



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Estudio de generación eléctrica por pirolisis en base a cascarilla
de arroz caso molino Lambayeque**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Romero Collantes Roy James (orcid.org/0000-0002-3911-7754)

Quinteros Agreda Alex (orcid.org/0000-0003-2752-2899)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza Anibal Jesus (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

2022

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por ayudarme a terminar mi carrera profesional, por ser mi guía espiritual.

A mis hijos porque ellos son la fuente de mi inspiración y esfuerzo, a toda mi familia y amigos que lo he realizado para alcanzar una meta en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la universidad “cesar vallejo”, que participaron en el proceso de la presente investigación.

Finalmente a nuestras familias, amigos y compañeros de estudio que en todo momento nos brindan su apoyo y colaboración de manera desinteresada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	8
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	8
3.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	8
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	8
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	9
3.5. PROCEDIMIENTOS	10
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	11
3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	11
IV. RESULTADOS.....	12
4.1. DETERMINAR EL POTENCIAL TÉRMICO DE LA BIOMASA DE LA CASCARA DE ARROZ EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE	12
4.2 ESTUDIAR LAS TECNOLOGÍAS DE PUNTA, PARA EL APROVECHAMIENTO TÉRMICO, ANÁLISIS DE PROSPECTIVAS	26
4.3 DETERMINAR Y DIMENSIONAR LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PIROLIZADOR A SER ANALIZADO EN EL MOLINO DE LAMBAYEQUE	28
4.4. VERIFICAR LA VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA	31
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS	45
ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Caracterización de los HC	6
Tabla 2. Producción de cascarilla de arroz entre 2015 y 2021 en molino de Lambayeque	12
Tabla 3. Valores en orden ascendente para análisis de Weibull	16
Tabla 4. Cálculo del análisis de Weibull	19
Tabla 5. Valores de probabilidades de Producción de Cascarilla de arroz	23
Tabla 6. Eficiencia de la combustión a diferentes temperaturas de la cámara de precombustión	30
Tabla 7. Lista de los costos de operación	32
Tabla 8. Los Supuestos del capital de inversión	37
Tabla 9 Los Supuestos Financieros	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Esquema del Proyecto Combustible alternativo de Pirolisis – Cascara de Arroz	5
Figura 2. Integración de HTC de lodo secundario deshidratado	6
Figura 3. Metano acumulado con codigestión de LP y FL	7
Figura 4. Producción Media de Metano frente a carga Orgánica	7
Figura 5. Tendencia de producción de Cascarilla de Arroz entre 2015 y 2021	15
Figura 6. Valores de probabilidades de Producción de Cascarilla de arroz	25
Figura 7. Representación Esquemática de los procesos de flujo de energía en Sistemas de Pirolisis	27
Figura 8. Pirolizador para cascarilla de arroz	28
Figura 9. Eficiencia de la combustión en el proceso de Pirolisis de dos etapas	31
Figura 10. El Flujograma del Proceso FT Jet	31
Figura 11. Balances de Masa y Energía de Procesos	38

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación, es analizar la potencialidad de la cascarilla de arroz, como energético RER en la matriz eléctrica Peruana, se analiza su potencial eléctrico, tanto a nivel individual en molino por molino, probabilística como en toda la industria molinera, se analizan los pro de las nuevas tecnologías, que obtenemos para la utilización energética, venciendo los problemas de contaminación y contribuyendo a la estabilidad del sistema eléctrico interconectado nacional, que se ve afectado en su estabilidad por la presencia de energía con mucha variabilidad, tal como la eólica, que depende de su valor puntual, de la curva de Weibull, curva de distribución que explica con el mejor ajuste la variabilidad de los vientos, así como la solar que si no tiene respaldo de baterías de ion litio o de hidrogeno verde.

Las tecnologías que se analizaran, serán la gasificación en lecho fluido, o en lecho turbulento, donde se disminuyen la emisión de Particulados en suspensión, gases efectos invernadero que arrojan carbono a la atmosfera, para al final de elaborar, los esquemas de simulación de operaciones, con los resultados de operación, y cumplimiento de las restricciones, que nos permiten elaborar los resultados de operaciones, para construir los flujos de caja, durante todo el periodo de vida útil, de la operación, contemplando los valores de recupero, el costo e ingresos por periodo de tiempo, el valor del costo promedio ponderado del capital, para de esa manera poder valorar los rangos en donde varían los conceptos de VAN – Valor actual neto y TIR . Tasa interna de retorno en flujos financieros a precios reales, con nivel de riesgo no considerado.

Es importante el remarcar que el norte del Perú es muy dependiente de las energías provenientes del medio agrario, pues es el esfuerzo conjunto de todas las tecnologías para mejorar la situación de la pobreza en el campo, el campo Peruano es pobre, porque no genera riqueza y solo se le ha dado a la actividad agraria esa gran responsabilidad, es necesario pues que otras actividades humanas como el turismo, la energía y las actividades extractivas, también generen ingresos y de esa manera se pueda aumentar la productividad de las zonas agrarias con el detalle

consiguiente y aumentar las empresas con nueva actividades en donde la generación de energía , con el moderno enfoque del prosumidor, es decir con los conceptos de generación distribuida , el concepto de net Metering es decir la venta de energía con devolución por parte del sistema interconectado, es decir sin la monetización de las transferencias de energía y el net Billing que si monetiza las transferencias de energías, librando a las transferencias de energía de los plazos en que los derechos adquiridos puedan eliminarse en el tiempo.

