



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Pirolisis de la cascarilla de arroz en un sistema de generación
distribuida

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Izquierdo Chávez, Juan Wilmer (orcid.org/0000-0002-1091-7264)

Tirado García, Jesús Alberto (orcid.org/0000-0003-3984-0552)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (orcid.org/0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución.

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada con mucho amor y aprecio para mis padres, mis hermanos, por brindarme su apoyo, comprensión y por esos ánimos en los momentos cuando ya se sentía desfallecer, por inculcar en mí, sus valores los cuales han sido muy importante en mi, para llegar aquí y decir que soy un ente para servir desde lo más humilde, pero siempre con ese carisma que me identifica.

Tirado García Jesús Alberto

La presente tesis realizada va dedicada con mucho amor, a mis padres, a mis hijas quien son los preciado en la vida, a mi esposa, hermanos, que siempre me brindaron su apoyo y ese empuje de motivación en los momentos que más necesité y han desarrollado en mi un espíritu noble lleno de esperanzas y el dulce deseo de ser útil para la sociedad.

Izquierdo Chávez Juan Wilmer

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecer a Dios, por cuidar y guiar siempre nuestros caminos, a nuestra familia, que siempre estuvieron motivándonos para cumplir con nuestros objetivos.

También queremos agradecer al Dr. Jesús Aníbal Salazar Mendoza, quien nos impulsó y nos brindó confianza con sus contribuciones y su plena colaboración en el desarrollo de este trabajo. Por las numerosas y edificantes discusiones que hemos mantenido y su cuidadosa lectura de las sucesivas versiones de esta memoria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
Justificación	4
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y diseño de investigación.	29
3.2. Variables y Operacionalización.	29
3.3. Población, muestra y muestreo.	29
3.4. Instrumentos de recolección de datos:	30
3.5. Procedimientos.....	31
3.6. Método de análisis de datos	31
3.7. Aspectos éticos	31
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Contrastar el uso de la cascarilla de arroz como fuente combustible para la producción de energía con los usos alternativos más utilizados hoy en día, para apoyar el aprovechamiento de residuos agroindustriales para la generación de energía.	33
4.2. Detallar las características y el potencial energético de la cascarilla de arroz pilado, en Lambayeque.	39
4.3. Disponibilidad técnica de los modelos de generación de energía eléctrica en	

molinos.....	61
4.4. Evaluar la viabilidad técnica y económica de la generación de energía eléctrica de molinos.....	70
V. DISCUSIÓN	82
VI. CONCLUSIONES	85
VII. RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS	87
ANEXOS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cargas Eléctricas Destacadas.	49
Tabla 2: Demanda de energía eléctrica.	51
Tabla 3: Demandas horarias.	52
Tabla 4: Valores de oferta Energética, Térmica y Eléctrica.....	53
Tabla 5: Propiedades del bioaceites obtenido de la cascarilla de arroz.	57
Tabla 6: Composición típica del gas obtenido de la cascarilla del arroz.	58
Tabla 7 : Selección del tipo de gasificador 30/ 300 / 3000 KW.....	60
Tabla 8 Energía, Potencia , Caudal y Flujo de la esperada Biomasa.....	62
Tabla 9 Principales componentes de los compuestos aludidos expresados en Moles.....	62
Tabla 10 Composición Estequiométrica del aire voluminoso y armonizado.....	63
Tabla 11 Detalle ilustrado de lo principales indicadores de componentes gasificados	64
Tabla 12 Detalles analíticos de la Composición y Contenido del Gasificador	65
Tabla 13 Principales Cantidades de Sustancias al ingreso.....	66
Tabla 14 Detalles de Porcentaje y Numero de moles integrantes.....	67
Tabla 15 Capacidades Caloríficas inferiores demostradas	67
Tabla 16 Caudales y Densidad del Gas Principal	68
Tabla 17 Análisis de las Densidades del Gas	69
Tabla 18 Resumen analítico de las densidades del Gas Sintético	69
Tabla 19 Análisis del Caudal de Humos y Gas+	69
Tabla 20 Temperatura Uniforme del Gas en Combustión	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Caracterización de la Humedad de acuerdo a fuentes Científicas de Primer Nivel	34
Figura 2 Valoración del Carbón Volátil de acuerdo a la Academia	35
Figura 3 Valorización Exegética de las Cenizas de diferentes Análisis Científicos	36
Figura 4: Valorización del Carbón Fijo del Mundo Académico.....	37
Figura 5 Alternativa de uso de la Cascarilla de Arroz, como fuente energética.....	38
Figura 6: Proceso de pilado de arroz.	48
Figura 7: Vista fotográfica de arte de la maquinaria, que integra el proceso.	49
Figura 8: Diagrama de carga.	53
Figura 9: Modelo conceptual de gasificador.....	59
Figura 10: Partes integrantes de gasificador.	60
Figura 11: Cámara de combustión.....	61

Resumen

El uso energético de los residuos sólidos, también conocido como valorización energética de residuos, se refiere a la transformación de los residuos sólidos en energía utilizable, como electricidad o calor. Este enfoque ayuda a reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales y contribuye a la gestión sostenible de los residuos. A continuación, se presentan algunos métodos comunes de uso energético de los residuos sólidos: Incineración: Los residuos sólidos se queman a altas temperaturas en instalaciones de incineración especialmente diseñadas. El calor generado durante la incineración se utiliza para generar vapor, que a su vez impulsa una turbina para producir electricidad. Además, el calor residual puede ser utilizado para calefacción o procesos industriales. Gasificación: En el proceso de gasificación, los residuos sólidos se someten a altas temperaturas y se convierten en gas de síntesis. Este gas puede ser utilizado para generar electricidad o como fuente de calor en aplicaciones industriales. Pirólisis: La pirólisis es un proceso térmico que descompone los residuos sólidos en ausencia de oxígeno para producir gases, líquidos y residuos sólidos carbonosos. Estos productos pueden ser utilizados para la generación de energía o como materia prima en la producción de biocombustibles o productos químicos. Digestión anaeróbica: En la digestión anaeróbica, los residuos orgánicos se descomponen en ausencia de oxígeno, produciendo biogás, que es una mezcla de metano y dióxido de carbono. El biogás puede ser utilizado para la generación de electricidad y calor, y el subproducto resultante, el digestato, se puede utilizar como fertilizante. Es importante tener en cuenta que el uso energético de los residuos sólidos debe ser implementado siguiendo regulaciones y prácticas ambientales adecuadas para minimizar las emisiones contaminantes y los impactos negativos en la salud y el medio ambiente. Además, se deben priorizar las prácticas de reducción, reutilización y reciclaje de residuos antes de considerar su valorización energética.

Palabras Clave: Incineración, Gasificación, Pirolisis, Hidrotermal Carbonización

Abstract

The energetic use of solid waste, also known as waste energy recovery, refers to the transformation of solid waste into usable energy, such as electricity or heat. This approach helps reduce dependence on conventional energy sources and contributes to sustainable waste management. Here are some common methods of using solid waste for energy: Incineration: Solid waste is burned at high temperatures in specially designed incineration facilities. The heat generated during incineration is used to generate steam, which in turn drives a turbine to produce electricity. Furthermore, the residual heat can be used for heating or industrial processes. Gasification: In the gasification process, solid waste is subjected to high temperatures and converted into synthesis gas. This gas can be used to generate electricity or as a heat source in industrial applications. Pyrolysis: Pyrolysis is a thermal process that decomposes solid waste in the absence of oxygen to produce gases, liquids, and carbonaceous solid waste. These products can be used for power generation or as raw material in the production of biofuels or chemical products. Anaerobic Digestion: In anaerobic digestion, organic waste breaks down in the absence of oxygen, producing biogas, which is a mixture of methane and carbon dioxide. Biogas can be used for electricity and heat generation, and the resulting by-product, digestate, can be used as fertilizer. It is important to take into account that the energy use of solid waste must be implemented following appropriate environmental regulations and practices to minimize polluting emissions and negative impacts on health and the environment. In addition, waste reduction, reuse and recycling practices must be prioritized before considering their energy recovery.

Keywords: Incineration, Gasification, Pyrolysis, Hydrothermal Carbonization

I. INTRODUCCIÓN

La gestión de residuos sólidos se ha convertido en uno de los grandes problemas a nivel mundial y por ello se han introducido diversas opciones como el reciclaje, el bioprocesamiento, el reciclaje, etc. La pirolisis es uno de estos procesos, ya que intenta producir electricidad a partir de la composición y propiedades de los residuos sólidos, dependiendo de ciertas condiciones, para ayudar a proteger el medio ambiente.(Gutiérrez, 2017)

Actualmente, el uso de residuos de arroz en procesos químicos y biotecnológicos se está intensificando dentro de la industria agrícola, debido a sus bajos costos, buen efecto, y uso de recursos renovables de reducción del uso de productos petroquímicos.(Ortega Ramírez, A. T. & Quispe Trinidad, M. I., 2021)

Frente a la obligación de explicar variaciones tecnológicas que permitan el uso de elementos gastados en el proceso productivo con el fin de aprovechar su potencial y ayudar a reducir el posible impacto al medio ambiente para una disposición inapropiada, surge la oportunidad de utilizar productos vegetales usados.(Paz Paredes, 2022).

En Perú y América Latina, los residuos de arroz resultantes de los procesos de molienda y pos cosecha del arroz no se utilizan de manera efectiva en el sector agroindustrial, ya que se consideran un producto de bajo valor y se utilizan solo en fertilizantes, construcción y agricultura. Investigaciones y estudios recientes han optado por el uso de recursos renovables como la cascarilla de arroz, buscando así encontrar una amplia gama de métodos en aplicaciones eficientes, respetuosas con el medio ambiente y beneficiosas como la generación de energía, aproximadamente. Se espera que genere 800 kW/h de energía eléctrica. (Howitt Guerrero, Vasquez Retamales, Vidal Salazar, & Zurita Mosquera, 2021).

La cascarilla de arroz se utiliza hoy en día como fuentes de combustibles en los hornos de ladrillos, por ende, cabe señalar que el transcurso del proceso del quemado se realiza al interperie del aire libre, lo cual trae consecuencias para el medio ambiente. Como resultado, esto ha llevado a enfermedades respiratorias comunes como el asma hasta el punto en que se desarrolla el cáncer de pulmón. (Alireza Bazargan, Majid

Bazargan, & Gordon McKay, 2015) Se realizó una investigación de la cascarilla de arroz de su potencial energético mediante combustión directa y pirolisis rápida, donde se determinó extraer energía a través de la cascarilla de arroz para reducir la contaminación ambiental y donde se llegó a determinar la relación o ratio de la cáscara de cereal a corriente, así también se determinó que estuvo dentro del 2, 4 a 2, 5 kg de cáscara 1kw instante, mediante un gasificador downdraft ,(Isabel Quispe, Rodrigo Navia, & Ramzy Kahhat, 2017).

El uso energético de los residuos sólidos, también conocido como valorización energética de residuos, se refiere a la transformación de los residuos sólidos en energía utilizable, como electricidad o calor. Este enfoque ayuda a reducir la dependencia de fuentes de energía convencionales y contribuye a la gestión sostenible de los residuos. A continuación, se presentan algunos métodos comunes de uso energético de los residuos sólidos:

Incineración: Los residuos sólidos se queman a altas temperaturas en instalaciones de incineración especialmente diseñadas. El calor generado durante la incineración se utiliza para generar vapor, que a su vez impulsa una turbina para producir electricidad., La incineración de la cascarilla de arroz es un proceso en el cual la cascarilla, que es el residuo de la cáscara exterior del grano de arroz, se quema a altas temperaturas en condiciones controladas. Este proceso tiene como objetivo principal la eliminación de la cascarilla y la generación de energía térmica en forma de calor. Aquí se presentan algunos puntos clave sobre la incineración de la cascarilla de arroz: **Generación de energía:** La incineración de la cascarilla de arroz puede ser una forma de aprovechar la biomasa residual y convertirla en energía térmica. Al quemar la cascarilla, se produce calor que se puede utilizar para generar vapor, que a su vez puede impulsar turbinas y generar electricidad. Esta energía puede ser utilizada para alimentar procesos industriales, sistemas de calefacción o se puede inyectar en la red eléctrica. **Reducción de residuos:** La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria arrocera y puede representar un desafío en términos de manejo y eliminación.

La incineración de la cascarilla proporciona una forma de reducir el volumen de residuos, ya que se convierte en cenizas y gases durante el proceso de combustión. **Aspectos ambientales:** Si se realiza de manera adecuada, la incineración de la cascarilla de arroz puede ofrecer beneficios ambientales.

La generación de energía a partir de la biomasa residual puede reducir la dependencia de los combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la incineración debe cumplir con las regulaciones ambientales y los estándares de emisiones para minimizar la liberación de contaminantes atmosféricos y garantizar un proceso limpio. Consideraciones tecnológicas: La incineración de la cascarilla de arroz requiere tecnologías adecuadas, como hornos de combustión controlada o calderas de biomasa, que permitan una combustión eficiente y segura. También es importante tener en cuenta el contenido de humedad de la cascarilla, ya que puede afectar la eficiencia del proceso de combustión. Utilización de cenizas: Después de la incineración, se generan cenizas como subproducto. Estas cenizas pueden contener nutrientes y minerales valiosos y pueden ser utilizadas como fertilizantes o en aplicaciones de construcción, como materiales para carreteras o fabricación de ladrillos. Es importante realizar un análisis completo de viabilidad técnica, económica y ambiental antes de implementar un sistema de incineración de cascarilla de arroz. Además, es fundamental cumplir con las regulaciones y normativas locales relacionadas con el manejo de residuos y las emisiones de gases.

Es importante tener en cuenta que el uso energético de los residuos sólidos debe ser implementado siguiendo regulaciones y prácticas ambientales adecuadas para minimizar las emisiones contaminantes y los impactos negativos en la salud y el medio ambiente. Además, se deben priorizar las prácticas de reducción, reutilización y reciclaje de residuos antes de considerar su valorización energética.

Se evaluó el potencial de los residuos de arroz en el departamento de San Martín, donde se produjeron 17 toneladas de cascarilla de arroz en el año 2015, con un potencial energético de biomasa de aproximadamente 58, MWh.» (José, 2021).

Los residuos de arroz, como la cáscara de arroz y la paja de arroz, tienen un potencial energético significativo y pueden ser utilizados como fuente de energía renovable. Estos residuos son subproductos de la producción de arroz y generalmente se consideran desechos, pero pueden ser aprovechados de manera sostenible para la generación de energía.

A continuación, se describen algunas formas en las que los residuos de arroz pueden ser utilizados como fuente de energía: Combustión directa: Los residuos de arroz, como la cáscara y la paja, pueden ser quemados directamente para generar calor. Esto puede

utilizarse para calefacción en hogares o edificios, secado de granos, procesos industriales o generación de calor para sistemas de energía térmica. Gasificación: Los residuos de arroz también pueden ser sometidos a un proceso de gasificación, en el cual se descomponen térmicamente en presencia de un agente gasificante, como vapor de agua o dióxido de carbono.

Por este motivo surge la siguiente pregunta.

¿Se obtendrá la producción de energía eléctrica a partir de la pirolisis de la cascarilla de arroz?

Justificación

El proyecto dará utilización a los residuos agrícolas más producidos en el Perú, como es la cascarilla de arroz, para realizar un análisis de factibilidad técnica y económica para utilizar la cascarilla de arroz como precursor, para la producción de energía eléctrica mediante el proceso de la pirolisis.

La justificación de este análisis es técnica.

ya que presenta como alternativa para las industrias, donde los residuos del arroz, serán utilizados para generar electricidad mediante la producción de biocombustibles para cubrir sus necesidades energéticas, por otro lado, este trabajo servirá como guía para futuros estudios relacionados con este argumento.

Tanto a la justificación social.

Se centra en cuestiones de salud, porque se evitará quemar el recinto al exterior, como se hace en la actualidad, y evitar la inhalación de vapores contaminantes tóxicos que es muy perjudicial para el sistema respiratorio humano. Al utilizar la cascarilla de arroz como fuente de gasificación, se limita la quema de estos residuos y se evitan las altas emisiones de dióxido de carbono, mejorando así la calidad del aire en la región. La gasificación tiene varias justificaciones sociales importantes que pueden respaldar su implementación. A continuación se presentan algunas de ellas: Diversificación de la matriz energética: La gasificación permite diversificar la matriz energética al utilizar fuentes de energía renovable y sostenible. Al aprovechar los residuos orgánicos, como los desechos agrícolas o forestales, se reduce la dependencia de los combustibles fósiles y se promueve una mayor autonomía energética. Reducción de emisiones

contaminantes: La gasificación de los residuos puede reducir las emisiones contaminantes en comparación con otras formas tradicionales de manejo de residuos, como la quema a cielo abierto o el vertido en vertederos. Al convertir los residuos en gas de síntesis o biogás, se pueden evitar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano, así como la liberación de contaminantes atmosféricos dañinos. Aprovechamiento de recursos desaprovechados: La gasificación permite aprovechar los recursos que de otra manera serían desechados o subutilizados. Los residuos orgánicos, como los desechos agrícolas o la biomasa residual, se convierten en una fuente de energía valiosa y utilizable, lo que maximiza su valor y reduce el desperdicio. Generación de empleo y desarrollo local: La implementación de proyectos de gasificación puede generar empleo a nivel local en la recolección, procesamiento y operación de los residuos y las plantas de gasificación. Además, fomenta el desarrollo de capacidades y conocimientos tecnológicos en el manejo de residuos y la generación de energía renovable. Mejora de la calidad de vida: La gasificación puede contribuir a mejorar la calidad de vida de las comunidades al reducir la contaminación del aire y los impactos negativos asociados con la gestión inadecuada de los residuos. Al utilizar tecnologías de gasificación seguras y eficientes, se minimizan los olores, las emisiones nocivas y los riesgos para la salud humana. Es importante destacar que la implementación de proyectos de gasificación debe ser realizada de manera responsable, considerando los aspectos sociales, económicos y ambientales. La participación y el compromiso de las comunidades locales, así como la consideración de las necesidades y preocupaciones de todas las partes interesadas, son fundamentales para lograr los beneficios sociales esperados.

Respecto al tema económico

Esto será favorable y a la vez productivo para los molinos de arroz, dado que el costo por kWh es significativamente más bajo que los precios actuales al implementar este sistema de generación de energía en su industria.

Objetivo general

Producción de energía eléctrica a través del proceso de pirolisis de la cascarilla de arroz.

Objetivos Específicos

1. Contrastar el uso de la cascarilla de arroz como fuente combustible para la producción de energía con los usos alternativos más utilizados hoy en día, para apoyar el aprovechamiento de residuos agroindustriales para la generación de energía.
2. Detallar las características y el potencial energético de la cascarilla de arroz pilado, en Lambayeque.
3. Disponibilidad técnica de los modelos de generación de energía eléctrica en molinos.
4. Evaluar la viabilidad técnica y económica de la generación de energía eléctrica de molinos.

II. MARCO TEÓRICO

Para respaldar nuestra tesis, hay una serie de estudios que respaldan el estudio de la generación de la energía a través de la cascarilla de arroz. Algunos de los proyectos se citarán a continuación:

En las investigaciones a nivel internacional, encontramos a (Dannette Bernice, Torres Martínez, & Vílchez Pérez, 2022).

La celulosa es un polímero natural que se encuentra ampliamente en la naturaleza como componente principal de las paredes celulares de las plantas. Tiene varias características físicas y químicas que la hacen única y versátil. A continuación se presentan algunas de las principales características de la celulosa:

Composición química: La celulosa es un polímero de glucosa, una unidad de azúcar. Está compuesta por cadenas lineales de moléculas de glucosa unidas por enlaces beta-1,4-glucosídicos. Estas cadenas pueden contener miles de unidades de glucosa en secuencia. **Estructura cristalina:** La celulosa tiene una estructura cristalina ordenada. Las cadenas de glucosa se empaquetan de manera paralela y forman una estructura tridimensional, lo que confiere a la celulosa su resistencia y rigidez característica. **Insolubilidad en agua:** La celulosa es insoluble en agua y muchos disolventes orgánicos debido a las interacciones entre las moléculas de celulosa y la estructura cristalina. Sin embargo, puede hincharse en agua y formar geles cuando se somete a condiciones adecuadas. **Resistencia mecánica:** La celulosa es conocida por su alta resistencia mecánica. Su estructura cristalina y las interacciones entre las cadenas de glucosa proporcionan rigidez y resistencia, lo que la convierte en un material valioso en aplicaciones que requieren fuerza, como la fabricación de papel, textiles y materiales compuestos. **Biodegradabilidad:** Aunque la celulosa es muy resistente a la degradación química, es biodegradable en condiciones adecuadas. Los organismos como las enzimas celulásicas y ciertos microorganismos tienen la capacidad de descomponer la celulosa en sus unidades de glucosa componentes. **Hidrofilicidad:** La celulosa tiene afinidad por el agua y puede absorber y retener grandes cantidades de agua. Esta propiedad hidrofílica se debe a la presencia de grupos hidroxilo en la estructura de la celulosa, que pueden formar enlaces de hidrógeno con moléculas de agua. **Reactividad química:** La celulosa puede ser modificada químicamente para alterar sus propiedades físicas y mejorar su procesabilidad. Se pueden introducir grupos químicos en las

cadenas de celulosa a través de procesos de modificación, lo que permite la fabricación de celulosa modificada con diferentes características y aplicaciones. Estas son algunas de las características físicas y químicas más destacadas de la celulosa. Su estructura y propiedades versátiles la convierten en un material ampliamente utilizado en diversas industrias, como la papelera, textil, alimentaria, farmacéutica y muchas otras.

La celulosa es un polisacárido compuesto por una cadena lineal de unidades de glucosa. Tiene propiedades físicas y químicas características que la hacen adecuada para una variedad de aplicaciones industriales. A continuación, se describen algunas de las determinaciones físico-químicas comunes realizadas en la celulosa:

Composición química: La determinación de la composición química de la celulosa implica el análisis de los componentes principales presentes en ella. Esto se logra mediante técnicas como el análisis elemental, que mide los contenidos de carbono, hidrógeno y oxígeno, y la determinación del contenido de cenizas, que proporciona información sobre los minerales presentes.

Peso molecular: La determinación del peso molecular de la celulosa proporciona información sobre la longitud de las cadenas de glucosa y la distribución de pesos moleculares. Esto se puede lograr utilizando técnicas como la cromatografía de exclusión molecular o la viscosimetría.

Grado de polimerización: El grado de polimerización de la celulosa se refiere al número de unidades de glucosa en una cadena. Puede determinarse mediante técnicas de hidrólisis enzimática o química, que descomponen la celulosa en azúcares individuales que pueden cuantificarse.

Solubilidad: La solubilidad de la celulosa es una medida de su capacidad para disolverse en diferentes solventes. Se pueden realizar pruebas de solubilidad utilizando diferentes disolventes, como ácidos, bases y disolventes orgánicos, para evaluar la interacción entre la celulosa y los solventes.

Propiedades térmicas: El análisis térmico de la celulosa puede proporcionar información sobre su estabilidad y comportamiento frente al calor. Las técnicas comunes incluyen la termogravimetría (TGA), que mide la pérdida de peso debido a la descomposición térmica, y el análisis calorimétrico diferencial (DSC), que mide los cambios de calor asociados con las transiciones térmicas.

Propiedades físicas: Las propiedades físicas de la celulosa, como la densidad, la porosidad, la viscosidad y la absorción de agua, también se pueden determinar. Estas propiedades pueden evaluarse mediante técnicas como la densitometría, la porosimetría, la reología y la espectroscopia de absorción de agua. Estas determinaciones físico-químicas ayudan a comprender y caracterizar las propiedades de la celulosa, lo que es esencial para su uso

en diversas aplicaciones, como la producción de papel, textiles, bioplásticos, alimentos y productos farmacéuticos. Es importante destacar que los métodos específicos utilizados para cada determinación pueden variar dependiendo del tipo de celulosa y los objetivos del análisis.

