel. Mediante la elaboración de esta máquina compactadora se introducirá ambos materiales y se convertirán en briquetas para luego darles un mejor uso del que ya tienen.

Las briquetas de aserrín y papel servirán para reemplazar la leña para hornos y estufas, ya que tiene un mejor desempeño como combustible.

En la actualidad en el recinto universitario Pedro Araúz Palacio no hay un estudio previo en el que abarque la construcción de un prototipo de máquina compactadora doble uso de papel y aserrín.

El objetivo de construir este prototipo es el de reutilizar los materiales desechados (papel y aserrín) por las industrias y residencia.

II. Justificación

El presente proyecto se realizará con el fin de dar a conocer una solución factible al problema del almacenaje del papel ya utilizado y del aserrín, para evitar su desperdicio y en lugar de desecharlo, utilizarlo como materia prima para la elaboración de briquetas, en el caso del aserrín, o compactándolo para facilitar su almacenaje para su posterior reciclaje en el caso del papel. Así como también servir como un modelo.

En la actualidad nuestra sociedad está sufriendo una problemática bien grave, y es que nuestros recursos naturales se han venido agotando a lo largo del tiempo. Es por eso que se han venido estableciendo nuevas alternativas y tecnologías para hacer frente a esta situación.

Soluciones alternativas que van desde la implementación de energías renovables, disminución de consumo, hasta la quema de desperdicios biológicos. Estos desperdicios biológicos se obtienen de diferentes maneras.

Una compactadora doble uso de papel y aserrín puede beneficiar de gran manera en el ámbito social y económico a toda persona, empresa o institución que ponga en práctica el reciclaje de estos materiales. Mediante la utilización de dicha compactadora se podría establecer la pauta para el camino de la conciencia ambiental, ya que al reciclar el papel usado o el aserrín que son materiales considerados desechos o materiales de muy poca relevancia, les devuelven la importancia al darles un uso adecuado y ambientalmente correcto.

El objeto de estudio del proyecto es la construcción de un prototipo de máquina compactadora, su campo de acción está enfocado a las actividades de investigación para la selección de parámetros que determinen la capacidad y el tipo de mecanismo adecuado para el prototipo, aplicando los conocimientos desarrollados a lo largo de la carrera de Ingeniería Mecánica principalmente ligados a asignaturas como Teoría de máquinas y mecanismos, Procesos de manufactura y Resistencia de materiales.

III. Objetivos

Objetivo general

- Presentar el prototipo de una máquina compactadora doble uso de papel y aserrín que sirva de instrumento pedagógico en la enseñanza para el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios.

Objetivos específicos

- Establecer los parámetros para la selección de un diseño apropiado en la construcción de un prototipo de una maquina compactadora doble uso de papel y aserrín.
- Determinar los requerimientos y los materiales que se necesitaran para la construcción de diseño seleccionado.
- Construir el prototipo de maquina compactadora doble uso de papel y aserrín.
- Elaborar una guía de operación de la máquina para asegurar su correcta operación.

IV. Marco Teórico

Capítulo 1

1. Recursos naturales

Los recursos naturales están constituidos por componentes bióticos y abióticos y representan la fuente básica de provisión de materias primas, natural y no transformada, que son necesarias para la existencia humana (plantas, animales, minerales, agua, aire). Algunos de estos elementos están habitualmente distribuidos desigualmente en el planeta, segregados o asociados entre sí y son el producto de la naturaleza misma de la Tierra (Aguilar, 2010).

En consecuencia, un componente natural se convierte en recurso en el momento en que se le agrega valor de uso así que se incorpora al proceso de producción industrial para el consumo humano.

1.1. Materias primas

Los residuos de procesos forestales son una importante fuente de biomasa que actualmente es poco explotada en el área centroamericana. Se considera que, de cada arboles extraído para la producción maderera, solo se aprovecha comercialmente un porcentaje cercano al 20%. Se estima que un 40% es dejado en el campo, en las ramas y raíces, a pesar de que el potencial energético es mucho mayor. Otro 40% se pierde en el proceso de aserrado, en forma de astillas, corteza y aserrín (Evenor, s.f.).

1.1.1. Madera

Se entiende por madera a las partes de un árbol que, económicamente, pueden aprovecharse, siendo éstas, por lo general, troncos y, en un mayor alcance, también, ramas y raíces. La madera de los troncos se puede utilizar de múltiples maneras: como láminas, como chapas finas, triturada en tableros y como macizo para obras de construcción y carpintería. Además, se beneficia de ella la industria química para la obtención, sobre todo, de celulosa, nitrocelulosa, aceites y ácidos (Pozzer, 2010).

La madera es un material biológico de origen vegetal. Forma parte del tronco de los árboles y su función es transportar agua y sustancias nutritivas del suelo hacia las hojas, da soporte a las ramas que forman la copa y fija las sustancias de reserva almacenando los productos transformados en las hojas. Todas estas funciones determinan la naturaleza de la madera caracterizada por su porosidad y elevada resistencia en relación con su peso, propiedades éstas que la hacen, totalmente, diferente a otros materiales de construcción (Pozzer, 2010).

Los usos de la madera son tan variados que puede destinarse a fabricar desde un plato hasta un medio de transporte (como un carro o una canoa), pasando por mesas, sillas y adornos.

1.1.2. Aserrín

El aserrín es el conjunto de partículas o polvillo que se desprende de la madera cuando ésta es aserrada; también contiene minúsculas partículas de madera producidas durante el proceso y manejo de la misma, paneles contrachapados y/o aglomerados. Además del polvo, en el proceso de aserrado se genera la viruta, que es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral (Serret-Guasch, 2016).

La composición química y física determinan el tipo de combustible o subproducto energético que se puede generar, específicamente las características físicas influyen en el tratamiento previo que sea necesario aplicar. Por esto se necesita caracterizar estas biomásas en cuanto a contenido de humedad, volátiles, carbono fijo, cenizas y granulometría.

En los residuos industriales, el contenido de humedad depende en gran medida de la fase del proceso en que se extraiga y del secado del producto antes de esa fase (Serret-Guasch, 2016).

Para el caso del aserrín y de otros residuos madereros se reportan valores de humedad superiores al 10 % y contenido de cenizas superiores a 0,5 %, como se indica en la tabla 1.

Tabla1. Características de residuos madereros corrientes.

Residuos	Tamaño (mm)	Contenido de humedad (%)	Contenido de cenizas (%)
Lijaduras	<1	2-10	0.1-0.5
Virutas	1-12	10-20	0.1-1
Aserrín	1-10	25-40	0.5-2
Corteza desmenuzada	1-100	25-75	1-2
Residuos forestales	-	30-60	3-20

Fuente: Libro El Reciclaje (Val, 2013).

1.1.3. Papel periódico

El papel prensa o papel periódico, está fabricado principalmente sobre la base de papel recuperado o de pasta mecánica. Es ligeramente coloreado y su gramaje (peso por metro cuadrado) oscila entre los 40 y los 52 g/m, aunque puede llegar a 65 g/m; para un papel periódico, tamaño universal, el peso básico del papel es definido como el peso en gramos de una hoja de un metro cuadrado, el reventamiento mide la resistencia del papel cuando es sometido a una deformación a través de un diagrama de caucho (ARQHYS, 2012).

1.1.4. Aglutinantes

En la producción de briquetas, se suelen utilizar aglutinantes para mejorar la calidad del producto final. Sin aglutinante, las briquetas pueden romperse durante su almacenamiento, lo que contribuye a la formación de gases peligrosos como el monóxido de carbono (abc Machinery, 2015).

Los materiales aglutinantes son productos pulverizados que, cuando se mezclan con agua, sufren una transformación química que produce su endurecimiento al aire o bajo agua.

1.2. Briquetas de Aserrín

La característica principal de las briquetas es su alta densidad, existen briquetas de diversos materiales, tales como acero, cobre, lodo, carbón, entre otros, pero en este estudio, se pondrá énfasis exclusivamente a las briquetas de aserrín.

Las briquetas de aserrín están fabricadas con aserrín resultante del proceso de aserrado de la madera. Los beneficios de este tipo de briquetas son bajo coste de producción, reutilización de materiales (Castrillo, 2015)

Ya que las briquetas se producen comprimiendo material combustible, son más densas, fuertes y compactas, ofreciendo una forma de energía más concentrada que la leña o el carbón.

El proceso de compresión “permite que las briquetas se quemen más lentamente que cuando se encuentra el residuo de material en su forma original” (Castrillo, 2015).

La compresión de las briquetas también “permiten un calor más intenso comparado con otros elementos de combustión” (Castrillo, 2015) , ya que tienen un valor termal más alto y hasta 30% menos contenido de ceniza (comparado con el carbón), y la poca ceniza que producen puede ser utilizada como abono.

Como una propiedad única, este tipo de briquetas no produce gases o químicos tóxicos. La materia prima (aserrín) se encuentra disponible fácilmente.

El tamaño y la forma de las briquetas hacen que se puedan almacenar y transportar más fácilmente que transportar la materia prima en sacos.

Al estar fabricadas con residuos, la materia prima de las briquetas tiene un precio bastante bajo, por lo que el precio final de venta del producto resulta siendo bajo también. Al ser producidas con material orgánico, se crea un tipo de combustible considerado sustentable.

1.3. Biomasa

En este estudio se considerará la biomasa como todo material orgánico de origen biológico, con la excepción de aquellos que hayan sufrido un proceso de mineralización provenientes de formaciones geológicas. Como ejemplos de biomasa podemos nombrar las plantas, desechos animales, ramas, aserrín

cortezas, residuos urbanos, frutos secos, aguas negras, residuos agrícolas, entre otros.

Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica (Garrido, 2012).

Antes de que la biomasa pueda ser utilizada para fines energéticos, tiene que ser convertida en una forma más conveniente para su transporte y utilización. A menudo, la biomasa es convertida en formas derivadas tales como carbón vegetal, briquetas, gas etanol y electricidad. Las tecnologías de conversión incluyen desde procesos simples y tradicionales, como la producción de carbón vegetal en hogueras bajo tierra; hasta procesos de alta eficiencia (energiza, s.f.).

Los factores responsables de favorecer la biomasa como fuente de energía son:

- El encarecimiento del precio del petróleo.
- El aumento de la producción agrícola.
- Necesidad de buscar usos alternativos a la producción agrícola.
- Cambio climático.
- Posibilidad de usar los conocimientos científicos y técnicos para optimizar el proceso de obtención de energía.

Podemos clasificar los tipos de biomazas en tres grupos principales:

- Biomasa natural
- Biomasa residual
- Biomasa producida

1.3.1. Biomasa Natural

Se produce de manera espontánea en la naturaleza, sin ningún tipo de intervención humana, como la caída natural de ramas, frutos o hojas secas.

1.3.2. Biomasa Residual

Este tipo de biomasa se puede dividir en dos sub grupos, biomasa residual seca y biomasa residual húmeda.

La primera hace referencia principalmente a desechos agrícolas y forestales, mientras que la segunda abarca las aguas residuales y residuos ganaderos e industriales biodegradables.

1.3.3. Biomasa producida

Se le denomina a la biomasa que es cultivada con el propósito de poder transformar este recurso en un combustible.

1.4. Biocombustibles

Los biocombustibles son aquellos biocarburantes como alcoholes, éteres, ésteres y otros productos químicos que provienen de compuestos orgánicos de base celulósica (biomasa) extraída de plantas silvestres o de cultivo, que sustituyen en mayor o en menor parte el uso de la gasolina en el transporte o destinados a producir electricidad. Los biocomponentes actuales proceden habitualmente del trigo, aserrín, maíz, caña de azúcar, yuca, soja o soya, eucalipto, palmeras, girasol, pinos y aceite de algas o semillas oleaginosas (Callejas, Los Biocombustibles , 2009).

El empleo de estos biocombustibles tiene como objetivo principal reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que sobrecalientan la superficie terrestre y aceleran el cambio climático. El uso de la biomasa para consumo energético reduce las emisiones de CO₂ en la atmósfera a diferencia del uso de hidrocarburos, lo que permite disminuir el impacto negativo que se tiene por parte de los combustibles fósiles sobre el cambio climático (Callejas, Los Biocombustibles , 2009).

Los biocombustibles de origen biológico pueden sustituir parte del consumo de los combustibles fósiles tradicionales, como el petróleo y el carbón; este tipo de combustible se encuentra casi siempre en forma líquida y se usa para accionar los motores de combustión del transporte terrestre. Los biocombustibles más desarrollados y usados son el bioetanol y el biodiesel; otras alternativas son el biopropanol y el biobutanol, que son hasta ahora menos populares (Callejas, Los Biocombustibles, 2009).

De esta forma, los biocombustibles aparecen como una fuente de energía alternativa que puede usarse en el caso de que los precios de los hidrocarburos se eleven demasiado o en un horizonte de largo plazo en que se agoten.

Capítulo 2

2. Medio ambiente

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente en Estocolmo (1972) lo define como: “Medio ambiente es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas”, citado en el libro “Agenda 21” de Foy (1998).

En términos macroscópicos se suele considerar al medioambiente como un sector, una región o un todo (escala global). En cada uno de esos niveles o alcances de estudio hay una interacción entre los factores anteriormente mencionados, especialmente del aire, del agua o del suelo como agentes abióticos y de toda una gran variedad de organismos animales y vegetales, con distinto nivel de organización celular, como integrantes del mundo biótico (Damián, 2009).

2.1. Ecosistema

El clima, los suelos, las bacterias, los hongos, las plantas y los animales de cualquier lugar definido constituyen juntos un ecosistema (Pianka, 1982). Este comprende la comunidad biológica junto con su ambiente físico (Begon et al., 1999). McNaughton y Wolf (1998) resumen esas ideas definiendo el campo de estudio de la ecología como “La ecología es una ciencia ambiental que trata de descubrir y comprender la forma, como actúan los factores ambientales sobre los organismos y como los organismos son capaces a la vez de modificar su entorno”.

En un ecosistema se necesita, además de los factores bióticos y abióticos, algo fundamental: una fuente de energía (Odum, 1992). La misma fluye a través de todos los componentes, mantiene la vida y moviliza el agua, los minerales y otros componentes físicos (Tyler Miller, 1998). Esta acción energética en nuestro planeta es principalmente suministrada por el sol.

La movilización de estos componentes se produce en forma permanente en un ecosistema bajo un sistema cerrado y conservativo. Donde se transfieren del aire al agua, al suelo, a los seres vivos y de esta manera la materia se recicla, acompañada de un flujo de energía.

Estos procesos se engloban bajo la denominación de “ciclos biogeoquímicos” (Butcher et al., 1992). “Los ecosistemas se estudian analizando las relaciones alimentarias, los ciclos de la materia y los flujos de energía” (Heinrich, 1990)

2.2. Deforestación

Según Smith y Schwartz (2015) la deforestación es la conversión de bosques a otro tipo de uso territorial o la reducción significativa a largo plazo de la cubierta forestal. Esto incluye la conversión del bosque natural a plantaciones de árboles, agricultura, pastizales, reservas de agua y áreas urbanas.

FAO (2012) aclara que la deforestación implica la pérdida permanente de la cubierta de bosque e implica la transformación en otro uso de la tierra. La deforestación puede ser causada por el ser humano o la naturaleza.

Se aclara que la tala en áreas en bosques manejados mediante regeneración natural o con la ayuda de medidas de silvicultura no constituyen deforestación (Smith y Schwartz, 2015). La tala es legal cuando está sujeta a planes de manejo forestal controlados por las autoridades forestales y es ilegal cuando se extrae de

áreas no reguladas (con fines de explotación de madera, instalación de cultivos o para actividades de narcotráfico y minería ilegal).

Eso quiere decir que de una tala selectiva de árboles se puede pasar a un proceso de deforestación. También es importante señalar que la tala en plantaciones forestales privadas refiere simplemente a acciones de cosecha forestal.

De otro lado, se habla de degradación de los bosques cuando los cambios dentro de los bosques afectan la estructura o función del área o lugar durante varias décadas, y por lo tanto reducen la capacidad del bosque para brindar productos y/o servicios ecosistémicos (Smith y Schwartz, 2015).