El problema de la contaminación ambiental originada por la combustión de ciertos bio combustibles por el método tradicional , se ve totalmente eliminada con los métodos que analizaremos de manera prospectiva, tales como la gasificación , es decir combustión a altas temperaturas, en donde no se verán la formación de furanos y gases cancerígenos cuando se quema a bajas temperaturas, es decir son condiciones de incineración térmica , pasando por métodos más modernos como los procesos pirolíticos, es decir procesos en donde en situaciones anaeróbicas es decir sin la presencia de oxígeno o aire se realizan operaciones estequiométricas, también se analizó la posibilidad de utilizar procesos más modernas en etapa todavía de experimentación como son la carbonización hidrotermal , muy utilizada con materia prima con un alto grado de humedad, tal es el caso de los residuos sólidos orgánicos, lo cual los convierte en potenciales recursos energéticos de energía limpias y renovables, hasta el moderno concepto de reforma y blending muy utilizada en los tiempos de masificación renovable y compatible con el objetivo de cero emisión de carbono a la atmosfera en la cual el mundo y las naciones unidas se encuentren en plena vigencia.

PALABRAS CLAVES.

Cascarilla de Arroz, Gasificación, Modelos Energéticos, Viabilidad Económica

ABSTRACT

The main objective of this research is to analyze the potential of rice husk, as RER energy in the Peruvian electrical matrix, its electrical potential is analyzed, both at the individual level in mill by mill, probabilistic and in the entire milling industry, analyze the pros of new technologies, which we obtain for energy use, overcoming pollution problems and contributing to the stability of the national interconnected electrical system, which is affected in its stability by the presence of energy with a lot of variability, such as the wind power, which depends on its point value, on the Weibull curve, a distribution curve that explains with the best fit the variability of the winds, as well as solar power, which does not have lithium ion or green hydrogen battery backup.

The technologies that will be analyzed will be gasification in a fluid bed, or in a turbulent bed, where the emission of suspended particulates is reduced, greenhouse gases that throw carbon into the atmosphere, for the end of elaboration, the operations simulation schemes. , with the results of operation, and compliance with the restrictions, which allow us to prepare the results of operations, to build the cash flows, during the entire period of useful life, of the operation, contemplating the recovery values, the cost and income per period of time, the value of the weighted average cost of capital, in order to be able to assess the ranges in which the concepts of VAN - Net Present Value and IRR vary. Internal rate of return in financial flows at real prices, with a level of risk not considered.

It is important to note that northern Peru is highly dependent on energy from the agricultural environment, since it is the joint effort of all technologies to improve the situation of poverty in the countryside, the Peruvian countryside is poor, because it does not generate wealth and only agricultural activity has been given that great responsibility, it is necessary that other human activities such as tourism, energy and extractive activities, also generate income and in this way the productivity of agricultural areas can be increased with the consequent detail and increase companies with new activities where energy generation, with the modern prosumer approach, that is, with the concepts of distributed generation, the concept of net

metering, that is, the sale of energy with return by the interconnected system , that is, without the monetization of energy transfers and net billing that does monetize energy transfers, freeing to energy transfers of the terms in which the acquired rights can be eliminated in time.

The problem of environmental pollution caused by the combustion of certain biofuels by the traditional method, is totally eliminated with the methods that we will analyze prospectively, such as gasification, that is, combustion at high temperatures, where the formation of furans and carcinogenic gases when burned at low temperatures, that is, they are thermal incineration conditions, going through more modern methods such as pyrolytic processes, that is, processes where in anaerobic situations, that is, without the presence of oxygen or air, they are carried out. stoichiometric operations, the possibility of using more modern processes still in the experimental stage was also analyzed, such as hydrothermal carbonization, widely used with raw materials with a high degree of humidity, such is the case of organic solid waste, which makes them into potential energy resources from clean and renewable energy, to modern no concept of reform and blending widely used in times of renewable massification and compatible with the goal of zero carbon emission to the atmosphere in which the world and the united nations are in full force.

KEYWORDS.