Para, (Rojas González & Flórez Montes, 2018) «desarrolló su investigación en la ciudad de Bogotá, Colombia; donde busco obtener energía a través de la combustión directa y producir de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos a través de la pirolisis, gracias a la revisión documentaria determino proponer el uso de semillas de frutas en el proceso de combustión, ya que estas generarán menor corrosión o incrustaciones. Asimismo, estos residuos se pueden utilizar para la pirolisis con el fin de obtener un biselado con mejores propiedades. Así mismo»

(Chieng Silvia & Kuan Seng, 2022) «desarrollo su investigación, en la ciudad de Berlín, Alemania, Donde busco mejorar la viabilidad de la bioenergía a partir de residuos de la cascarilla de arroz como una fuente potencial de energía renovable donde permite evaluar las barreras técnicas para convertir los residuos de arroz en bioenergía, donde se aplicaron técnicas y estrategias de resolución en el procesamiento bioquímico de los residuos de arroz para generar bioenergía».

«El alto rendimiento de arroz en el semestre tiene un impacto negativo en el medio ambiente, como alternativa se propone utilizar la cascarilla de arroz en un sistema de pirolisis como fuente para producir material de carbono y analizar su aplicación en diversos campos tecnológicos para evitar el riesgo de la contaminación en la ciudad de Bogotá, (Cuy-Hoyos, 2020) Por otro lado (Jhohannes, 2020) « La celulosa es un polímero natural que se encuentra ampliamente en la naturaleza como componente principal de las paredes celulares de las plantas. Tiene varias características físicas y químicas que la hacen única y versátil. A continuación se presentan algunas de las principales características de la celulosa: Composición química: La celulosa es un polímero de glucosa, una unidad de azúcar. Está compuesta por cadenas lineales de moléculas de glucosa unidas por enlaces beta-1,4-glucosídicos. Estas cadenas pueden contener miles de unidades de glucosa en secuencia. Estructura cristalina: La celulosa tiene una estructura cristalina ordenada. Las cadenas de glucosa se empaquetan de manera paralela y forman una estructura tridimensional, lo que confiere a la celulosa su resistencia y rigidez característica. Insolubilidad en agua: La celulosa es insoluble en

agua y muchos disolventes orgánicos debido a las interacciones entre las moléculas de celulosa y la estructura cristalina. Sin embargo, puede hincharse en agua y formar geles cuando se somete a condiciones adecuadas. Resistencia mecánica: La celulosa es conocida por su alta resistencia mecánica. Su estructura cristalina y las interacciones entre las cadenas de glucosa proporcionan rigidez y resistencia, lo que la convierte en un material valioso en aplicaciones que requieren fuerza, como la fabricación de papel, textiles y materiales compuestos. Biodegradabilidad: Aunque la celulosa es muy resistente a la degradación química, es biodegradable en condiciones adecuadas. Los organismos como las enzimas celulásicas y ciertos microorganismos tienen la capacidad de descomponer la celulosa en sus unidades de glucosa componentes. Hidrofilicidad: La celulosa tiene afinidad por el agua y puede absorber y retener grandes cantidades de agua. Esta propiedad hidrofílica se debe a la presencia de grupos hidroxilo en la estructura de la celulosa, que pueden formar enlaces de hidrógeno con moléculas de agua. Reactividad química: La celulosa puede ser modificada químicamente para alterar sus propiedades físicas y mejorar su procesabilidad. Se pueden introducir grupos químicos en las cadenas de celulosa a través de procesos de modificación, lo que permite la fabricación de celulosa modificada con diferentes características y aplicaciones. Estas son algunas de las características físicas y químicas más destacadas de la celulosa. Su estructura y propiedades versátiles la convierten en un material ampliamente utilizado en diversas industrias, como la papelera, textil, alimentaria, farmacéutica y muchas otras. El valor calorífico de la biomasa es una medida de la cantidad de energía contenida en un material biológico que se puede liberar mediante combustión completa. Se expresa en unidades de energía por unidad de masa y se utiliza para evaluar el potencial de la biomasa como fuente de energía. El valor calorífico de la biomasa puede variar según el tipo de biomasa y su contenido de humedad. Existen dos formas comunes de medir el valor calorífico de la biomasa: Valor calorífico inferior (VCI o LHV, por sus siglas en inglés, Lower Heating Value): Es el valor calorífico determinado cuando el vapor de agua resultante de la combustión se condensa y se recupera el calor latente. Este valor no tiene en cuenta el calor latente del vapor de agua generado durante la combustión y es el más comúnmente utilizado para comparar diferentes tipos de biomasa y combustibles. Valor calorífico superior (VCS o HHV, por sus siglas en inglés, Higher Heating Value): Es el valor calorífico determinado cuando el vapor de agua resultante de la combustión se mantiene en estado gaseoso y no se

condensa. Este valor tiene en cuenta el calor latente del vapor de agua y, por lo tanto, es más alto que el valor calorífico inferior. El valor calorífico de la biomasa puede variar dependiendo de varios factores, como el tipo de biomasa (por ejemplo, madera, residuos agrícolas, pellets de biomasa), su contenido de humedad y su composición química. En general, la biomasa con un menor contenido de humedad y una mayor densidad energética tendrá un valor calorífico más alto. A continuación se presentan algunos rangos aproximados de valor calorífico para diferentes tipos de biomasa: Madera seca: aproximadamente 16-19 MJ/kg (VCI) , Residuos agrícolas (paja, cáscaras de cultivos, etc.): aproximadamente 13-18 MJ/kg (VCI). Pellets de biomasa: aproximadamente 17-19 MJ/kg (VCI). Bagazo de caña de azúcar: aproximadamente 17-19 MJ/kg (VCI). Estiércol: aproximadamente 9-16 MJ/kg (VCI). Es importante tener en cuenta que estos valores son aproximados y pueden variar según las características específicas de la biomasa y los métodos de medición utilizados. Además, es esencial considerar otros aspectos relacionados con la biomasa, como su disponibilidad, logística, procesabilidad y emisiones asociadas, al evaluar su idoneidad como fuente de energía.

Por otro lado También, (Aguiar & Quintana., 2020) «pudo realizar investigaciones en el Laboratorio de Biomasa de la Institución de geoenergía en la ciudad de Quito Allí busco llevar a cabo un estudio de la composición de la cascarilla de arroz en el que aplicó métodos de muestreo a varios molinos, con población de cascarilla de arroz. El análisis elemental proximal muestra un valor calorífico muy alto de 13,54 MJ/kg, que es una biomasa excelente».

La cáscara de arroz, también conocida como cascarilla de arroz, es el revestimiento exterior duro y protector que rodea al grano de arroz. La composición de la cáscara de arroz puede variar ligeramente dependiendo de factores como la variedad de arroz y las condiciones de cultivo. Sin embargo, en general, la cáscara de arroz está compuesta principalmente por los siguientes componentes:

Celulosa: La celulosa es el principal componente de la cáscara de arroz y representa aproximadamente el 40-50% de su composición. Es un polisacárido formado por cadenas de glucosa y proporciona rigidez y resistencia a la cáscara.

Hemicelulosas: Las hemicelulosas son polisacáridos que se encuentran en la cáscara de arroz y representan aproximadamente el 20-25% de su composición. Son polímeros

de azúcares diferentes de la glucosa y contribuyen a las propiedades estructurales de la cáscara.

Lignina: La lignina es un polímero complejo que se encuentra en la cáscara de arroz y representa aproximadamente el 15-20% de su composición. La lignina proporciona rigidez y resistencia adicionales a la estructura de la cáscara. Sílice: La cáscara de arroz contiene una cantidad significativa de sílice, que es un componente mineral. La sílice puede representar aproximadamente el 15-20% de la composición de la cáscara de arroz y es responsable de su dureza y resistencia a la abrasión. Además de estos componentes principales, la cáscara de arroz también puede contener otros compuestos en cantidades menores, como proteínas, lípidos, minerales y compuestos fenólicos. La composición de la cáscara de arroz la hace un residuo valioso que puede ser utilizado en diversas aplicaciones, como la generación de energía, la producción de biocombustibles, la fabricación de materiales de construcción, la producción de celulosa y papel, y la alimentación animal. El aprovechamiento de la cáscara de arroz contribuye a la gestión sostenible de los residuos agrícolas y a la utilización de recursos renovables.

En las investigaciones desarrolladas a nivel nacional nos encontramos que a :

(Tineo Flores, 2021) «desarrolló su investigación en una empresa agrícola de la ciudad de Picota - Tarapoto donde trató de diseñar un sistema de generación de energía, a partir de cascarilla de arroz para cubrir con las necesidades de dicha empresa, para recopilar datos y comprender el problema, incorporó a su investigación métodos y herramientas como la observación directa para analizar el consumo de energía de la empresa, análisis de documentos para recopilar información técnica sobre centrales eléctricas, encuestar y entrevistar a los empleados de aquella empresa donde se lleva a cabo el proyecto, como principal resultado de su investigación se puede señalar: se determina que la demanda energética de la empresa es de 1092 MW/h al año y se ha determinado la cantidad de energía térmica de 5400 toneladas de cascarilla de arroz/año que es de 3 716 570 000 kcal, obtuvo 4454.29 MWh como potencial eléctrico»(Angarita, 2016) desarrollo un estudio en una fábrica procesadora en Bogotá; a lo que pudo aprovechar la utilización de la cascarilla de café, donde pudo producir electricidad a través de ella en una planta de procesamiento, el estudio de los datos se concretó mediante la estadística descriptiva, para comprender el comportamiento de la variable utilizando la

cascarilla de café, para un gasificador. El potencial energético anual de la cascarilla de café como biomasa es de 4.785.386.000 kJ, lo que corresponde a una capacidad de planta de 1 329 273,8 kW/h». por otro lado (OkenwaC & Aigbodion, 2022)«quien desarrollo un estudio de nuevos conocimientos sobre el electrodo compuesto de grafito dopado con cáscara de arroz para la obtención de un supe condensador donde como resultados se obtuvo que el grafeno derivado del material de electrodo de grafito dopado con cáscara de arroz tiene un gran potencial para electrodos de super capacitores debido a su bajo costo y excelente rendimiento electroquímico, por lo que posee un gran potencial en el desarrollo energético» Para (Millogoi & Antwi, 2022)« desarrollando su investigación sobre la reutilización de la biomasa prístina de cáscara de arroz para la producción de energía limpia, sus datos se analizaron mediante estadísticas descriptivas, con el propósito de ver el comportamiento variables para ver el aprovechamiento de cascarilla de arroz, donde preparó la biomasa de cáscara de arroz con diferentes aglutinantes y la transformo en briquetas. Las briquetas pasaron la prueba de fragilidad excepto aquellas con aglutinante de arcilla y en este estudio se obtuvieron con éxito briquetas de alto poder calorífico que oscilaron entre 7,77 MJ/kg y 12,54 MJ/kg utilizando diferentes niveles de aglutinante de almidón de mandioca y arcilla».

Las briquetas de algodón y arcilla son un tipo de biocombustible sólido que se produce mediante la mezcla de algodón desechado y arcilla, seguida de un proceso de compactación y secado. Estas briquetas ofrecen una alternativa sostenible a los combustibles fósiles y pueden utilizarse como fuente de energía en diversas aplicaciones.

Aquí hay algunos aspectos relevantes sobre las briquetas de algodón y arcilla:

Materiales: Los principales componentes de las briquetas son el algodón desechado y la arcilla. El algodón puede ser en forma de residuos de la industria textil o de algodón usado. La arcilla actúa como un agente aglutinante que ayuda a mantener la forma de las briquetas y a mejorar su resistencia.

Mezcla y compactación: En el proceso de fabricación, el algodón desechado se descompone y se mezcla con arcilla en proporciones adecuadas. A veces, se pueden agregar otros materiales auxiliares, como agua o agentes aglutinantes naturales, para mejorar la calidad y la cohesión de las briquetas. Luego, la mezcla se compacta utilizando una máquina briquetadora para dar forma a las briquetas.

Secado: Después de la compactación, las briquetas se someten a un proceso de secado para eliminar la humedad residual. El secado se puede realizar

de forma natural o mediante el uso de secadores industriales, dependiendo de los recursos disponibles y la escala de producción. Ventajas: Las briquetas de algodón y arcilla ofrecen varias ventajas. Son una fuente de energía renovable y sostenible, ya que aprovechan materiales desechados y no dependen de combustibles fósiles. Las briquetas tienen una alta densidad energética y un contenido de humedad bajo, lo que facilita su almacenamiento, transporte y uso eficiente. Además, su combustión es más limpia en comparación con otros combustibles tradicionales, lo que resulta en menores emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos. Aplicaciones: Las briquetas de algodón y arcilla se pueden utilizar como combustible en diversas aplicaciones, como sistemas de calefacción residencial, calderas industriales, estufas, hornos y secadores. También se pueden utilizar en la generación de energía térmica en procesos industriales. Es importante destacar que la fabricación y el uso de briquetas de algodón y arcilla deben cumplir con las regulaciones y estándares ambientales aplicables. Además, se recomienda realizar pruebas y análisis de calidad para asegurar que las briquetas cumplan con los requisitos de rendimiento y eficiencia deseados.

Por otro lado, (SANCHEZ, 2019), «quien realizó sus investigaciones en la provincia de Chiclayo, allí consideró utilizar como fuente de energía la cáscara de arroz para aumentar la rentabilidad del molino, y por lo tanto también el dimensionamiento de la planta termoeléctrica, para así reducir los gastos de energía de dicha planta; admitiendo como población a los molinos de la localidad de Chiclayo como su objetivo de desarrollo, realizó una encuesta para ver las intenciones de los empresarios de invertir en aquella planta de energía de biomasa, Los principales resultados obtenidos son los siguientes: la máxima capacidad para asegurar el consumo eléctrico de las plantas es de 280 kW para una central térmica combinada con caldera de cañón con una capacidad de 1,5 ton/h; un generador turbo cargador modelo SST-040 con una capacidad de 300 kw y un transformador con una capacidad de 350 kVA. Para realizar el diseño utilizo el programa AutoCAD, donde se pudieron graficar los diagramas de circuitos más grandes». Para el sustento de dicho proyecto requiere utilizar de teorías enlazadas con las variables de investigación como base científica.

«La producción de arroz en diciembre de 2021 fue de 328.734 toneladas, 26,2% más respecto al mismo mes de 2020 (260.482 toneladas), este comportamiento positivo se sustenta en La Libertad (194,3%), sustentado en la mayor cosecha. las provincias de

Lambayeque (75,3%), Amazonas (26,0%) y San Martín (23,6%) han aumentado los rendimientos y rendimientos de estos granos lo cual representó el 75,6% de la producción nacional total. Además, aumentaron en Áncash (101,0%), Loreto (80,0%), Pasco (69,4%) y Cajamarca (0,6) (INEI, Producción de arroz cascara en Perú durante el año 2021, 2021)

Por otro lado; (Fernández García, 2019), « En su estudio del proceso de gasificación, planteó instalar un sistema móvil de gasificación de flujo paralelo (baja succión) con una determinada cantidad de biomasa de 4105 t/año en la planta región Lambayeque, la capacidad técnica de este generador es proporcionar a 505 kW, como potencia de salida a un gasificador de cáscara de arroz de 0,38 kg/h producido en una planta de los Ángeles con una cantidad específica ,y un 8 % de humedad, que producirá un equivalente de 450 a 700 kW. Su potencia del generador es según los estudios recomendados « Las industrias de agro procesamiento pueden desempeñar un papel vital en el desarrollo de sistemas energéticos limpios y sostenibles, y la falta de conocimiento sobre la viabilidad técnica - económica de convertir los residuos agrícolas en energía es el principal obstáculo para la implementación exitosa de dichos sistemas energéticos en los países en desarrollo, La cáscara de arroz del grupo puede proporcionar diariamente de 20 a 30 MWh y de 4 a 91 MWh de energía eléctrica y térmica, respectivamente, con eficiencias que van del 14,5 % al 21%. Una tonelada de cascarilla de arroz puede proporcionar de 0,45 a 0,65 MWh de electricidad; El costo unitario de la electricidad del sistema propuesto está entre 0,12 y 0,159 \$/kWh, que es mejor que los 0,947 \$/kWh del generador diésel actualmente en uso. Alrededor de 270–483 kg de CO₂/MWh puede ser ahorrado por el sistema combinado de calor y electricidad propuesto en relación con el uso actual de generadores diésel Lister. (Mulugetta, 2021)«La capacidad de carga de la industria molinera nacional es de 991,9 toneladas por hora, lo que equivale a 8 millones de toneladas por año; actualmente sólo el 30% de la capacidad instalada esta en uso, suficiente para cumplir con los 2.4 millones de producidos por año, la costa norte actualmente alberga los molinos de mayor envergadura, y una gran capacidad de apilamiento. (Instituto Nacional de Estadística, 2022) La Torrefacción de cascarilla y paja de arroz en este estudio fue diseñado para estudiar la cinética de pirólisis de biomasa cruda y torrefactada utilizando los (método Flynn-Wall-Ozawa, método Kissinger-Akahira-Sunose y método de Starink) de cáscara de arroz, y sus productos sólidos torrefactos bajo diferentes condiciones de

calentamiento, los problemas ambientales causados por consumo de energía fósil no renovable como fuente de energía, el alto contenido de oxígeno y la baja densidad de energía de las materias primas de biomasa dificultan su uso eficiente (Chen, 2021) «La producción de energía obtenida a partir de la combustión de la biomasa de residuos agrícolas, como es en este caso la cascarilla de arroz va permitir aprovechar el valor calorífico y la reutilización de recursos, ya que cobra mayor importancia a medida que crece la población, y esta satisface la demanda del abastecimiento de los Recursos extraídos, por ejemplo la arena, cuya presencia es pieza clave para la actividades de construcción, por lo tanto, el uso de la sílice que se encuentra en las cascarillas de arroz complementaria en algunas regiones donde este material es muy costoso de obtener. (Cordoba, 2022)

Un sistema móvil de gasificación es un equipo diseñado para realizar la gasificación de biomasa, residuos sólidos o cualquier otro material orgánico en el lugar donde se genera o se encuentra disponible. A diferencia de las plantas de gasificación fijas, los sistemas móviles son unidades compactas y transportables que pueden ser desplazadas y utilizadas en diferentes ubicaciones según sea necesario. Aquí hay algunos aspectos clave sobre los sistemas móviles de gasificación:

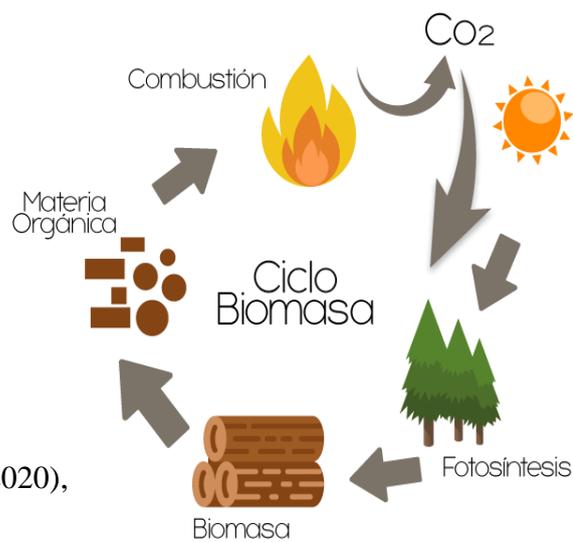
Diseño compacto: Los sistemas móviles de gasificación están diseñados para ser compactos y transportables. Generalmente se construyen en contenedores o remolques para facilitar su movimiento y despliegue en diferentes sitios. Esto permite que la gasificación se realice directamente en el lugar de origen de la biomasa o los residuos, evitando costos y logística asociados con el transporte a una planta fija.

Flexibilidad de alimentación: Estos sistemas están diseñados para aceptar una amplia gama de materiales orgánicos como combustible, como biomasa, residuos forestales, residuos agrícolas, residuos sólidos municipales, entre otros. Esto permite aprovechar los recursos locales disponibles y convertirlos en gas combustible o productos químicos.

Proceso de gasificación: Los sistemas móviles de gasificación utilizan procesos termoquímicos para convertir la biomasa en un gas combustible llamado gas de síntesis. El proceso de gasificación se lleva a cabo en condiciones controladas de temperatura y ausencia de oxígeno, lo que permite la producción de un gas rico en monóxido de carbono e hidrógeno. **Aplicaciones del gas de síntesis:** El gas de síntesis producido por la gasificación en el sistema móvil puede ser utilizado para diversas aplicaciones. Puede

ser quemado directamente en motores de combustión interna para generar electricidad o calor, utilizado en calderas industriales, o sometido a procesos de limpieza y purificación para obtener combustibles líquidos o gases más refinados, como metanol o hidrógeno. Beneficios adicionales: La utilización de sistemas móviles de gasificación ofrece varios beneficios adicionales. Permite una gestión más eficiente de los residuos y la biomasa, al convertirlos en una fuente de energía renovable y reducir su volumen. También puede contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles. Es importante tener en cuenta que los sistemas móviles de gasificación requieren una adecuada planificación, capacitación y mantenimiento para garantizar su operación segura y eficiente. Además, es esencial cumplir con las regulaciones y normativas ambientales correspondientes en cada ubicación.

Figura 1: Ciclo de la biomasa.



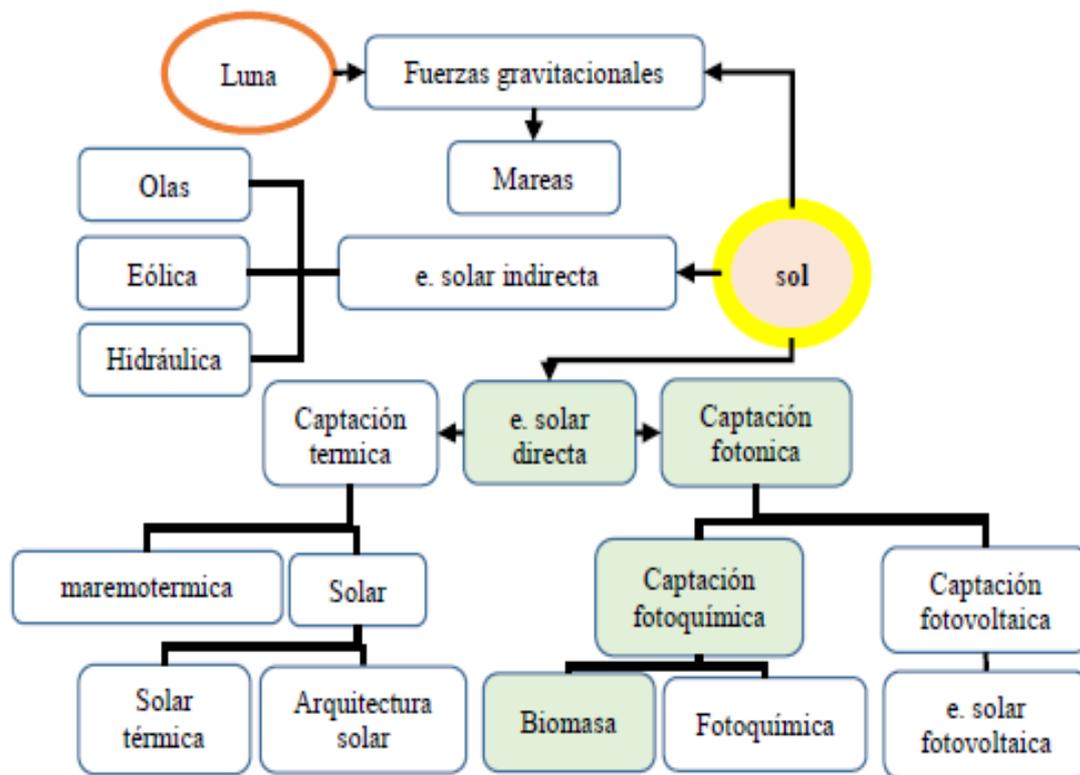
Fuente: (Quintana, 2020),

elaboración propia

«Es el proceso de conversión termoquímica, llamado también proceso de pirolisis donde convierte la biomasa en combustible utilizable, Al ser descompuesta la biomasa podemos obtener electricidad. Los residuos agrícolas “constituyen la denominada biomasa secundaria de la agricultura como es la cascarilla de arroz trigo, algodón, café y residuos de procesos de las industrias, como el bagazo proveniente de la caña de azúcar y cascarilla de arroz,”(Nandagopal & Maheswari., 2019)

«su principal composición de la biomasa es el carbono, como así también el oxígeno y el hidrógeno; llegan a experimentar una reacción de exotérmica cuando los residuos llegan a generar energía.