2.3. Incendios forestales

Los incendios forestales se producen por la combustión de la vegetación del territorio a partir de un fuego originado por causas naturales o por causas humanas. Se entiende por incendio forestal la propagación no controlada del fuego sobre la vegetación que encuentra a su paso (árboles, arbustos, pastos y/o cultivos). Aunque a menudo se usa de forma indistinta fuego e incendio, el primero es el elemento y el otro una expresión del mismo, del mismo modo que se diferencia el agua de las inundaciones (Bach, 2016).

El tipo de combustible permite diferenciar los fuegos/incendios urbanos de los forestales e incluso los de tipo agrícola, cuando afectan únicamente campos de cultivo. En cambio, generalmente hablaremos de quemas para referirnos al fuego que quema de forma controlada que podrán ser forestales, de pastos o agrícolas (Bach, 2016).

Para que se produzca un fuego es necesaria la coincidencia de tres elementos: una fuente de calor, el combustible y el aire. Una vez originado, la propagación del incendio está influenciada por tres factores: el tipo de combustible, la climatología y la topografía (Bach, 2016).

Existen 3 tipos de incendios forestales los cuales son:

- Incendios superficiales
- Incendios subterráneos
- Incendios de copas o aéreos

2.3.1. Incendios Superficiales

Cuando el fuego se propaga en forma horizontal sobre la superficie del terreno y alcanza hasta metro y medio de altura, se denominan Incendios Superficiales. Éstos afectan combustibles vivos y muertos como pastizales, hojas, ramas, ramillas, arbustos o pequeños árboles de regeneración natural o plantación, troncos, humus, entre otros.

2.3.2. Incendios Subterráneos

Cuando un incendio superficial se propaga bajo el suelo, se convierte en un Incendio Subterráneo. En este caso llega a quemarse la materia orgánica acumulada y las raíces, e incluso puede alcanzar los afloramientos rocosos. Generalmente éstos no producen llamas y emiten poco humo.

2.3.3. Incendios de Copas o Aéreos

Pero los más destructivos, peligrosos y difíciles de controlar son los Incendios de Copa o Aéreos, debido a que el fuego consume toda la vegetación. También comienzan en forma superficial, pero en este caso, las llamas avanzan primero sobre el nivel del suelo y se propagan por continuidad vertical, es decir, escalan vegetación dispuesta hacia arriba que sirve de combustible en escalera hacia las copas de los árboles.

2.4. Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas incoloro y soluble en agua, denso y poco reactivo. Cuyas moléculas se componen por un átomo de carbono y dos de oxígeno, unidos por enlaces dobles covalentes (Raffino, 2019).

El CO₂ un gas sumamente abundante en la Tierra, indispensable para la vida tal y como la conocemos y presente en numerosos compuestos orgánicos, entre ellos los hidrocarburos (gas natural, petróleo, etc.) o el aire que exhalamos los seres vivos aerobios (o sea, que respiramos). La importancia biológica del CO₂ radica en que las plantas lo necesitan para llevar a cabo la fotosíntesis, así como cierto tipo de cianobacterias para sus procesos de obtención de energía (Raffino, 2019).

Se le produce cotidianamente como subproducto de procesos naturales, como la respiración, la descomposición de la materia orgánica o la combustión de la misma (por ejemplo, en incendios forestales) y en la fermentación de los azúcares. También se lo genera artificialmente, a través de la quema de combustibles fósiles (Bach, 2016).

El balance del dióxido de carbono es sumamente complejo por las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas, las plantas que lo consumen en el proceso de fotosíntesis y el transferido desde la tropósfera a los océanos.

Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra) actualmente en una proporción de 350 ppm. (partes por millón). Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno (Raffino, 2019).

El aumento del contenido de dióxido de carbono que se verifica actualmente es un componente del cambio climático global, y posiblemente el mejor documentado. Desde mediados del siglo XIX hasta hoy, el aumento ha sido de 80 ppm.

2.5. Cambio Climático

Es la alteración del intercambio de materia y energía entre los cinco compartimentos que definen el clima terrestre: atmósfera, hidrosfera, litosfera, criosfera y biosfera (Salgado, 2008).

Es el equilibrio entre estos cinco compartimentos lo que regula tanto el clima atmosférico (temperatura, precipitación, régimen de vientos, etc.) como el clima marítimo (temperatura, salinidad, nivel del mar, oleaje, corrientes, etc.) (Salgado, 2008).

El artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC, en inglés UNFCCC) lo define como: «Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables»

De acuerdo al cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés): “El calentamiento del sistema climático es inequívoco y se hace evidente con:

- Aumento de las temperaturas promedio mundiales del aire y los océanos
- Derretimiento generalizado de nieve y hielo
- Incremento promedio mundial del nivel del mar

2.6. Desarrollo Ambiental Sostenible

Parece ser que la relación del ser humano con la naturaleza no se ha desarrollado de la forma más correcta. En gran medida, esto se ha debido al desconocimiento de las consecuencias negativas en su modo de vivir. A finales de los años ochenta surgió un concepto que hoy día tienen asumido la mayoría de los países y del cual depende nuestro futuro: el desarrollo sostenible.

Es por esto que, la comprensión del concepto Desarrollo Sostenible (DS) como “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones” (Informe Brundtland, 1987) también conocido como “Nuestro Futuro Común”

Ante la crisis ambiental de carácter global en la que vivimos es necesario prever el impacto que nuestras acciones tienen sobre los sistemas sociales y naturales con el fin de armonizar los proyectos económicos de nuestra sociedad actual con las exigencias ecológicas del planeta en el que habitamos (Röben, 2003).

Capítulo 3

3. Reciclaje

Castells (2012) describe el reciclaje como la operación compleja que permite la recuperación, transformación y elaboración de un material a partir de residuos, ya

sea total o parcial en la composición definitiva. Por lo tanto, el reciclaje y los residuos, es la actividad de recuperar los desechos sólidos al fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr varios beneficios económicos, ecológicos y sociales:

- En muchos países, la relación entre los precios de los materiales reciclables y la mano de obra es tal que el reciclaje es económicamente rentable.
- Con el reciclaje, se pueden recuperar materiales y, por consecuencia, economizar materia prima, energía y agua necesarias para la producción de nuevos materiales y bajar la contaminación ambiental.
- El sector de reciclaje coadyuva a crear fuentes de trabajo para aquella mano de obra no calificada.
- El reciclaje permite a la industria conseguirse materia prima secundaria a bajo precio y aumentar su competitividad
- Con el reciclaje se disminuye la cantidad de los desechos que se disponen en los botaderos o rellenos sanitarios. Por consecuencia, se bajan el consumo de paisaje, los costos y los impactos ambientales que genera la disposición final.

La siguiente tabla muestra las posibilidades de ahorro de energía por reciclaje de los materiales más comunes.

Tabla 2: Potencial de ahorro de energía

Material	Ahorro de energía (GJ/t de material reciclado)
Vidrio	7
Papel y cartón	6
Plásticos (promedio)	60
Metales férreos	18

Fuente: Libro El reciclaje (Val, 2013).

Generalmente el reciclaje es una actividad que se realiza más o menos clandestinamente y sin organización por personas individuales que escogen los materiales recuperables de la basura y los venden a intermediarios. Estos intermediarios pasan los materiales por un tratamiento rudimentario (limpieza, compactación), después lo venden a talleres o fabricas que los procesan (Röben, 2003)

En varios lugares se ha tratado de optimizar y organizar el reciclaje, al fin de poder reciclar más material, obtener una mejor calidad de estos materiales y lograr mayores ingresos para los recicladores. Existen muchas posibilidades para esta optimización:

- Mejorar la calidad y cantidad de los desechos reciclables mediante una clasificación domiciliaria de la basura, capacitación de la población y recolección diferenciada en los comercios.
- Cooperación entre recicladores y los municipios, en virtud de que los municipios son responsables de la recolección y la disposición final de los desechos sólidos.
- Autoorganización de los recicladores, fundación de empresas o cooperativas de reciclaje.
- Estudios de mercado, comercialización organizada a gran escala
- Pretratamiento de los desechos reciclables.

3.1. Residuos Forestales

Los árboles y, en general, el monte, son una fuente de riqueza de la que se obtiene una gran cantidad de residuos en forma de arbustos, ramas, cortezas, serrín, etc... Estos residuos forestales han sido, durante varios siglos, la fuente energética más importante para uso doméstico y, posteriormente, industrial. El bajo precio y la comodidad de manejo de otras fuentes de energía como el gas butano, han ido transformando esta fuente de energía en residuos forestales.

Estos residuos han hecho daño al monte en forma de plagas y sobre todo han sido una de las causas más importantes de los incendios forestales. Para su mejor estudio, los residuos se van a dividir en dos grandes grupos: residuos actuales y residuos potenciales (CUADROS, 2008).

3.1.1. Residuos forestales actuales

Los residuos actuales son los que se generan todos los años en las actividades de las explotaciones forestales, ya sea para la obtención de madera o como consecuencia de las plantaciones forestales (CUADROS, 2008).

3.1.1.1. Residuos en la corta y obtención de la madera

Según valores medios de datos bibliográficos internacionales, para varias especies, las diferentes partes del árbol se distribuyen en:

- 67% tronco
- 15,5% ramas
- 3% hojas
- 14,5% tocones

Las ramas que se producen en las cortas son de muy diversos diámetros. En general, las ramas con diámetros superiores a 7,5 cm, se utilizan en la industria de tableros conglomerados o de celulosa. Las ramas finas son consideradas como residuos y hay que eliminarlas del monte para evitar plagas o incendios.

Referente a la producción de tocones y raíces, puede tener interés en algunos sistemas de explotación del monte, basados en la extracción integral del árbol para

su posterior aprovechamiento. No obstante, se han desarrollado algunos trabajos sobre extracción de tocones para su destino a la industria celulosa y a la de tableros conglomerados.

3.1.2. Residuos forestales potenciales

Los montes naturales son una fuente de biomasa donde crece todo tipo de plantas herbáceas y leñosas. El cuidado del monte, para su explotación o para su mejor conservación, exige una serie de trabajos forestales de control de crecimiento de las plantas y la retirada de una cantidad considerable de biomasa que denominamos residuos potenciales. Estos residuos se producen como consecuencia de la ejecución de programas de cuidado de los montes, que los técnicos aconsejan realizar, al menos, cada diez años (CUADROS, 2008).

3.2. Recogida selectiva

Se denomina recogida selectiva a la separación en origen, de forma consecuyente y voluntaria de las diversas fracciones que componen los residuos urbanos, y es una de las vías más importantes para conseguir el reciclado y recuperación de estos productos (Ambientum, 2017).

Los métodos industriales, cuyo objetivo es separar de forma mecánica los componentes de los residuos domésticos, obtienen productos contaminados que merman su valor comercial de forma importante, precisan costos elevados de operación y producen altos porcentajes de rechazo, lo que hace que su utilización sea muy discutible.

La recogida selectiva en origen es más sencilla y, sobre todo, responde a la voluntad del ciudadano de entregar residuos con alto potencial de recuperación real (Ambientum, 2017).

Separar los componentes de la basura para su recogida y reciclaje posterior no es más caro ni más complicado, ni más molesto ni se necesita más espacio para realizarlo. Simplemente es necesaria una educación adecuada de las personas, comenzando por la escuela, y sobre todo una voluntad política que desee y apoye de verdad la participación pública en la solución de los problemas, dentro de un mínimo respeto hacia la Naturaleza.

Tabla 3: Ahorro energético en la industria utilizando materias recuperadas

Producto	Energía necesaria en la producción en Kcal/Kg		
	Materias vírgenes	Materias recuperadas	%ahorro
Papel	3700	1100	70
Vidrio	1200	800	35
Polietileno	4500	500	89
Hierro	10300	5100	50

Aluminio	47000	1400	97
----------	-------	------	----

Fuente: La enciclopedia (edificacion, 1997).

3.3. Sistema de gestión medio ambiental

Un sistema de Gestión Ambiental es aquella parte del sistema general de la gestión de una empresa que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procesos, los procedimientos, los recursos para desarrollar, implantar, llevar a cabo, revisar y mantener al día la política ambiental establecida por la empresa (Peña, 2017).

Fue en 1987 durante la Comisión Mundial de Medio Ambiente de las Naciones Unidas, cuando por primera vez se relacionaron estos dos conceptos, desarrollo y sostenibilidad, términos que hasta el momento se habían considerado contrapuestos.

El primer paso para alcanzar este tipo de desarrollo, consiste en que las empresas asuman su responsabilidad medioambiental, pero sin que eso represente una disminución del rendimiento de su actividad (Peña, 2017).

Como solución a los problemas ambientales a los comienzos de los años 90 aparecieron los primeros sistemas de gestión ambiental como instrumentos de carácter voluntario dirigidos a las empresas para que estas consigan un alto nivel de protección del medio ambiente en el marco de un desarrollo sostenible, priorizando la prevención sobre la corrección.

Las empresas con visión de futuro consideran la gestión medio ambiental como una oportunidad de reducir los consumos de materias primas, y aspectos ambientales de sus actividades, procesos y servicios.

La implantación de un Sistema de Gestión Ambiental en cualquier empresa implica la caracterización de todos aquellos aspectos que estén produciendo un impacto ambiental significativo negativo y los procedimientos que se puedan llevar a cabo para conseguir la eliminación o minimización de este impacto.

Una característica del SGMA es la necesidad que el proceso sea continuo en el tiempo. Las empresas han de comprometerse a mantener al día el análisis de nuevas tecnologías o procesos que puedan minimizar los impactos.

3.3.1. Objetivos del SGMA

Los objetivos que se persiguen con la adopción de un Sistema de Gestión Medio Ambiental son fundamentalmente facilitar el cumplimiento de la normativa ambiental, identificar, controlar y prevenir los impactos ambientales de las actividades, procesos y servicios de la empresa, fijar la política ambiental para alcanzar los objetivos y las metas ambientales (Peña, 2017).

3.3.2. Motivaciones para la implantación de un SGMA

- La presión de la Legislación o normativa ambiental.
- Competitividad del mercado
- Ahorro económico

3.3.3. Beneficios de implantar un SGMA

- Ahorro de costos a mediano/largo plazo.
- Reducción de los consumos de energía, agua y materias primas.
- Cumplimiento de la legislación y mejora de las relaciones con la administración medioambiental.
- Reducción de primas de seguros.
- Aumento de la confianza de acciones e inversores.
- Disminución del riesgo ambiental
- Aumento de la motivación de los empleados y trabajadores.
- Mejora la imagen de la empresa

Capítulo 4

4. Conceptos físicos

4.1. Fuerza

Se considera a la fuerza como una dimensión secundaria cuya unidad se deriva de la segunda ley de Newton, es decir,

Fuerza = (masa)(aceleración)

○

$$F = m \cdot a$$

Ecuación 1

4.2. Densidad

La densidad se define como la masa por unidad de volumen, es decir,

Densidad = Masa Material / Volumen del Material

○

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Ecuación 2

En general, la densidad de una sustancia depende de la temperatura y la presión. La densidad de la mayor parte de los gases es proporcional a la presión e inversamente proporcional a la temperatura. Por otro lado, los líquidos y sólidos son en esencia sustancias no compresibles y la variación de su densidad con la presión es por lo regular insignificante (Çengel & Boles, 2012).

En la madera se pueden encontrar dos tipos de densidad:

- Densidad: resultado de la masa de la madera dividido su volumen, sin tomar en cuenta las cavidades celulares del material.
- Densidad Bruta: resultado de la densidad, tomando en cuenta los espacios huecos o poros de la madera.

Al medir la densidad de la madera se debe de tomar en cuenta la humedad del material, ya que esta influye en la densidad bruta. Cuando la densidad de una madera es mayor, significa que esta tiene menor porosidad, y por lo tanto una mejor resistencia.

En el caso de briquetas de aserrín, una mayor densidad puede significar una briqueta producida con más material o una briqueta con un mayor grado de compactación.