Rice Husk, Gasification, Energy Models, Economic Viability

I. INTRODUCCIÓN

La investigación científica dedicada al uso de los biocombustibles, ha tenido una larga historia en el Perú, pues su inicio se da desde los primeros años de la república con las haciendas de caña de azúcar, que para aumentar valor agregado a sus productos se dedicaron a producir y exportar a Estados Unidos y Europa, azúcar industrial y azúcar blanca refinada con mucho valor agregado, pues desde la preparación de la tierras que fue creciendo pues estas haciendas azucareras se anexaban haciendas vecinas no azucareras y de esta manera aumentaron su producción de miel, azúcar, vinaza y demás productos derivados, hasta la melaza, tan utilizada en el campo, con mucho éxito y que fue reconocido por la naciente república, logrando acumular y poder financiar fabricas completas de extracción de jugo de caña a través de molinos de caña, que pueden ser de tres, cuatro o cinco molinos, con tres o cuatro mazas, en donde mediante el procedimiento de inhibición, se puede obtener el jugo preciado y mirado por un joven y asustado practicante, que se pasea por la fábrica sin una guía de aprendizaje perfecta, luego pasa a los asentadores donde todas las impurezas son decantadas y expulsadas, para dejar al jugo limpio y cristalino, en donde se puedan realizar los análisis correspondientes y con mucha destreza determinar los calentamientos necesarios para el análisis de concentración del brix o porcentaje de azúcar, producto que ha bajado su demanda por la cantidad de casos de aumento de la diabetes enfermedad o pandemia moderno por el alarmante incremento de casos y situaciones, esta concentración se realiza con multiefectos, es decir los vapores producidos por una etapa, sirven para calentar los juegos de etapas posteriores, únicamente con un juego de presiones y temperaturas, muy fáciles de medir, apreciar y calcular con éxito grande y apreciado por la comunidad del colegio de ingenieros, e realizan los respectivos balances de masa de energía y de vapor y esta energía en forma de vapor caliente sirve para alimentar térmicamente el proceso de cristalización en donde el artesano, con mucho arte y destreza, sirve para generar el cristal o las semillas de cristal para lograr la creación del mar de cristales de azúcar, que son los que terminan en la mesa de los comedores, historia aparte es la melaza que se separa en los procesos de centrifugación, en donde el azúcar rubia sigue su camino y la melaza va a las

fábricas de alcohol el cual con la ayuda de los animalitos se convierte en alcohol grado 96 o similar para los fines de limpieza tan necesarios últimamente por la pandemia mundial del Covid y similares, o para los licores espirituosos, que terminan en los bares y cantinas, sin olvidar los hospitales y clínicas que son necesarias para preservar la salud humana y demás maravillas, que la vida nos permite con mucha ansia y dedicación , por lo cual repetimos varias veces estos conceptos para que nos quede muy claro y contento en nuestra mente y sus recuerdos.

La industria del azúcar y por ende del aprovechamiento energético de los residuos de la molienda de la caña de azúcar, específicamente del bagazo que es la caña de azúcar, a la cual se le ha extraído el jugo dulce, es de larga data en el norte Peruano más de 150 años de historia, son los que se cuentan, y a esto los esfuerzos del sector molinero, que en busca de la eficiencia desde los años 1990 en que se produjo la liberación de la industria y la introducción de la eficiencia y la competencia sobre todo centrada en la constante renovación de equipos y la introducción de nuevas aplicaciones, tal como el uso del arroz partido o Ñelen, la utilización del polvillo de arroz (obtenido de la cutícula), del arroz moreno que es separado por el proceso de pulido y lustrado, hasta llegar a la utilización térmica de la cascara del arroz, apartándola de su aplicación de pulitón y pulidores de ollas, hasta llegar a la necesidad de caracterizar el potencial calorífico superior e inferior (descontando el uso térmico para evaporar el agua o humedad intrínseca contenida).

Se determinó que el objetivo general de la investigación es el Estudio de la utilización del Proceso de la Pirolisis de la Cascara de Arroz, para obtener energía eléctrica, y se estableció 4 objetivos específicos, siendo ellos: Determinar el potencial Térmico de la Biomasa de la Cascara de Arroz en la Región Lambayeque; Estudiar las tecnologías de Punta, para el aprovechamiento térmico, análisis de prospectivas; determinar y dimensionar las principales características del Pirolizador a ser analizado en el Molino de Lambayeque; Verificar la viabilidad económica y financiera del Proyecto.

En cuanto a las justificaciones, debemos de hacer notar, que lo más importante en un país pobre como el nuestro y en donde la cultura del bono, del apropiarse de lo ajeno, ha calado profundo en nuestras capas dirigentes, en donde la baja calidad y calaña de presidentes, ministros, vice ministros, y demás funcionarios de los sectores o ministerios, ha disminuido tanto hasta niveles de cloaca, que debemos de reformar a la viabilidad económica o financiera tanto en términos de valor actual neto , como en términos de tasa interna de retorno, es decir el rendimiento que tienen las inversiones, reinversiones que tienen los flujos de caja, que se inyectan a los proyectos, es decir un flujo de caja positivo, un balance proforma que expresa una economía sólida, creciente con énfasis en la iniciativa privada, la que la razón pura y sencilla de tanto énfasis en el mundo, que es la verdad puro sin mentiras y demagogias en este mundo, tanto en términos privados como en términos sociales, tal como lo enseñó el maestro Ernesto Lafontanie, también es necesario un balance general, que nos refleje una verdadera fotografía de la situación de un proyecto su estructura de pasivo, activo y capital, con todo éxito en el mundo social y amplio en el mundo de los negocios, justificaciones ambientales también tienen el sentido práctico de preservar el bien futuro medio ambiente, frente al bien presente de producción y ventas.