Figure 2: La Biomasa y su origen



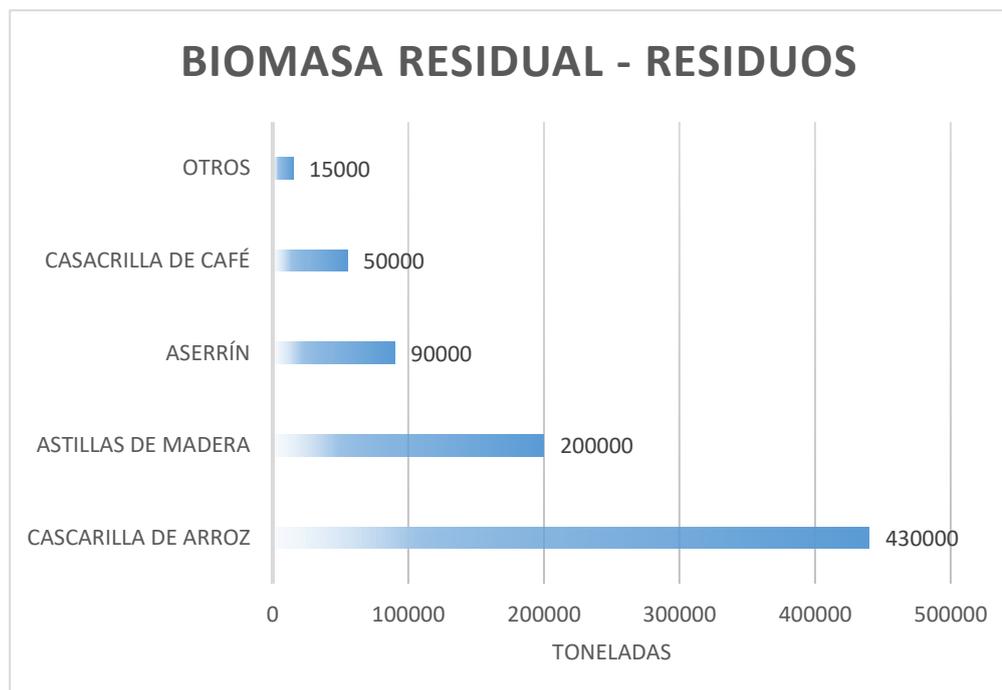
Fuente: (Tovar, 2019), elaboración propia

«La pirólisis rápida transforma diversos residuos sólidos con baja densidad energética en líquidos combustibles de alto poder calorífico, fáciles de transportar, almacenar, distribuir, separar, producir, aprovechar, y utilizar energía en el aprovechamiento de la pirólisis de plástico, Reducir la cantidad de plástico que impacta en los ecosistemas y convertirlos en combustible. (López, 2020)

La pirólisis de residuos orgánicos es un proceso termoquímico que implica la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno a altas temperaturas. Durante la pirólisis, los residuos orgánicos se someten a calor intenso, lo que produce la descomposición térmica de los compuestos orgánicos en productos gaseosos, líquidos y sólidos. Aquí hay algunos aspectos clave sobre la pirólisis de residuos orgánicos: Proceso de pirólisis: La pirólisis se lleva a cabo en un reactor o una cámara especial donde se introduce la materia orgánica y se somete a altas temperaturas,

generalmente entre 400 °C y 800 °C, en un ambiente sin oxígeno o con un suministro limitado de oxígeno. Esto evita la combustión completa de los residuos y promueve la descomposición térmica. Productos de la pirólisis: Durante la pirólisis, los residuos orgánicos se descomponen en productos gaseosos, líquidos y sólidos. Los productos gaseosos incluyen gases como el metano, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrógeno. Los productos líquidos consisten en un aceite pirolítico o bioaceite, que se puede utilizar como combustible o materia prima en la producción de biocombustibles o productos químicos. Los productos sólidos se conocen como biocarbón o carbón vegetal, y se pueden utilizar como combustible sólido o en aplicaciones agrícolas como mejorador del suelo. Aplicaciones de los productos: Los productos de la pirólisis de residuos orgánicos tienen diversas aplicaciones. El bioaceite se puede utilizar como combustible para calefacción, generación de electricidad o como materia prima para la producción de bioplásticos, lubricantes y otros productos químicos. El biocarbón se puede utilizar como combustible sólido en sistemas de calefacción o como enmienda del suelo para mejorar la retención de agua, la fertilidad y la estructura del suelo. Beneficios de la pirólisis: La pirólisis de residuos orgánicos ofrece varios beneficios. Permite la valorización de los residuos orgánicos, transformándolos en productos útiles y reduciendo su volumen. Además, puede contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero al evitar la liberación de metano de los residuos en vertederos. La pirólisis también puede ayudar a la gestión sostenible de los residuos, la generación de energía renovable y la promoción de la economía circular. Es importante destacar que la pirólisis de residuos orgánicos debe llevarse a cabo de manera adecuada, siguiendo regulaciones y normativas ambientales, y considerando aspectos de seguridad y control de emisiones. Los parámetros de operación, como la temperatura y el tiempo de residencia, deben ser controlados para obtener productos deseados y maximizar la eficiencia del proceso.

Figura 3: Generación de residuos orgánicos en el Perú.



Fuente: (Silvia, 2020).

«Los aprovechamientos de residuos agroindustriales han ido mejorando en la calidad del medio ambiente y estos residuos se han convertido en objeto de gran interés debido a diversos beneficios ambientales y económicos, ya que contribuye al desarrollo sostenible, donde se obtuvieron estudios en los cuales a futuro contribuirán con el cuidado del medio ambiente»(Liliana Ibeth Pérez Pérez & Yury Alexandra Vargas Corredor, 2018)

«La propuesta de la pirolisis de cascarilla de arroz como fuente renovable no convencional de hidrógeno permite capturar dióxido de carbono y producir metanol ha sido estudiada académica y experimentalmente (GALDÁMEZ, 2022)

«Aquí, la pirólisis catalítica de residuos de caucho se determina mediante un estudio comparativo de pirólisis de caucho de neumáticos utilizando diferentes catalizadores (PALMA, 2016).

« Con base en el análisis económico y técnico del uso de la gasificación de cascarilla de arroz para la generación de energía eléctrica, se propone un plan de autogeneración de plantas para satisfacer la demanda eléctrica nacional; para cumplir con el proceso de

producción de arroz de 37.593 ton/año se necesita producir por lo menos 564 kW por día en promedio, teniendo en cuenta que el 20% del arroz produce biomasa excedente, 7518.6 ton/año, la gasificación de la planta será capaz de producir energía eléctrica para la producción, asegurar su propio consumo y generar energía excedentaria correspondiente al 43% de la producción eléctrica, especialmente los molinos de arroz PACANDE, como potenciales técnicos para fábricas con un potencial teórico de 12539.58MJ/h y 9404.69MJ/h, que considerar únicamente los recursos disponibles para el proceso actual de producción de arroz. (Osorio, 2019)

«Degradación térmica y pirólisis de dos tipos de cascarilla de arroz por análisis termogravimétrico, donde dos tipos de cascarilla de arroz de la India (RH-B y RH-P) fueron ampliamente caracterizados fisicoquímicamente.

La degradación térmica es un proceso en el cual un material se descompone o se modifica químicamente debido a la aplicación de calor. Durante este proceso, las moléculas del material se rompen o reorganizan, lo que puede resultar en la pérdida de propiedades físicas, químicas o estructurales. Aquí hay algunos puntos clave sobre la degradación térmica: Descomposición molecular: La degradación térmica implica la descomposición molecular del material debido a la exposición a temperaturas elevadas. Durante el calentamiento, las moléculas del material adquieren energía térmica, lo que puede llevar a la ruptura de enlaces químicos, la volatilización de componentes o la reorganización de la estructura molecular. Temperatura de descomposición: Cada material tiene una temperatura específica en la cual comienza a degradarse térmicamente. Esta temperatura se conoce como temperatura de descomposición o temperatura de inicio de la degradación térmica. Puede variar según la naturaleza del material y su composición química. Productos de la degradación: Durante la degradación térmica, los materiales pueden descomponerse en una variedad de productos, dependiendo de su composición química. Estos productos pueden incluir gases, líquidos y sólidos volátiles, así como subproductos carbonosos, como el carbón o el coque. Los productos de degradación pueden tener diferentes aplicaciones o propiedades en comparación con el material original. Influencia del tiempo y la temperatura: La velocidad y el grado de degradación térmica pueden depender tanto del tiempo de exposición al calor como de la temperatura aplicada. A temperaturas más altas y tiempos de exposición prolongados, la degradación térmica puede ser más pronunciada. Sin embargo, es importante tener en cuenta que ciertos materiales pueden descomponerse

o volatilizarse a temperaturas bajas o moderadas, especialmente si son sensibles al calor. Aplicaciones y consideraciones: La degradación térmica puede ser un proceso útil en algunas aplicaciones. Por ejemplo, puede ser utilizado para la eliminación de residuos, la purificación de materiales o la producción de subproductos valiosos. Sin embargo, en otros casos, la degradación térmica puede ser indeseable, ya que puede provocar la pérdida de propiedades importantes del material, como resistencia mecánica o estabilidad química. Es importante tener en cuenta que la degradación térmica de un material puede ser un proceso complejo y dependerá de varios factores, como la composición química, el ambiente de calentamiento y las condiciones de exposición al calor. Para comprender completamente el comportamiento de la degradación térmica de un material, se deben realizar análisis y pruebas específicas para evaluar sus propiedades térmicas y su estabilidad en diferentes condiciones de temperatura (Singh, 2020) “La pirólisis rápida es un proceso termoquímico que convierte diversos desechos sólidos con baja densidad energética en combustibles líquidos con mayor poder calorífico para su fácil transporte, almacenamiento y distribución, separando la producción y el uso de la energía. (Ximena, 2018) .

Figura 4: Cascarilla del Arroz.



«La cadena productiva del arroz colombiano genera aproximadamente un 20% del arroz paddy en cascarilla o unos 596 millones de toneladas al año; actualmente el

departamento de Casanare tiene la mayor producción del país, lo que reduce el impacto de la producción descascarillada en el medio ambiente, fuente de energía renovable e interés industrial origen del producto (Dario, 2019).

La cadena productiva del arroz se refiere al conjunto de actividades y procesos involucrados en la producción, transformación, distribución y comercialización del arroz, desde la siembra hasta el consumo final. Esta cadena abarca diferentes etapas y actores, y puede variar según la región y el sistema de producción. A continuación, se describen las principales etapas de la cadena productiva del arroz:

Producción primaria: La cadena productiva comienza con la producción primaria, que implica el cultivo y la cosecha del arroz. En esta etapa, los agricultores preparan el suelo, siembran las semillas de arroz y cuidan el cultivo durante su crecimiento. Esto incluye el manejo de riego, control de plagas y enfermedades, fertilización y cosecha.

Poscosecha: Después de la cosecha, el arroz pasa por una serie de procesos de poscosecha para separarlo de la paja y otras impurezas. Estos procesos pueden incluir el trillado, que separa el grano de la paja, y la posterior limpieza para eliminar impurezas como piedras, polvo o granos dañados.

Procesamiento: Una vez que el arroz ha sido limpiado, puede ser sometido a un proceso de procesamiento adicional. Esto puede incluir operaciones como el descascarillado, que retira la cáscara externa del grano, y el pulido, que elimina las capas externas del endosperma para obtener arroz blanco. También se pueden realizar procesos de clasificación y selección para garantizar la calidad y uniformidad del arroz.

Empaque y almacenamiento: Después del procesamiento, el arroz se empaca y se almacena para su distribución y comercialización. Se puede empacar en bolsas, sacos o contenedores, y se etiqueta para su identificación y trazabilidad. El almacenamiento adecuado es esencial para mantener la calidad del arroz y prevenir la proliferación de plagas o el deterioro.

Distribución y comercialización: La etapa de distribución y comercialización involucra el transporte del arroz desde los centros de almacenamiento hasta los mercados y consumidores finales. Esto implica la participación de intermediarios, como mayoristas, minoristas y distribuidores, que se encargan de la venta y distribución del arroz a nivel local, regional o internacional.

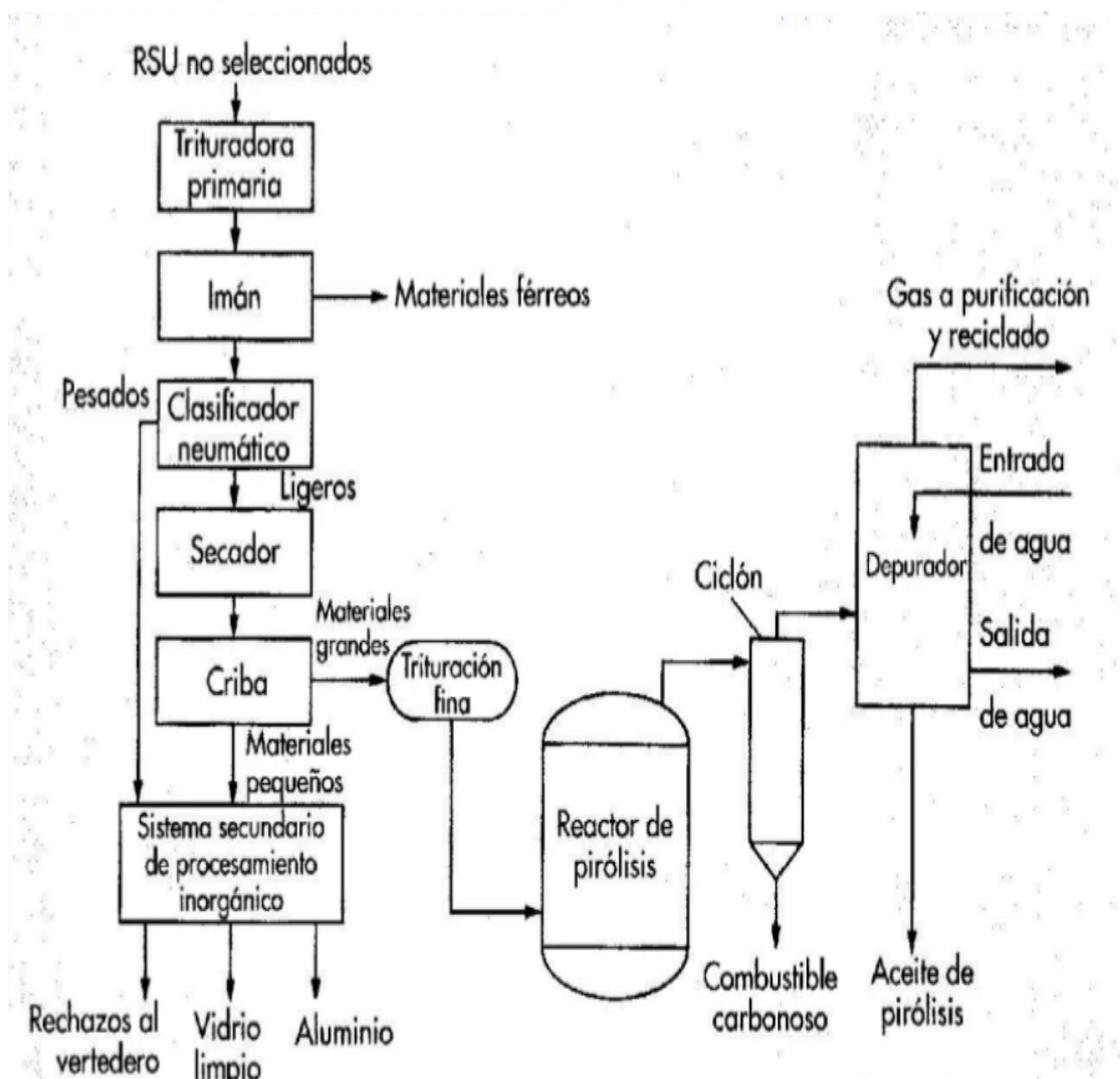
Consumo: La cadena productiva del arroz culmina con el consumo final del producto. El arroz se utiliza en una amplia variedad de preparaciones culinarias y puede ser consumido en hogares, restaurantes, industrias de alimentos, entre otros. Cabe destacar que en cada etapa de la cadena productiva del arroz pueden existir diferentes actores, como agricultores,

procesadores, transportistas, almacenistas, comerciantes y consumidores, así como también entidades reguladoras y asociaciones de la industria, que desempeñan un papel importante en el desarrollo y la gestión de la cadena productiva del arroz.

«La evaluación de los residuos de cascarilla de café y arroz como sustratos para generación de biogás mediante el proceso biológico anaeróbicos en condiciones controladas en sus tres rangos de temperatura, encontró que la cascarilla de café dio rendimientos más altos que la cascarilla de arroz. Biogás de arroz a temperaturas termófilas" (Aguilar Zeas, 2021).

“La producción de arroz genera una gran cantidad de residuos que no se eliminan adecuadamente, lo que tiene un impacto en el medio ambiente. El propósito de este estudio fue realizar un análisis económico y energético de la producción de energía de cascarilla de arroz para la producción de energía renovable en Brasil. (Araujo, 2020).

Figura 5: Proceso y tecnologías para pirólisis de residuos



«Las propiedades físicas y térmicas del gas llevan a la conclusión de que es obtenido en el proceso de pirólisis, no se aleja mucho de los gases comunes utilizados en quemadores del interperie, (KRAMER, 2021)

«Para la producción de combustible mediante la pirólisis solar de cascarilla de arroz, se analizaron los productos químicos, ya que los combustibles fósiles se han convertido en un recurso limitado por las dispersiones de gases de efecto invernadero que afectan el medio ambiente y el clima, y los gases de pirólisis producidos en el proceso solar, CO_2 , CO , CH_4 , C_2H_4 , C_2H_6 y H_2 , de los cuales CO_2 , CO , CH_4 y, a temperaturas más altas H_2 , fueron los predominantemente gases evolucionados.(Haftom Weldekidan, Vladimir Strezov, Graham Town, & Tao Kan, 2018)

"El rápido crecimiento de la economía y el aumento de la población del mundo conduce a un enorme consumo de energía, lo que provoca problemas ambientales globales, o en otras palabras, el calentamiento global, el consumo de grandes cantidades de combustibles fósiles, la producción de grandes cantidades de las emisiones de dióxido de carbono, derivados de la cascarilla de arroz. , la energía renovable se obtendrá con pirólisis catalítica para evitar una mayor contaminación ambiental (Jung & Kwon., 2020)

«Disponibilidad de volátiles de pirólisis de cascarilla de arroz y granos de destilería, evaluación de la producción nacional de arroz, cinética de cascarilla de arroz de granos de destilería calculada por el método de flujo de efecto operativo, características de pirólisis, cinética y componentes volátiles de granos de destilería han sido sometidos a análisis termogravimétrico y determinación de pirólisis, (Zhang, 2020)

El análisis termogravimétrico (TGA, por sus siglas en inglés, Thermogravimetric Analysis) es una técnica utilizada para determinar los cambios de peso de una muestra en función de la temperatura mientras se somete a un programa de calentamiento controlado. Este análisis permite investigar la estabilidad térmica, la descomposición, la volatilización y otras transformaciones térmicas de una amplia variedad de materiales. A continuación, se describen los elementos clave y el procedimiento general del análisis termogravimétrico: Instrumentación: El análisis termogravimétrico se realiza utilizando un instrumento llamado termobalanza o analizador termogravimétrico. Este equipo consta de una celda de muestra, un horno y un sensor de peso altamente sensible. El horno permite calentar la muestra a una velocidad de calentamiento programable, y el sensor de peso registra los cambios de peso de la muestra durante el calentamiento.

Preparación de la muestra: La muestra que se va a analizar se prepara cuidadosamente. Dependiendo del tipo de material, puede requerir un secado previo, molienda, tamizado y pesaje preciso. La cantidad de muestra utilizada suele ser pequeña, generalmente en el rango de miligramos a unos pocos gramos. Procedimiento de análisis: La muestra preparada se coloca en la celda de muestra del analizador termogravimétrico, que se introduce en el horno del instrumento. El programa de calentamiento se establece de acuerdo con los requisitos del análisis. Durante el calentamiento, el instrumento registra continuamente los cambios de peso de la muestra a medida que se descompone, volatiliza o experimenta otras transformaciones térmicas. Interpretación de los datos: Los datos obtenidos del análisis termogravimétrico se presentan en forma de una curva termogravimétrica, que muestra el cambio de peso de la muestra en función de la temperatura o el tiempo. A partir de esta curva, se pueden extraer información sobre los eventos de pérdida de peso, como la temperatura de inicio y fin de la descomposición, la cantidad de material volátil y la estabilidad térmica. El análisis termogravimétrico proporciona información valiosa sobre la composición, la estabilidad térmica, la descomposición y otras propiedades térmicas de una muestra. Es una técnica ampliamente utilizada en diversos campos, como la investigación de materiales, la caracterización de polímeros, el análisis de alimentos, el control de calidad y muchos otros. Los resultados del análisis termogravimétrico pueden ayudar en el diseño de procesos, la selección de materiales y la comprensión de las propiedades termoquímicas de los materiales analizados.

Los polímeros energéticos, también conocidos como polímeros explosivos o polímeros propulsores, son materiales poliméricos que tienen la capacidad de liberar energía de manera controlada y controlable, lo que los hace útiles en aplicaciones relacionadas con explosivos y propulsores. Estos polímeros se caracterizan por su alta densidad de energía y estabilidad química. Aquí hay algunos ejemplos de polímeros energéticos: Polibutadieno hidroxilado (PBX): Es un polímero energético comúnmente utilizado en explosivos y propelentes sólidos. Consiste en polibutadieno con grupos hidroxilo en su estructura. El PBX es apreciado por su alta densidad de energía, buena estabilidad química y baja sensibilidad a los impactos. Poliuretanos energéticos: Los poliuretanos modificados pueden tener propiedades energéticas cuando se combinan con otros componentes, como azidas o nitrocompuestos. Estos polímeros se utilizan en la fabricación de explosivos y propelentes. Polímeros de nitrato de celulosa: La nitrato de

celulosa es un material polimérico derivado de la celulosa que se utiliza en explosivos y propelentes. Su estructura química contiene grupos nitrato que le confieren propiedades energéticas. Polímeros a base de azidas: Los polímeros a base de azidas contienen grupos funcionales de azida, que son altamente energéticos. Estos polímeros se utilizan en aplicaciones de propulsores y explosivos. Es importante destacar que los polímeros energéticos son materiales especializados y están sujetos a regulaciones y normativas estrictas debido a su potencial de riesgo y su uso en aplicaciones sensibles. El manejo seguro, almacenamiento y uso de estos materiales requiere conocimientos especializados y cumplimiento de las normas de seguridad establecidas.

La seguridad es un aspecto fundamental en cualquier proceso de gasificación, ya que implica el manejo de altas temperaturas, productos químicos inflamables y potencialmente peligrosos. Aquí se presentan algunas consideraciones importantes para garantizar la seguridad en la gasificación:

- Diseño seguro del sistema:** El diseño del sistema de gasificación debe cumplir con las normas y estándares de seguridad aplicables. Debe incluir medidas de prevención de explosiones, sistemas de control de incendios, sistemas de ventilación adecuados y dispositivos de seguridad, como válvulas de alivio de presión.
- Capacitación y entrenamiento:** Es esencial que el personal involucrado en la operación del sistema de gasificación esté capacitado y entrenado en aspectos de seguridad. Deben conocer los procedimientos de operación seguros, cómo responder a emergencias y cómo utilizar el equipo de protección personal adecuado.
- Evaluación y gestión de riesgos:** Antes de iniciar la operación de un sistema de gasificación, se debe realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos potenciales. Esto implica identificar los posibles peligros asociados con los productos químicos utilizados, las altas temperaturas, la presión y otros aspectos del proceso. Se deben implementar medidas de control de riesgos apropiadas y desarrollar un plan de gestión de riesgos.
- Monitoreo y control:** Durante la operación de la gasificación, es importante llevar a cabo un monitoreo continuo del sistema para detectar posibles problemas o condiciones anormales. Se deben establecer sistemas de control y alarmas para garantizar que los parámetros de operación se mantengan dentro de los límites seguros. Además, se deben llevar registros de las condiciones operativas y los resultados de las mediciones para su posterior análisis.
- Mantenimiento y inspección:** El mantenimiento regular y las inspecciones periódicas son esenciales para garantizar la seguridad en la gasificación. Los equipos deben mantenerse en buenas condiciones de funcionamiento, y cualquier

componente defectuoso o desgastado debe ser reemplazado de inmediato. Se deben seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a la frecuencia y el alcance del mantenimiento. Plan de emergencia: Se debe desarrollar un plan de emergencia detallado que incluya procedimientos claros para responder a situaciones de emergencia, como fugas de gas, incendios o explosiones. Todo el personal debe estar familiarizado con el plan de emergencia y se deben realizar simulacros periódicos para asegurarse de que todos sepan cómo actuar en caso de una situación de riesgo. Estas son solo algunas consideraciones generales de seguridad para la gasificación. Es importante consultar las regulaciones y normativas específicas del país y buscar el asesoramiento de expertos en seguridad antes de implementar cualquier sistema de gasificación.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación:

Nuestro proyecto de titulación se estima de tipo descriptivo y aplicativo debido a que analiza y describe las dimensiones del sistema de producción de energía eléctrica, a través del proceso de pirolisis de cascarilla de arroz.