4.3. Presión

Un sólido al entrar en contacto con otro ejerce una fuerza en su superficie tratando de penetrarlo. El efecto deformador de esa fuerza o la capacidad de penetración depende de la intensidad de la fuerza y del área de contacto.

La presión es la magnitud que mide esa capacidad. Puesto que la presión se define como la fuerza por unidad de área (Çengel & Boles, 2012).

$$P=F*S$$

Ecuación 3

La cantidad de presión aplicada a una briqueta va a determinar su tamaño y su grado de compactación, lo cual influirá en su densidad.

4.4. Compresión/compactación

Proceso manual o mecánico en el cual se reduce el volumen de un cuerpo por medio de presión. Al ejercer esta presión se eliminan los vacíos de dicho cuerpo. En el caso de un material, eliminar dichos vacíos hará que se aumente la densidad del material, aumentando también así su resistencia (Pérez Porto & Merino, 2011).

Al igual que la presión, el grado de compactación influirá en el tamaño de la briqueta, y también en la resistencia de la misma. Mientras mayor compactación, tendrá una mejor estructura y resistencia.

4.5. Hidráulica

La hidráulica es la tecnología o estudio de presión y flujo de líquido. Los líquidos son materiales que se vierten y toman la forma de sus contenedores. Ejemplos de líquidos son el agua y el aceite. (Lab-Volt (Quebec) Ltd, 2000)

Debido a que los líquidos no son muy compresibles, nos permite transferir y multiplicar fuerzas. La figura 1 ilustra estas propiedades básicas de los líquidos. El líquido luego aplica la misma cantidad de presión de manera equitativa en todas direcciones. Como resultado, la presión aplicada al pistón de entrada se transfiere al pistón de salida.

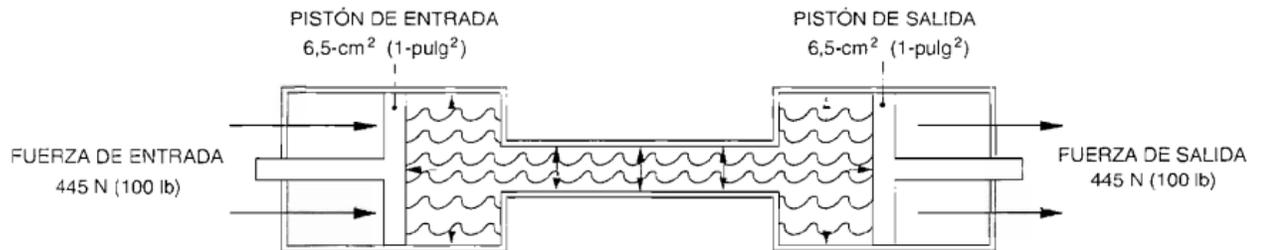


Figura 1. Propiedades básicas del comportamiento de los líquidos. Extraído de: (Lab-Volt (Quebec) Ltd, 2000).

4.6. Calor

El calor es la cantidad de energía cinética que se encuentra en una molécula, y el proceso por el cual esta energía se transfiere de un cuerpo a otro (Çengel & Boles, 2012).

Al hablar de las propiedades térmicas de la madera, se dice que debido a que este material tiene poros llenos de aire, es un mal conductor del calor. Además, aunque sea un material inflamable con facilidad, al quemarse se carbonizan sus partes externas, haciendo que la difusión del calor hacia el interior sea más lenta. Debido a estas características, las briquetas de aserrín se queman lentamente y no con una llama intensa.

4.6.1. Poder calorífico

El poder calorífico de un combustible define como la cantidad de calor liberado cuando se quema por completo una unidad de combustible y los productos de la combustión se enfrían a la temperatura ambiente (Çengel & Boles, 2012).

Capítulo 5

5. Maquinas

En un principio las máquinas fueron creadas por el hombre para disminuir el esfuerzo utilizado al momento de realizar un trabajo. Las primeras máquinas desarrolladas se conocen como máquinas simples. Estas reciben su nombre ya que son consideradas sencillas y pueden realizar un trabajo en un solo paso.

5.1. Mecanismo

La unión de varias máquinas simples conforma una máquina compuesta. Para su correcto funcionamiento una máquina compuesta necesitara no solo de máquinas simples sino también de mecanismos. Los mecanismos son aquellos elementos mecánicos que constituyen una máquina.

5.1.1. Mecanismo de palanca

Consiste en una barra sólida la cual está apoyada sobre un eje. A este eje se le llama punto de apoyo o fulcro. A la fuerza aplicada sobre la barra se le llama potencia y lo que se desea mover es la resistencia. Se pueden encontrar palancas de 1ero, 2do y 3er grado, y estas se clasifican dependiendo del punto donde se aplique la potencia. Con la palanca se pueden realizar movimientos lineales.

5.1.2. Mecanismo de Tornillo-tuerca

En general, los mecanismos de tornillo están diseñados para convertir movimiento giratorio en movimiento lineal. Para que un tornillo funcione, debe haber dos partes acopladas: una con cuerda interna y otra con cuerda externa. Las cuerdas externas están superpuestas en la superficie de un eje o un prisionero, como en un perno o en un tornillo. Las cuerdas internas están roscadas en el interior de una pieza, como una carcasa fundida, o más comúnmente, dentro de una tuerca (Myszka, Maquinas y mecanismos., 2012, pág. 316).

5.1.3. Mecanismo de piñón-cremallera

Una cremallera es un caso especial de engrane donde los dientes no están configurados alrededor de un círculo, sino en una base plana. La cremallera se visualiza como un engrane recto con un diámetro infinitamente largo. Cuando la cremallera se acopla con un engrane recto, se produce movimiento de traslación (Myszka, Maquinas y mecanismos, 2012, pág. 261).

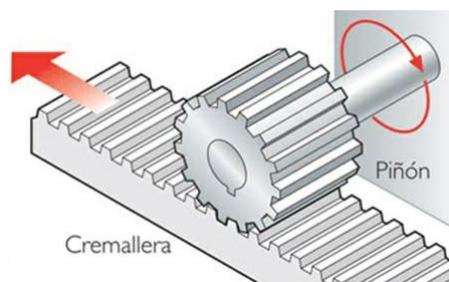


Figura 2. Mecanismo una cremallera y un engrane recto acoplados, extraído de: (Myszka, Maquinas y mecanismos, 2012, pág. 261)

5.2. Maquinas compactadoras hidráulicas

Las máquinas compactadoras hidráulicas son desarrolladas para reducir el volumen de los desechos sólidos con el fin de poder manejar más fácilmente estos residuos.

Con la reducción del volumen de los desechos sólidos se hace una importante labor ecológica, ayudando a conservar el medio ambiente. Además, el principal beneficio es la reducción en los costos de recolección de basura o tasa de aseo, por lo cual la inversión realizada se recupera rápidamente (Hidraulica y Neumatica S.A., 2015).

5.3. Estructuras

Nos estamos refiriendo a una agrupación de partes asociadas entre sí que configuran una forma o un lado, asignadas a soportar el impacto de la fuerza que actúa sobre la forma (jsalmeron, 2011).

Las estructuras metálicas, como su propio nombre indica están formadas por más de un 80% de metal, habitualmente de acero. Toda estructura metálica debe cumplir unas condiciones esenciales:

- Rigidez: cuando se aplica la fuerza totalmente estática sin posibilidad de que se derribe.
- Estabilidad: debe permanecer totalmente estática sin posibilidad de que se derribe.
- Resistencia: los elementos que la constituyen deben ser capaces de soportar la fuerza a la que se les somete, sin que se deforme o descomponga.

5.3.1. Soportes

Los soportes son elementos lineales o piezas prismáticas sometidas principalmente a compresión y a flexión pequeña o nula. Son los elementos que transmiten las cargas verticales al terreno a través de los cimientos y las bases. Están sometidos a esfuerzos axiales. Entre ellos podemos considerar los soportes que actúan a compresión y las barras que actúan a tracción. En los soportes a compresión, las uniones con empotramientos y la excentricidad de las cargas verticales son causa de esfuerzos adicionales de flexión (Brotóns, 2013).

Para dimensionar un soporte se tendrá en cuenta:

- El tipo de acero
- El tipo de carga que va a recibir el perfil.
- La longitud del soporte, por si hubiese pandeo.
- La carga axial a compresión.

5.4. Moldes

Cavidad en la que se introduce una sustancia que al secarse adopta la forma de dicha cavidad. También llamado moldura (Diccionario de Arquitectura y construcción, 2019).

Capítulo 6

6. Tecnología

La Real Academia Española define tecnología como el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto. Estos instrumentos y procedimientos son los que permiten satisfacer las diferentes necesidades de un usuario. La tecnología está directamente relacionada con la ciencia, y al combinarlas se tiene la capacidad de resolver diferentes problemas técnicos de diferentes ámbitos.

Así como la tecnología brinda beneficios como mejoras en la productividad, también causa efectos negativos como contaminación ambiental. Ante los efectos o características negativas que la tecnología puede tener en el mundo actual, surgen diferentes tipos de tecnologías como lo es la tecnología apropiada.

6.1. Materiales

Son los productos útiles para la actividad tecnológica que se obtienen de la transformación de las materias primas. Los materiales están formados por elementos, con una composición y estructura única y que, además, pueden ser usados con algún fin específico (Gardey, 2008)

Los materiales se clasifican de forma muy general en:

- Metales
- Cerámicos
- Polímeros
- Materiales compuestos

6.1.1. Metales

El metal es un material extraído de minerales que se encuentran en rocas. Algunas de las propiedades que caracterizan al metal son:

- Alta densidad.
- Alta conductividad térmica y eléctrica.
- Buena resistencia mecánica.
- Maleabilidad.
- Son fundibles, conformables y reciclables.

Los metales se clasifican en ferrosos y no ferrosos. Para la construcción y diseño se utilizan metales ferrosos. Dentro de los metales ferrosos encontramos el hierro, acero y fundiciones.

6.1.1.1. Acero

El acero es una aleación entre el hierro y el carbono, y se puede encontrar en diferentes tipos:

- Aceros al carbono: conforman la mayoría de aceros para construcción y son soldables.
- Acero galvanizado: acero recubierto por una capa de cinc, la cual funciona como protector ante la oxidación.
- Acero inoxidable: contiene otros elementos además de hierro y carbono, los cuales brindan resistencia a la oxidación.

Dentro del mercado, estos tipos de acero se encuentran de diferentes formas:

- Chapa: producto laminado plano, también conocido como lámina.
- Tubo: piezas con secciones circulares o cuadradas. Son huecos por dentro.
- Perfiles estructurales: se nombran y diferencian por la forma de su sección transversal y su altura.
- Perfil en ángulo o L, también conocidos como angulares
- Perfil plano, también conocido como hembra

6.2. Métodos de unión rígida

Las uniones pueden ser de dos tipos:

- Desmontables: permiten separar las piezas con facilidad, sin romper el medio de unión ni las propias piezas. Entre las más destacadas están las roscas, chavetas, lengüetas y pasadores.
- Fijas o no desmontables: se realizan con piezas cuyo desmontaje no se prevé durante la vida útil de la maquina o estructura o, en otros casos, por seguridad o exigencia del diseño.

Para la separación de las piezas necesitamos romper el elemento de unión o, en muchos casos, deteriorar alguna de las piezas. Destacan el roblonado, el remache tubular, y los diferentes tipos de soldadura. Como también se presentan las uniones adhesivas y mecánicas.

6.2.1. Remaches

Un remache consiste en un vástago de diámetro d , provisto de una cabeza esférica, que se introduce a través de los taladros de las chapas a enlazar calentando al "rojo cereza", estampándose otra cabeza en el extremo saliente. Al enfriarse se contrae, comprimiendo las chapas.

Se los utilizan generalmente para unir chapas, planchuelas, perfiles, etc. Pueden distinguirse las siguientes partes en la (Fig.3): el cuerpo o vástago de longitud l y el diámetro del cual se expande hasta un diámetro d_1 luego del roblonado y que es el que se utiliza para el cálculo de la resistencia del roblón, la cabeza la cabeza propia de diámetro D y la altura K , generada con un radio R en los de la cabeza esférica, presentando la unión con el vástago un radio r para evitar la

concentración de tensiones en las aristas agudas, y la cabeza estampada o de cierre.

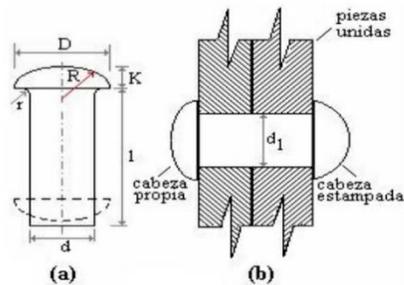


Figura 3. Partes de los remaches, extraído de: (Mott., 2006)

En los roblones denominados de cabeza perdida y gota de sebo la cabeza corresponde a un tronco de cono de ángulos. La cabeza propia está hecha de antemano en uno de los extremos del vástago, y la estampada se la realiza luego de introducirlo este último en el agujero correspondiente practicado previamente en las piezas a unir, construyendo así la unión.

El material utilizado en la construcción de los roblones y remaches es generalmente hierro dulce, acero, cobre, aluminio, etc., según el tipo de material a unir y la resistencia deseada.

Para la ejecución del roblonado se practican previamente los agujeros ya sea a punzón o a taladro y luego, calentando previamente el roblón se lo introduce a presión remachándose con una remachadora o estampadora el extremo del vástago, estampando de esta forma la cabeza de cierre.

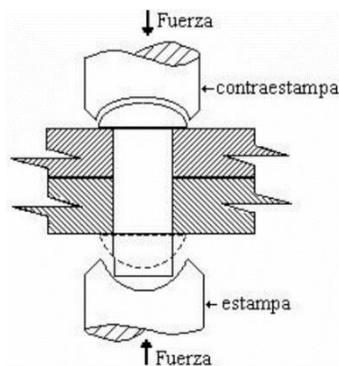


Figura 4. Ejecución del roblonado, extraído de: (Mott., 2006)

Remaches a presión:

- Se introduce el vástago en la boquilla de la remachadora. A continuación, se introduce la cabeza del remache dentro de los taladros previamente en las piezas a unir.

- Mediante la acción de la remachadora, las mordazas ejercen sobre el vástago una fuerza de tracción.
- Cuando llegamos al grado máximo de presión, el vástago, que se encuentra debilitado en su parte superior, a una carga determinada, parte a paño con la cabeza del remache.
- Una vez separados vástago y cabeza, tenemos una fijación limpia, rápida y duradera.

6.2.2. Soldadura

La soldadura es unir dos metales de idéntica o parecida composición por la acción del calor, directamente o mediante la aportación de otro metal también de idéntica o parecida composición. Durante el proceso hay que proteger al material fundido contra los gases nocivos de la atmósfera, principalmente contra el oxígeno y el nitrógeno (Capote Luna, 2009).

6.2.2.1. Soldadura por arco

Es el procedimiento más importante y casi exclusivamente utilizado para las estructuras metálicas. Las piezas se unen al provocarse un arco eléctrico entre ellas y un electrodo revestido que constituye el metal de aportación. El electrodo está sujeto a una pinza que sujeta al soldador, es el polo negativo, y el positivo son las piezas que se quieren unir; una buena soldadura depende de los siguientes factores:

- Diámetro del electrodo.
- Distancia del electrodo a las piezas para unir (tamaño del arco)
- Velocidad de avance del electrodo (habilidad del soldador)
- Temperatura en el proceso; de 3000 a 4000 °C. El gas producido por el revestimiento; protege al material en la parte exterior del cordón queda una capa externa de escoria; el gas hace que la escoria se pueda retirar fácilmente. Se crea un arco eléctrico; que hace que el material vaya saltando y se crea el cordón de soldadura.

6.2.2.1.1. Materiales de aportación

Electrodo desnudo: Está constituido simplemente por una varilla metálica. El material fundido no se encuentra defendido contra los gases nocivos de la atmósfera interrumpiendo el arco con frecuencia. Se emplea para soldaduras de baja calidad.