II.- MARCO TEÓRICO

En un mundo donde se busca las energías renovables, en donde se busca la utilización de las biomasa, el proceso de gasificación y la posterior pirolisis , se constituyen en elementos muy importantes en el logro de la utilización de la energía acumulada en la biomasa, ya con el simple proceso de combustión , la cual si se realiza a condiciones, ambientales de presión y temperatura, nos determina la formación de gases muy tóxicos que contienen metales pesados, tales como arsénico, cromo, níquel entre otros, pero también productos de hidrocarburos tales como furanos, pentanos, que son altamente precursores del cáncer de pulmón , bronquios y vías respiratorias entre otras, por lo cual la técnica ha avanzado en el desarrollo de nuevos procesos más limpios con relación con el medio ambiente, tal es el caso de la Pirolisis catalítica y no católica, que en resumidas y simples palabras, es aquella, que produce aceites ligeros lixiviados y gases pobres tales como el monóxido de carbono e hidrogeno, que nos permiten, desarrollos energéticos con productos de la combustión muchos más limpios.

En un mundo donde se busca las energías renovables, en donde se busca la utilización de las biomasa, el proceso de gasificación y la posterior pirolisis , se constituyen en elementos muy importantes en el logro de la utilización de la energía acumulada en la biomasa, ya con el simple proceso de combustión , la cual si se realiza a condiciones, ambientales de presión y temperatura, nos determina la formación de gases muy tóxicos que contienen metales pesados, tales como arsénico, cromo, níquel entre otros, pero también productos de hidrocarburos tales como furanos, pentanos, que son altamente precursores del cáncer de pulmón , bronquios y vías respiratorias entre otras, por lo cual la técnica ha avanzado en el desarrollo de nuevos procesos más limpios con relación con el medio ambiente, tal es el caso de la Pirolisis catalítica y no católica, que en resumidas y simples palabras, es aquella, que produce aceites ligeros lixiviados y gases pobres tales como el monóxido de carbono e hidrogeno, que nos permiten, desarrollos energéticos con productos de la combustión muchos más limpios, pero debemos de tener presente que en el caso del hidrogeno este no combustiona, es decir que no

se produce reacciones del tipo estequiométricas con reducción de gases de efecto invernadero.

Como ejemplo debemos de tomar en cuenta según lo afirmado Chiclayo, en su investigación, que los molinos de arroz, están en la situación de abastecerse de su propia electricidad y de venderle al sistema interconectado nacional, para lo cual al final deben solicitar al COES, la conformidad de operación de sus equipos y la verificación minuciosa de su interconexión, en calidad de producto, sincronización de voltaje, frecuencia y armónicos, que no permitan ningún inconveniente , por lo que el proceso correcto de aprovechamiento energético, ya sea mediante la gasificación y de esta manera ir de acuerdo a la tendencia mundial.

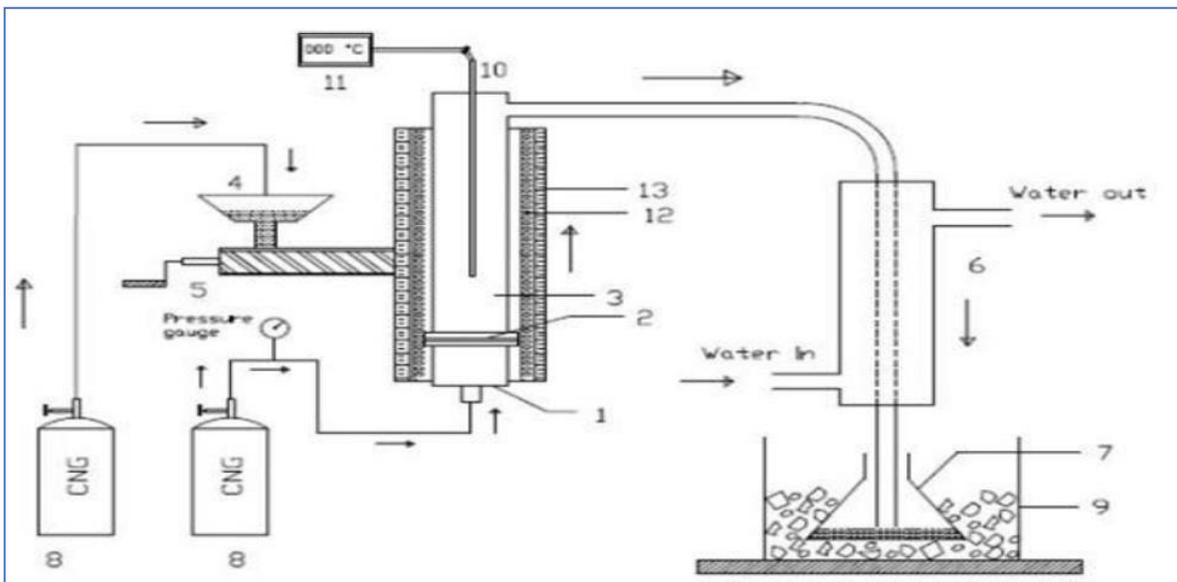


Figura 1. Esquema del Proyecto Combustible alternativo de Pirolisis – Cascara de Arroz