Diseño de la investigación:

Será en un enfoque científico, cuantitativo, debido a que se calculará el tamaño del gasificador de biomasa, así como también se realizarán cálculos para cuantificar el balance de masa y el balance de energía, nuestro estudio es considerado un diseño no experimental.

3.2. Variables y Operacionalización.

Variante independiente: Pirolisis de la cascarilla de arroz

«La pirolisis es un proceso de conversión termoquímica altamente endotérmica, que precisa de una fuente de calor superficial para descomponer compuestos orgánicos térmicamente inestable, de un entorno libre, bajo una atmósfera inerte y presión atmosférica, Hay tres partes importantes fundamentales: el pirolizado (sustancia sólida constituida principalmente por carbón), productos condensables (aceite y agua) y fracciones gaseosas .»(Cortez, 2020)

Variable dependiente: Generación de energía eléctrica.

La producción de energía es la conversión de alguna forma de energía cinética, nuclear, térmica, etc., en energía eléctrica, se convierte en electricidad mediante un generador.

“El costo de generar electricidad varía según el combustible y la potencia del sistema de generación de energía», (Quintanilla, 2019)

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población: la población estuvo constituida por los molinos del departamento de Lambayeque, tomada para la realización de la aplicación del muestreo.

Criterio Inclusión: Aquellos molinos cuya producción de cascarilla sea aproximada de 18 toneladas diarias.

Muestra: La muestra será 1 unidad, escogidas de manera no fortuita.

$$n = \frac{Z^2 + (N)(p)(q)}{Z^2 + (p)(q) + e^2(N - 1)}$$

Dónde:

N= Población (80).

p= Máximo equilibrio a favor del prototipo es el 10% (0.1).

q= Máximo equilibrio donde afecta a la muestra es el 10% (0.1).

Z= Nivel de confianza 94% (1.88).

E= Margen de error de muestra (0.09).

procedemos a reemplazar los siguientes datos realizados, con la ecuación para realizar el cálculo del volumen del modelo:

$$n = \frac{1.88^2(80)(0.1)(0.1)}{1.88^2(0.1)(0.1) + (0.09)^2(80 - 1)}$$

$$n = 1 \text{ Molinos.}$$

Unidad de análisis: Molino Sudamérica S.A.C.

Muestreo: la muestra es no probabilístico intencionado, Para este estudio, se utilizaron técnicas en campo como:

Instrumentos y técnicas de datos y su recolección

Documentos Analizados : El arroz es un cultivo ampliamente cultivado y consumido en todo el mundo. A continuación, se presenta información técnica sobre el arroz: Nombre científico: *Oryza sativa* (arroz común) y *Oryza glaberrima* (arroz africano). Familia: Poaceae (familia de las gramíneas).

3.4. Instrumentos de recolección de datos:

a) Guía de análisis de documentos: Este instrumento permitirá a representar la información del documento en una base de datos estructurada, eliminando todas las descripciones físicas y de contenido en un formato inequívoco. Las bases de datos documentales son el producto secundario superior que resulta del análisis de documentos.

B) b) Guía de observación: Esta herramienta ayudará a escribir una lista de indicadores, así como datos y preguntas, con el fin de monitorear los datos relacionados con el proceso de pilado.

Validez y confiabilidad: La presente propuesta en este estudio es considerada y a la vez verificada por grandes especialistas en el tema, para poder alcanzar la adecuada deducción y el procedimiento preciso para el desarrollo sistemático de los resultados alcanzados del estudio.

3.5. Procedimientos

El trabajo se desarrollará en el establecimiento de la empresa Molinera Sudamérica S.A.C., a las que tienen permiso de ingreso los autores. En dicha empresa se comprobará el proceso de molienda. Posteriormente se utilizará una técnica de observación de 24 horas de la producción de cascarilla de arroz, la cual será considerada una guía para la observación. A continuación, se valorarán las características de la cascarilla de arroz y su uso. Asimismo, para evaluar la eficacia de los procesos de producción de energía eléctrica a partir de biomasa, se deben analizar los documentos que describen estos procesos. Los indicadores deberán medirse en el mes de noviembre de 2022, cuando se registren los datos de análisis de combustible y costos de producción.

3.6. Método de análisis de datos

Por medio de este método de la observación se afirman a todas las demás Porque establece una integración fundamental entre el individuo observado y lo visto, que es el comienzo de todo conocimiento situacional. Este método funciona para grupos de consultas que crean sus propios índices., (Siavichay, 2018). Los procedimientos operativos que se utilizarán en este estudio son los siguientes: el Procesamiento estadístico que conduce a la determinación de promedios, variaciones y errores Los resultados de la investigación se presentan y desarrollan en un orden específico para lograr el propósito general de la investigación.

3.7. Aspectos éticos

Los autores presentes de esta investigación, ratifican y manifiesta que se practicará el principio moral y la ética profesional situando en lo alto el nombre de la universidad, estando a la vanguardia en el proceso de redacción de la tesis, cumplirá con las normas legales de acuerdo con los lineamientos del contexto en el que se desarrolla la investigación, la información recopilada se utilizará de acuerdo con la veracidad de

cada caso, no se modificará ningún dato durante la preparación del documento y se aplicarán todos los estándares necesarios y creíbles establecidos por el Panel, se respetara la reputación determinista y la Información será confidencial en las instalaciones dentro de dicha empresa se reverenciaran los derechos de los autores.

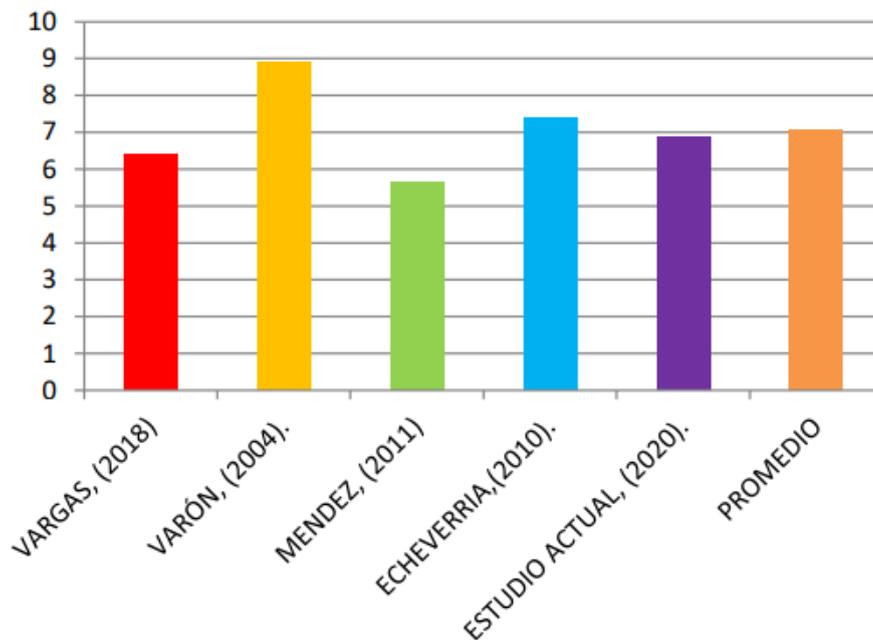
IV. RESULTADOS

4.1. Contrastar el uso de la cascarilla de arroz como fuente combustible para la producción de energía con los usos alternativos más utilizados hoy en día, para apoyar el aprovechamiento de residuos agroindustriales para la generación de energía.

Mediciones de principales Características:

Intrínseca Humedad absoluta : Se refiere al porcentaje de humedad de los residuos cascara de arroz, en los principales resultados se pudo derivar el porcentaje de los análisis aproximados para la cascarilla de arroz en comparativa a otros estudios encontrados en las bases de datos científicas de reconocido prestigio , lo cual da un objetivo no figurativo indicio de la caracterización real y palmaria de la biomasa que se obtiene del proceso de pilado de arroz. En cuanto a la intrínseca humedad podemos afirmar y calcular que ninguna de las muestras supera el límite máximo permisible del 10% para humedad antes de entrar a la larga labor de pelitizar, lo que respecta una humedad relativa y una humedad absoluta, ideal para poder realizar el proceso de convertir y fabricar de manera automatizada en los talleres los pellets energéticos a utilizarse de energéticamente de manera eficiente y responsable con el medio ambiente

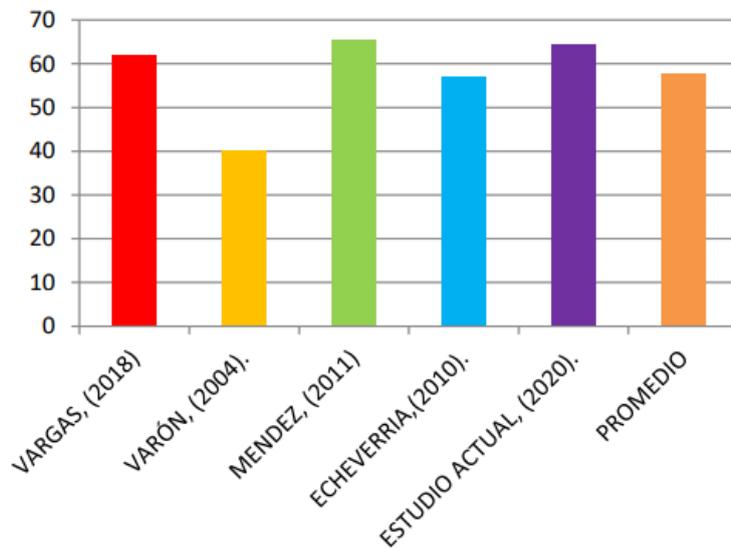
Figura 1 Caracterización de la Humedad de acuerdo a fuentes Científicas de Primer Nivel



Fuente : Arteaga, Elaboracion Propia

Ceniza energética Volátil. En cuanto al porcentaje de Ceniza energética , como parámetro líder y direccionado se determinó y se expuso a la comunidad científica internacional, los depurados resultados , que resultaron por inferencia estadística y aplicación del teorema estadístico del límite central, muy similares, sabiendo que este indicar y vigía científico nos determina la cantidad de gases producto de la combustión adiabática e isoentrópico y que influye mucho el momento de la quema del pellet fabricados estos últimos en los laboratorios, bajo estrictos medidas de control de calidad , para que ocurra un correcto desalojo de humos (Ver teoría gaussiana de dispersión de concentración de Particulados y gases efecto invernadero, con el cumplimiento de tendencias exponenciales inversas), en la figura podemos apreciar con certeza estadística y matemática, un comportamiento estable en las diferentes tipos de estudios, es por ello que si depende mucho de la calidad de cascarilla en términos energéticos, siempre en el norte de la eficiencia energética y correspondiente ahorro energético total, pero no constituyen diferencias significativas o que afecten a una correcta combustión holística e integral desde el punto de vista medio ambiental

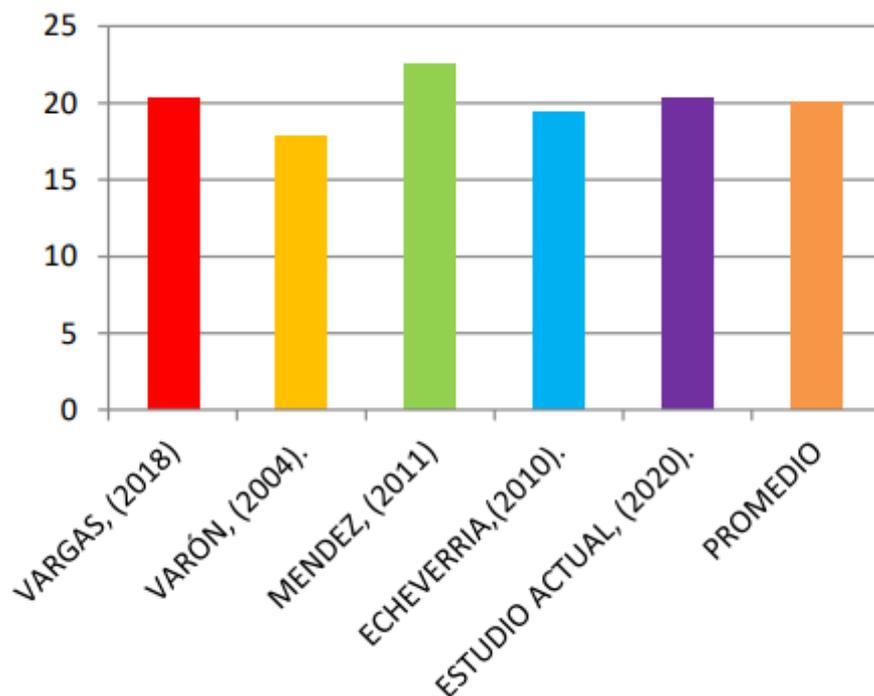
Figura 2 Valoración del Carbón Volátil de acuerdo a la Academia



Fuente : Arteaga, Elaboracion Propia

Cenizas Fijas : Se basa en ensayos de alto rigor científico efectuado con detalle y minuciosidad en el porcentaje de Cenizas, que es un indicador de positivos resultados complejos en términos de combustión, es decir hay influencia de combustión completa y Exergetica a todos los niveles de ceniza son altos de acuerdo a los principales voceros autorizados de la academia Mundial.

Figura 3 Valorización Exegética de las Cenizas de diferentes Análisis Científicos

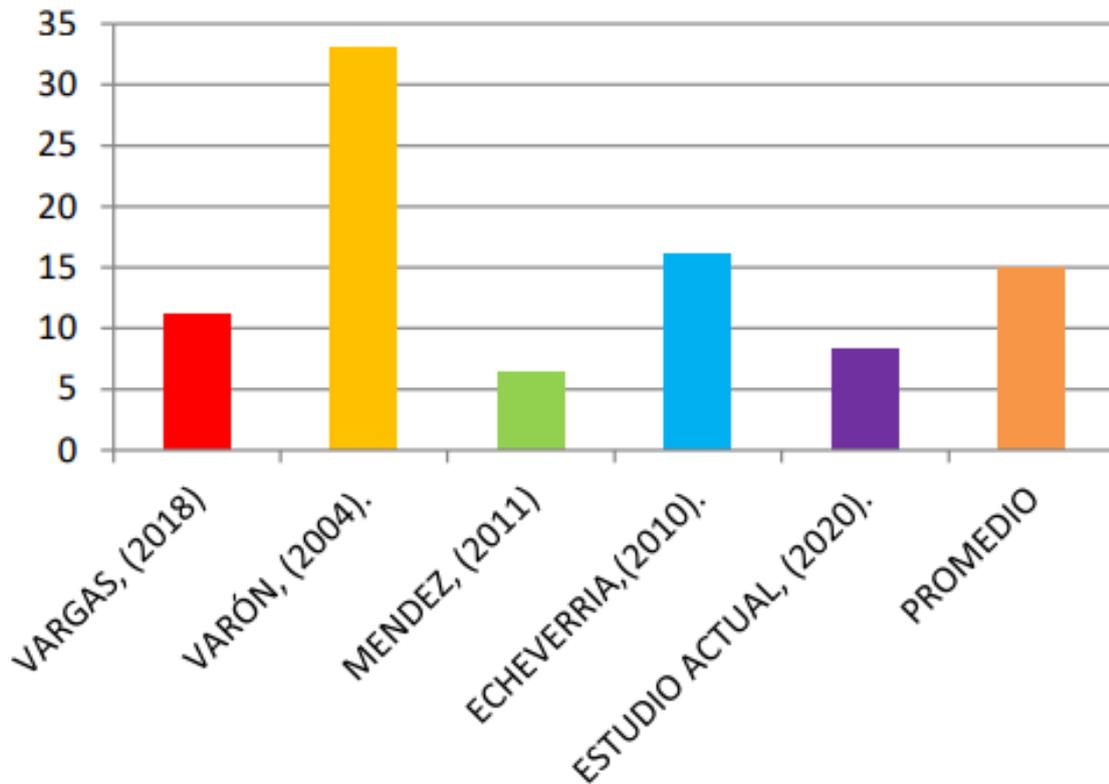


Fuente : Arteaga , Elaboracion Propia

De acuerdo a la siguiente formula :

$$\text{Carbono fijo \%} = 100 - (\text{humedad} + \text{cenizas} + \text{materia volátil})$$

Figura 4: Valorización del Carbón Fijo del Mundo Académico

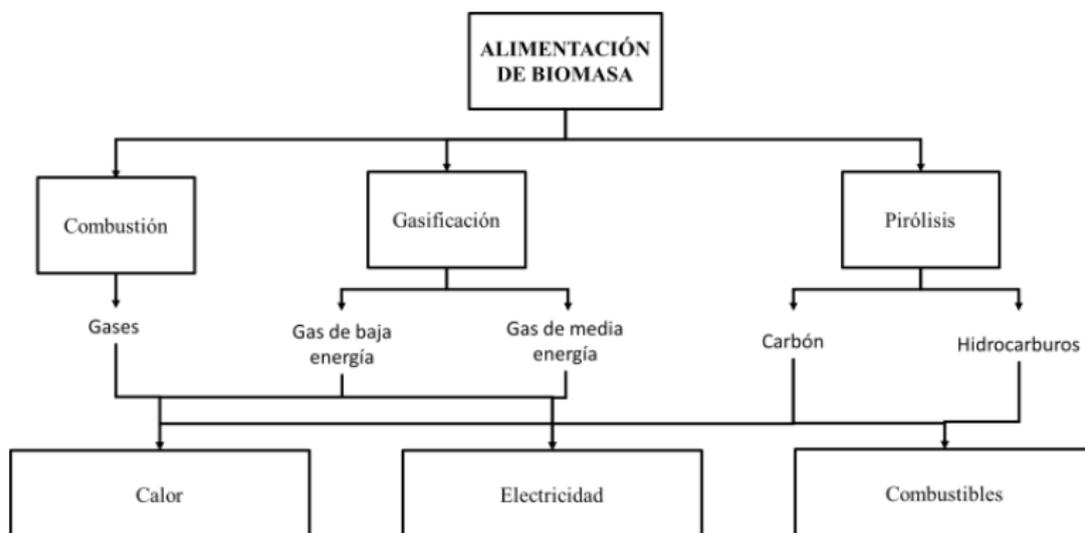


Fuente : Arteaga, Elaboracion Propia

Realizaremos un profundo análisis de los casos de estudio, como fuente de posibles Soluciones, donde pasamos indicando que existen varias fuentes de tecnologías para obtener energía térmica Exergetica a partir de la cascarilla de arroz como combustión al aire libre (Temperatura y Presión ambientales) , pirólisis y gasificación , con mucho detalle minucioso analizaremos la ruta de conversión termoquímica y termoquinesis de la biomasa pura, combinada, rebajada, relajada y en cuanto diversidad de presentaciones, podemos apreciar, con sus respectivos productos. De acuerdo a la situación descrita de manera anterior, muy a continuación se describen cada uno de los procesos para la obtención de energía Exergetica a partir de cascarilla de arroz, con casos de estudio en diferentes países de la orbe Terrestre, donde tenemos la combustión , que no es las que la combustión directa sin más atajos y que es una técnica termoquímica relevante y muy importante, y que es la biomasa cuando de manera limpia, directa, ordenada y no caótica, es quemada al aire libre o en presencia de aire en exceso

Diversidad mundial de países de Asia (China , India, Pakistán, Corea, Japón , Filipinas, Birmania, Tailandia entre otros) y Europa los últimos años han estado experimentando una crisis energética debido a la dependencia de combustibles fósiles, la reducción de las reservas probadas, posibles y probables en los diversos y dispersos locales de este recurso ha llevado a un aumento en los niveles de precios, regulados y no regulados y así en el costo de la electricidad, es por esta razón que se han formulado proyectos para la extracción de energía de la biomasa, en este caso, de cascarilla de arroz (Sayán , Apema, Pejeza etc.) , como por ejemplo y lo sacamos adelante para que se visualice como una muestra muy frecuente y útil en la vida o ciclo de vida de un negocio, como

Figura 5 Alternativa de uso de la Cascarilla de Arroz, como fuente energética



Fuente : Larrea, 2022 , Elaboracion Propia

La existencia de los molinos de pilar arroz, está ligada a la empresa ECASA (Empresa Comercializadora de Arroz Sociedad Anónima) , creada por el Régimen Militar Nacionalista que gobernó en el Peru, en los años 1968 a 1980, en donde la decisión de aperturar un molino de arroz, pasaba por una aprobación de esta entidad, es decir no se podía montar un molino de arroz en Oyotun, Picsi , Pitipo, Jayanca , Lambayeque , Chiclayo, Ferreñafe , si es que no se contaba con la aprobación de esta entidad, lo cual determinaba que no existiera la mínima , competencia comercial, industrial , innovadora y creativa, existiendo pues una total falta de incentivos, para mejorar el proceso productivo con mejoras, tales como las mesas pre limpiadores, las mesas des

predadoras, las mesas paddy de control inteligente programado, las pulidoras y lustradoras de tronco cono de piedra abrasiva, o los micro chorros, de agua pulverizada a presión alta y temperatura a condiciones normales, las clasificadores de cilindros trieu, de tres tamaños de selección, entero, partido $\frac{3}{4}$, partido medio y Ñelen, equipos posteriores, tales como abrillantadores, añejadores, clasificadores cromáticos, añejadores, habiéndose creado innovadoras y pujantes empresas, tales como Sayán Maquinarias, Carhuatech Ingenieros, que crean maquinas debido a la alta competencia creada con la liberación del mercado ocurrida, que ha permitido inversiones fuertes y sostenidas y sobre todo bancarizadas opciones de financiamiento a tasas, requisitos, plazos y costos fijos muy bajos y competitivos y sencillos

El Esquema de producción en línea en los cientos de molinos de arroz ahorra existentes es el siguiente a lo cual debemos de prestar mucha atención y fijación total :

Primero llegan los sacos negros de arroz en cascara, sacos de 70 Kilos, que los traen los agricultores, los mismos dueños de molino y en su mayor parte los comerciantes, llegan de Chiclayo, Región Lambayeque, pero también de la región Cajamarca – Jaén San Ignacio, Amazonas, Bagua, Utcubamba, San Martín Moyobamba, Nueva Cajamarca, Pedro Ruiz, Rioja y demás lugares cercanos, buscando el menor precio de maquila, y los mayores rendimientos de arroz no partido, de cascarilla de arroz, de Ñelen, de Polvillo entre otros y la mejor calidad, de Pilado, pulido, añejado, abrillantado, seleccionado y embolsado

4.2. Detallar las características y el potencial energético de la cascarilla de arroz pilado, en Lambayeque.

De acuerdo a la experiencia consultada por los autores del presente trabajo de investigación, la actividad molinera en la región Lambayeque en Particular y la Región Norte de nuestra amada patria en General, son de larga data, antes de la reforma agraria ligadas al latifundio y del Periodo 1969 a 1990 ligadas a la mediana empresa mercantilista, que creaba pequeños y medianos monopolios, tal es el caso que la existencia de los molinos de pilar arroz, está ligada a la empresa ECASA (Empresa Comercializadora de Arroz Sociedad Anónima), creada por el Régimen Militar Nacionalista que gobernó en el Perú, en los años 1968 a 1980, en donde la decisión de aperturar un molino de arroz, pasaba por una aprobación de esta entidad, es decir no se

podía montar un molino de arroz en Oyotun, Picsi , Pitipo, Jayanca , Lambayeque , Chiclayo, Ferreñafe , si es que no se contaba con la aprobación de esta entidad, lo cual determinaba que no existiera la mínima , competencia comercial, industrial , innovadora y creativa, existiendo pues una total falta de incentivos, para mejorar el proceso productivo con mejoras, tales como las mesas pre limpiadores, las mesas despredadoras, las mesas paddy de control inteligente programado, las pulidoras y lustradoras de tronco cono de piedra abrasiva, o los micro chorros, de agua pulverizada a presión alta y temperatura a condiciones normales, las clasificadores de cilindros trieu, de tres tamaños de selección, entero, partido $\frac{3}{4}$, partido medio y Ñelen, equipos posteriores, tales como abrillantadores, añejadores, clasificadores cromáticos, añejadores, habiéndose creado innovadoras y pujantes empresas, tales como Sayán Maquinarias, Carhuatech Ingenieros , que crean maquinas debido a la alta competencia creada con la liberación del mercado ocurrida, que ha permitido inversiones fuertes y sostenidas y sobre todo bancarizadas opciones de financiamiento a tasas, requisitos, plazos y costos fijos muy bajos y competitivos y sencillos.