Electrodos revestidos: Están constituidos por una varilla metálica recubierta por un fundente adecuado. El revestimiento se funde con el arco dando origen a gases que protegen, de los gases de la atmósfera, al metal de aportación. También permite que las escorias se puedan separar fácilmente después de la soldadura. Los principales revestimientos son de tipo básico, celulósico, oxidante y ácido.

Electrodos con alma: Están constituidos por una varilla metálica hueca rellena por un fundente adecuado. El revestimiento se funde con el arco dando origen a gases

que protegen de los gases de la atmósfera al metal de aportación (Capote Luna, 2009).

6.2.3. Tornillos/Pernos

Consisten en un vástago de diámetro d ; provisto de una cabeza de forma hexagonal; que se introduce en los taladros de la chapa a enlazar; teniendo en el extremo saliente del vástago una zona roscada, en la cual se colocan una arandela y una tuerca que al ir roscándose consigna el apriete de las chapas unidas. Se suelen hacer con acero. El tamaño se especifica por el diámetro y la longitud. En los tornillos de cabeza plana la longitud incluye la cabeza, en todas las demás formas sólo incluye la longitud del cuerpo o vástago (Capote Luna, 2009).



Figura 5. Partes de un perno, extraído de: (Capote Luna, 2009)

6.3. Mangueras

Una manguera es un tubo flexible, el cual tiene la función de transportar líquido a través de su interior. Estas también pueden ser utilizadas como empaques o protectores de piezas. Suelen estar hechas de materiales flexibles como caucho, goma o plástico. Existen diferentes tipos de mangueras dependiendo de su uso. Algunas son mangueras de jardín, de aire, de incendios, automotrices, etc.

6.4. Acabados

Para brindar una protección ante la oxidación y agregar estética por medio del color, es necesario aplicar un acabado a las estructuras metálicas. La pintura anticorrosiva es ideal para cumplir estas tareas. Esta pintura protege de la corrosión (oxidación), es resistente a la abrasión y se puede encontrar en varios colores como rojo, negro y gris.

6.5. Maquinas-Herramientas

Se conoce con el nombre de máquina - herramienta a toda máquina que, por procedimientos mecánicos, hace funcionar una herramienta, sustituyendo la mano del hombre. Una máquina herramienta tiene por objetivo principal sustituir el trabajo manual por el trabajo mecánico, en la fabricación de piezas (Flores Grajeda, 2014).

V. Hipótesis y variable

El actual sistema de combustión de leña en los negocios y residencia es ambiguo, ineficaz y además altamente contaminante para el medio ambiente. Por lo cual se propone la construcción de una máquina compactadora de doble uso de papel y aserrín.

La cual reciclara estos materiales por medio de la compactación convirtiendo estos en un producto terminado (Briquetas) para darle un mejor aprovechamiento, reduciendo la contaminación y despale de nuestros bosques.

Variables de la Hipotesis

Variables	Definición	Dimensión	Tipo	Escala	Indicador	Fuente de verificación	Codificación
Variable independiente							
Construcción de una máquina compactadora doble uso de papel y aserrín.	máquinas que sirven para reducir las materias sobrantes al mínimo volumen posible.	Definitivo	Cuantitativo	Nominal	Tecnología Herramientas	Mediciones Cálculos	Tec HS
Variable independiente							
Elaboración de Briquetas	son un producto 100 % ecológico y renovable, catalogado como biomasa sólida	Definitivo	Cuantitativo	nominal	Ensayo y error Diseño geométrico	Mediciones Cálculos Experimentación con materiales	EyE DG
Variable Dependiente							
Materiales de construcción para la elaboración de la máquina compactadora	Son las materias primas transformadas mediante procesos físicos y/o químicos, preparadas y disponibles para	Definitivo	Cuantitativo	Nominal	Estructura de la máquina Resistencia mecánica	Información de Catálogos Factibilidad económica	EM RM

	fabricar productos.						
Variable Dependiente							
Materias primas para la elaboración de briquetas	Aquellos elementos que se llevan a la obra como los ofrece la naturaleza, es decir sin ser procesados.	Definitivo	Cuantitativo	Nominal	Peso Composición Humedad	Cálculos comparaciones Mediciones	P COM HU

VI. Diseño Metodológico

Tipo de Investigación

El tipo de investigación a realizar será el Descriptivo y Correlacional puesto que se pretende estudiar y describir la relación entre las variables del planteamiento del problema, ya que este está dirigido a encontrar una solución de la manera más factible al problema del aprovechamiento de los recursos.

Los estudios descriptivos, “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis” (Roberto Hernández, 2003, pág. 60).

Los estudios correlacionales, “la utilidad y el propósito principal de los estudios correlacionales son saber cómo se puede comportar un concepto o variable conociendo el comportamiento de otras variables relacionadas” (Roberto Hernández, 2003, pág. 63).

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue de tipo no experimental: transversal correlacional ya que tiene como objetivo describir relaciones entre dos o más variables en un momento determinado. Se trata también de descripciones, pero no de variables individuales sino de sus relaciones. En estos diseños lo que se mide es la relación entre variables en un tiempo determinado.

“El diseño no experimental es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable” (Santa Paella Stracuzzi, 2004, pág. 87).

Método de Investigación

El método empleado en nuestro estudio fue inductivo-deductivo, con un tratamiento de los datos y un enfoque mixto.

El método inductivo utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general, se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría. Se trata del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos esenciales: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

“El método inductivo se aplica en los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios” (Sampieri, 2006, pág. 206).

El método deductivo consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los teoremas, leyes, postulados y principios de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a

soluciones o hechos “es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones. La inducción puede ser completa o incompleta” (Ander-Egg, 1997, pág. 97).

Enfoque mixto, porque “representan el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo proceso de investigación o, al menos, en la mayoría de sus etapas agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques” (Roberto Hernández, 2003, pág. 21).

Técnicas e Instrumentos de Redacción de Datos

Para el desarrollo del presente proyecto monográfico, se realizarán dos procedimientos para llevar a cabo la recolección de la información, por lo tanto. Primeramente, extraeremos información de estudios anteriores y diseños de máquinas compactadoras industriales, esto con el fin de tener referencias sólidas para llevar a cabo nuestra construcción del prototipo.

Posteriormente se harán encuestas a diferentes carpinterías con el fin de obtener la información de cuantos desperdicios (aserrín, viruta) generan semanalmente en su producción.

Instrumentos de recolección de datos

Para recolección de datos se utilizó principalmente referencias bibliográficas de estudios y diseños anteriores de máquinas compactadoras posteriormente se usó la encuesta con el propósito de saber la cantidad de desperdicios producidos en una carpintería promedio y en base a esta información determinar la capacidad operacional de nuestro prototipo.

Técnica para el procesamiento de información

Una vez recolectada la información a través de los estudios anteriores y las encuestas se procederá a realizar los análisis cualitativos de todos los datos obtenidos. Posteriormente los datos serán analizados, clasificados y representados en tablas con la ayuda del programa Microsoft Excel.

VII. Recolección de información y análisis de resultados

7.1. Recolección de información

Nuestro ambiente se contamina cada vez más y no se le está dando un uso adecuado a los residuos que el ser humano está emitiendo día a día. Estamos contaminando a través de desperdicios sólidos como en emisiones de gases.

Alguno de estos residuos sólidos que no se le está dando un uso adecuado son los derivados de la madera los cuales son el aserrín, brosa de madera, papel periódico, papel de cuadernos, folios; Etc.

Se hizo una recolección de datos a través de la encuesta¹ en la ciudad de managua y se tuvo en cuenta a 2 grupos distintos de poblaciones a analizar.

Esta encuesta está enfocada a las carpinterías las cuales son los mayores emisores de nuestra materia prima (aserrín) que utilizaremos para la realización de nuestra briqueta.

También está enfocada a las tortillerías las cuales serían nuestra población beneficiada en la elaboración de las briquetas ya que se les estaría dando una alternativa ante los combustibles que están ocupando actualmente (cilindros de gas y leñas). Ya que ninguna de las 2 les da una respuesta adecuada ante el tema económico, ambiental y salud.

Carpinterías

Para la recolección de información como se mencionó anteriormente se hizo una encuesta para determinar cuáles eran los procesos que se realizan comúnmente en una carpintería, se tomó una muestra poblacional de 10 carpinterías las cuales presentan similares y a la misma vez diferentes datos entre ellas.

Con los valores de esta información se promedió para obtener un valor intermedio, Estas preguntas y respuestas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4: Encuesta realizada a carpinterías

Cuanta madera trabaja en una semana promedio (opcional)	3840 pulgadas Se trabaja en diferentes medidas de tablones y reglones.
Qué tipo de madera trabaja (opcional)	Cedro, pochote y caoba.
Cuanto aserrín producen en una semana promedio	23 sacos entre aserrín y brosa de madera.
Que hace la carpintería con el aserrín	Principalmente lo venden, pero cuando acumulan demasiado se regala.
A cuanto venden el saco de aserrín	El saco se vende promediamente entre 60 y 70 córdobas
sabe usted que hace la gente que compra el aserrín o brosa para	➤ Principalmente la gente lo usa para limpiar los desechos de animales y derrames de aceite.

¹ Véase anexo de encuesta realizada

que lo ocupa y si le da algún valor agregado	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Darle brillo al piso. ➤ Mantener la humedad en los árboles. ➤ Para alejar a los zancudos mediante la quema del aserrín. ➤ El único valor agregado que se le está dando a los desperdicios de la madera es para ahumar el queso, pero eso es para un caso en específico ya que solo se ocupa la brosa de pino.
----------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tortillería

Para obtener información mediante encuesta de este grupo poblacional se subdividió en 2 grupos de encuestados los cuales se hizo debido a que en las tortillerías se utilizan la leña y el gas como combustible. Las preguntas que se realizaron fueron enfocadas al rendimiento y procesos que tienen.

se obtuvo un grupo poblacional de 30 encuestados.

Tortillería con cocina a gas

El grupo poblacional fue de 20 encuestados, los valores de resultados que se presentan son basándonos en datos de cilindro de gas de 25 libras.

Todos los valores de esta tabla están promediados para tener un valor medio. Estas preguntas y resultados se plantean en la siguiente tabla:

Tabla 5: Encuesta realizada a tortillerías cocina a gas.

Cuanto le dilata el cilindro de gas	Promediamente un cilindro de gas les dilata 4 días y medio.
Cuántas tortillas hacen en un día	Hacen 400 tortillas por día.
Cuántas tortillas hacen con un cilindro de gas	Con un cilindro de gas hacen alrededor de 1800 tortillas.
Por qué ha dejado de utilizar la leña	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La principal causa es porque los vecinos se han quejado por el humo. ➤ Por qué les estaba perjudicando en su salud. ➤ Para contaminar menos al medio ambiente.
Cuánto cuesta el cilindro de gas	El precio del cilindro de gas de 25 libras ronda entre 300 y 340 córdobas.
Estaría dispuesta a utilizar otro tipo de combustible (briquetas de aserrín y papel) para la elaboración de sus tortillas	Si por supuesto siempre que el precio sea favorable.

Tortillería con cocina a Leña

El grupo poblacional fue de 10 encuestados, todos los valores de esta tabla están promediados para tener un valor medio.

Estas preguntas y resultados se plantean en la siguiente tabla:

Tabla 6: Encuesta realizada a tortillería cocina a leña.

Qué tipo de madera usa	Quebracho Wachi
Cuántas rajadas o manojos de leñas utilizan al día	Utilizan alrededor de 8 rajadas de leña. 6 manojos de leña.
Cuántas rajadas o manojos de leña utilizan por carga de leña	Por carga de leña echan 4 rajadas y media
Cuánto les dilata una carga de leña	Una carga de leña dilata alrededor de 2 horas y media.
Cuántas tortillas hace por carga de leña	Se hacen alrededor de 175 tortillas
Cuántas tortillas hacen al día	Se produce un total de 350 tortillas por día
Cuánto cuesta el manajo y raja de leña	Cuesta alrededor de 8 córdobas
Estaría dispuesta a utilizar otro tipo de combustible para la elaboración de sus tortillas	Si mientras sea más barata que la leña y contamine menos que esta.

7.2. Análisis de resultados

Actualmente en el municipio de managua no se le está dando un valor agregado a los desechos derivados de la madera, simplemente se están utilizando principalmente para limpiar los desechos de animales domésticos.

Esto es una gran problemática ya que con el aserrín y otros componentes se les puede dar dicho valor agregado convirtiéndolos en briquetas.

En la actualidad casi no se están viendo tortillerías que cocinen a leña esto debido a que provoca muchos inconvenientes como discusiones con los vecinos por el humo y también por perjudicar a la salud con problemas respiratorios.

Las tortillerías a gas se quejan de que están teniendo problemas económicos para poder ser rentables ya que están teniendo gastos elevados a la hora de comprar los cilindros de gas por que este solo les dilata 4 días y medio promediadamente produciendo un total de alrededor de 1800 tortillas.

Las tortillerías a leña tienen un mayor beneficio con respecto a las tortilleras de gas debido a que la leña sale más rentable pero las personas que usan la leña como combustible se calientan más y tienden a padecer de problemas respiratorios por el humo así que a la larga no sale adecuado para ellos y es por esta razón que muchos han cambiado la manera de realizar las tortillas.

Por este motivo es que ambas poblaciones de tortillerías han afirmado que aceptarían probar otro combustible alternativo en el cual emita menos humo, cueste menos que la leña y conserve buen poder calorífico.

VIII. Construcción del prototipo

8.1. Idealización de prototipo

El prototipo se debe construir en base a una tecnología apropiada, por lo que para considerarse apropiada debe cumplir con los diferentes principios dictados:

- Diseño, Instalación, Producción y mantenimiento simple.
- Utilización de recursos locales para su construcción.
- Diseño adecuado y seguro para el usuario independientemente de sus conocimientos.
- Tamaño apropiado de la briqueta.
- Impacto ambiental positivo

8.2. Requerimientos del prototipo

- Para el funcionamiento de la maquina se debe operar con al menos un usuario y máximo dos usuarios.
- La máquina tiene que ser portátil, con la facilidad de poder ser transportada por al menos una persona y máximo dos personas.
- Facilidad de desmontaje y almacenamiento.
- La instalación de la maquina no debe demorar más de 30 minutos.
- El costo de fabricación de la maquina no debe superar los C\$6,000.
- Los materiales requeridos para su fabricación deben de poder ser encontrados en Nicaragua.
- Mantenimiento de corto tiempo y bajo costo.

8.2.1. Requerimientos de producción

- La máquina debe de tener una capacidad productiva para procesar mínimo 300 libras de aserrín a la semana.
- La fabricación unitaria de las briquetas no debe demorar más de 5 min.
- Las briquetas producidas deben de tener un diámetro entre 100 y 110 mm.
- El alto de la briqueta producida debe de tener entre 60 y 90mm.

8.2.2. Requerimientos para su operación segura

- En caso que la máquina contenga partes peligrosas, estas deben de estar protegidas.
- En caso de ser necesario, la máquina debe de contar con advertencias de seguridad en las partes/piezas que puedan significar un riesgo de accidente al usuario.

8.3. Parámetros de selección de diseño

Para la fabricación del prototipo se investigó en internet los diferentes modelos de máquinas briqueteadoras ya creadas por otras personas para intentar consolidar

las mejores características de estos diseños en un solo prototipo de acuerdo a los requerimientos impuestos para su construcción.

Para la selección del diseño de nuestro mecanismo apropiado se hará una tabla en donde se presentarán lo factible o infactible de cada tipo de mecanismo. Se realizarán unas ponderaciones del 1 al 5 en donde 5 es el valor máximo de ponderación lo cual representara a la característica más óptima.

Tabla 7: Comparación para la selección del mecanismo.