Fuente: (Salam, 2018), elaboración Propia

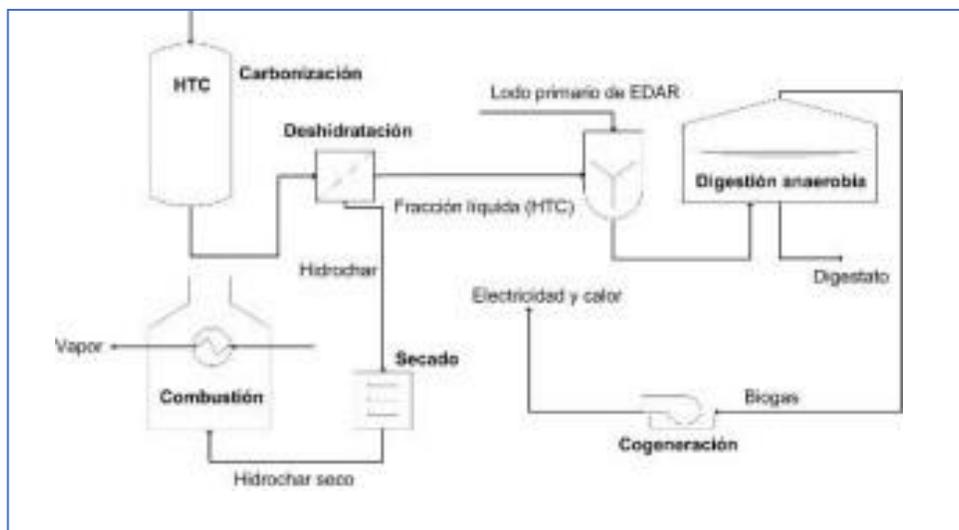


Figura 2 Integración de HTC de lodo secundario deshidratado

Fuente: (Ribeiro, 2019)

Tabla 1. Caracterización de los HC

Biomasa	T (°C)	Rendimiento (%)	C (%)	Cenizas (%)	ABET (m ² /g)	Volumen poro (cm ³ /g)	Poder calorífico (MJ/kg)
Lodo de depuradora (LSD)	208	40	43,1	19,7	21	0,026	21,6
Pepita de uva (GS)	220	60	69,1	2,77	7	0,04	27,6
Hueso de aceituna (OS)	220	50	67,8	0,64	15	0,09	26,1

Fuente: (Portillo, 2019), Elaboración propia

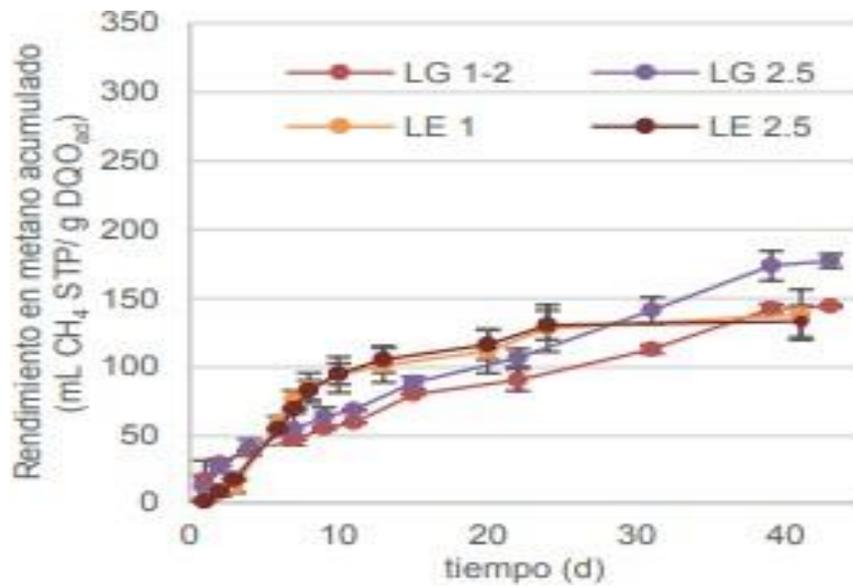


Figura 3 Metano acumulado con codigestión de LP y FL

Fuente: (Villamil & Villamil, 2018)

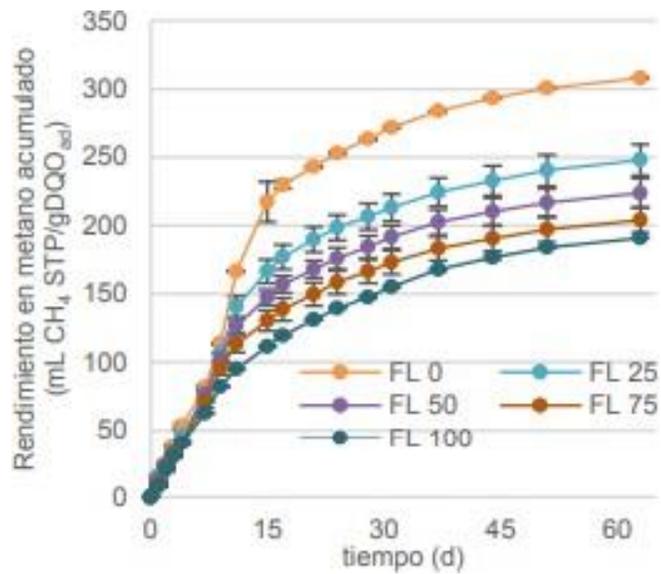


Figura 4. Producción Media de Metano frente a carga Orgánica

Fuente: (Reza, 2019)

III.- METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada

Diseño de investigación

El diseño de investigación es **No Experimental**, porque no habrá manipulación en las variables. Los datos se obtendrán según se desarrollen en su contexto real.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: ESTUDIO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA POR PIRÓLISIS

Variable 2: USO DE CASCARILLA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población:

La población en estudio es la disponibilidad de cascarilla de arroz en las Región Lambayeque.