El Esquema de producción en línea en los cientos de molinos de arroz ahorra existentes es el siguiente a lo cual debemos de prestar mucha atención y fijación total:

Primero llegan los sacos negros de arroz en cascara, sacos de 70 Kilos, que los traen los agricultores, los mismos dueños de molino y en su mayor parte los comerciantes, llegan de Chiclayo, Región Lambayeque , pero también de la región Cajamarca – Jaén San Ignacio, Amazonas , Bagua , Utcubamba, San Martín Moyobamba, Nueva Cajamarca, Pedro Ruiz, Rioja y demás lugares cercanos , buscando el menor precio de maquila, y los mayores rendimientos de arroz no partido, de cascarilla de arroz, de Ñelen, de Polvillo entre otros y la mejor calidad, de Pilado, pulido, añejado , abrillantado, seleccionado y embolsado.

Los Trabajores descargan los sacos negros y los hacen ingresar a las tolvas de almacenamiento o Silos Kerguer de almacenamiento , en donde por medio de un elevador de cangilones metálicos de 5 * 5 Pulgadas, adosados a fajas de lona (lona las capas externas y visibles y de acero el alma resistente y tenaz) , estos alimentan un mesa de oscilación denominada Mesa Pre Limpiadora, que por medio de un proceso de selección, por gravedad y zarandeo separa el arroz en cascara de la paja, piedras, basura en general y lo hace más apto para un correcto proceso, este movimiento se

consigue con el accionar de un motor eléctrico tipo jaula de ardilla de una potencia nominal de 1 a 3 HP

Luego el arroz limpiado se eleva por los elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre si de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio, que lo eleva y deposita en una Descascaradora, que es un mecanismo de molinos en contragiro que son de acero inoxidable macizo, pero están forrados de jebe duro, los cuales hacen frotar los granos de arroz, originando mayormente su rotura y separación por diferencia de densidades, el arroz no debe estar demasiado húmedo pues sino se ennegrece, o no debe estar muy seco pues si no se rompe en pedazos y en ambos casos ya no son preferidos por las amas de casa y por lo tanto pierden bastante demanda y precio final de venta, estos rodillos que giran en distintos sentidos son accionados por un solo motor eléctrico que están en un rango programado de 10 a 15 HP, con motor Jaula de ardilla, con protección térmica y sobre corriente y que de manera moderna son accionados su cambio de velocidad por variadores de velocidad programables y de control electrónico

El arroz descascarado mezclado con la cascara del arroz, es transportado mediante nuevos elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre si de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio, que lo eleva y deposita en un mesa separadora gravimétrica, denominada mesa paddy, en donde se separa, el arroz descascarado, del arroz todavía en cascara, y de la cascara del arroz, el arroz descascarado pasa al siguiente proceso que es pulido, previo pase por un elevador de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , la cascarilla materia del presente trabajo de investigación, pasa a un sistema de transporte de tornillo o gusano sinfín, que lo transporte a un sistema de ductos con fuertes corrientes de aire , es decir un sistema de transporte neumático, automatizado y moderno que termina complementado por un sistema de deposición por gravedad por fuerza centrífuga y choque en paredes denominado ciclón colector en mallas de tela porosa y densa , la pajilla de arroz es acumulada para su posterior uso energético , que puede ser desde la tradicional combustión, pasando por etapas más modernas e innovadoras, tales como la gasificación enriquecedora , la pirolisis no contaminante y los procesos en etapa de investigación y desarrollo de carbonización Hidrotermal parcial, total y diferencial

Después el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frío , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco no tenía aplicación práctica , pero ahora gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 25 a 30 HP, y de manera moderna vienen con sistemas variadores de velocidad, para una mejor gestión de Pulido correcto y eficiente , estas máquinas son de mantenimiento regularmente complicado y costoso, y necesitan el diseño de un plan de mantenimiento propio de manera preferente con la filosofía de mantenimiento predictivo por condición y toma de datos externos de señales del estado operativo de las máquinas, tales como medición de las vibraciones, temperaturas, fisuras, ruidos, radiaciones, y otros indicios basados en hechos concretos y no en subjetividades

Luego del Pulido y también del lustrado que es un procedimientos complementario y adicional , en donde el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frío , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco no tenía aplicación práctica , pero ahora gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 20 a 25 HP

Se sigue con un nuevo llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frío, a unas máquinas clasificadoras por tamaños, en donde en un cilindros metálicos que giran a velocidades de solo 3 a 5 RPM, lo cual se logra con un complejo sistema, de transmisión y reducción de velocidad y esfuerzo local, en donde los granos de arroz entran al albeolo

que le corresponde, el grande, mediano y pequeño, y son depositados en el recipiente que le corresponde, y son llevados por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , estos cilindros son accionados por motores eléctricos que están en el rango conservador pero variable y que se enteren los juzgadores inductos, en un rango de 2 a 4 HP , con todo su sistema de protección, salva motor, diferencial y demás medidas determinada por el Codigo Nacional de Electricidad

Después el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco no tenía aplicación práctica , pero ahora gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 25 a 30 HP, y de manera moderna vienen con sistemas variadores de velocidad, para una mejor gestión de Pulido correcto y eficiente , estas máquinas son de mantenimiento regularmente complicado y costoso, y necesitan el diseño de un plan de mantenimiento propio de manera preferente con la filosofía de mantenimiento predictivo por condición y toma de datos externos de señales del estado operativo de las máquinas, tales como medición de las vibraciones, temperaturas, fisuras, ruidos, radiaciones, y otros indicios basados en hechos concretos y no en subjetividades

Luego del Pulido y también del lustrado que es un procedimientos complementario y adicional , en donde el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco no tenía aplicación práctica , pero ahora gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de

crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 20 a 25 HP

Se sigue con un nuevo llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio, a unas máquinas clasificadoras por tamaños, en donde en un cilindros metálicos que giran a velocidades de solo 3 a 5 RPM, lo cual se logra con un complejo sistema, de trasmisión y reducción de velocidad y esfuerzo local, en donde los granos de arroz entran al albeolo que le corresponde, el grande, mediano y pequeño, y son depositados en el recipiente que le corresponde, y son llevados por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , estos cilindros son accionados por motores eléctricos que están en el rango conservador pero variable y que se enteren los juzgadores inductos, en un rango de 2 a 4 HP , con todo su sistema de protección, salva motor, diferencial y demás medidas determinada por el Codigo Nacional de Electricidad Después el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco no tenía aplicación práctica , pero ahorra gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 25 a 30 HP, y de manera moderna vienen con sistemas variadores de velocidad, para una mejor gestión de Pulido correcto y eficiente , estas máquinas son de mantenimiento regularmente complicado y costoso, y necesitan el diseño de un plan de mantenimiento propio de manera preferente con la filosofía de mantenimiento predictivo por condición y toma de datos externos de señales del estado operativo de las máquinas, tales como medición de las vibraciones, temperaturas, fisuras, ruidos, radiaciones, y otros indicios basados en hechos concretos y no en subjetividades

Luego del Pulido y también del lustrado que es un procedimientos complementario y adicional , en donde el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones

metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco no tenía aplicación práctica , pero ahorra gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 20 a 25 HP

Se sigue con un nuevo llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio, a unas máquinas clasificadoras por tamaños, en donde en un cilindros metálicos que giran a velocidades de solo 3 a 5 RPM, lo cual se logra con un complejo sistema, de trasmisión y reducción de velocidad y esfuerzo local, en donde los granos de arroz entran al albeolo que le corresponde, el grande, mediano y pequeño, y son depositados en el recipiente que le corresponde, y son llevados por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , estos cilindros son accionados por motores eléctricos que están en el rango conservador pero variable y que se enteren los juzgadores inductos, en un rango de 2 a 4 HP , con todo su sistema de protección, salva motor, diferencial y demás medidas determinada por el Código Nacional de Electricidad Después el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco no tenía aplicación práctica , pero ahorra gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 25 a 30 HP, y de manera moderna vienen con sistemas variadores de velocidad, para una mejor gestión de Pulido correcto y eficiente , estas máquinas son de mantenimiento regularmente complicado y costoso, y necesitan el diseño de un plan de mantenimiento propio de manera preferente con la

filosofía de mantenimiento predictivo por condición y toma de datos externos de señales del estado operativo de las máquinas, tales como medición de las vibraciones, temperaturas, fisuras, ruidos, radiaciones, y otros indicios basados en hechos concretos y no en subjetividades

Luego del Pulido y también del lustrado que es un procedimientos complementario y adicional , en donde el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco no tenía aplicación práctica , pero ahorra gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 20 a 25 HP

Se sigue con un nuevo llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio, a unas máquinas clasificadoras por tamaños, en donde en un cilindros metálicos que giran a velocidades de solo 3 a 5 RPM, lo cual se logra con un complejo sistema, de trasmisión y reducción de velocidad y esfuerzo local, en donde los granos de arroz entran al albeolo que le corresponde, el grande, mediano y pequeño, y son depositados en el recipiente que le corresponde, y son llevados por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , estos cilindros son accionados por motores eléctricos que están en el rango conservador pero variable y que se enteren los juzgadores inductos, en un rango de 2 a 4 HP , con todo su sistema de protección, salva motor, diferencial y demás medidas determinada por el Código Nacional de Electricidad Después el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco

no tenía aplicación práctica , pero ahorra gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 25 a 30 HP, y de manera moderna vienen con sistemas variadores de velocidad, para una mejor gestión de Pulido correcto y eficiente , estas máquinas son de mantenimiento regularmente complicado y costoso, y necesitan el diseño de un plan de mantenimiento propio de manera preferente con la filosofía de mantenimiento predictivo por condición y toma de datos externos de señales del estado operativo de las máquinas, tales como medición de las vibraciones, temperaturas, fisuras, ruidos, radiaciones, y otros indicios basados en hechos concretos y no en subjetividades

Luego del Pulido y también del lustrado que es un procedimientos complementario y adicional , en donde el arroz descascarado es llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , hacia los pulidores de esmeril tronco cónico, que giran y ejercen presión sobre el arroz moreno y le separan la cutícula , que es una delgada capa de una tela de recubrimiento del grano de arroz y que es de un color amarillo oscuro a marrón, este residuo es conocido como polvillo, hasta hace poco no tenía aplicación práctica , pero ahorra gracias a la innovación y desarrollo, se ha convertido un importante ingrediente de la dieta de alimentos balanceados de aves, porcinos, pavos y otros animales de crianza y engorde industrial , estas máquinas son altas consumidoras de energía, por un rango, de 20 a 25 HP

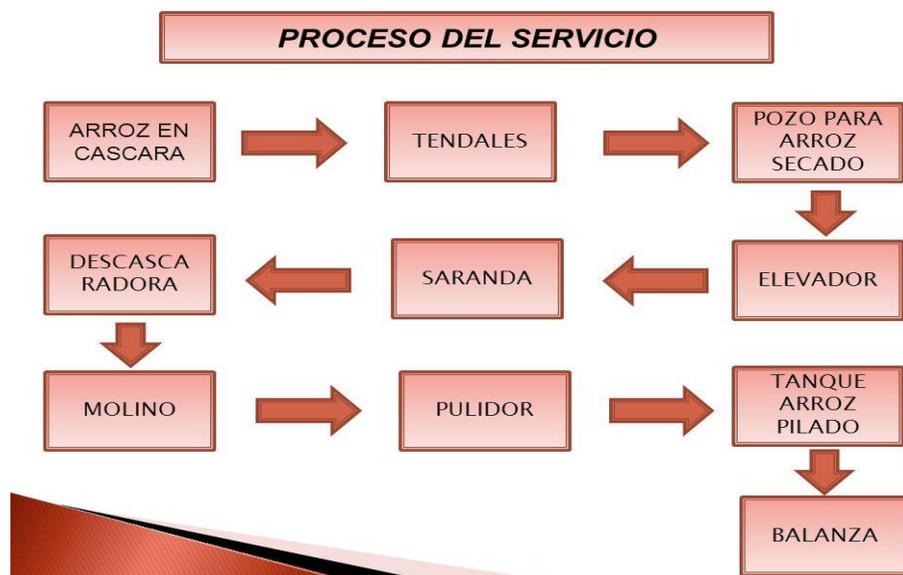
Se sigue con un nuevo llevado por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio, a unas máquinas clasificadoras por tamaños, en donde en un cilindros metálicos que giran a velocidades de solo 3 a 5 RPM, lo cual se logra con un complejo sistema, de trasmisión y reducción de velocidad y esfuerzo local, en donde los granos de arroz entran al albeolo que le corresponde, el grande, mediano y pequeño, y son depositados en el recipiente que le corresponde, y son llevados por elevadores de cangilones metálicos de 5 * 5 , con distanciamiento entre sí de 10 pulgadas, fijadas con remaches de cobre al frio , estos cilindros son accionados por motores eléctricos que están en el rango conservador pero variable y que se enteren los juzgadores indoctos, en un rango de 2 a 4 HP , con todo

su sistema de protección, salva motor, diferencial y demás medidas determinada por el Código Nacional de Electricidad

Luego aplican procedimientos más modernos, como por ejemplo el añejado artificial, que no es más el pasar el arroz blanco pulido, seleccionado por corrientes de aire caliente, seco, limpio inodoro e insípido, para evitar que se le peguen olores y sabores, que los hagan ser rechazados por las amas de Casa, adquiriendo un mejor graneado, que produce un mejor rendimiento durante la cocción con mejor gusto y sabor para la cocina Chiclayana heredera del gran sabor de casa, es accionado por motores eléctricos en el rango de potencia de 5 a 10 HP, programables, luego es almacenado en silos, hasta llegar al momento de su envasado, previa clasificación cromática, en donde los granos de arroz, con manchas blancas son separados, quedando únicamente granos cristalinos y lucidos con todas las ventajas de presentación que esto conlleva

Este proceso lo podemos definir en el siguiente esquema de producción, que nos refleja todo lo expresado de una forma gráfica y sencilla:

Figura 6: Proceso de pilado de arroz.



Fuente: Elaboración propia.

Lo cual lo apreciamos y visualizamos en vistas originales anti Turnitin, que exponen y detallan algunas de las vistosas y utilitarias máquinas del proceso de pilado, que hemos descrito en la parte del trabajo mostrada de manera anterior:

Figura 7: Vista fotográfica de arte de la maquinaria, que integra el proceso.



El criterio para clasificar , las maquinas puede ser, la función que realiza, la capacidad de producción, el tipo de mantenimiento, pero también la capacidad de realizar trabajo, también denominada potencia en sus denominaciones de real , aparente, nominal, pico, Power net y el tiempo promedio de funcionamiento de manera correcta , así como luego con los procedimientos determinados pasaremos a cuantificar la producción de Pajilla, Polvillo, Energética cascarilla y su uso potencial comprobado de calor específico superior e intermedio:

Tabla 1: Cargas Eléctricas Destacadas.

Ítem	Descripción	Pot Nominal	Pot Real
1	Pre limpiadora Mesa	3	3
2	Capachos elevador 1	3	3

3	Rodillos Descascaradora	13	13
4	Capachos elevador 2	3	3
5	Paddy Mesa	4	4
6	Transportador de tornillo	3	3
7	Elevador de Capachos 3	2	2
8	Esmeril para Pulir	55	55
9	Capachos elevador 4,5 y 6	10	8
10	Lustradora Pómex	12	12
11	Capachos elevador 7	3	3
12	Cilindros huecos Trieu	10	10
13	Capachos elevador 8	4	4
14	Clasificación por color	13	13
15	Capachos elevador 9	5	5
16	Envejecedora maquina	35	35
17	Arroz en bolsas	9	9
18	Despredadora Maquina	5	5
19	Cascara de Transporte Neumático	5	5
20	Polvillo Neumático	7	7
21	Luces y Aire	13	13
TOTAL DEMANDA		217	215

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia de manera clara y serena en la tabla N°1 que las aludidas herramientas, dispositivos y las máquinas y las energías por unidad de tiempo nominales de sus primos eléctricos motores, de igual manera su real potencia neta y bruta, pero aplicado con criterio de ver la realidad, producto de las sucesivas y enumeradas mediciones con dispositivos instrumentos tales, como el amperímetro y/o analizador de redes eléctricas, con lo cual se determinas la máxima demanda puntual no modulada demanda aleatoria del arroz molino de pilar y producir energía térmica y eléctrica .

Con lo cual de acuerdo a cálculos, también es posible, probable y necesario, el cuantificar los consumos de activa y reactiva energía eléctrica y con el factor de fase determinar su respectivo horario de solicitud por parte del usuario, para cuantificar el diagrama de cargas.

De los datos recolectados podemos graficar, reconstruir y visualizar el siguiente diagrama de carga eléctrica:

Tabla 2: Demanda de energía eléctrica.

Ítem	Descripción	Pot Nominal	Pot Real	Tiempo	Energía
1	Pre limpiadora Mesa	3	3	18	54
2	Capachos elevador 1	3	3	18	54
3	Rodillos Descascaradora	13	13	18	234
4	Capachos elevador 2	3	3	18	54
5	Paddy Mesa	4	4	18	72
6	Transportador de tornillo	3	3	18	54
7	Elevador de Capachos 3	2	2	18	36
8	Esmeril para Pulir	55	55	18	990
9	Capachos elevador 4,5 y 6	10	8	18	144
10	Lustradora Pómex	12	12	18	216
11	Capachos elevador 7	3	3	18	54
12	Cilindros huecos Trieu	10	10	18	180
13	Capachos elevador 8	4	4	18	72
14	Clasificación por color	13	13	18	234
15	Capachos elevador 9	5	5	18	90
16	Envejecedora maquina	35	35	18	630
17	Arroz en bolsas	9	9	18	162
18	Despredadora Maquina	5	5	18	90
19	Cascara de Transporte Neumático	5	5	18	90
20	Polvillo Neumático	7	7	18	126
21	Luces y Aire	13	13	18	234
TOTAL DEMANDA		217	215	378	81270

Fuente: Elaboración propia.

Podemos deducir que de la tabla 2 , se puede colegir y analizar que el esfuerzo de demanda diaria y cotidiana de potencia por tiempo día a día , es de 3,355 kWh, sumando todo la jornada de trabajo normal, que puede ser de Domingo a Sábado , con énfasis de los meses que es cosecha de arroz en la región Lambayeque y las Regiones de Cajamarca y Amazonas .

Con esta importante información se pueden construir los diagramas de demanda total del arroz piladora que es la materia del presente trabajo de investigación:

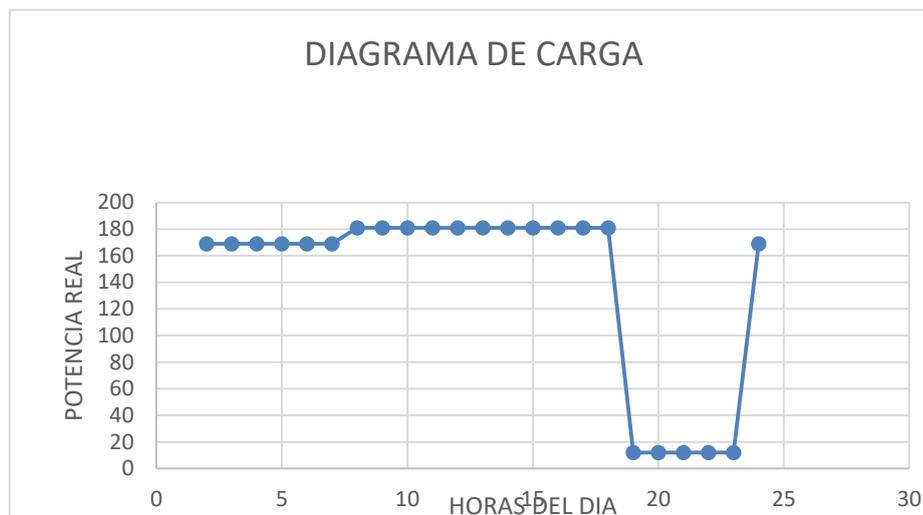
Tabla 3: Demandas horarias.

HORA	DEMANDA
1	169
2	169
3	169
4	169
5	169
6	169
7	169
8	181
9	181
10	181
11	181
12	181
13	181
14	181
15	181
16	181
17	181
18	181
19	12
20	12
21	12
22	12
23	12
24	169

Fuente: Elaboración propia.

Pudiéndose confeccionar con paciencia y saliva los esquemas de carga, del día a día siguientes , conforme a los siguientes detalles:

Figura 8: Diagrama de carga.



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo presente y muy en cuenta la oferta energética, trabajar debemos con la oferta integrada de cascarilla, y por lo consiguiente con el poder calorífico y la muy superior eficiencia de la termodinámica de la gasificación del proceso, nos estimada de manera muy aproximada la producción de energía eléctrica posible de ofertar.

Tabla 4: Valores de oferta Energética, Térmica y Eléctrica

MES	CASCARILLA	ENERGIA T	ENERGIA E
1	427.500	1.581.750.000	275.751
2	427.500	1.581.750.000	275.751
3	427.500	1.581.750.000	275.751
4	427.500	1.581.750.000	275.751
5	427.500	1.581.750.000	275.751
6	427.500	1.581.750.000	275.751
7	213.750	790.875.000	137.876
8	213.750	790.875.000	137.876
9	213.750	790.875.000	137.876
10	213.750	790.875.000	137.876
11	213.750	790.875.000	137.876
12	213.750	790.875.000	137.876

Fuente: Propia Elaboración

El Mundo entero, Nor América, Europa , Asia Cercana, Intermedia y Lejana Asia, se han encontrado de llenos a la crisis energética originado por el agotamiento de las reservas, probadas, probables y posibles de Petróleo y de productos complementarios, tales como el Gas Natural, Gas Licuado de Petroleo y otros, la acumulación de carbono que es la principal probada causa del efecto invernadero, que ha originado la política mundial y por tanto del Peru de carbonización de la atmosfera , emisión Zero, que se traducen en una serie de acuerdos de la COP , tanto la del año 2021 en Glasgow Escocia, como la del 2022 en El Cairo Egipto, en el caso del Peru, esto de agrava con la Balanza Comercial y Balanza Negativa, que origina en la Economía Peruana, que es atenuado, escondido, soslayada por el superávit de Balanza Comercial y Balanza de Pagos, que se origina, por la Minería como actividad de fondo y felizmente en los últimos años por la actividad de Agro exportación, lo cual ha traído como consecuencia que los niveles de reservas de Gas Licuado de Petroleo, ocasionen que el Peru se convierta de un país exportador de Gas Licuado de Petroleo a un País importador neto de Gas Licuado de Petroleo, ocasionado básicamente, por el incremento de la demanda de Gas Licuado de Petroleo a nivel rural, por el aumento de la demanda y el Consumo, debido al Bono del Fondo de Inclusión Social Energético, en cuanto al Gas Natural no se ha producido la masificación de su uso requerida, probablemente por la paralización del Proyecto del Gaseoducto del Sur, el atraso en la implementación, lanzamiento e impulso del Gaseoducto Virtual del Norte, y de los Gaseoductos Regionales, aunado a la disminución del nivel comprobado de las reservas posibles, probadas, probables , así como por disposiciones de Osinergmin, que determinan un incremento en el precio de la Potencia eléctrica, por ser parte de la fórmula polinómica de incremento y reajuste, de precios, es por esto que de manera los empresarios molineros en el Perú y la región Lambayeque, agrupados en la asociación de Molineros del Peru se han determinado, como por ejemplo el caso de un molino típico de arroz, de los varios que existen entre la carretera Chiclayo a Lambayeque, el cual con su cascarilla de arroz producida con el día a día y con mucho esfuerzo, y con la utilización del procedimiento, de directa combustión , con una promediada potencia prime de 12 MW, consumo de acuerdo a cálculos y estadísticas un promedio de 253 Toneladas arroz y cáscara por al día y 1,375 toneladas de agua de rio al día, lo cual alcanza y sobra para abastecer de inicial manera un diagrama de inicial demanda neta programada de 1.1 MW y una efectiva potencia bruta variable de 9,15 MW, describimos que en la actualidad ese proyecto ha superado

todo nivel de expectativa y ha progresado hasta en cinco plantas de rica y potencial energía con una capacidad neta y supervisada muy superior a 38.7 MW, teniendo como energético y combustible a la rica biomasa de la cascarilla producida en sus potentes y progresistas molinos.