Tipos de mecanismo	Fácil mantenimiento	Coste de construcción	Fácil montaje y desmontaje	Producción	Control ejercido sobre la briqueta	Total
Mecanismo de palanca	5	4	2	5	2	18
Mecanismo tornillo – tuerca	5	4	4	1	5	19
Mecanismo hidráulico	1	1	2	5	5	14
Mecanismo piñón cremallera	5	3	3	3	4	18

Teniendo en cuenta los valores presentados en la tabla se ha seleccionado como nuestro diseño al sistema de mecanismo tornillo - tuerca. Este mecanismo está diseñado para convertir el movimiento giratorio en movimiento lineal

Se selecciono este mecanismo porque tenemos un mayor control sobre la maquina a la hora de ejercer presión sobre la briqueta. Nuestro mecanismo está en forma vertical y esto nos permite tener una mejor compactación en nuestra máquina.

Requiere un fácil mantenimiento, un bajo costo de construcción, rápido montaje y desmontaje. Aunque tiene el inconveniente de poseer una baja productividad de briquetas.

Para el inicio de construcción de nuestra briqueteadora es necesario tener en cuenta que utilizaremos dos tipos de uniones las cuales serán fijas y desmontables.

- Desmontables: ya que nos permitirá separar las piezas con facilidad, sin romper el medio de unión ni las propias piezas. Utilizaremos pernos hexagonales de métrica 6 paso 1.
- Fijas: Para esta soldadura se utilizará por seguridad y exigencia del diseño el electrodo convencional ECA 6013 x 3/32 punto café, cuya característica es que es un electrodo rutílico de rápida solidificación para aplicaciones de soldadura en condiciones pobres de ajuste.

Produce un arco muy estable con buena apariencia del cordón. Su aplicación es para propósitos generales de fabricación de estructuras, partes generales de maquinaria.

Su ventaja es que es una soldadura precisa y eficaz, recomendado para juntas con mala preparación. Se puede soldar en posiciones plana, horizontal, vertical y sobre cabeza. Limpiado rápido de la escoria.

Propiedades mecánicas típicas del metal depositado:

Resistencia a la tensión: 60 000 psi.

Limite elástico: 48 000 psi.

Tabla 8: Composición química del electrodo

Composición química según AWS				
C	Mn	Si	Cr	S
0.10	0.28	0.27	0.12	0.016

Fuente: (Indenicsa, s.f.).

Tabla 9: Medidas disponibles del electrodo seleccionado

Medidas disponibles	Amperajes recomendados
3/32 (2.4 mm)	60-80
1/8" (3.2 mm)	80-120
5/32" (4 mm)	110-160

Fuente: (Indenicsa, s.f.).

8.4. Materiales para construcción del prototipo

Los materiales que utilizamos para la construcción de nuestra máquina briqueteadora fueron comprados en un taller de mecánica y soldadura los cuales nos ayudaron vendiéndonos solo la parte de material que utilizaríamos, eso implicando en un ahorro de costes:

Tabla 10: Costo de materiales

Nº producto	Descripción	Costo unidad	Costo total
1	4ft ² de lámina lisa de acero galvanizado calibre 19		200.00
2	70cm de platina de 2" x 1/4" de hierro negro		180.00
3	5m de tubo perfil cuadrado de 1/2" de hierro negro		496.00
4	1m de tubo redondo galvanizado Ø 1/2" cedula 40		250.00
5	3 m de angular de 1" x 1/8" de hierro negro		110.00

6	3 m de tubo cuadrado de 2" chapa 16 de hierro negro		320.00
7	40 cm de tubo pvc de 1" cedula 40		20.00
8	40 cm de tubo pvc de 4" redondo para agua fluvial cedula 40		50.00
9	2 ft ² de plywood de madera de 1/2"		150.00
10	21inch de esparrago de acero galvanizado diámetro 1" paso 8 hilos x pulg		315.00
11	1 tuerca galvanizada de 1" rosca ordinaria 8 hilos x pulg		125.00
12	1 platina redonda de Ø 4" de 2" x 1/4" de hierro negro		50.00
13	3 rodamientos 6005 NSE SKF	296.00	888.00
14	4 rodamientos 348 FBJ	350.00	1400.00
15	6 pernos de métrica 6 paso 1 con tuerca y arandela lisa de presión	9.00	54.00
16	2lbs. de Electrodo ECA 6013 3/32"		154.00
17	1lb Electrodo ECA 6013 1/8"		75.00
18	Rueda de válvula de 6"		200.00
19	1/4 galón de pintura fast dry color azul		333.00
20	1/2 galón Thinner		83.00
Gran total C\$			5453.00

8.5. Proceso de construcción del prototipo

Tabla 11: Pasos para la construcción²

PROCEDIMIENTO OPERACIONAL	
Título: Fabricación y ensamblaje de Prototipo de máquina briqueteadora.	REVISIÓN:01 FECHA: febrero 2021 Vigencia: febrero 2022 Revisado por: Ing. Juan Blandino

² Ver en anexo imágenes de construcción de la máquina

Elaborado por: Kenneth Castillo Rolando García Yegor Statsenko	Revisó: Ing. Juan Blandino	Aprobó: Ing. Juan Blandino
-------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

1. Objetivo	Fabricación y ensamblaje de la máquina.	
2. Alcance	Trabajo se realiza de acuerdo al diseño seleccionado del prototipo.	
3. Usuarios	Min. 1 – máx. 2.	
4. Herramientas	<ul style="list-style-type: none"> -Sierra de corte -Llaves 1/2" -Equipo de soldadura MMAW -Torno industrial -Amoladora angular -Alicate -Cinta métrica -Vernier -Taladro eléctrico -Prensa de banco -Enroladora -Brocha de 2" 	
5. Materiales	Descripción	
	<p>4ft² de lámina lisa de acero galvanizado calibre 19 70cm de platina de 2" x 1/4" de hierro negro 5m de tubo perfil cuadrado de 1/2" de hierro negro 1m de tubo redondo galvanizado Ø 1/2" cedula 40 3 m de angular de 1" x 1/8" de hierro negro 3 m de tubo cuadrado de 2" chapa 16 de hierro negro 40 cm de tubo pvc de 1" cedula 40 40 cm de tubo pvc de 4" redondo para agua fluvial cedula 40 2 ft² de plywood de madera de 1/2" 21inch de esparrago de acero galvanizado diámetro 1" paso 8 hilos x pulg 1 tuerca galvanizada de 1" rosca ordinaria 8 hilos x pulg 1 platina redonda de Ø 4" de 2" 1x4" de hierro negro 3 rodamientos 6005 NSE SKF 4 rodamientos 348 FBJ 6 pernos de métrica 6 paso 1 con tuerca y arandela lisa de presión Electrodo ECA 6013 3/32" Electrodo ECA 6013 1/8" Rueda de válvula de 6" 1/4 galón de pintura fast dry color azul Rueda de válvula de 6" 1/2 galón Thinner</p>	

6. Equipo de Protección Personal	BASICO <input type="checkbox"/> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Guantes <input checked="" type="checkbox"/> Lentes <input checked="" type="checkbox"/> mascarilla para polvo <input checked="" type="checkbox"/> Botas <input checked="" type="checkbox"/> Protección auditiva <input checked="" type="checkbox"/> Polainas	ESPECIAL <input type="checkbox"/> Tyvek <input checked="" type="checkbox"/> Delantal de cuero para soldador <input checked="" type="checkbox"/> Guantes de nitrilo <input type="checkbox"/> chaleco reflectivo <input checked="" type="checkbox"/> Careta Plástica <input checked="" type="checkbox"/> Guantes de cuero para soldar <input checked="" type="checkbox"/> Careta para soldar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
PARTE PRENSA - TORNILLO		
PASO	ACTIVIDADES	CONSIDERACIONES DE PREVENCIÓN
1.	Corte de los tubos de acero cuadrados de 2" a las siguientes longitudes: 2 tubos a 500 mm 1 tubo a 600 mm 2 tubos a 300 mm Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
2.	Soldar los tubos cuadrados de 500 mm al tubo cuadrado de 300 mm de manera perpendicular. Herramienta: Equipo de soldadura MMAW Nota: usar electrodo 6013 1/8"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta para soldar, guantes de cuero).
3.	Cortar 4 pedazos de platina en forma de rectángulo de 50mm x 120 mm y redondee las esquinas. Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.

4.	<p>Soldar dos de las platinas rectangular anteriormente cortadas de 50mm x120 mm en los extremos libres del tubo cuadrado de 500 mm soldado anteriormente.</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: usar electrodo 6013 1/8"</p>	<p>➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta para soldar, guantes de cuero).</p>
5.	<p>Soldar una platina rectangular de 50mm x120 mm en la orilla de cada extremo del tubo cuadrado de 60 mm para formar el "puente" de la prensa.</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: usar electrodo 6013 1/8"</p>	<p>➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta para soldar, guantes de cuero).</p>
6.	<p>Taladre un agujero de Ø8mm cada lado sobresaliente de las platinas que fueron soldadas, a manera de que el puente y los soportes de puente puedan ser acoplados.</p> <p>Nota: para evitar desalineaciones se recomienda taladrar primero los 4 agujeros de las platinas del puente, luego alinear el puente con los soportes y realizar una marca del centro de los agujeros sobre las platinas de los soportes y así taladrar en dichas marcas, logrando que los agujeros concuerden y el puente esté alineado a los soportes.</p> <p>Herramienta: Taladro eléctrico</p>	<p>➤ Utilice lentes para protección de los ojos ante cualquier viruta.</p>
7.	<p>Taladre un agujero pasante de Ø48mm en el centro y desde la parte superior del puente.</p> <p>Herramienta: Taladro eléctrico.</p> <p>Nota: Si ambos agujeros no son concéntricos, el eje del tornillo no será perpendicular y se desplazará hacia abajo con dificultad.</p>	<p>➤ Utilice lentes para protección de los ojos ante cualquier viruta.</p>
8.	<p>Soldar un rodamiento 6005 NSE SKF en la parte inferior del puente, cuidando que el diámetro interior del rodamiento sea concéntrico para alinearse con el esparrago de nuestro</p>	<p>➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta para soldar, guantes de cuero).</p>

	<p>mecanismo que sostendrá a la rueda de la prensa-tornillo.</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: usar electrodo 6013 1/8"</p>	
9.	<p>Hacer un pequeño chavetero por todo nuestro esparrago e introducir una chaveta para que nos sirva de guía.</p> <p>Herramienta: Torno industrial</p>	<p>➤ Utilice lentes para protección de los ojos ante cualquier viruta.</p>
10.	<p>Introducir el esparrago a través del rodamiento ubicado en la parte inferior del puente. Luego por la parte superior del esparrago introducimos la rosca galvanizada.</p>	
11.	<p>Una vez la rosca ya ubicada sobre el puente la soldamos.</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: usar electrodo 6013 1/8"</p>	<p>➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta para soldar, guantes de cuero).</p>
12.	<p>Sobre la parte superior del esparrago introducimos y roscamos nuestra manivela de válvula de Ø exterior de 6".</p>	
13	<p>Soldar una agarradera en la manivela para que nos sirva para accionar más cómodo el mecanismo.</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: usar electrodo 6013 1/8"</p>	<p>➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta para soldar, guantes de cuero).</p>
14.	<p>Sobre la parte inferior de nuestro esparrago soldamos una platina redonda de Ø4"</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: usar electrodo 6013 1/8"</p>	<p>➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta para soldar, guantes de cuero).</p>
BASE DE LA MAQUINA		
PASO	ACTIVIDADES	CONSIDERACIONES DE PREVENCION
1.	<p>Cortar cuatro pedazos de angulares de acero de 1"x 1/8" con las siguientes medidas: 2 pedazos de 280 mm de largo 2 pedazos de 635mm de largo</p> <p>Herramienta:</p>	<p>➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos.</p> <p>➤ Utilice botas de seguridad.</p> <p>➤ Utilice protección auditiva.</p> <p>➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro.</p>

	Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
2.	<p>Realizar corte a 45° en los bordes de los 4 pedazos de angulares cortados anteriormente.</p> <p>Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
3.	<p>Soldar los 4 angulares entre sí, para formar un rectángulo de 280mm x 635mm.</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32 Al soldar ambos extremos de 45° entre los angulares, formando un ángulo de 90°.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
4.	<p>Cortar dos pedazos de tubo cuadrado de 2" a un largo de 110mm.</p> <p>Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
5.	<p>Cortar ambos pedazos de tubo a manera de formar una reducción de perfil rectangular de 1", empezando desde 2" de la parte extrema.</p> <p>Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
6.	<p>Soldar una platina en el espacio cortado del tubo cuadrado, formando una reducción de 2"x2" a 2"x1".</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32"</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).

7.	Cortar 2 trozos de 95 mm de la platina de 2" x 1/4" y recortar una de las esquinas. Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
8.	Soldar cada platina en la parte superior de los tubos reductores de 2"x1" para formar un "sujetador" Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
9.	Soldar la parte estrecha del "sujetador" en el lado largo del marco de la base, a una distancia de 38 mm del borde. Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
TOLVA Y MEZCLADORA		
PASO	ACTIVIDADES	CONSIDERACIONES DE PREVENCION
1.	Cortar un rectángulo de 550mm x 260 mm de lámina lisa de acero galvanizado calibre 19, para formar cubierta principal de la tolva. Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
2.	Recortar un rectángulo de 80mm x 140mm en el centro de la lámina que hace de cubierta principal de la tolva. Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
3.	Enrolar la lámina a un radio de 120mm desde su centro formando un semicírculo. Herramienta: Enroladora	

4.	<p>Cortar 2 pedazos de lámina lisa de acero galvanizado calibre 19 para formar las tapas laterales de la tolva. Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
5.	<p>Taladrar al centro de las dos tapas laterales de la tolva, formando un agujero de $\varnothing 1"$. Herramienta: Taladro eléctrico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice lentes para protección de los ojos ante cualquier viruta.
6.	<p>Soldar un rodamiento 6005 NSE SKF a cada lado de la tapa lateral de la tolva, tomando el cuidado de que el diámetro interior de la balinera sea concéntrico al orificio taladrado. Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
7.	<p>Cortar una lámina lisa de acero galvanizado calibre 19 con las dimensiones para formar un embudo de \varnothing superior de 200 mm y \varnothing interior de 90mm. Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
8.	<p>Enrolar la lámina cortada previamente de manera cónica para formar el embudo de la tolva. Herramienta: Enroladora</p>	
9.	<p>Soldar en la separación formada al enrolar el embudo. Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).

10.	Cortar un rectángulo de 175 mm x 180 mm de lámina lisa de acero galvanizado calibre 19. Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
11.	Enrolar el rectángulo a un radio de 120 mm para formar la tapa inferior de la tolva. Herramienta: Enroladora	
12.	Cortar 3 pedazos de platina de 120mm x 25 mm. Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
13.	Soldar una platina a la orilla de la tapa inferior de la tolva. Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
14.	Soldar los 2 pedazos de platina de 1"x4" en las orillas del agujero de la cubierta principal de la tolva. Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
15.	Soldar las tapas laterales a las orillas de la cubierta principal de la tolva. Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
16.	Recortar 8 pedazos de tubo perfil cuadrado de 1/2" con las siguientes longitudes: 4 de 730mm de largo 2 de 270mm de largo 2 de 260mm de largo Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.

17.	<p>Soldar los 4 tubos pequeños formando un rectángulo y en sus esquinas soldar los 4 tubos largos, para formar el marco de la tolva.</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: utilizar electrodo 1/8"</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
18.	<p>Soldar los 4 tubos de 1/2" a nuestros angulares de 1" x 1/8". en el lado libre del marco de la base.</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: utilizar electrodo 1/8"</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
19.	<p>Soldar la tolva al marco de la tolva.</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: utilizar electrodo 3/32"</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
20.	<p>Cortar 380 mm de tubo redondo galvanizado Ø1/2" CD40.</p> <p>Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
21.	<p>Introducir nuestro tubo redondo galvanizado de Ø1/2" a través de nuestros 2 rodamientos.</p> <p>Nota: tienen que quedar perfectamente alineados y sin juego de tolerancia</p>	
22.	<p>Soldar nuestro tubo galvanizado de 1/2" al diámetro interior de los rodamientos en la tapa lateral de la tolva</p> <p>Herramienta: Soldador MMAW</p> <p>Nota: utilizar electrodo 3/32"</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
23.	<p>Cortar 8 pedazos de platina a 100mm x 25mm.</p> <p>Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
24.	<p>Cortar en un extremo de la platina a un ángulo de 45°</p> <p>Herramienta:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad.

	Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
25.	24- Soldar las platinas en el tubo de 1/2" dentro de la tolva en forma cruzada y distribuido uniformemente a través del espacio disponible. Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 1/8"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
26.	Al tubo sobresaliente de nuestro rodamiento se le hizo un corte de 45° y se le soldó otro tubo perpendicularmente. Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
27.	Atornillar el mango de madera en el borde del tubo para formar la manivela. Herramienta: Destornillador de estrella	
28.	Soldar el embudo debajo de la cubierta principal de la tolva. Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
CONSTRUCCION DEL MOLDE		
PASO	ACTIVIDADES	CONSIDERACIONES DE PREVENCION
1.	Cortar 2 trozos de tubos circulares de Ø1/2" a la longitud de 270 mm. Herramienta: Amoladora angular con disco de corte.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.

2.	Cortar 2 trozos de tubos perfil cuadrados de 1/2" a la longitud de 105 mm	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes en las manos. ➤ Utilice botas de seguridad. ➤ Utilice protección auditiva. ➤ Utilice careta plástica para evitar cortes o cualquier herida que puedan provocar las virutas en el rostro. ➤ Evite las distracciones mientras realice el corte para evitar un accidente.
3.	Soldar los tubos cuadrados en los tubos redondos a una distancia desde los extremos a una distancia de 95 mm. Con el objetivo de formar la base de nuestro molde. Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 1/8"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).
4.	Cortar varios trozos de plywood de madera de 1/2" a diferentes medidas 153 mm x 153 mm 125 mm x 125 mm 2 trozos de Ø4" Herramienta: Sierra de corte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilizar lentes para prevenir cualquier viruta
5.	A los plywood de Ø4" hacer un agujero en el centro para poder introducir nuestro tubo pvc de Ø1" Herramienta: Taladro eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilizar lentes para prevenir cualquier viruta
6.	Pegar todos los trozos de plywood hasta convertirlos en un mismo sólido.	
7.	Atornillar nuestro plywood a nuestro tubo perfil cuadrado de 1/2" Herramienta: Destornillador de estrella	
8	Soldar 4 rodamientos 348 FBJ a los extremos de nuestro tubo circular de Ø1/2" Herramienta: Soldador MMAW Nota: utilizar electrodo 3/32"	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice toda la protección para soldar (delantal de cuero, polainas, careta, guantes de cuero).

ENSAMBLAJE DE TODAS LAS PIEZAS		
PASO	ACTIVIDADES	CONSIDERACIONES DE PREVENCION
1.	Taladre un agujero de Ø8mm en la platina del sujetador. Herramienta: Taladro eléctrico	➤ Utilice lentes para protección de los ojos ante cualquier viruta.
2.	Taladre un agujero pasante en los soportes del puente. Para ello es necesario que estos agujeros estén alineados con los agujeros de los sujetadores de la base, por lo que se recomienda que primero se alinee los sujetadores con los soportes y se realice una marca en donde concuerda con el agujero que se le hizo anteriormente a la platina del sujetador. Herramienta: Taladro eléctrico	➤ Utilice lentes para protección de los ojos ante cualquier viruta.
3.	Introducir un perno de métrica 6 paso 1 entre el agujero de los sujetadores y los agujeros de los soportes de la prensa.	
PINTADO DE TODAS LAS PARTES		
PASO	ACTIVIDADES	CONSIDERACIONES DE PREVENCION
1.	Prepare la pintura. En un recipiente agregue una cantidad que estime indicada de pintura y añada thinner en una proporción de 1 a 10 con la pintura. luego mezcle la pintura hasta que tenga una consistencia homogénea.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lea el SDS de la pintura y el thinner antes de manipular estos químicos. ➤ Utilice guantes de nitrilo. ➤ Utilice mascarilla para evitar inhalar vapores del thinner y la pintura.

2.	<p>Pinte la máquina. Desplace la brocha a razón de dejar una capa uniforme de pintura.</p> <p>Herramientas: Brocha de 2”</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes de nitrilo. ➤ Utilice mascarilla para evitar inhalar vapores del thinner y la pintura.
3.	<p>Repose la máquina por 8 horas en un lugar ventilado para secar la pintura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No repose la máquina en un lugar cerrado para evitar la acumulación de vapores de la pintura.
FIN DE PROCEDIMIENTO		

8.6. Guía de operación de la briqueteadora

Tabla 12: Guía de operación para fabricación de briqueta.

PROCEDIMIENTO OPERATIVO			
Equipo: Máquina compactadora doble uso de papel y aserrín.		REVISIÓN:01 FECHA: febrero 2021 Vigencia: febrero 2022	
Título: Fabricación de briqueta de aserrín y papel.			
Elaborado por: Neftalí Castillo Rolando García Yegor Statsenko		Reviso: Ing. Juan Blandino	Aprobó: Ing. Juan Blandino

1. Objetivo	Realizar el procedimiento de fabricación de una briqueta de aserrín con el prototipo de máquina compactadora doble uso de papel y aserrín.	
2. Alcance	El trabajo se realiza de acuerdo al diseño del prototipo.	
3. Usuarios	Min. 1 – máx. 2.	
4. Herramientas	-Báscula -Llave para rueda de válvula	
5. Equipo de Protección Personal	BÁSICO <input type="checkbox"/> Casco <input checked="" type="checkbox"/> Guantes <input checked="" type="checkbox"/> Lentes <input checked="" type="checkbox"/> mascarilla para polvo <input type="checkbox"/> Goggles <input checked="" type="checkbox"/> Botas <input type="checkbox"/> Protección auditiva.	ESPECIAL <input type="checkbox"/> Tyvek <input type="checkbox"/> Protección de cuero para soldador <input checked="" type="checkbox"/> Guantes de nitrilo <input type="checkbox"/> Chaleco reflectivo <input type="checkbox"/> Careta Plástica <input type="checkbox"/> Guantes para soldar <input type="checkbox"/> Careta para soldar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES		
PASO	ACTIVIDADES	CONSIDERACIONES DE PREVENCIÓN
1.	<p>Pesado de aserrín en una báscula electrónica Gynipot-A06, donde se tomará la cantidad de 160 g de aserrín seco (sin humedad) para una sola briqueta.</p> <p>Nota: Para una relación 80% aserrín – 20% papel.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilizar lentes de seguridad para evitar la introducción de cualquier viruta en los ojos. ➤ Utilice guantes de nitrilo para evitar cortes o astillas en los dedos y uñas. ➤ Utilice mascarilla para polvo para evitar la aspiración de cualquier viruta durante el procedimiento de pesado.
2.	<p>Pesado de papel en una báscula electrónica Gynipot-A06I, donde se utilizará 40gr de papel seco (sin humedad) para una sola briqueta.</p> <p>Nota: Para una relación 80% aserrín – 20% papel.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes de nitrilo para evitar cortes o astillas en los dedos y uñas.
3.	<p>Rasgue el papel en tiras y déjelo remojar en agua por una hora.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cortes con papel y ampollas en las manos.
4.	<p>Llene la tolva de la máquina con el aserrín y el papel previamente remojado y adhiera 200 gramos de aglutinante de almidón de yuca.</p> <p>Nota: Asegúrese de tener cerrada la tapa inferior de la tolva.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes de nitrilo para evitar cortes o astillas en los dedos y uñas. ➤ Utilice mascarilla para polvo para evitar la aspiración de cualquier viruta durante el procedimiento de llenado de la tolva.
5.	<p>Gire la manivela de la mezcladora de la tolva de manera constante hasta conseguir una mezcla homogénea de aserrín y papel.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar ampollas en las manos. ➤ Mantenga una postura cómoda sin encorvar la espalda para evitar daños en la columna.
6.	<p>6-Coloque previamente un separador en el molde y abra la tapa inferior de la tolva, agregue por el embudo toda la mezcla hacia el molde de briqueta.</p> <p>Nota: La tolva regará un poco de agua, asegúrese de limpiar el excedente de agua para evitar una caída por piso mojado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice botas de seguridad para evitar caídas por piso mojado. ➤ Evite introducir la mano a la tolva mientras está girando la manivela, podría lastimarse un dedo.
7.	<p>Desplace el molde desde la tolva hasta llegar debajo de nuestro sistema de compactación tornillo-tuerca y coloque un separador en la parte superior del molde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utilice guantes para evitar cualquier corte o presión en los dedos.

8.	Gire la manivela de nuestro sistema de compactación tornillo-tuerca en sentido antihorario hasta llegar al material contenido en el molde de la briqueta.	➤ Utilice guantes para evitar cualquier ampolla en las manos.
9.	Gire la manivela del mecanismo tornillo-tuerca en sentido antihorario, presionando la briqueta hasta el compactado suficiente y deje reposar por 2 min.	➤ Utilice guantes para evitar cualquier ampolla en las manos.
10.	Gire la manivela del mecanismo tornillo-tuerca en sentido horario para retirar la presión sobre la briqueta.	➤ Utilice guantes para evitar cualquier ampolla en las manos.
11.	Gire levemente el molde para despegarlo de la briqueta.	➤ Utilice guantes para evitar cualquier ampolla en las manos.
12.	Gire la manivela de nuestro sistema de compactación tornillo-tuerca en sentido horario a la altura suficiente para retirar el molde.	➤ Utilice guantes para evitar cualquier ampolla en las manos.
13.	Desplace la base del molde fuera de nuestra máquina compactadora.	➤ Utilice guantes de nitrilo para evitar cortes o astillas en los dedos y uñas
14.	Levante el poste pvc ubicado por el centro de nuestra briqueta con un movimiento giratorio hasta separarlo de la briqueta.	➤ Utilice guantes para evitar cualquier ampolla en las manos.
15.	Retire la briqueta del molde Nota: Tenga cuidado de no dañar la briqueta mientras la retira de la base del molde.	➤ Utilice guantes de nitrilo para evitar cortes o astillas en los dedos y uñas.
16.	Deje secar la briqueta por dos días en el sol para eliminar la humedad contenida en ella. Nota: Estar pendiente de las variaciones climatológicas para ponerla en resguardo en caso de lluvia.	
17.	Almacenar la briqueta en un área que no esté expuesta a la humedad y al suelo.	
Fin de procedimiento		

8.7. Fabricación y análisis de Briqueta

8.7.1. Fabricación de briquetas de aserrín y papel

Se realizaron 3 tipos de briquetas en las cuales se utilizó dos diferentes tipos de aglutinantes los cuales son el almidón de yuca y la linaza, en el tercer tipo de briqueta solo se utilizó agua.

En cada elaboración de briqueta se realizó una diferente proporción entre aserrín y papel con el objetivo de encontrar a través del fallo y error la que tenga mejores características específicas.

Para la elaboración de cada briqueta se llevaron a cabo una serie de pasos³ los cuales se presentan en el siguiente esquema:

Esquema 1: Diagrama de procesos para fabricación de briquetas.



Fuente: Elaboración propia.

8.7.1.1. Selección de materias primas y aglutinantes

El aserrín ocupado se compró de una carpintería común el cual es obtenido a través de distintos procesos y trabajos que se realizan con diferentes tipos de madera los cuales suelen ser principalmente cedro, caoba y pochote. El aserrín que utilizamos tiene diferente tipo de granulometría.

El papel que utilizamos se obtuvo de diferentes cuadernos viejos que teníamos en nuestras casas los cuales no tenían ningún uso adecuado.

Los aglutinantes obtenidos son del almidón de yuca y la linaza de los cuales queremos aprovechar sus propiedades adherentes.

³ Ver en anexo todas las imágenes para el proceso de briqueta.

8.7.1.2. Almacenamiento de la materia prima

El aserrín se almacenó en saco de 50 libras y se colocó en un lugar no expuesto a la humedad y al contacto con el suelo.

El papel se guardó en 2 cubetas de 19 litros y se tapó para que no estuviera expuesto a la humedad.

8.7.1.3. Preparación de materia prima y aglutinantes

El aserrín no pasó por ninguna preparación en este paso.

El papel fue ranurado en pequeños trozos para su posterior remojo en el cual hará más fácil la mezcla con el aserrín.

Para la obtención del almidón de yuca primeramente retiramos la cáscara de la yuca y se procedió a rayar el tubérculo para luego mezclarse con agua y pasar a licuarlo y colarlo, para posteriormente dejar en remojo la mezcla por 24 horas. Teniendo así una mezcla viscosa que nos permite utilizarla como adherente.

En la preparación de la linaza se procedió a tostar los granos y posteriormente se le adhirió agua para ponerlo a cocer hasta llegar el punto de ebullición del agua, se dejó reposar por 24 horas para luego colarlo. Teniendo así una mezcla viscosa que nos servirá como adherente en nuestras briquetas.

8.7.1.4. Mezclado de papel con agua

Se procedió a mezclar trozos de papeles con nuestro aglutinante.

8.7.1.5. Cálculo y medición de la materia prima para las diferentes briquetas

En este paso se harán distintos tipos de mediciones entre papel y el aserrín en donde llevarán un porcentaje diferente con el objetivo de encontrar el porcentaje óptimo que debe tener la briketa. Sabiendo que la cantidad de materia prima será de 200 gr.

Para este paso nos apoyaremos de una báscula electrónica Gynipot-A06.

Tabla 13: Ejemplo de cálculo y relación de peso por briketa.

Material	Peso en gr	% total
Aserrín	160	80
Papel	40	20

8.7.1.6. Mezcla de materia prima para cada briqueta

Pasaremos a mezclar el papel remojado en agua y el aserrín, teniendo en cuenta que nuestro peso ideal de cada briqueta rondará los 200 gramos no incluyendo la humedad del papel y el aserrín.

Se harán tres tipos de briquetas en las cuales se usará como aglutinante la linaza y el almidón de yuca. En el tercer tipo de briqueta solo utilizaremos el agua para compactar nuestra materia prima.

El material será depositado en la tolva y continuará mezclándose utilizando el sistema de mezclado incorporado.

8.7.1.7. Compactación

Cuando hayamos terminado el mezclado en la tolva pasaremos a abrir el seguro que hay en la parte inferior en donde el material pasará a nuestro molde el cual se moverá a través de una base con rodamientos en donde se colocará debajo de nuestro sistema de compactación.

Nuestro sistema de compactación es accionado a través de un sistema de tornillo tuerca que tiene incorporado una manivela la cual comienza a bajar en sentido antihorario.

Para poder determinar el nivel de fuerza y compactación de nuestro sistema hicimos unas pruebas comparativas con diferentes tipos de gatas hidráulicas las cuales compactaron la mezcla aserrín y papel.

El procedimiento que se utilizó fue la interacción de una caja de valores de la siguiente manera:



Inicialmente pesamos la mezcla entre aserrín y papel mezclado con nuestro aglutinante, nuestro peso inicial antes del compactado será de 350 gr. Posteriormente ejercemos fuerza para la compactación y en ese momento parte del aglutinante se escurre de nuestra maquina haciéndose este material residuo el cual es básicamente desperdicio de pequeñas partes de nuestra materia prima y aglutinante.

Para al final tener una cantidad resultante de materia prima para nuestra briqueta.

Tabla 14: Mediciones de resultados de compactación.

Método empleado	Cantidad en gr de material a comprimir	Cantidad en gr de material comprimido	Material residuo en gr
Mecanismo tornillo – tuerca	350	215	135
Gata de 1/2 tonelada	350	227	123
Gata de 1 toneladas	350	208	142

Después de hacer las pruebas con los diferentes tipos de gatas hidráulicas determinamos que el resultado que más se asemeja a nuestro sistema empleado tornillo – tuerca es el de la gata de 1 tonelada.

Pudiendo así asumir que nuestro sistema tiene alrededor de 1 toneladas fuerza de compactación. Pasando a convertir la tonelada a Newton sería:

1 tonelada fuerza = 9806.65 Newton.

Pasamos para hacer más practico los newtons a KN teniendo en cuenta que 1000 N = 1 KN.