Muestra:

Lo constituye la producción de cascarilla de arroz en un molino de Lambayeque

Muestreo:

Se aplica el muestreo no probabilístico, dado que se escoge la muestra con intención de acuerdo a la problemática planteada.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Observación

Esta técnica permitirá visualizar el proceso de pirólisis de los combustibles.

Revisión bibliográfica

Este tipo de técnica permitirá investigar sobre las características de los elementos de máquinas, así como de los procesos de combustión.

Análisis documental

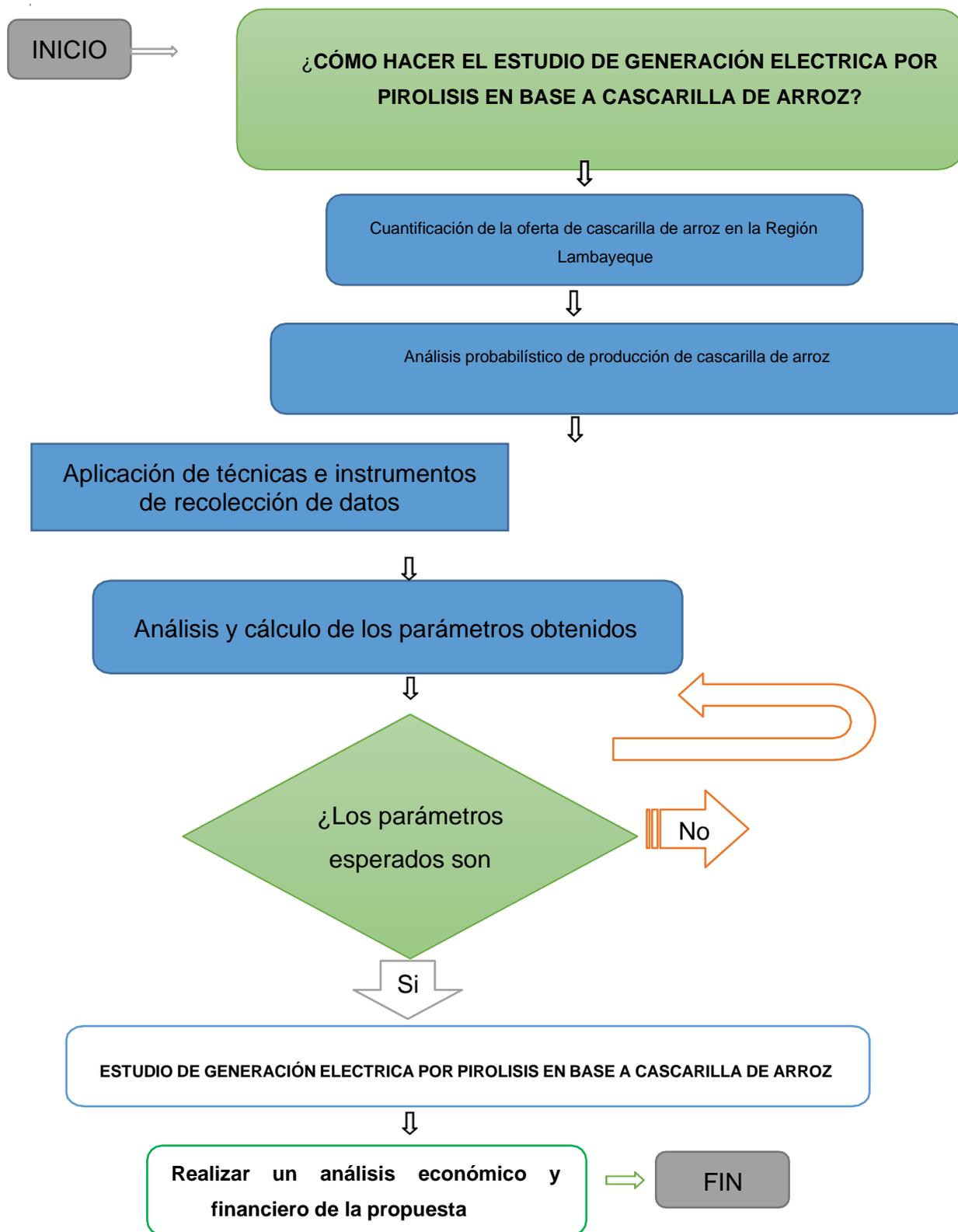
Para el desarrollo de este tipo de técnica, se buscará información en libros actualizados con alto contenido respecto al tema investigado, además de artículos de revistas, manuales, fichas técnicas, es decir, de fuentes secundarias de información.

Instrumentos de recolección de datos

Ficha de apuntes

Este instrumento de recolección de datos permitirá obtener datos importantes para el desarrollo de la máquina pirolizadora con el fin de aprovechar el potencial energético que posee la cascarilla de arroz.