Haciendo un análisis holístico, debemos de caer en cuenta, que la utilidad y potencialidad se ha mejorado tecnológicamente , pues del tradicional procedimiento de combustión a temperatura y presión atmosférica estándares, con producción de gases contaminantes como los furanos, el benceno y otros gases venenosos, hasta pasar por procesos más modernos, más intensos tecnológicamente, tal como la gasificación es decir con la producción intermedia de gases pobres, tal como metano, monóxido de carbono, entre otros con la posibilidad de tener procesos energéticos y exegéticos con baja producción de gases de efecto invernadero, para luego ir madurando tecnológicamente, a procesos más avanzados , como la Pirolisis, que consiste en básicamente, en un esperado y controlado proceso de naturaleza termo química, denominado Pirolisis, que lo podemos y hacemos describir como un elaborado y científico proceso de transformación termo química de la materia orgánica simple y compuesta que obtenemos de los molinos de arroz, simples y complejos que existen en la región Lambayeque a lo largo y ancho , donde los compuestos orgánicos producidos se introducen de manera muy abierta a muy altas temperaturas , que están dentro de rangos de 430 a 980 ° C, por la experiencia primaria y secundaria, de este esperado proceso se logran muy importantes residuos y encargos , como los aceites y el principal biocarbón, donde este proceso de pirolisis es considerado como una fina y precisa tecnología , que ha pasado por la puerta de la madurez, de resultados positivos de laboratorio, pasando por prototipos probados y confesos, que permiten el logro total, de la idea total de producción , consumo y autoconsumo de aceites a gran y pequeña escala de naturaleza industrial.

Haciendo un análisis holístico, debemos de caer en cuenta, que la utilidad y potencialidad se ha mejorado tecnológicamente , pues del tradicional procedimiento de combustión a temperatura y presión atmosférica estándares, con producción de gases contaminantes como los furanos, el benceno y otros gases venenosos, hasta pasar por procesos más modernos, más intensos tecnológicamente, tal como la gasificación es decir con la producción intermedia de gases pobres, tal como metano, monóxido de

carbono, entre otros con la posibilidad de tener procesos energéticos y exegéticos con baja producción de gases de efecto invernadero, para luego ir madurando tecnológicamente, a procesos más avanzados , como la Pirolisis, que consiste en básicamente, en un esperado y controlado proceso de naturaleza temo química, denominado PirolisisHaciendo un análisis holístico, debemos de caer en cuenta, que la utilidad y potencialidad se ha mejorado tecnológicamente , pues del tradicional procedimiento de combustión a temperatura y presión atmosférica estándares, con producción de gases contaminantes como los furanos, el benceno y otros gases venenosos, hasta pasar por procesos más modernos, más intensos tecnológicamente, tal como la gasificación es decir con la producción intermedia de gases pobres, tal como metano, monóxido de carbono, entre otros con la posibilidad de tener procesos energéticos y exegéticos con baja producción de gases de efecto invernadero, para luego ir madurando tecnológicamente, a procesos más avanzados , como la Pirolisis, que consiste en básicamente, en un esperado y controlado proceso de naturaleza temo química, denominado PirolisisHaciendo un análisis holístico, debemos de caer en cuenta, que la utilidad y potencialidad se ha mejorado tecnológicamente , pues del tradicional procedimiento de combustión a temperatura y presión atmosférica estándares, con producción de gases contaminantes como los furanos, el benceno y otros gases venenosos, hasta pasar por procesos más modernos, más intensos tecnológicamente, tal como la gasificación es decir con la producción intermedia de gases pobres, tal como metano, monóxido de carbono, entre otros con la posibilidad de tener procesos energéticos y exegéticos con baja producción de gases de efecto invernadero, para luego ir madurando tecnológicamente, a procesos más avanzados , como la Pirolisis, que consiste en básicamente, en un esperado y controlado proceso de naturaleza temo química, denominado PirolisisHaciendo un análisis holístico, debemos de caer en cuenta, que la utilidad y potencialidad se ha mejorado tecnológicamente , pues del tradicional procedimiento de combustión a temperatura y presión atmosférica estándares, con producción de gases contaminantes como los furanos, el benceno y otros gases venenosos, hasta pasar por procesos más modernos, más intensos tecnológicamente, tal como la gasificación es decir con la producción intermedia de gases pobres, tal como metano, monóxido de carbono, entre otros con la posibilidad de tener procesos energéticos y exegéticos con baja producción de gases de efecto invernadero, para luego ir madurando tecnológicamente, a procesos más avanzados ,

como la Pirolisis, que consiste en básicamente, en un esperado y controlado proceso de naturaleza termo química, denominado Pirolisis.

La tecnología de la Pirólisis , está en constante evolución, pasando por las tecnologías de procedencia asiática, tal como la china, la filipina , la tailandesa y Japonesa, donde se ha constatado que por lo general se utilizan diferentes tipos y diseños de pirolíticos reactores para diversos propósitos y aplicaciones, de donde el reactor muy utilizado es el de tipo o equivalente a tornillo sinfín, por lo se calcula y provee , que se requiere de grandes espacios, tiempos y volúmenes y se puede llegar procesar gran cantidad de biomasa.

Especial atención para la comunidad científica de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, debe ser tener muy en cuenta la Pirolisis rápida, versión moderna de la tradicional pirolisis, de donde se producen los bioaceites de la concentración de la cascarilla del arroz, lo que por el momento a súper escala de laboratorio se da en un reactor de fluidizado lecho ágil , por intermedio de procesos ágiles, dando lugar a la obtención de los bioaceites cuyas principales propiedades y rendimientos los podemos apreciar .

Tabla 5: Propiedades del bioaceites obtenido de la cascarilla de arroz.

Propiedad		Valor
Ph		3.36
Porcentaje de Masa de agua		33.80
Densidad (g/cm ³)		1.21
Viscosidad 40°C		82.43
Composición Másica	O	57.37
	C	35.63
	H	7
	N	0

Fuente: Xiujnan, elaboración propia.

Como ejemplo debemos de mencionar, el proyecto que está siendo manejado por la academia y la municipalidad Provincial de Chiclayo, de producción de Bio carbón, a partir de la utilización y proyección económica de la producción a partir de los Residuos Sólidos urbanos, para la producción de biocarbon, donde se emplean todos los diversos

y variados procesos, también se debe profundizar, el uso del biocarbon en la agricultura orgánica , en las pollerías como una sustitución de la madera de algarrobo, evitando de esta manera los procesos de deforestación y consiguiente desertificación, y con un producto que mantiene el sabor especial del pollo a la brasa, otros de los platos y potajes de bandera, que existen en el Peru , y sobre todo evitando la quema de residuos en el botadero con la formación de cenizas, que a pesar de la presencia del cerro siete techos afectan con intensidad la ciudad de Chiclayo.

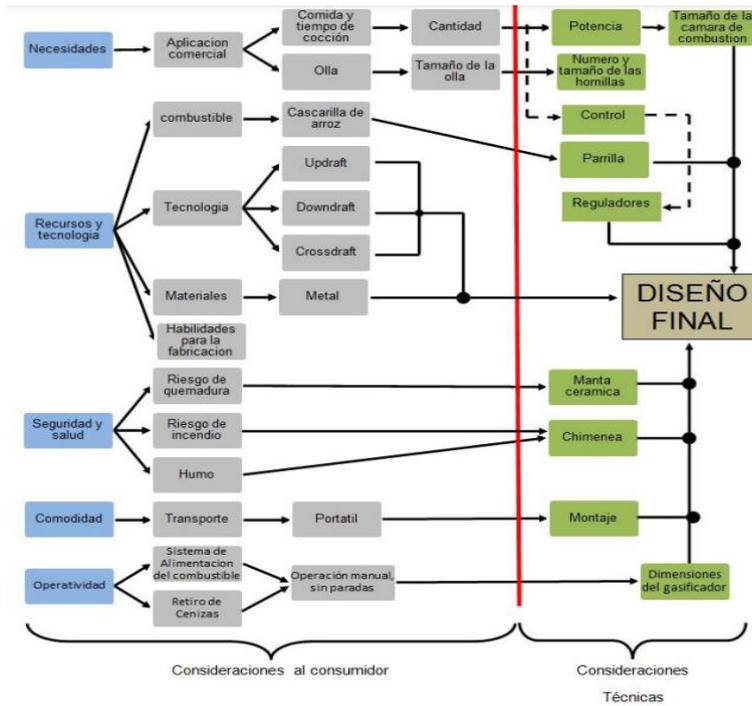
Tabla 6: Composición típica del gas obtenido de la cascarilla del arroz.

Compuesto	Porcentaje de Composición
(CO)	8.6
(H2)	8.7
(CH4)	2
(CO2)	12.6
(H2O)	21.1

Fuente: Elaboración propia.

Misión principal de la presenta tesis a realizarse en la Escuela de Ingeniería Mecánica Electrica de la Universidad Cesar Vallejo, sede Chiclayo, es la de crear, diseñar, construir y someterlo a un proceso de innovación constante, a la conceptualización de una máquina, que genera gases, a partir de la cascarilla de arroz, para la aplicación muy comercial y marketera en (ollas populares, infantiles comedores , comunes pailas sociales, hospitales y sus cocinas , cárceletas, y restaurantes etc.),.

Figura 9: Modelo conceptual de gasificador.



Fuente: Elaboración propia.

La selección del acceso por link, adecuado para escoger las principales alternativas con las cuales disponemos las ideas principales : Downdraft , Updraft y Crossdraft , debemos de tener muy presente, que los principales parámetros que afectan y alteran al principal gasificador, con esquemas estructurados de auto evaluación que otorgan puntajes de 4 puntos a 1 punto, en donde las primeras opciones tendrán un puntaje de 4 puntos a un punto :

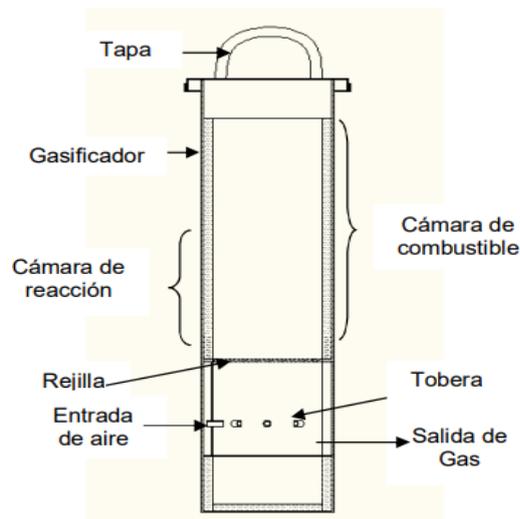
Tabla 7 : Selección del tipo de gasificador 30/ 300 / 3000 KW.

	Gasificador		
	Downdraft	Updraft	Crossdraft
Energía por tiempo	5	5	5
Usos	5	5	5
Montaje fabricado	5	5	5
Cenizas Retenidas	5	5	5
Reparaciones	5	5	5
Funcionamiento	5	5	5
Alimentación	5	5	5
Movilidad	5	5	5
Preparación	5	5	5
Tamaño	5	5	5
Seguridad Contenido de Tar	5	5	5
Seguridad Contenido de Polvo	5	5	5
Costo eficiente	5	5	5
Estado de la Tecnología	5	5	5
Puntaje	70	70	70

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis profundo y analítico, que realizamos , deducimos que las partes fundamentales del equipo de gasificación son :

Figura 10: Partes integrantes de gasificador.

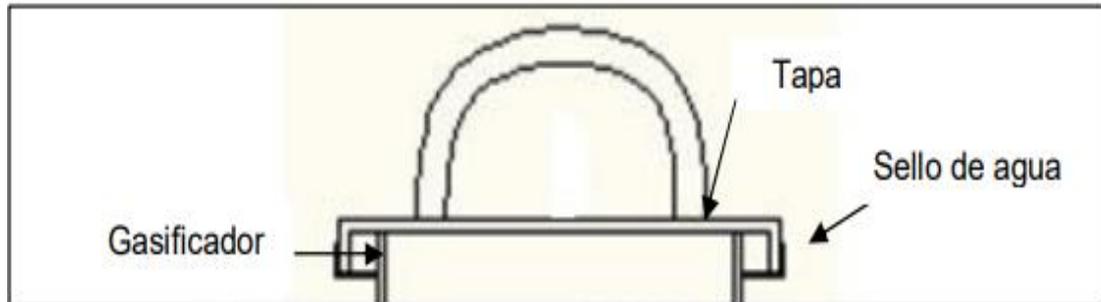


Fuente : Elaboracion Propia

Cámara de combustible.

De donde lo principal es la determinación de donde va puesta encima de la cámara de reacción, lo cual hace posible la muy fácil alimentación del combustible.

Figura 11: Cámara de combustión.



Fuente : Elaboracion Propia

Se aprecia la fundamental, cámara de reacción, muy importante para el siguiente elemento, que por costumbre y convicción los llamamos reactor con un significado acerca del corazón del equipo, pues se sabe y detecta que por ahí es donde el gas producido es posible de obtener y luego ser llevado al enfriador, pues luego con esfuerzo y pundonor es dirigido a los quemadores, donde se realiza el fenómeno termoquímicos de la combustión.

4.3. Disponibilidad técnica de los modelos de generación de energía eléctrica en molinos.

Empezamos este capítulo con mucho impulso analizando el conocido concurrente flujo, o sistema de gasificación, Draft Down , en donde debemos de determinar la cantidad total única de biomasa a utilizarse sanamente y ordenadamente , igual a 6, 307,2 Tn/año, equivalentes bajo todo punto de vista a un biomasa flujo de = 0,28 kg/s, esto ligado al poder calorífico inferior nos permite, sirve y dispones a producir muy alegremente un inferior calor (LHV) al 11% de contenido de agua intrínseco, (MJ/kg) = 12,54 MJ/kg. , de manera concordada , coordinada y alineada con la investigación profunda de la térmica potencia de la cascarilla de arroz (Pcasc) , en donde de cálculos hablando, se determina de manera muy matemática, multiplicando el caudal de biomasa por el LHV teniendo en cuenta que se ha reducido el contenido en humedad concordado la data estadística descriptiva y inferencial del prestigioso molino de los Srs Gasco Arrobas, denominado , Molino Comolsa, ocasionado la siguiente reflexión matemática superior aplicada

: Pcasc (MW) = Biomasa residual (kg/s).LHVh al 11 % de agua intrínseca (MJ/kg)

Pcasc (MW) = 0,28 Kg/s * 12,54 MJ/kg P (MW) = 3,52 MW

Tabla 8 Energía, Potencia , Caudal y Flujo de la esperada Biomasa
Fuente: COMOLSA, Elaboracion Propia

Caudal de biomasa disponible (Kg/s)	0.28
Potencia térmica que aporta la cascarilla (MW)	3.51

Este tiene como motivación principal , el cálculo , estimación, ponderación de la masa de oxígeno útil y necesaria, para poder viabilizar el monto cuantitativos de necesario y apreciado oxígeno, necesario determina la cantidad de oxígeno necesario para la combustión completa en el gasificador, para de manera estandarizada y conocida calcular y determinar este valor referencial con la conocida y estandarizada prueba incógnita de manejar 110 kg de arroz cascarilla con un recipiente contenedor del 11 % lográndose los resultados mostrados en la tabla respectiva que ilustramos a continuación

Muy de acuerdo con lo expresado con la muy ilustrada tabla, que se adjunta a continuación:

Tabla 9 Principales componentes de los compuestos aludidos expresados en Moles
Fuente: COMOLSA, Elaboración Propia

Componente	Masa %	Masa Molar	Calidad	Productos	Fracción O	Estequiométricas
C	36.8	12	3.067	CO2	2	6.134
H	2.9	1	2.9	H02	0.5	1.45
O	39.1	16	2.444	--	-1	-2,444
N	0.4	14	0.03	N2	0	0
S	0.3	32	0.0094	SO2	2	0.0188
H2O	10	18	0.56	--	--	0
						5.1588

Podemos apreciar, aquitalar y mensurar de acuerdo a lo visto y apreciado en la adjunta tabla, que la cantidad medida de moles, de acuerdo a las normas de los balances de masa estequiométricas, en lo relativo al oxígeno O₂ , la cantidad justa y necesaria para el equilibrio operacional buscado , será al menos la mitad , media medida como moda , de los principales y mas consecuentes moles de puro oxígeno serrano industrial , calculado, dando como consecuencia lógica y mediata, que la mezcal compuesta del nitrógeno , composición en mejores de los aires atmosféricos, está por el orden del 79% y en cuanto al serrano y limpio , oxígeno del 21%., de acuerdo a las siguientes y simples ecuaciones de balance de masa estequiométricas :

Estequiométricas netas moles de O, $n_{eO} = 5,16 \text{ kmol O}/100 \text{ kg}$

Moles de neta y pura biomasa estequiométricas de O₂, $n_{eO_2} = 2,6 \text{ kmol O}_2/100 \text{ kg}$

biomasa Estequiométricas moles de aire, puro y libre, $n_{eaire} = 2,6 \text{ kmol O}_2/100 \text{ kg}$

Cuantitativa masa y biomasa * $100/21 \text{ kmol aire/kmol O}_2 = 12,4 \text{ kmol aire}/100 \text{ kg}$ biomasa.

Por lo que la principal y central biomasa de aire, de acuerdo a su molar masa media, mediante, el conocido y determinado por formula de polinomios compuestos, mediante su composición es la siguiente:

La principal $M_{maire} = 14 \cdot 2 \cdot 0,79 \text{ (N}_2) + 16 \cdot 2 \cdot 0,21 \text{ (O}_2)$

De donde la $M_{maire} = 28,84 \text{ kg aire/kmol aire}$ Masa de aire

Así mismo la $M_{eaire} = 12,4 \text{ kmol aire}/100 \text{ kg biomasa} \cdot 28,84 \text{ kg aire/kmol aire}$

$M_{eaire} = 357,62 \text{ kg aire}/100 \text{ kg biomasa}$

En concordancia con la conocida ley de los principales gases, para normales condiciones ($T=273,15 \text{ K}$, $p = 101325 \text{ Pa}$) se obtiene , se logra la masa volumétrica de aire serrano de la jalca y la puna peruana de aire:

De donde se utiliza, la conocida y principal formula de la época de estudiante

Formula Principal

$PAVO = RATON$, en donde cada valor tiene la siguiente expresión :

$V = (n \cdot R \cdot T)/P$ $V = (12,4 \text{ kmol aire}/100 \text{ kg biomasa} \cdot 8,314 \text{ J/mol.K} \cdot 273,15 \text{ K}) / 101325 \text{ Pa} \cdot 1000$ con el debido y serio conocimiento de que

$\text{kmol aire/mol aire}$ $V_{aire} = 1277,9 \text{ Nm}^3 \text{ aire} /105 \text{ kg biomasa}$.

Tabla 10 Composición Estequiométrica del aire voluminoso y armonizado

Fuente : UNT, Elaboracion Propia

Masa estequiométricas de O ne O	5,16 kmo O/100 kg biomasa
Masa estequiométricas de O ₂ ne O ₂	2,6 Kmol O ₂ /100 Kg Biomasa
Masa estequiométricas de aire ne aire	12,4 Kmol aire /100 Kg Biomasa
Masa estequiométricas de aire me aire	357.62 Kg aire /100 Kg biomasa
Volumen de aire necesario , V_{aire}	277.9 Nm ² aire /100 kg biomasa

Lográndose alcanzar y llegar por esta vía de la precisa manera para encaminar de manera exitosa en el sendero del triunfo el procesado e inocente proceso que nos permite lograr, señalar y determinar lo hecho, producido y realizado al interior profundo del gasificador el cual se centra el el aire caliente, que llega, desde el interior, del calor

intercalado e intercambiado aparato térmico para obtener el flujo de necesario aire interno y/o externo, y de paso lograr convertir en preciosos y valioso syngas la arroz su cascarilla , logrando de esta forma, manera, estilo que la aire masifica se sume y multiplique la masa de aire (en kg aire/kg de biomasa) , utilizando la filosófica y trascendente formula de la deseada equivalencia, es decir nos referidos de forma atinada y precisa a la masa de oxígeno utilizada en conjunción a la empleada en la completa, precisa y estudiada completa combustión . La ratio firme de equivalencia, esta expresada de manera muy equivalente por la equivalente formula, del ratio (ER) , la cual para fines principales se expresa de acuerdo a la resumida formula :

ER = (Aire Caudal / Utilizada Biomasa) / (Aire Caudal /Biomasa consumida) estequiométricas. , donde se debe resaltar muy claramente, que los procesos de optimización, de la biomasa gasificada, suelen operar, por la matemática e investigación operacional, de gasificación de biomasa , que operar suelen con relaciones de equivalencia (ER) muy aproximadas a 0,30; es así se debe tener en cuenta, que este este valor determinar de manera precisa la masa real del aire. Masa estequiométrica de aire, meaire = 357,62 kg aire/100 kg biomasa meaire = 3,57 kg aire/kg biomasa

De la experiencia práctica y concreta, de la cuantificación del ER = (Aire Caudal / Consumida Biomasa)/(Caudal de aire / Biomasa consumida) estequiométrico = 0,3

Tabla 11 Detalle ilustrado de lo principales indicadores de componentes gasificados Fuente : COMOLSA, Elaboracion Propia

Ratio Equivalente ER	0.3
Masa de aire estequiométrico , me aire	3,57 aire/kg biomasa
Masa de aire real, m aire	1,07 kg aire/kg biomasa
Caudal de biomasa disponible , Biomasa	0,28 Kg biomasa
Caudal de aire estequiométrico , Aire esteq	1,0 kg aire/s
Caudal de aire real, Aire real	0,29 kg aire7s

Por rigurosas, practicas, cuestionarios, ensayos y finales pruebas llevadas acabo, la salida presionada del aparato llamado Gasificador, está determinada por la principal , ecuación de recojo total, dada por la ecuación regulada por la formulada y acrisolada ecuación descriptiva y puntual de valor en el tiempo :

$$\Delta P = P_e - P_s$$

Es así como cuenta la historia grabada, se logro el resultado de acuerdo con lo determinado y poseído por y para

$$P_s: P_s = P_e - \Delta P$$

De donde se puede apreciar y medir que :

$$P_s = 101,325 \text{ kPa} - 0,98 \text{ kPa} \quad P_s = 100,345 \text{ kPa}.$$

Se ha logrado, que el principal motivo, donde el principal detalle y contenido de la biomasa detalle, de formación es la biomasa que se realizó de acuerdo y siguiendo y cumpliendo al detalle, el análisis que realiza investigadores que han antecedido a esta profunda y formal expediente, para lograr formar , conformar y preferir para poder determinar las componentes, características y detalles del síntesis gas de compromiso final y valiente , que se han logrado y obtenido a partir de un estudio de análisis, determinación y caracterización del combustible biológico estable e izado (cascarilla de arroz) , sumido y descrito por un elemental y profundo análisis principal y abstracto para un mediato y profundo lugareño y detallado análisis . La determinada y cacareada formula de detalle e inmersión , que se encuentra ingresando al gasificador con un alto contenido en humedad del 11% y se detalle y comprime de manera muy mayoritaria de volátil materia prima , tal y como logra apreciar y ver en los datos extraídos siguientes y lastrados y detallados de la tabla presentada y teniendo en cuenta que la temperatura de los gases de salida en un gasificador.