9806.65 N = 9.80665 KN.

Teniendo como conclusión que nuestro sistema tornillo – tuerca tiene una fuerza de compactación de:

Tabla 15: fuerza de compactación del mecanismo

Tonelada	KN
1	9.80665

8.7.1.8. Extracción

una vez ya el material compactado se acciona la manivela en sentido horario para que este retorne a su posición inicial para que nos permita sacar el molde de nuestro sistema de compactación, una vez fuera el molde se levanta el tubo pvc de 4 pulgadas seguidamente se extrae el tubo pvc de 1 pulgada ubicado en el centro de nuestra briqueta.

8.7.1.9. Secado de briqueta

Se colocaron los diferentes tipos briquetas al sol por un tiempo de 4 a 5 días con el objetivo de reducir la humedad dentro de ellas.

8.7.2. Análisis de resultados

Tabla 16: Resultados de pruebas de briquetas

Numero	Material/mezcla	Tiempo de secado al sol	Briqueta	Características	Quemado
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 160 g de aserrín ➤ 40 g de papel ➤ Agua ➤ Relación: 80/20 	4 a 5 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante solida ➤ Frágil ➤ Sin grietas ➤ Se desmorona fácilmente 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poco humo ➤ Prende muy poco ➤ Poca ceniza ➤ Tiene una llama muy débil
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 140 g de aserrín ➤ 60 g de papel ➤ Agua ➤ Relación: 70/30 	De 3 a 4 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante solida ➤ No se desmorona ➤ No esta agrietada 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Humo más o menos presencial ➤ Buena llama ➤ Poca ceniza
3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 180 g de aserrín ➤ 20 g de papel ➤ Almidón de yuca ➤ Relación: 90/10 	De 4 a 5 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante frágil ➤ Muy quebradiza 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poco humo ➤ Prende muy difícil ➤ Tiene una buena llama después de media hora ➤ Poca ceniza
4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 170 g de aserrín ➤ 30 g de papel ➤ Almidón de yuca ➤ Relación: 85/15 	De 4 a 5 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mas o menos solida ➤ Cuarteada ➤ No Se desmorona ➤ Se siente bastante bien 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prende más o menos rápido ➤ Tiene buena llama ➤ poca ceniza
5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 160 g de aserrín ➤ 40 g de papel ➤ Almidón de yuca ➤ Relación: 80/20 	De 3 a 4 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante solida ➤ No Se desmorona ➤ Sin grietas ➤ Excelentes características generales 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prende rápido ➤ Poco humo ➤ Buena llama ➤ Poca ceniza

6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 150 g de aserrín ➤ 50 g de papel ➤ Almidón de yuca ➤ Relación: 75/25 	De 3 a 4 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante solida ➤ Se desmorona mucho ➤ Agrietada 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prende rápido ➤ Poco humo ➤ Buena llama
7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 140 g de aserrín ➤ 60 g de papel ➤ Almidón de yuca ➤ Relación: 70/30 	De 3 a 4 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mas o menos solida ➤ Esponjosa ➤ Agrietada 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prende rápidamente ➤ Tiene buena llama ➤ Tira buena cantidad de ceniza ➤ Humo más o menos presencial
9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 130 g de aserrín ➤ 70 g de papel ➤ Almidón de yuca ➤ Relación: 65/35 	De 2 a 3 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mas o menos solida ➤ Agrietada en algunos lados ➤ Poco se desmorona 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prende rápido ➤ Tiene buena llama ➤ Bastante ceniza
10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 120 g de aserrín ➤ 80 g de papel ➤ Almidón de yuca ➤ Relación: 60/40 	De 2 a 3 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante solida ➤ Muy agrietada ➤ Se desmorona bastante 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prende rápidamente ➤ Se incendia muy rápidamente ➤ Hace muchas cenizas
11	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 110 g de aserrín ➤ 90 g de papel ➤ Almidón de yuca ➤ Relación: 55/45 	De 1 a 2 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante Solida ➤ Se desmorona poco ➤ Tiene buena contextura 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Prende muy rápido ➤ Mucha ceniza ➤ Llama fuerte ➤ Se incinera rápidamente

12	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 100 g de aserrín ➤ 100 g de papel ➤ Almidón de yuca ➤ Relación: 50/50 	De 1 a 2 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante solida ➤ No se desmorona ➤ Tiene buena consistencia ➤ Sin grietas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mucho humo ➤ Prende fácilmente ➤ Se incendia rápidamente ➤ Hace mucha ceniza
13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 180 g de aserrín ➤ 20 g de papel ➤ Linaza ➤ Relación: 90/10 	De 4 a 5 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante frágil ➤ Quebradiza ➤ Inestable 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poco humo ➤ Prende muy poco ➤ Mala llama ➤ Poca ceniza
14	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 170 g de aserrín ➤ 30 g de papel ➤ Linaza ➤ Relación: 85/15 	De 4 a 5 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se desmorona ➤ Quebradiza ➤ Frágil 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poco humo ➤ Prende muy poco ➤ Poca ceniza ➤ Mala llama
15	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 160 g de aserrín ➤ 40 g de papel ➤ Linaza ➤ Relación: 80/20 	De 4 a 5 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se desmorona ➤ Quebradiza ➤ Frágil ➤ No sirve 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poco humo ➤ Prende más o menos rápido ➤ Mala llama ➤ Poca ceniza
16	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 150 g de aserrín ➤ 50 g de papel ➤ Linaza ➤ Relación: 75/25 	De 3 a 4 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quebradiza ➤ Destruida ➤ Inestable 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poco humo ➤ Prende rápido ➤ Poca ceniza ➤ Llama inestable
17	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 140 g de aserrín ➤ 60 g de papel ➤ Linaza ➤ Relación: 70/30 	De 3 a 4 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuarteada ➤ Bastante solida ➤ Agrietada 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Humo mas o menos presencal ➤ Buena llama ➤ Con poca ceniza ➤ Prende rápido

18	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 130 g de aserrín ➤ 70 g de papel ➤ Linaza ➤ Relación: 65/35 	De 3 a 4 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cuarteada ➤ Bastante solida ➤ Buena apariencia 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mucho humo ➤ Buena llama ➤ Mucha ceniza ➤ Prende rápido
19	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 120 g de aserrín ➤ 80 g de papel ➤ Linaza ➤ Relación: 60/40 	De 2 a 3 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante estable ➤ Solida ➤ Esponjosa ➤ Tiene buena apariencia ➤ Poco quebradiza ➤ Se desmorona muy poco 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mucho humo ➤ Buena llama ➤ Mucha ceniza ➤ Prende rápido ➤ Se incinera rápidamente
20	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 110 g de aserrín ➤ 90 g de papel ➤ Linaza ➤ Relación: 55/45 	De 2 a 3 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante solida ➤ Buena contextura ➤ Sin grietas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mucho humo ➤ Buena llama ➤ Prende rápido ➤ Se incinera rápidamente
21	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 100 g de aserrín ➤ 100 g de papel ➤ Linaza ➤ Relación: 50/50 	De 2 a 3 días		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bastante solida ➤ Poco se desmorona 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mucho humo ➤ Buena llama ➤ Se incinera rápidamente ➤ Muchas cenizas ➤ Prende rápidamente

8.7.2.1. Material mezcla

A través de prueba y error se fueron descartando tipos de mezclas con el fin de obtener la mezcla más idónea para nuestra briqueta.

Se ha seleccionado la briqueta que tiene una mezcla de 160 g de aserrín, 40 g de papel y en donde se utilizó como aglutinante el almidón de yuca.

Se ha seleccionado esta mezcla ya que es la que tiene mejores características como el no tener grietas, bastante sólida, y ser sumamente sólida.

8.7.2.2. Tiempo de secado al sol

La mayoría de las briquetas se secaron y endurecieron en un lapso entre los 3 a 4 días exceptuando las briquetas que tienen mayor contenido de aserrín ya que esta cuesta que se seque completamente.

8.7.2.3. Característica

Las briquetas en las que solo se utilizó agua quedan muy sólidas, pero con cierto grado de fragilidad. Todas las briquetas presentan características diferentes en las cuales las que tienen un mayor contenido de papel tienden a ser más sólidas y estables en cambio las que tienden a tener más contenido de aserrín son más inestables.

8.7.2.4. Quemado de briquetas

Después de fabricar las briquetas con diferentes características se procedió al quemado de las mismas para analizar sus comportamientos. Para este paso utilizamos una estufa artesanal común en las viviendas nicaragüenses con el objetivo de ver el comportamiento de las briquetas en condiciones no favorables.

Teniendo como clara características que las briquetas que contienen más papel producen más humo y se incendian más rápidamente en comparación con las briquetas de más contenido de aserrín.

Este tiempo de incineración varía entre cada briqueta, el tiempo medio fue de 50 a 60 minutos. Las briquetas que tenían más contenido de aserrín dilataban alrededor de 1 hora y 10 minutos en quemarse por completo en cambio las de alto contenido de papel dilataban alrededor de 40 minutos en incinerarse.

Se ha escogido a la briqueta de 160g de aserrín y 40g de papel para analizar su poder calorífico utilizando como referencia 2 litro de agua midiendo su diferencia de temperatura con un termómetro infrarrojo.

Para esto nos apoyaremos de 2 ecuaciones las cuales son:

$$Q=C_{em} \Delta t$$

Ecuación 4

$$P_c = \frac{Q}{m}$$

Ecuación 5

Teniendo así los siguientes datos:

$$m_{comb.} = 200g$$

$$C_e = \frac{1 \text{ cal}}{\text{gr}^\circ\text{C}}$$

$$m_{\text{agua}} = 2000 \text{ g}$$

$$t_1 = 27^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 96^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 69^\circ\text{C}$$

Desarrollando la ecuación 4:

$$Q = C_{em} \Delta t$$

$$Q = \left(\frac{1 \text{ cal}}{\text{gr}^\circ\text{C}}\right)(2000 \text{ gr})(69^\circ\text{C})$$

$$Q = 138,000 \text{ cal}$$

Desarrollando la ecuación 5

$$P_c = \frac{Q}{m}$$

$$P_c = \frac{138,000 \text{ cal}}{200 \text{ gr}}$$

$$P_c = 690 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$$

8.7.2.5. Conclusión de resultados de briquetas

se construyeron diferentes tipos de briquetas siguiendo una serie de pasos para poder determinar cuál era la más óptima.

Cada una de ellas contenían distintas proporciones de materiales y aglutinantes presentando características físicas distintas, diferente tiempo de secado y de igual modo se procedió a quemarlas para ver cómo se comportaban.

De la cual se seleccionó la briqueta de peso de 200gr con 160gr de aserrín y 40gr de papel que utilizaba como aglutinante el almidón de yuca.

Ya que esta dio las mejores características físicas de todas las briquetas, teniendo un tiempo de secado no tan largo y un buen comportamiento a la hora de quemarse.

IX. Conclusiones

- Se construyó un prototipo de una máquina compactadora doble uso de papel y aserrín teniendo en cuenta los requerimientos de diseño que teníamos y valorando cuál de los mecanismos era el más óptimo.
- Seleccionando así un mecanismo de tornillo – tuerca seleccionada debido a su simplicidad de diseño, fácil mantenimiento y coste de construcción.
- El objetivo de seleccionar el mecanismo de diseño más simple es que cualquier persona sin estudios avanzados y con interés en una briqueteadora sea capaz de diseñarlo con el fin de hacerse una herramienta útil para su vida diaria la cual le podrá proporcionar briquetas para uso propio en su negocio o comercialarlo a terceros.
- Se hizo una guía de elaboración simplificada y con las precauciones requeridas para poder construir el prototipo, de igual modo se hizo una guía de operación para poder construir la briqueta.
- Se procedieron a elaborar diferentes briquetas en el prototipo con el fin de comprobar el buen funcionamiento de este y poder determinar la briqueta más óptima para poder ser utilizada siendo seleccionada la briqueta con 160g de aserrín y 40 g de papel utilizando como aglutinante el almidón de yuca.

X. Recomendaciones

- Realizar propaganda y orientar a pequeños negocios en donde se pueda utilizar la briqueta para aprovechar los beneficios que esta tiene y los grandes aportes que sería usarlo debido a que estaríamos aprovechando recursos que no se le dan un valor agregado.
- Enseñar de manera fácil para que las personas que tengan el interés necesario poder construir ellos mismos su máquina briqueteadora.
- Realizar más ensayos con diferentes tipos de aglutinantes tales como la maizena, chíá, melaza, etc. Siempre con el fin de reducir los costos de producción y para mejorar las características de las briquetas.
- Investigar otros tipos de biocombustibles que se pueden utilizar para la elaboración de briquetas siendo estos como por ejemplo tusa de maíz, cascarilla de café, cascarilla de arroz, cascaras de coco y muchos más.

XI. Bibliografía

- abc Machinery*. (2015). Obtenido de Aglutinantes:
<http://www.plantadepellets.com/FAQ/aglutinante-produccion-pellets.html>
- Agricultura, O. d. (1999). Inseguridad alimentaria: la poblacion se ve obligada a convivir con el hambre hambre, y teme morir de inanicion. Roma.
- Aguilar, G. D. (2010). *Los recursos naturales: tipologías, usos y comercialización*. Las Palmas de Gran Canaria.
- Alimentación, O. d. (2005). EL ESTADO MUNDIAL DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. 2005.
- Ambientum*. (2017). Obtenido de
https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/recogida_selectiva_de_rsu.asp
- Ander-Egg, E. (1997). *Aprender a investigar, nociones basicas para la investigacion social*. Buenos Aires: Brujas.
- ARQHYS. (Noviembre de 2012). Obtenido de Propiedades del papel:
<http://www.arqhys.com/arquitectura/papel-propiedades.html>
- Bach, E. P. (2016). *Los Incendios Forestales. Guía para comunicadores y periodistas*. Cataluña: efirecom.
- Brotóns, P. U. (2013). *CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- Callejas, S. (2009). Los Biocombustibles. Mexico D.F: El Cotidiano .
- Callejas, S. (2009). Los Biocombustibles . Mexico D.f: El Cotidiano.
- Capote Luna, V. (Noviembre de 2009). TIPOS DE UNIONES. *Temas para la Educacion*(5), 13. Recuperado el Octubre de 2019, de
<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6113.pdf>
- Castrillo, L. M. (Junio de 2015). Máquina para fabricación de briquetas de aserrín para aserradero Lorenzi. Guatemala, Guatemala.
- Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2012). *Termodinamica* (7ma ed.). Mexico: Mc Graw-Hill.
- CUADROS, S. (2008). *RESIDUOS AGRIGOLAS, FORESTALES Y LODOS*. Zaragoza: EOI.
- Damián, M. (2009). *Concepto de medioambiente*. Madrid .

- Diccionario de Arquitectura y construcción.* (2019). Obtenido de <https://www.parro.com.ar/definicion-de-molde>
- edificacion, R. d. (1997). *Espacios verdes. Clasificación, diseño y gestión.* Dadun.
- EDITEX. (10 de 2018). *SlidePlayer.* Recuperado el 20 de 10 de 2019, de SlidePlayer: <https://slideplayer.es/slide/13278861/>
- energiza. (s.f.). *energiza.* Obtenido de <http://www.energiza.org/index.php/biomasa-2/56-procesos-de-conversion-de-biomasa-en-energia>
- Evenor, W. (s.f.). *mailxmail.com.* Obtenido de Biomasa energia renovable : <http://www.mailxmail.com/curso-biomasa-energias-renovables/plantaciones-energeticas-residuos-forestales>
- Flores Grajeda, J. I. (6 de 5 de 2014). *MAQUINAS-HERRAMIENTAS.* Recuperado el 10 de 2019, de MAQUINAS-HERRAMIENTAS: <https://sites.google.com/site/fgjif9m/home/acerca-de>
- Forestal, D. (2010). *EVALUACION DE LOS RECURSOS.*
- Gardey, J. P. (2008). *Definicion De.* Obtenido de <https://definicion.de/material/>
- Garrido, S. G. (2012). *Centrales Termoeléctricas de biomasa.* Madrid: RENOVETEC.
- Hidraulica y Neumatica S.A. (3 de 2 de 2015). *HNSA.* Recuperado el 10 de 2019, de Hidraulica y Neumatica S.A.: <http://www.hnsa.com.co/maquinas-compactadoras/>
- Indenicsa. (s.f.). *Indenicsa.* Obtenido de Indenicsa: <http://www.indenicsa.com/electrodos-convencionales-y-estructurales/>
- jsalmeron. (2011). *AGRUP NOVA.* Obtenido de <http://www.agrupnova.com/es/?p=4196>
- Lab-Volt (Quebec) Ltd. (2000). *Fundamentos de hidráulica. Manual del estudiante.* (Lab-Volt, Ed.) Quebec, Canada: Lab-Volt.
- Mott., R. L. (2006). *Diseño de elementos de maquina .* Mexico D.F: PEARSON EDUCACIÓN.
- Myszka, D. H. (2012). *Maquinas y mecanismos* (4ta ed.). Mexico: PEARSON EDUCACION.
- Myszka, D. H. (2012). *Maquinas y mecanismos.* Mexico D.F: Pearson.
- Peña, R. G. (2017). *Fundamentos de la Gestión Ambiental.* Samborondon: Universidad Ecotec.

- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2011). *Definicion.de*. Recuperado el 20 de 10 de 2019, de Definicion.de: <https://definicion.de/compresion/>
- Pozzer, J. A. (2010). Materiales y materias primas. En J. A. Pozzer. Buenos Aires: educan.
- Raffino, M. E. (10 de Enero de 2019). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/dioxido-de-carbono-co2/>
- Röben, E. (2003). *Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica*. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/3residuos/d3/062_reciclaje/eciclaje.pdf
- Roberto Hernández, C. F. (2003). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGraw-Hill.
- Salgado, X. A. (2008). *Instituto De Investigaciones Marina De Vigo*. Galicia: CSIC.
- Sampieri, R. H. (2006). *Metodologia de la investigacion*. Mexico D.F: McGRAW-HILL.
- Santa Palella Stracuzzi, F. M. (2004). *Metodologia de la investigacion cuantitativa*. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Serret-Guasch. (2016). *Caracterización de aserrín de diferentes maderas*. Santiago De Cuba: Tecnología Química.
- Val, A. d. (2013). *El Reciclaje*. Barcelona: Integral.

XII. Anexos

Modelo de encuesta



Buenos días/tardes. Somos estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Estamos realizando una pequeña encuesta a las tortillerías con el fin de recolectar información acerca de los combustibles que utilizan y los procesos que emplean.

Cabe recalcar que esta información es totalmente anónima.

- ¿su estufa es a gas o leña?
 - Si es con leña continuar con la encuesta.
- ¿Qué tipo de madera usa?
- ¿Cuántas rajadas de madera utiliza en una carga?
- ¿Cuánto dinero le cuesta el manojo de leña?
- ¿En cuánto tiempo se consume el manojo de leña?
- ¿Cuántas tortillas hace en una hora?
- ¿Cuántas tortillas hace por carga de leña?
- ¿Estaría dispuesta a utilizar otro tipo de combustible (briquetas de aserrín y papel) para la elaboración de sus tortillas?



Buenos días/tardes. Somos estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Estamos realizando una pequeña encuesta a las tortillerías con el fin de recolectar información acerca de los combustibles que utilizan y los procesos que emplean.

Cabe recalcar que esta información es totalmente anónima.

- ¿su estufa es a gas o leña?

Si es con gas continuar con la encuesta

- ¿Cuánto le dilata el cilindro de gas?
- ¿Cuántas tortillas hacen en un día?
- ¿Cuántas tortillas hacen con un cilindro de gas?
- ¿Por qué ha dejado de utilizar la leña?
- ¿Cuánto le cuesta el cilindro de gas?
- ¿Estaría dispuesta a utilizar otro tipo de combustible (briquetas de aserrín y papel) para la elaboración de sus tortillas?



Buenos días/tardes. Somos estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Estamos realizando una pequeña encuesta a las carpinterías con el fin de recolectar información acerca de los procesos que emplean y el manejo de residuos que tienen.

Cabe recalcar que esta información es totalmente anónima.

- ¿Cuánta madera trabaja en una semana promedio? (opcional)
- ¿Qué tipo de madera trabaja? (opcional)
- ¿Cuánto aserrín producen en una semana promedio?
- ¿Que hace la carpintería con el aserrín?
- ¿A cuánto venden el saco de aserrín?
- ¿Sabe usted que hace la gente que compra el aserrín o brosa para que lo ocupa y si le da algún valor agregado?



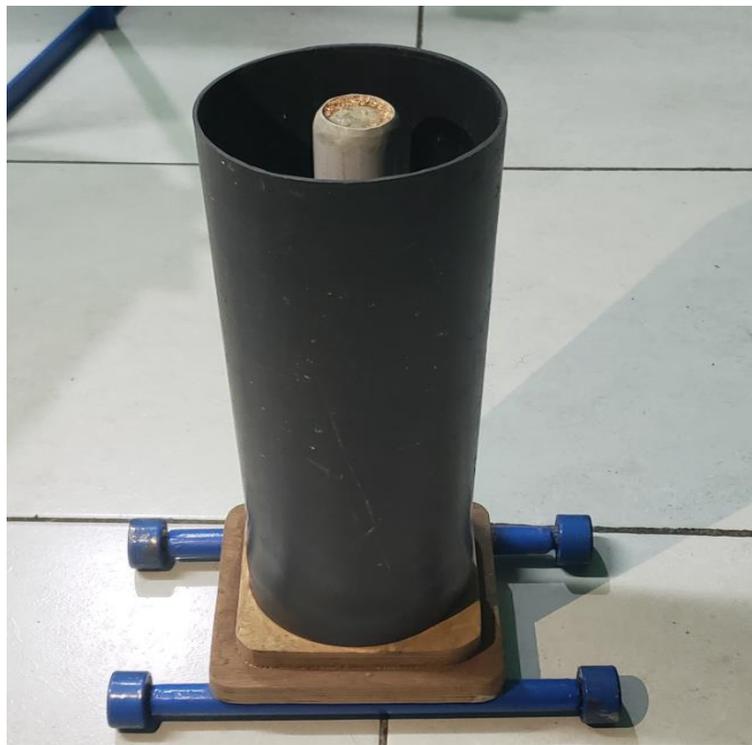
Anexo 1: partes de la máquina.



Anexo 2: Probando el boquete para nuestro molde.



Anexo 3: Base de molde para briqueta.



Anexo 4: Molde para briqueta.



Anexo 5: Maquina compactadora ensamblada.



Anexo 6: preparando el papel a utilizar dejándolo en tiras.



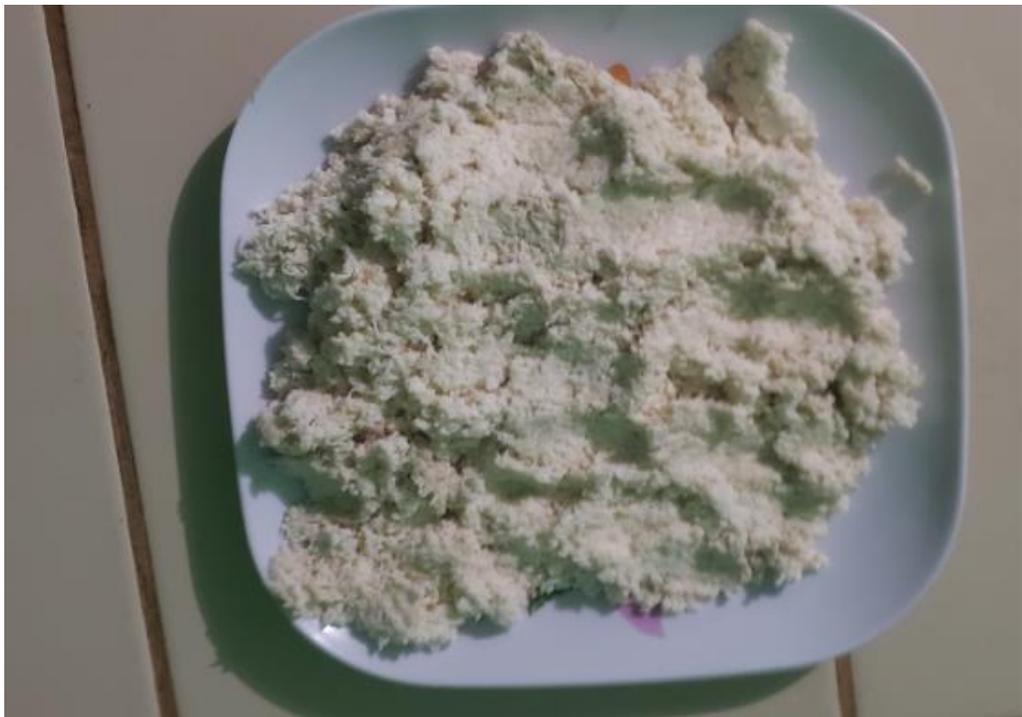
Anexo 7: Báscula electrónica Gynipot-A06.



Anexo 8: Pesando la yuca para la elaboración del almidón.



Anexo 9: Proceso de rayadura de yuca.



Anexo 10: Yuca rayada.



Anexo 11: Licuando la masa de yuca



Anexo 12: Colar.



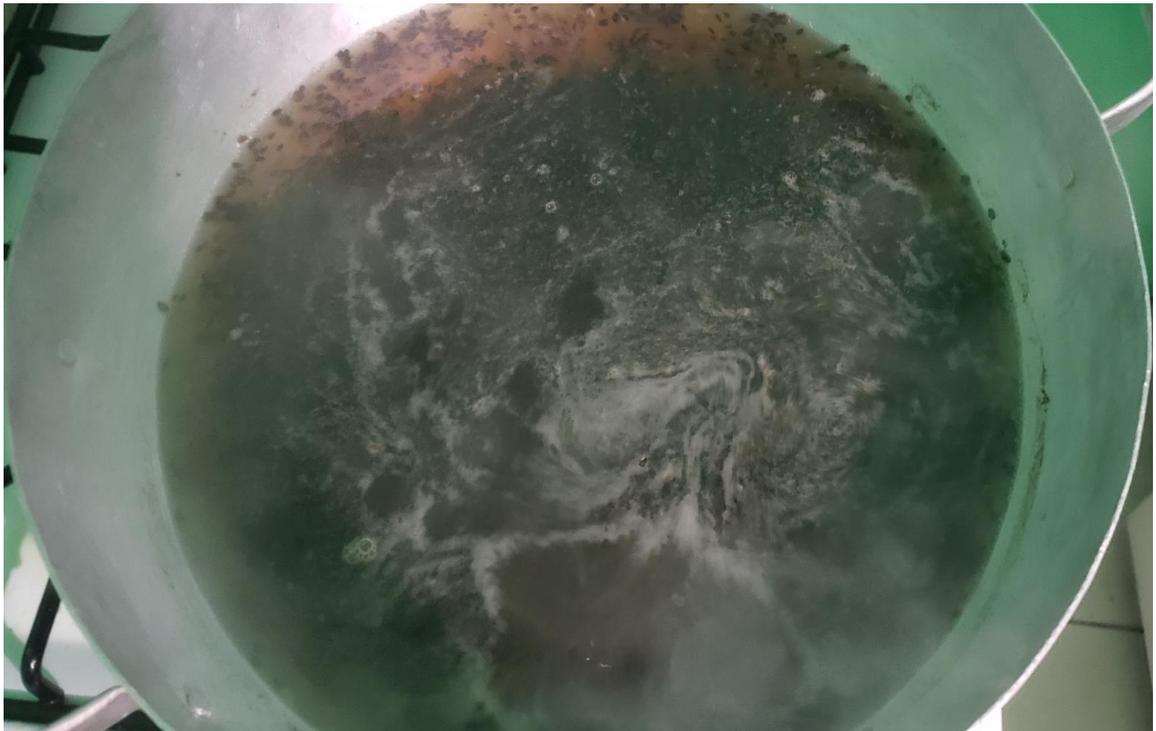
Anexo 13: Almidón obtenido.



Anexo 14: Tostar los granos de chía.



Anexo 15: Cocinando la chía.



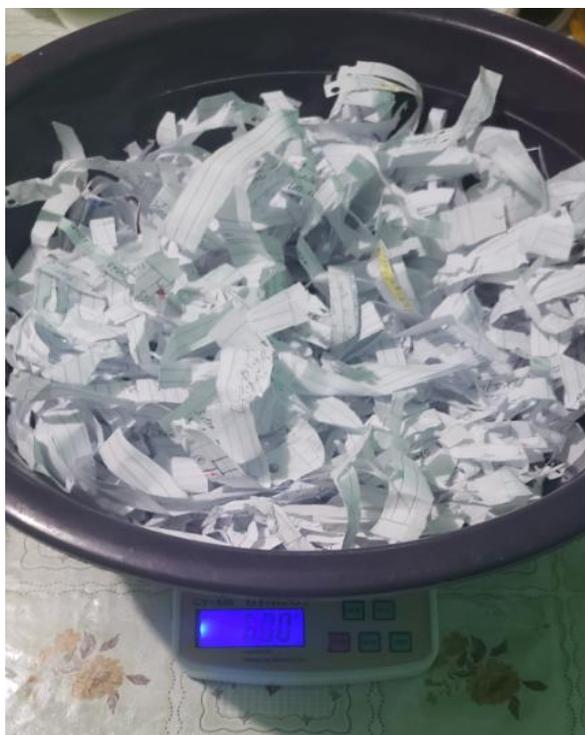
Anexo 16: Llegar hasta el punto de ebullición del agua.



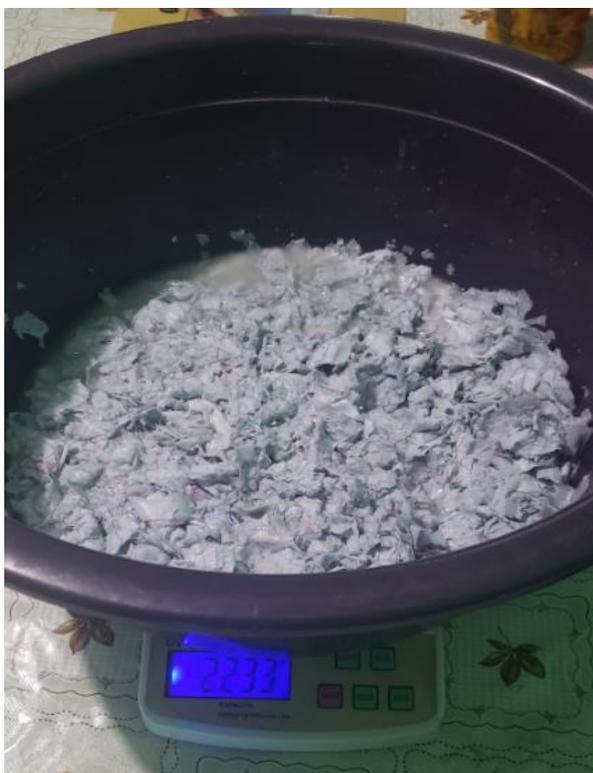
Anexo 17: Colar.



Anexo 18: Aglutinante obtenido de chía.



Anexo 19: Preparación del papel para mezclar con agua.



Anexo 20: Remojo de papel con agua.



Anexo 21: Aserrín listo para ser introducido a la tolva.



Anexo 22: Aserrín y papel mezclado en la tolva.



Anexo 23: Introducción de aserrín en el molde para briqueta.



Anexo 24: colocar el molde en el sistema de compactación.



Anexo 25: Compactación del material para fabricación de briqueta.



Anexo 26: Extracción de briqueta.



Anexo 27: Briqueta terminada.



Anexo 28: Briquetas realizadas.



Anexo 29: Quema de briquetas.



Anexo 30: Cocción de 2 litros de agua.



Anexo 31: Lectura de variación de temperatura a los 2 litros de agua.