3.5 Procedimientos



3.5. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos para el presente proyecto serán procesados de manera manual y a la vez utilizando programas de computadora como el Microsoft Excel para determinar todos los parámetros necesarios.

3.6. Aspectos éticos

Los informes o investigaciones empleadas para el desarrollo del presente proyecto, no se alteraron, es decir, se tuvo en cuenta las normas para referenciar a los autores y material bibliográfico consultado. Además, considerando la guía del asesor para que el proyecto sea lo más exacto posible a la realidad y evitando cualquier tipo de plagio o copia, buscando la originalidad de este.

IV.- RESULTADOS

4.1.- DETERMINAR EL POTENCIAL TÉRMICO DE LA BIOMASA DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE

La región de Lambayeque, ubicada en el Norte del Perú, es un lugar de paso para los distintitos lugares; desde el norte, la selva, la sierra, el sur, e incluso vía marítima; y en cuanto al pilado del arroz, éste proviene de los diversos valles ubicados en la costa norte, y selva; siendo los valles de Chancay, Zaña, Motupe, Jaén, San Ignacio, Jequetepeque, Moyobamba, entre otros, de donde proviene el arroz para el pilado. Se tuvo acceso de los registros de la cascarilla de arroz que se obtuvo como subproducto en el pilado, en un molino de Lambayeque; en el cual se pudo evidenciar que existe la estacionalidad del producto, debido a que este cultivo se maneja por campaña agrícola.

En la tabla 1 se muestra el registro de la generación de cascarilla de arroz, con frecuencia semanal de los meses comprendido entre el 2015 y 2021, y en el cual existe mucha variabilidad en su generación.

Tabla 2. Producción de cascarilla de arroz entre 2015 y 2021 en molino de Lambayeque

Producción de Cascarilla de Arroz (Toneladas)					
Año	Mes	Semana	Semana	Semana	Semana
		1	2	3	4
2015	Enero	241	235	214	287
	Febrero	289	282	257	221
	Marzo	263	270	245	170
	Abril	239	258	245	245
	Mayo	217	246	245	188
	Junio	245	234	233	145
	Julio	223	222	221	256
	Agosto	202	210	245	197
	Setiembre	184	198	233	245
	Octubre	167	214	221	223
	Noviembre	152	202	209	202
	Diciembre	247	190	245	223
2016	Enero	241	235	214	287

	Febrero	265	259	235	316
	Marzo	241	247	259	243
	Abril	219	235	285	245
	Mayo	199	223	245	188
	Junio	181	211	270	145
	Julio	211	199	296	211
	Agosto	192	187	241	145
	Setiembre	174	175	223	245
	Octubre	159	214	210	223
	Noviembre	189	202	210	217
	Diciembre	211	190	201	218
2017	Enero	211	189	214	287
	Febrero	232	208	235	316
	Marzo	211	196	200	243
	Abril	201	184	220	200
	Mayo	183	172	245	154
	Junio	166	211	270	198
	Julio	211	199	296	211
	Agosto	192	187	241	145
	Setiembre	178	175	211	198
	Octubre	162	214	210	180
	Noviembre	198	202	210	217
	Diciembre	211	190	207	209
2018	Enero	178	201	212	198
	Febrero	196	221	233	218
	Marzo	178	209	257	168
	Abril	201	197	282	200
	Mayo	187	185	211	154
	Junio	170	211	211	198
	Julio	211	201	232	211
	Agosto	192	189	255	145
	Setiembre	158	177	281	198
	Octubre	144	214	187	180
	Noviembre	198	202	198	198
	Diciembre	211	190	187	198
2019	Enero	198	191	188	178
	Febrero	218	210	207	196
	Marzo	198	198	227	151
	Abril	201	186	250	200
	Mayo	187	174	211	187
	Junio	170	211	211	198
	Julio	211	178	232	211
	Agosto	192	166	255	178
	Setiembre	158	154	281	198
	Octubre	144	214	187	180

	Noviembre	198	202	198	147
	Diciembre	211	178	171	174
2020	Enero	174	148	211	178
	Febrero	191	163	232	196
	Marzo	169	151	255	151
	Abril	201	148	201	200
	Mayo	187	136	211	187
	Junio	170	211	211	198
	Julio	199	178	232	184
	Agosto	181	145	200	178
	Setiembre	158	133	220	198
	Octubre	151	147	187	182
	Noviembre	198	135	198	147
	Diciembre	187	199	147	192
	2021	Enero	274	200	178
Febrero		214	220	196	163
Marzo		169	208	215	125
Abril		201	148	201	200
Mayo		187	136	211	187
Junio		170	145	178	174
Julio		199	178	196	184
Agosto		124	145	200	178
Setiembre		158	133	178	191
Octubre		151	147	187	178
Noviembre		187	135	198	141
Diciembre		162	178	187	162

Fuente: Oficina de Información Agraria, MINAGRI 2021.

Realizando el análisis estadístico de la producción de la cascarilla de arroz se tiene:

- a) El valor mayor de producción entre los años 2015 y 2021 fue en el mes de febrero del 2016 con 1074.7 toneladas y el valor de menor producción fue en el mes de agosto 2021.
- b) El valor promedio mensual entre los años 2015 y 2021 fue de 806.53 Toneladas métricas.