Tabla 12 Detalles analíticos de la Composición y Contenido del Gasificador
Fuente: Alankur , Elaboracion Propia

Temperatura (°C)	Composición	Contenido (%)
700	H2	20
	CO	28
	CO2	28
	CH4	24
		100

Teniendo muy en cuenta, que del análisis de los principales logros y metas alcanzadas de estos significados y nobles resultados se logra determinar de manera precisa y al detalles de la composición del oxígeno y del nitrógeno , siendo siempre necesarios para lograr calcular y precisar con la solicitada pulcritud, el detalle del moles número de N y O , muy pendientes y presentes en la del aire composición . Los obtenidos moles de O en el aire, por medio de la formula determinada por :

$$n_{\text{Oaire}} = n_{\text{O}} * ER \quad n_{\text{Oaire}} = 5,16 \text{ kmol O/100 kg biomasa} * 0,3 \quad n_{\text{Oaire}} = 1,548 \text{ kmol O/100 kg aire}.$$

Idénticamente se aprecia de forma parecida, que los Moles de N en el aire, $n_{\text{Naire}} = n_{\text{eO}} * ER * 79/21$

Completados por las siguientes expresiones muy importantes y diestros tal como

$n_{\text{Naire}} = 5,16 \text{ kmol O}/100 \text{ kg biomasa} * 0,3 * 79/21$ $n_{\text{Naire}} = 5,82 \text{ kmol N}/100 \text{ kg aire}$.

De la misma manera de utiliza la tabla para demostrar y hablar públicamente de los moles de los principales elementos y presente vivos en los lucidos compuestos de la biomasa y el aire y sumados dan:

Tabla 13 Principales Cantidades de Sustancias al ingreso

Fuente : elkan, Elaboracion Propia

Cantidad de Sustancia a la entrada (biomasa + aire)			
	Componente	N (Kmol/100 kg Biomasa	Total
Biomasa	C	3.067	3.067
	H	2.900	4.02
	O	2.444	4.552
	N	0.030	5.85
	S	0.0094	0.0094
	H2O	0.56	
	Componente	n (kmol/100 kg aire)	
Aire	O	1.548	
	N	5.820	
Temperatura Salida Gasificador (°C)		850	

Del análisis, detallado y retrospectivo, de acuerdo a la data lograda y lucida en presentaciones, se logra, precisar y determinar la cantidad total de cada químico compuesto elemento de la syngas obtenida y presente en la mezcla del syngas (para estos cálculos se ha suprimido el porcentaje de H2 presente en la mezcla , por la reacción de los principales volátiles compuestos en el gasificador y se ha sumado al resto de porcentajes), mediante la siguiente tabla:

Tabla 14 Detalles de Porcentaje y Numero de moles integrantes.

Fuente : Ojeda, Elaboración Propia

Compuesto	Comp (%)	C	H	N	O	S	Moles
C	48	1.472			1.4722		1.4722
CO2	48	1.472			2.9444		1.4722
CH4	4	0.1227	0.4908				0.1227
N2				5.85			2.925
H2O			0.2332		0.1166		0.1166
H2			3.296				1.648
SO2					0.0188	0.009400	0.0094
Total	100	3.067	4.02	5.85	4.552	0.009400	7.7661

Por lo que de acuerdo a los pasillos de la Universidad, se puede determinar, el alicaído porcentaje o fracción, de los pedazos o elementos, porcentuales del mejor impulso emisor y tractor, de donde el poder determinante, de los trozos, pedazos, procesos y compuestos del syngas se extrae del específico valor de entrenamiento y precalentamiento (LHV) de donde emerge cual estrella fugaz, la volumétrica misión y compuesta figura equivocada y precipitada a lugar desde la composición volumétrica y de los datos del LHV de H2, CO y CH4 basados en la pequeña y resistente, ecuación mágica del triunfo sintetizada en la fórmula larga y capaz siguiente

$$: \quad X_i = (n_i * M_{mi}) / [\sum (n_i * M_{mi})]$$

Presentados en la siguiente tabla

Tabla 15 Capacidades Caloríficas inferiores demostradas

Fuente : ELOR, Elaboración Propia

Compuesto	Molar	Y (% Volumen)		X (% Masa)		Húmedo	Seco	LHV	LHV*Y
C	12	18.96	10	21.05	21.28	5.31	5.39	12618	1261.8
CO2	44	18.96	19.24	33.09	33.44	8.34	8.47	0	0
CH4	16	1.58	1	1	1.01	0.25	0.26	35807	358.07
N2	28	37.66	38.22	41.83	42.28	10.54	10.70	0	0
H2O	18	1.5	--	1.07	--	0.27	--	0	0
H2	2	21.22	10	1.68	1.7	0.42	0.43	10788	1078.8
SO2	64	0.12	0.12	0.31	0.31	0.08	0.08	0	0
Total		100	100	100	100	25.21	25.33	59213	2608.67

Si presentamos o exteriorizamos toda la información disponible por la experiencia directa o datos primarios, o indirecta o datos secundarios, tenemos que de acuerdo a las principales tablas a la mano disponibles, se puede lograr, precisar de manera precisa y contundente, que las tablas presentadas y motrices, son las relativas al importante gas de síntesis = 2698,67 kJ/Nm³ = 2,69 MJ/Nm³, de esta manera se asume que la potencia media calorífica y pitonisa del gas inferior de síntesis para el todo y enterito proceso utilizado en el presente trabajo de investigación de tesis, acorde al presente estudio propuesto y tenaz, para calcular el volumen de gas necesario por kilogramo de biomasa en el proceso de combustión completa, para lo cual determinamos las aplicamos de la ley de los gases perfectos del mundo real, ideal o complejo, con los parámetros e índices principales, con los siguientes valores (R = 8,314 J/mol·K), de acuerdo al detalle de sometiendo al gas bajo y por encima de las condiciones normales y extra normales (T = 273,15 K, P = 101325 Pa)

Tabla 16 Caudales y Densidad del Gas Principal

Fuente : Aguirre, Elaboracion Propia

Densidad gas Húmedo , Dhumedo	1.125 kg/Nm ³
Densidad del gas seco , Dseco	1.13 kg /Nm ³
Caudal Volumétrico Húmedo , Qv Húmedo	0.487 Nm ³ /s
Caudal Volumétrico Seco , Qv Seco	0.4801 Nm ³ /s
Caudal Volumétrico Húmedo , Qv Húmedo	0.548 kg/s
Caudal Volumétrico Húmedo , Qv Húmedo	0.543 kg/s
Caudal Volumétrico Húmedo , Qv Húmedo	0.00576 kg/s

La muy importante vista o punto de opinión, se determina por el enorme potencial térmico, para determinar la térmica Potencia del sintético gas creado de manera artificial y muy ingeniosa, por medio o intermedio, uso y reusó del conocido y dominado sistema integrado de gasificación pirolítica y de enorme potencial de desarrollo, innovación e investigación., la que suma las principales potencias aportadas por el gas seco (PGseco) y la sumada por el mojado y perjudicado gas húmedo (PGhúmedo).

Se desarrolla el siguiente concepto de vital importancia, tal como que

$$P_{térmica} = PG_{seco} + PG_{humedo}$$

Donde de acuerdo y por intermedio al estudio propuesto se calculó y diseño las entalpías según, de acuerdo a las entradas del gasificador, de acuerdo a las entalpías a la salida del gasificador, entalpías de cada uno de los compuestos físicos, matemáticos,

termodinámicos y orgánicos e inorgánicos químicos que conforman y participan presentes en el syngas.

Tabla 17 Análisis de las Densidades del Gas

Fuente : Santafé , Elaboracion Propia

Ítem	Calor específico de cada componente				Hi entra	Hi Salida	Hi Gas	Σ GAS
CO	28.16	0.0017	5.4	2.2	8514	34375	198.54	1126.53
CO2	22.26	0.0598	3.5	7.5	9000	49173	305.30	
CH4	19.89	0.0502	1.3	1.1	8254	55765	29.99	
N2	28.90	0.0016	8.1	2.9	8611	34121	385.21	
H2	29.11	0.0019	4	8.7	8628	33039	207.5	
S02	25.78	0.0580	3.81	8.61	9944	50952	1.99	

Tabla 18 Resumen analítico de las densidades del Gas Sintético

Fuente : Dávila, Elaboracion Propia

Ítem	Calor específico de cada componente				Hi entra	Hi Salida	Hi Gas	Σ GAS
CO	28.16	0.0017	5.4	2.2	8514	34375	198.54	475.96
CO2	22.26	0.0598	3.5	7.5	9000	49173	305.30	
CH4	19.89	0.0502	1.3	1.1	8254	55765	29.99	
N2	28.90	0.0016	8.1	2.9	8611	34121	385.21	
H2	29.11	0.0019	4	8.7	8628	33039	207.5	
S02	25.78	0.0580	3.81	8.61	9944	50952	1.99	

Debemos de tener en cuenta, que el principal quemador, puntual y catalítico, para poder realizar la combustión al interior de la antorcha olímpica, necesita del aire comburente en condiciones post normales de presión y temperatura. Se puede ver los datos correspondientes al gas de síntesis y producción de humos a la salida de la antorcha.

Tabla 19 Análisis del Caudal de Humos y Gas+

Fuente : Ríos, Elaboracion Propia

Gas	Másico	1.005
	Molar	0.04
	Volumétrico	0.8964
Humos	Másico	2,347
	Molar	0.09
	Volumétrico	1.94
	Humos	200
	Presión	101.325

Por ultimo debemos de mencionar que el rendimiento del buen motor interno hibrido para el proceso de pirolisis y gasificación mediante la utilización de la biomasa según los datos de las presentadas tablas , como combustible con un rendimiento eléctrico al 25%

se tiene el gas de síntesis procedente de la antorcha, el LHV se presenta en las siguientes condiciones según la tabla propuesta:

Tabla 20 Temperatura Uniforme del Gas en Combustión
Fuente ELOR, Elaboracion Propia

Temperatura del gas (°C)	33.63
Presión del gas (kPa)	97.42
Caudal Masico gas húmedo (Kg/s)	1.005

4.4. Evaluar la viabilidad técnica y económica de la generación de energía eléctrica de molinos.

La idea central de este objetivo, es analizar, estudiar, comprender el porque la viabilidad del negocio eléctrico, es la que permite que esta nueva tecnología, energética que tiene un elevada justificación académica, conceptual, teórica, ambiental, social, política, cultural, también sea viable desde el punto de vista económico – financiero, es decir pase por la puerta central el muro del triunfo de la viabilidad financiera

Los parámetros de la solución viable los pasamos a analizar, desmenuzar y estudiar con énfasis y control, primero viendo la perspectiva en el mercado eléctrico mayorista de venta de energía, mercado mayorista administrado por el COES (Comité de Operación Económica del Sistema), con la teoría Marginalista del costo marginal instantáneo, para llamar a entregar energía a una determinada central, pero que siempre esta entregando potencia, o mejor dicho garantía de estar listo preparado para entregar energía hasta cierta cantidad o potencia media promedio ponderada, de acuerdo a un diagrama de carga, pero también se analice que esta central se incorpore a la famosa y prometida generación a nivel de distribución, es decir evitar el gasto de toda la infraestructura de transmisión, tanto transmisión principal, como transmisión secundaria, así como la moderna transmisión garantizada

El CAPEX , o inversión inicial es lo primero que debemos de determinar, para lo cual debemos de generar la captación del capital, es decir Bancarizar el proyecto, que no es una actividad fácil, pues requiere experticia y conocimientos del mercado de bonos, soberanos, con derecho a voto o sin derecho a voto, con preferencia para el reparto de utilidades en efectivo y dividendos en acciones liberada, madres, hijas y abuelas, valor

de reventa y pagos garantizados, luego es necesario el repaso de las principales acciones de ingeniería tales :

Gasificación en lecho fluido y turbulento de acuerdo a las ecuaciones de Reynolds y demás lagrangiano vórtices, con su ingreso atravez de parrillas de lecho fluido y de control automático, con el debido aislamiento de ladrillos refractarios, para calentar gases y pasarlos por las debidas turbinas de gas de uno o mas etapas, con múltiples alabes rotores y estatores, que mueven el eje principal, que mueve y hace girar, generando energía a una determinada frecuencia, voltaje intensidad, potencia real, potencia aparente , entre otras principales características eléctricas

Gasificación en lecho fluido y turbulento de acuerdo a las ecuaciones de Reynolds y demás lagrangiano vórtices, con su ingreso atravez de parrillas de lecho fluido y de control automático, con el debido aislamiento de ladrillos refractarios, para calentar gases y pasarlos por las debidas turbinas de gas de uno o mas etapas, con múltiples alabes rotores y estatores, que mueven el eje principal, que mueve y hace girar, generando energía a una determinada frecuencia, voltaje intensidad, potencia real, potencia aparente , entre otras principales características eléctricas

Gasificación en lecho fluido y turbulento de acuerdo a las ecuaciones de Reynolds y demás lagrangiano vórtices, con su ingreso atravez de parrillas de lecho fluido y de control automático, con el debido aislamiento de ladrillos refractarios, para calentar gases y pasarlos por las debidas turbinas de gas de uno o mas etapas, con múltiples alabes rotores y estatores, que mueven el eje principal, que mueve y hace girar, generando energía a una determinada frecuencia, voltaje intensidad, potencia real, potencia aparente , entre otras principales características eléctricas

Gasificación en lecho fluido y turbulento de acuerdo a las ecuaciones de Reynolds y demás lagrangiano vórtices, con su ingreso atravez de parrillas de lecho fluido y de control automático, con el debido aislamiento de ladrillos refractarios, para calentar gases y pasarlos por las debidas turbinas de gas de uno o mas etapas, con múltiples alabes rotores y estatores, que mueven el eje principal, que mueve y hace girar, generando energía a una determinada frecuencia, voltaje intensidad, potencia real, potencia aparente , entre otras principales características eléctricas

Gasificación en lecho fluido y turbulento de acuerdo a las ecuaciones de Reynolds y demás lagrangiano vórtices, con su ingreso atravez de parrillas de lecho fluido y de control automático, con el debido aislamiento de ladrillos refractarios, para calentar

gases y pasarlos por las debidas turbinas de gas de uno o mas etapas, con múltiples alabes rotores y estatores, que mueven el eje principal, que mueve y hace girar, generando energía a una determinada frecuencia, voltaje intensidad, potencia real, potencia aparente , entre otras principales características eléctricas

Gasificación en lecho fluido y turbulento de acuerdo a las ecuaciones de Reynolds y demás lagrangiano vórtices, con su ingreso atravez de parrillas de lecho fluido y de control automático, con el debido aislamiento de ladrillos refractarios, para calentar gases y pasarlos por las debidas turbinas de gas de uno o mas etapas, con múltiples alabes rotores y estatores, que mueven el eje principal, que mueve y hace girar, generando energía a una determinada frecuencia, voltaje intensidad, potencia real, potencia aparente , entre otras principales características eléctricas

Para lo cual tenemos de manera sucinta y precisa el siguiente presupuesto de inversión inicial de riesgo o CAPEX

Instalaciones Térmicas Generadoras

PRESUPUESTO INICIAL DE INVERSION EN INSTALACIONES TERMICAS				
ítem	Descripción	Cant	P Unitario	P Parcial
1	Parrilla Alimentadora Lateral 1	1	15,000	15,000
2	Parrilla Alimentadora Lateral 2	1	15,000	15,000
3	Parilla Alimentadora Lateral 3	1	15,000	15,000
4	Inyector Ciclónico A	1	25,000	25,000
5	Inyector Ciclónico A	1	25,000	25,000
6	Inyector Ciclónico A	1	25,000	25,000
7	Intercambiador Parcial A	1	20,000	20,000
8	Intercambiador Parcial B	1	20,000	20,000
9	Intercambiador Parcial C	1	20,000	20,000
10	Intercambiador Parcial D	1	20,000	20,000
11	Intercambiador Parcial E	1	20,000	20,000
12	Intercambiador Parcial F	1	20,000	20,000
11	Ducto Sección 1	1	30,000	30,000
12	Ducto Sección 2	1	30,000	30,000
13	Ducto Sección 3	1	30,000	30,000

14	Ducto Sección 4	1	30,000	30,000
15	Ducto Sección 5	1	30,000	30,000
16	Turbina Atmosférica A	1	50,000	50,000
17	Turbina Atmosférica B	1	50,000	50,000
18	Turbina Atmosférica C	1	50,000	50,000
19	Turbina Atmosférica D	1	50,000	50,000
20	Turbina Atmosférica E	1	50,000	50,000
21	Turbina Atmosférica F	1	50,000	50,000
22	Turbina Atmosférica G	1	50,000	50,000
23	Turbina Atmosférica H	1	50,000	50,000
24	Turbina Atmosférica I	1	50,000	50,000

Haciendo un total de Inversión Térmica de US \$ 840,000.00

Instalaciones Eléctricas Generadoras

PRESUPUESTO INICIAL DE INVERSION EN INSTALACIONES ELECTRICAS				
ítem	Descripción	Cant	P Unitario	P Parcial
1	Generador Asíncrono A	1	35,000	35,000
2	Generador Asíncrono B	1	35,000	35,000
3	Generador Asíncrono C	1	35,000	35,000
4	Generador Asíncrono D	1	35,000	35,000
5	Generador Asíncrono E	1	35,000	35,000
6	Tarjeta ECU AI A	1	25,000	25,000
7	Tarjeta ECU AI B	1	25,000	25,000
8	Tarjeta ECU AI C	1	25,000	25,000
9	Tarjeta ECU AI D	1	25,000	25,000
10	Tarjeta ECU AI E	1	25,000	25,000
11	Trafo Elevador A	1	40,000	40,000
12	Trafo Elevador B	1	40,000	40,000
11	Trafo Elevador C	1	40,000	40,000
12	Trafo Elevador D	1	40,000	40,000
13	Trafo Elevador E	1	40,000	40,000
14	Seccionador , Interruptor A	1	50,000	50,000

15	Seccionador , Interruptor B	1	50,000	50,000
16	Seccionador , Interruptor C	1	50,000	50,000
17	Seccionador , Interruptor D	1	50,000	50,000
18	Seccionador , Interruptor E	1	50,000	50,000
19	Pórtico de Salida A	1	50,000	50,000
20	Pórtico de Salida B	1	50,000	50,000
21	Pórtico de Salida C	1	50,000	50,000
22	Pórtico de Salida D	1	50,000	50,000
23	Pórtico de Salida E	1	50,000	50,000
24	Pórtico de Salida F	1	50,000	50,000

Haciendo un total de Inversión Térmica de US \$ 1'050,000.00

Haciendo una inversión inicial Total de US \$ 1'890,000.00

En cuanto a los ingresos por venta de Energia y Potencia para los Próximos diez años, que es el periodo de vida útil del proyecto analizado, debemos de tener en cuenta lo siguiente :

Año	Ingreso por Venta Energia US \$
1	480,000
2	480,000
3	480,000
4	480,000
5	480,000
6	480,000
7	480,000
8	480,000
9	480,000
10	480,000
11	480,000
12	480,000
13	480,000

14	480,000
15	480,000
16	480,000
17	480,000
18	480,000
19	480,000
20	480,000

En cuanto los ingresos debemos de indicar que la potencia, recibe una retribución, que tiene como filosofía principal. El pagar la anualidad de la inversión de las máquinas y equipos, necesarios para generar, transmitir y distribuir la energía, es un costo de garantía y un incentivo a tener los sistemas eléctricos, para que de manera rápida e instantánea abastezcan de energía los sistemas interconectados, centralizados y distribuidos , pudiendo ser no detectable cual hueco de tensión o hueco de suministro eléctrico, también es lo que se conoce como la reserva fría y es la mejor descripción del concepto de marginalidad y de mercado eléctrico de competencia perfecta y justa y por lo tanto eficiente, tenemos los siguientes datos calculados, para el presente trabajo de investigación :

Año	Ingreso por Venta Potencia US \$
1	35,000
2	35,000
3	35,000
4	35,000
5	35,000
6	35,000
7	35,000
8	35,000
9	35,000
10	35,000
11	35,000
12	35,000
13	35,000

14	35,000
15	35,000
16	35,000
17	35,000
18	35,000
19	35,000
20	35,000

Para completar la triada mágica para resolver este problema de viabilidad de la inversión es necesario el analizar la serie histórica de gastos, en combustible en este caso cascarilla de arroz, que por sus usos y demandas alternativas, ya tienen un valor de mercado, en libre y sana competencia y que pasamos a describir, debemos de mencionar que también se acompaña de los costos de mantenimiento (pago de costos fijos diversos y complicados , pagos de mano de obra calificada , no calificada, directa , e indirecta) ,Asi como costos de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo en total coordinación y armonía , dando lugar la siguiente serie histórica de valores en el tiempo de duración del proyecto :

Año	Egresos por Energético , Mantenimiento, y Mano de Obra US \$
1	85,000
2	85,000
3	85,000
4	85,000
5	85,000
6	85,000
7	85,000
8	85,000
9	85,000
10	85,000
11	85,000

12	85,000
13	85,000
14	85,000
15	85,000
16	85,000
17	85,000
18	85,000
19	85,000
20	85,000

También debemos de definir, la vida útil del proyecto, la cual tiene relación directa, con la duración del negocio, en este caso la producción de electricidad, es y será una necesidad, en el cual podrá cambiar la fuente de generación, pero lo que nunca va a cambiar es la demanda continua de energía eléctrica, y por otro lado la vida útil económica de las principales máquinas y equipos de este proyecto, los cuales irán depreciando su valor de manera lineal de acuerdo a las normas establecidas en el reglamento Nacional de Tasaciones RM N° 172 – 2016 – Vivienda de acuerdo a la tabla analítica adjunta :

Año	Valor Residual de las Maquinas y equipos US \$
1	1' 890,000.00
2	1' 795,500.00
3	1' 701,000.00
4	1' 606,500.00
5	1,512,000.00
6	1' 417,500.00
7	1,323,000.00
8	1' 228,500.00
9	1' 134,000.00
10	1' 039,500.00
11	945,000.00
12	850,500.00

13	756,000.00
14	661,500.00
15	567,000.00
16	472,500.00
17	378,000.00
18	283,500.00
19	189,000.00
20	94,500.00

En cuanto a las tasas de interés debemos de tomar en cuenta la siguiente base de datos que hemos elaborado para formar nuestra base de datos histórica para la determinación del costo medio ponderado de capital de la empresa y del proyecto, pues hay que tener presente que son valores formados en circunstancias diferentes :

En cuanto a las tasas de descuento, tenemos las siguientes alternativas:

Alternativa, Préstamo en la banca Formal comercial: 25 % Tasa Real al Año

Alternativa Emisión de Bonos en el Mercado Nacional: 20 % Costo Real al Año

Alternativa Préstamo en Micro Banca de Crédito: 30 % Costo equivalente al Año

Alternativa de Préstamo en Moneda Extranjera: 18 % Costo equivalente al Año

Alternativa de Préstamo interno al WACC: 15 % Equivalente Anual

Con lo cual procederemos a elaborar los respectivos flujos de caja, y a determinar para determinadas circunstancias y valores los datos que toman el calculo del VAN (Valor

FLUJO DE CAJA , VAN , TIR, CONDICIONES NORMALES

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Energia	0	480.000	480.000	480.000	480.000	480.000	480.000	480.000	480.000	480.000	480.000
Ingresos Potencia		35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
Total Ingresos	0	515.000	515.000	515.000	515.000	515.000	515.000	515.000	515.000	515.000	515.000
Egresos											
E. Capital	1890000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E. Corrientes	0	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000
Total Egresos	1890000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000
Saldo Neto	-1.890.000	430.000	430.000	430.000	430.000	430.000	430.000	430.000	430.000	430.000	430.000

VAN **683.785**
TIR **19%**

Tasa de Interés 10 %

Vida Útil 10 Años

Valor Residual 0

FLUJO DE CAJA , VAN , TIR, CONDICIONES NORMALES

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Energia	0	576.000	576.000	576.000	576.000	576.000	576.000	576.000	576.000	576.000	576.000
Ingresos Potencia		35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
Total Ingresos	0	611.000	611.000	611.000	611.000	611.000	611.000	611.000	611.000	611.000	611.000
Egresos											
E. Capital	1512000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E. Corrientes	0	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000
Total Egresos	1512000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000
Saldo Neto	-1.512.000	526.000	526.000	526.000	526.000	526.000	526.000	526.000	526.000	526.000	526.000

VAN **1.563.675**
TIR **33%**

Incremento de Ingresos por Energia: + 20 %

Disminución de Gastos CAPEX - 20 %

FLUJO DE CAJA , VAN , TIR, CONDICIONES NORMALES

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Energia	0	384.000	384.000	384.000	384.000	384.000	384.000	384.000	384.000	384.000	384.000
Ingresos Potencia		35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
Total Ingresos	0	419.000	419.000	419.000	419.000	419.000	419.000	419.000	419.000	419.000	419.000
Egresos											
E. Capital	2268000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E. Corrientes	0	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000
Total Egresos	2268000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000	85000
Saldo Neto	-2.268.000	334.000	334.000	334.000	334.000	334.000	334.000	334.000	334.000	334.000	334.000

VAN **-196.104**
TIR **8%**

Disminucion de Ingresos por Energia - 20 %

Aumento de CAPEX + 20 %

V. DISCUSIÓN

La utilización energética de la biomasa producida por la agricultura moderna y tradicional de la agricultura del Norte del Perú, en donde destaca el enorme valle del Chancay Lambayeque con más de 250,000 Hectáreas de tierras fértiles para la producción agrícola para mercados Nacionales o internacionales de exportación, existiendo agua solo para un poco más de 100,000 Hectáreas en años de lluvia normal, y hasta 150,000 Hectáreas en épocas de lluvias frondosas y extensas como el caso de los cada vez mas recurrentes fenómenos del niño, o huracanes tipo Yuki, como lo ocurrido el año 2023 en la costa Norte del Perú, por lo que existen ingentes cantidades de biomasa en donde se deben destacar el bagazo para el caso de la industria azucarera de la Caña de azúcar, que tiene como sub producto excedente y con muy buen poder calorífico de acuerdo a los ensayos realizados en los laboratorios de la Universidad Cesar Vallejo y otras universidades y centros de investigación y desarrollo productivo, que está en el orden del 30 % del peso en caña que ingresa a las mesas alimentadoras del ingenio azucarero, también debemos de tener en cuenta a la industria del Pilado del Arroz, en donde de los más de cien molinos de arroz existentes en la región Lambayeque, existe el excedente, de cascarilla de arroz, producto del pilado , que esta en el orden del 30 % del arroz en cascara que ingresa a las tolvas de almacenamiento , así mismo parte de estas potencialidades energéticas son aprovechadas en procedimientos técnicos productivos tal como el añejado o el envejecimiento artificial del arroz para lograr de esta manera una mayor aceptación por parte del público consumidor

Asi mismo debemos de tener en cuenta, que de acuerdo a la experiencia consultada por los autores del presente trabajo de investigación, la actividad molinera en la región Lambayeque en Particular y la Región Norte de nuestra amada patria en General, son de larga data , antes de la reforma agraria ligadas al latifundio y del Periodo 1969 a 1990 ligadas a la mediana empresa mercantilista, que creaba pequeños y medianos monopolios, tal es el caso que la existencia de los molinos de pilar arroz, está ligada a la empresa ECASA (Empresa Comercializadora de Arroz Sociedad Anónima) , creada por el Régimen Militar Nacionalista que gobernó en el Perú, en los años 1968 a 1980, en donde la decisión de aperturar un molino de arroz, pasaba por una aprobación de esta entidad, es decir no se podía montar un molino de arroz en Oyotun, Picsi , Pitipo, Jayanca , Lambayeque , Chiclayo, Ferreñafe , si es que no se contaba con la aprobación

de esta entidad, lo cual determinaba que no existiera la mínima , competencia comercial, industrial , innovadora y creativa, existiendo pues una total falta de incentivos, para mejorar el proceso productivo con mejoras, tales como las mesas pre limpiadores, las mesas des predadoras, las mesas paddy de control inteligente programado, las pulidoras y lustradoras de tronco cono de piedra abrasiva, o los micro chorros, de agua pulverizada a presión alta y temperatura a condiciones normales, las clasificadores de cilindros trieu, de tres tamaños de selección, entero, partido $\frac{3}{4}$, partido medio y Ñelen, equipos posteriores, tales como abrillantadores, añejadores, clasificadores cromáticos, añejadores, habiéndose creado innovadoras y pujantes empresas, tales como Sayán Maquinarias, Carhuatech Ingenieros , que crean maquinas debido a la alta competencia creada con la liberación del mercado ocurrida, que ha permitido inversiones fuertes y sostenidas y sobre todo bancarizadas opciones de financiamiento a tasas, requisitos, plazos y costos fijos muy bajos y competitivos y sencillos

En cuanto a La tecnología de la Pirólisis , está en constante evolución, pasando por las tecnologías de procedencia asiática, tal como la china, la filipina , la tailandesa y Japonesa, donde se ha constatado que por lo general se utilizan diferentes tipos y diseños de pirolíticos reactores para diversos propósitos y aplicaciones, de donde el reactor muy utilizado es el de tipo o equivalente a tornillo sinfín, por lo se calcula y provee , que se requiere de grandes espacios, tiempos y volúmenes y se puede llegar procesar gran cantidad de biomasa.

Especial atención para la comunidad científica de la Escuela de Ingeniera Mecánica Electrica de la Universidad Cesar Vallejo, debe ser tener muy en cuenta la Pirolisis rápida, versión moderna de la tradicional pirolisis, de donde se producen los bioaceites de la concentración de la cascarilla del arroz, lo que por el momento a súper escala de laboratorio se da en un reactor de fluidizado lecho ágil , por intermedio de procesos ágiles, dando lugar a la obtención de los bioaceites cuyas principales propiedades y rendimientos los podemos apreciar

Finalmente debemos de tener en cuenta, La idea central de este objetivo, es analizar, estudiar, comprender el porque la viabilidad del negocio eléctrico, es la que permite que esta nueva tecnología, energética que tiene un elevada justificación académica, conceptual, teórica, ambiental, social, política, cultural, también sea viable desde el

punto de vista económico – financiero, es decir pase por la puerta central el muro del triunfo de la viabilidad financiera

Los parámetros de la solución viable los pasamos a analizar, desmenuzar y estudiar con énfasis y control, primero viendo la perspectiva en el mercado eléctrico mayorista de venta de energía, mercado mayorista administrado por el COES (Comité de Operación Económica del Sistema), con la teoría Marginalista del costo marginal instantáneo, para llamar a entregar energía a una determinada central, pero que siempre esta entregando potencia, o mejor dicho garantía de estar listo preparado para entregar energía hasta cierta cantidad o potencia media promedio ponderada, de acuerdo a un diagrama de carga, pero también se analice que esta central se incorpore a la famosa y prometida generación a nivel de distribución, es decir evitar el gasto de toda la infraestructura de transmisión, tanto transmisión principal, como transmisión secundaria, así como la moderna transmisión garantizada

El CAPEX , o inversión inicial es lo primero que debemos de determinar, para lo cual debemos de generar la captación del capital, es decir Bancarizar el proyecto, que no es una actividad fácil, pues requiere experticia y conocimientos del mercado de bonos, soberanos, con derecho a voto o sin derecho a voto, con preferencia para el reparto de utilidades en efectivo y dividendos en acciones liberada, madres, hijas y abuelas, valor de reventa y pagos garantizados, luego es necesario el repaso de las principales acciones de ingeniería tales :

Gasificación en lecho fluido y turbulento de acuerdo a las ecuaciones de Reynolds y demás lagrangiano vórtices, con su ingreso atravez de parrillas de lecho fluido y de control automático, con el debido aislamiento de ladrillos refractarios, para calentar gases y pasarlos por las debidas turbinas de gas de uno o mas etapas, con múltiples alabes rotores y estatores, que mueven el eje principal, que mueve y hace girar, generando energía a una determinada frecuencia, voltaje intensidad, potencia real, potencia aparente , entre otras principales características eléctricas

Para lo cual tenemos de manera sucinta y precisa el siguiente presupuesto de inversión inicial de riesgo o CAPEX

VI. CONCLUSIONES

Para este importantísimo análisis de la utilización térmica de las biomásas de la agricultura tradicional y orgánica de la región Norte del País, debemos de tener muy en cuenta que, Los parámetros de la solución viable los pasamos a analizar, desmenuzar y estudiar con énfasis y control, primero viendo la perspectiva en el mercado eléctrico mayorista de venta de energía, mercado mayorista administrado por el COES (Comité de Operación Económica del Sistema), con la teoría Marginalista del costo marginal instantáneo, para llamar a entregar energía a una determinada central, pero que siempre esta entregando potencia, o mejor dicho garantía de estar listo preparado para entregar energía hasta cierta cantidad o potencia media promedio ponderada, de acuerdo a un diagrama de carga, pero también se analice que esta central se incorpore a la famosa y prometida generación a nivel de distribución, es decir evitar el gasto de toda la infraestructura de transmisión, tanto transmisión principal, como transmisión secundaria, así como la moderna transmisión garantizada

El CAPEX , o inversión inicial es lo primero que debemos de determinar, para lo cual debemos de generar la captación del capital, es decir Bancarizar el proyecto, que no es una actividad fácil, pues requiere experticia y conocimientos del mercado de bonos, soberanos, con derecho a voto o sin derecho a voto, con preferencia para el reparto de utilidades en efectivo y dividendos en acciones liberada, madres, hijas y abuelas, valor de reventa y pagos garantizados, luego es necesario el repaso de las principales acciones de ingeniería tales :

VII. RECOMENDACIONES

Las principales recomendaciones que podemos formular en el presente trabajo de investigación son :

La crisis energética del Cenit del Petroleo, de acuerdo a la teoría de Hubbert, así como el efecto invernadero que obliga a las política de emisiones Zero, de acuerdo a los compromisos del estado Peruano en el IPCC –Panel intergubernamental , lo que determina que el presente trabajo de investigación no solo debe tener el apoyo de la Universidad Cesar Vallejo, si no del Gobierno Municipal Provincial, Gobierno Regional y la sociedad científica y Civil en general de la Región Lambayeque

REFERENCIAS

- Rojas González, A., & Flórez Montes, C. (2018). *VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE FRUTAS PARA COMBUSTIÓN Y PIRÓLISIS*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Colombia: Revista Politécnica. Obtenido de <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/1395/1164>
- Aguiar, R., & Quintana., A. (2020). *Caracterización de cascarilla de arroz como biomasa residual para combustible térmico*. Ecuador: Universidad Internacional SEK. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3742>
- Aguiar Zeas, G. L. (2021). *Evaluación de los residuos de cascarilla de arroz y café como sustratos para generación de biogás mediante el proceso biológico anaeróbico controlado*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, NICARAGUA. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/15489/>
- Alireza Bazargan, Majid Bazargan, & Gordon McKay. (2015). *Optimization of rice husk pretreatment for energy production*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148114008039>
- Alvarez Ticllasuca, Joaquin, & Gonzales Paucar, Zaida . (2021). *Eficiencia del biocarbón a partir del purín de porcino por pirólisis*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, LIMA - PERU. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/61913>
- Angarita, O. C. (2016). *Estimación del Modelo Cinético de la Pirolisis de Cascarilla de Café a partir de un Análisis Termogravimétrico*. Universidad de los Andes. Bogota - Colombia: Universidad de los Andes. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/19072/u728401.pdf?sequence=1>
- Araujo. (2020). *Producción de energía de la cascarilla de arroz en Brasil*. brasil.
- Carla Vilca, Stephani Rodriguez, & Ulvio Altarama. (2022). *Pirólisis: una revisión de conceptos y aplicaciones en la gestión de residuos sólidos*. Universidad Católica de Santa María, PERU. Obtenido de <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/viewFile/854/1267>
- Castro-Ladino, Javier R., Vacca-Casanova, Ana B, & Cuy-Hoyos, Carlos A. (2020). *pirólisis sistema para obtener material carbonoso a partir de arroz cáscar utilizado como precursor*. Universidad de los Llanos, COLOMBIA. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85097281010&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Pyrolysis+system+to+obtain+carbonaceous+material+from+rice+husk+as+a+precursor&sid=536d20b8c709a4a407549e841bbe0c28&sot=q&sdt=b&sl=98&s=TITLE-ABS-KEY->
- Chen, C. (2021). *Torrefacción de cascarilla y paja de arroz: Propiedades y cinética de pirólisis de biomasa cruda y torrefactada*. china.
- Chieng Silvia, & Kuan Seng. (2022). *Aprovechamiento de bioenergía y productos de alto valor agregado a partir de residuos de arroz: una revisión*. Universidad Tunku Abdul Rahman. Malasia: Conversión de Biomasa y Biorrefinería. doi:10.1007/s13399-020-00891-y

- Cordoba, P. A. (2022). *System Advisor Model (SAM) como sistema de apoyo ambiental y energético para el aprovechamiento de la cascarilla de arroz*. Fundación Universidad de América, Bogota - Colombia. Obtenido de https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/system_advisor_model_SAM_como_sistema_de_apoyo_ambiental_y_energetico/2563
- Cortez, P. (2020). *Valorización de la cascarilla de Arroz en diferentes Procesos Industriales*. MEDELLIN: ANTIOQUIA.
- Cuy-Hoyos. (2020). *sistema de pirolisis para obtener material carbonoso a partir de cascarilla de arroz utilizado como precursor*. colombia - bogota.
- Dannette Bernice, R., Torres Martínez, D., & Vílchez Pérez, H. (2022). *USO SOSTENIBLE DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA PRODUCTOS DE VALOR AÑADIDO*. Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua: Revista El Higo. Obtenido de <http://revistas.uni.edu.ni/index.php/Higo/article/view/463/447>
- Dario. (2019). *Utilización de biocarbón de la cáscara de Oryza sativa (arroz)*. colombia.
- Fernández García, E. A. (2019). *Generación de energía eléctrica mediante gasificación de la cascarilla de arroz para un molino en Lambayeque*. UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, LAMBAYEQUE, LIMA - PERU. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4356>
- GALDÁMEZ, C. A. (2022). *EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN RENOVABLE DE HIDRÓGENO*. UNIVERSIDAD DE CHILE, SANTIAGO DE CHILE. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/187037/Evaluacion-de-la-produccion-renovable-de-hidrogeno-mediante-la-revaloracion-de-residuos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gavilanez., J. D. (2021). *Diseño de un sistema de generación de energía usando la cascarilla de arroz como fuente de energía*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, GUAYAQUIL, ECUADOR. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/54731/1/T-112189%20CATAGUA%20GAVILANEZ%2c%20JIMMY%20%26%20MENDEZ%20RODRIGUEZ%2c%20STEVEN.pdf>
- Gutiérrez, J. D. (2017). *Efectos de los Parámetros de operación de la pirolisis rápida*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín - Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60914/1128397854.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Haftom Weldekidan, Vladimir Strezov, Graham Town, & Tao Kan. (2018). *Producción y análisis de combustibles y productos químicos obtenidos a partir de la pirólisis de cascarilla de arroz con radiación solar concentrada*. Universidad Macquarie, Sydney, AUSTRALIA. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016236118311104#!>
- Howitt Guerrero, F., Vasquez Retamales, S., Vidal Salazar, D., & Zurita Mosquera, J. (2021). *Diseño de un sistema de pirólisis rápida*. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/11224/1/200053-203476-201641-200584.pdf>
- INEI. (2021). *Producción de arroz cascara en Perú durante el año 2021*. PERU.

- Instituto Nacional de Estadística. (2022). *industria molinera en el peru*. Peru.
- Isabel Quispe, Rodrigo Navia, & Ramzy Kahhat. (2017). *Potencial energético de la cascarilla de arroz mediante combustión directa y pirólisis rápida: una revisión*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16305517>
- Jhohannes, A. G. (2020). *Diseño de una central termoeléctrica utilizando cascarilla de arroz para reducir costos de consumo de energía eléctrica en los molinos de arroz de la provincia de Jaén*. Universidad Señor de Sipan, Cajamarca, Jaen. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6893>
- José, P. F. (2021). "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE AÑEJAMIENTO ARTIFICIAL EN LA CALIDAD CULINARIA DE ARROZ (*Oryza sativa*)". Universidad Señor de Sipan, Lambayeque, Peru. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7711/Pisfil%20Fernandez%20Darwin%20Jos%20a9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jung, S., & Kwon., D. (2020). *Generación de energía utilizando combustibles derivados de cáscara de arroz a partir de pirólisis catalítica asistida por CO₂ sobre Co/Al₂O₃*. REPUBLICA DE COREA. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220312500>
- KRAMER, V. S. (2021). *DISEÑO DE ANTORCHAS ATMOSFÉRICAS PARA LA COMBUSTIÓN DE TAILGAS PROVENIENTE DE PROCESOS DE PIRÓLISIS DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO*. UNIVERSIDAD DE CHILE, SANTIAGO DE CHILE. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/180342/Dise%20de-antorchas-atmosfericas-para-la-combustion-de-tailgas-proveniente-de-procesos-de-pirólisis-de-neumaticos-fuera-de-uso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Liliana Ibeth Pérez Pérez, & Yury Alexandra Vargas Corredor. (2018). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente*. UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA. BOGOTA - COLOMBIA: Revista Facultad De Ciencias Básicas. doi: <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- López, E. N. (2020). *Estudio de la pirólisis rápida de plástico PEBD*. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ, QUITO - ECUADOR. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/9240/1/131974.pdf>
- Millogoi, Z. E., & Antwi, A. B. (2022). *La sinergia entre la reutilización de biomasa prístina de cáscara de arroz y la producción de energía limpia*. Israel: Bioresource Technology Reports. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101179>
- Mulugetta, Y. (2021). : Análisis de factibilidad técnico-económica y ambiental de un sistema energético alimentado con cascarilla de arroz para su aplicación en un grupo de molinos de arroz. *El sevier*.
- Nandagopal, & Maheswari. (2019). *Pirólisis generación de electricidad y biomasa*. Instituto Sreenivasa de Tecnología y Estudios de Gestión, Chittoor, Andhra Pradesh, India. doi:10.1166/jctn.2019.7744
- OkenwaC, & Aigbodion. (2022). *Nuevos conocimientos sobre el rendimiento electroquímico mejorado del grafeno sintetizado a partir de un electrodo*

compuesto de grafito dopado con cáscara de arroz para supercondensadores. Colecciones de datos Quimicos, Universidad de Nigeria, Nsukka, Nigeria. doi:10.1016/j.cdc.2022.100887

- Ortega Ramírez, A. T., & Quispe Trinidad, M. I. (2021). *Alternativas del uso de la cascarilla de arroz como fuente energética.* Universidad de América, Bogotá, Colombia. doi:10.18273/revfue.v19n2-2021005
- Osorio. (2019). *análisis técnico económico del uso de la cascarilla de arroz.* colombia.
- Páez, O. L., & Navarro, A. R. (2016). *La cascarilla de arroz como una alternativa en procesos de descontaminación.* Universidad del Tolima, COLOMBIA. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000200013
- PALMA, C. A. (2016). *ESTUDIO DE PIROLISIS CATALITICA DE DESECHOS PROVENIENTES DEL CAUCHO.* UNIVERSIDAD DE CHILE, CHILE. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139114/Estudio-de-pirolisis-catalitica-de-desechos-provenientes-del-caucho.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Paz Paredes, C. E. (2022). *“Diseño de una central termoeléctrica de biomasa para Lambayeque, utilizando residuos agrícolas como el bagazo de la caña de azúcar, y cascarilla de arroz.* Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Peru. Obtenido de https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10364/Paz_Paredes_Carlos_Enrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quintana. (2020). *ciclo de biomasa.* ecuador.
- Quintanilla, E. (2019). *Estructura de Costos de Generación Renovable.* SANTIAGO: MAPUCHE.
- SANCHEZ, E. S. (2019). *PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA CASCARILLA DE ARROZ PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DEL MOLINO Y CÍA. SEMPER S. A. C. UTILIZANDO EL SISTEMA DE GASIFICACIÓN .* UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, Lambayeque, Chiclayo - Peru. Obtenido de https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2269/1/TL_SalazarSanchezEve r.pdf
- Siavichay, L. F. (2018). *Metodos de inferencia Estadística aplicada a la Investigación Energética.* Cuenca - Ecuador.
- Silvia. (2020). *Estadísticas de producción de Residuos Orgánicos Energéticos.* Alemania.
- Singh, P. (2020). <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85081255354&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=energy+potential+of+pyrolysis+rice+husk&nlo=&nlr=&nls=&sid=061307c8d8726216854428907de6206f&sot=q&sdt=b&sl=59&s=TITLE-ABS-KEY-AUTH%28energy+potential+>. Instituto Nacional de Tecnología Motilal Nehru Allahabad, INDIA. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85081255354&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=energy+potential+of+pyrolysis+rice+husk&nlo=&nlr=&nls=&sid=061307c8d8726216854428907de6206f&sot=q&sdt=b&sl=59&s=TITLE-ABS-KEY->

AUTH%28energy+potential+

- Tineo Flores, A. Y. (2021). *Utilización de biocarbón de la cáscara de Oryza sativa (arroz) para la adsorción de metales pesados en suelos salinos: una revisión sistemática*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, LAMBAYEQUE, CHICLAYO - PERU. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85754/Tineo_FAY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tovar, D. (2019). *origen de la biomasa*. colombia.
- Ximena, C. S. (2018). *Aprovechamiento de residuos lignocelulósicos del Saccharum officinarum por pirólisis para la obtención de bio-oil, Chongoyape 2018*. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, LIMA - PERU. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59908/Cotrina_SSX-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Xinsheng Wang, Zhenlin Lu , Lei Jia, & JiangxianChen. (2017). *Propiedades físicas y características de pirólisis de la cascarilla de arroz en diferentes atmósferas*. Universidad Tecnológica de Xi'an, Xi'an , CHINA. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211379716301474#kg005>
- Zhang, Z. (2020). *volátiles pirolizados de granos de destilería a base de cáscara de arroz*. china.

ANEXOS

Anexo 01: Tabla de Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
<p>Variable Independiente: Pirolysis de la Cascarilla de Arroz.</p>	<p>La pirolisis es un proceso de conversión termoquímica altamente endotérmica, que precisa de una fuente de calor superficial para descomponer compuestos orgánicos térmicamente inestable, de un entorno libre, bajo una atmósfera inerte y presión atmosférica.(Anbarasi, 2019)</p>	<p>Esto se medirá utilizando métodos de observación de las propiedades del combustible y utilizará una revisión y análisis documental sobre la Pirolysis de la cascarilla de arroz</p>	<p>Pirolysis</p> <p>Combustible</p> <p>Agente Gasificante</p>	<p>Poder calorífico</p> <p>Consumo de Combustible</p> <p>Consumo de agente Gasificante</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p>

<p>Variable dependiente: Generación de energía eléctrica.</p>	<p>La generación de energía eléctrica es la transformación de alguna clase de energía; cinética, nuclear, térmica, química, etc., a energía eléctrica mediante un generador. Los costos de producción de energía eléctrica varían dependiendo del combustible y el sistema de generación. (Barrios, 2018).</p>	<p>Será medido a través de la técnica de revisión y análisis documental sobre la Pirolisis de la cascarilla de arroz.</p>	<p>Generación</p> <p>Costo de producción</p>	<p>Flujo producido</p> <p>Costo en kWh</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p>
--	--	---	--	--	---------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "PIROLISIS DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN UN SISTEMA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA", cuyos autores son IZQUIERDO CHAVEZ JUAN WILMER, TIRADO GARCIA JESUS ALBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 03 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA DNI: 16720249 ORCID: 0000-0003-4412-8789	Firmado electrónicamente por: AJSALAZARM el 03- 07-2023 10:36:16

Código documento Trilce: TRI - 0565877