En la figura 5, se muestra la tendencia de producción de cascarilla de arroz por cada mes entre los años 2015 y 2021



Figura 5. Tendencia de producción de Cascarilla de Arroz entre 2015 y 2021

Fuente: Oficina de Información Agraria, MINAGRI 2021.

Para la determinación de la probabilidad de producción de cascarilla de arroz, se utilizó el método probabilístico de Weibull, en el cual se pudo establecer el valor de producción con mayor valor de probabilidad que suceda.

El método consistió en ordenar los valores de producción en orden ascendente, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 3. Valores en orden ascendente para análisis de Weibull

Mes	Producción T.M
1	647.0
2	660.0
3	661.0
4	663.0
5	667.0
6	667.0
7	678.0
8	689.0
9	703.9
10	709.0
11	711.0
12	717.6
13	721.0
14	721.0
15	724.6
16	724.6
17	725.0
18	725.7
19	734.0
20	736.9
21	745.0
22	750.0
23	750.0
24	753.5
25	755.0
26	756.8
27	759.1

28	762.0
29	764.3
30	764.8
31	765.6
32	765.8
33	774.2
34	781.1
35	782.1
36	786.0
37	789.0
38	790.0
39	790.0
40	790.0
41	790.8
42	791.1
43	792.6
44	793.1
45	796.0
46	800.0
47	804.9
48	805.3
49	806.0
50	811.2
51	813.8
52	816.9
53	817.0
54	818.0
55	820.0
56	825.1
57	827.0
58	830.5
59	832.1
60	837.3
61	844.6
62	849.7
63	854.4
64	855.1

65	855.1
66	857.0
67	860.1
68	867.9
69	880.3
70	896.7
71	901.0
72	905.0
73	917.0
74	917.5
75	921.7
76	947.7
77	977.0
78	977.0
79	983.4
80	987.0
81	989.3
82	991.1
83	1048.8
84	1074.7

Fuente: Elaboración Propia.

Luego de ello, se calcula el valor de la mediana, utilizando la expresión

$$Me = (V(x) - 0.3) / (N + 0.4)$$

Dónde:

Me: Mediana.

V(X): Valor en la posición x

N: Número de valores

Así mismo, se utiliza la expresión del Ln ($\ln(1/(1-Me))$), el cual será el eje Y y el valor de Ln (V) será el eje X de la ecuación lineal. Esta ecuación es la base para el análisis de Weibull.

En la tabla 3, se muestra los cálculos de las expresiones para el análisis probabilístico de Weibull.

Tabla 4. Cálculo del análisis de Weibull.

N	V	$Me = (N - 0.3) / (n + 0.4)$	$G = 1 / (1 - Me)$	$Y = \ln(\ln(1 / (1 - Me)))$	$X = \ln(V)$	X.Y	X.X
1	647	0.008	1.01	-4.79	6.472	-30.99	41.89
2	660	0.020	1.02	-3.89	6.492	-25.29	42.15
3	661	0.032	1.03	-3.43	6.494	-22.25	42.17
4	663	0.044	1.05	-3.10	6.497	-20.17	42.21
5	667	0.056	1.06	-2.86	6.503	-18.59	42.29
6	667	0.068	1.07	-2.66	6.503	-17.30	42.29
7	678	0.079	1.09	-2.49	6.519	-16.25	42.50
8	689	0.091	1.10	-2.35	6.535	-15.34	42.71
9	704	0.103	1.11	-2.22	6.557	-14.54	42.99
10	709	0.115	1.13	-2.10	6.564	-13.80	43.08
11	711	0.127	1.15	-2.00	6.567	-13.12	43.12
12	718	0.139	1.16	-1.90	6.576	-12.51	43.24
13	721	0.150	1.18	-1.81	6.581	-11.93	43.30
14	721	0.162	1.19	-1.73	6.581	-11.39	43.30
15	725	0.174	1.21	-1.65	6.586	-10.89	43.37
16	725	0.186	1.23	-1.58	6.586	-10.41	43.37
17	725	0.198	1.25	-1.51	6.586	-9.96	43.38
18	726	0.210	1.27	-1.45	6.587	-9.53	43.39
19	734	0.222	1.28	-1.38	6.599	-9.14	43.54
20	737	0.233	1.30	-1.32	6.603	-8.75	43.59
21	745	0.245	1.32	-1.27	6.613	-8.39	43.74
22	750	0.257	1.35	-1.21	6.620	-8.03	43.83
23	750	0.269	1.37	-1.16	6.620	-7.68	43.83
24	753	0.281	1.39	-1.11	6.625	-7.35	43.89
25	755	0.293	1.41	-1.06	6.627	-7.03	43.91
26	757	0.305	1.44	-1.01	6.629	-6.72	43.94
27	759	0.316	1.46	-0.97	6.632	-6.41	43.99
28	762	0.328	1.49	-0.92	6.636	-6.12	44.04
29	764	0.340	1.52	-0.88	6.639	-5.83	44.08
30	765	0.352	1.54	-0.84	6.640	-5.55	44.08
31	766	0.364	1.57	-0.79	6.641	-5.27	44.10
32	766	0.376	1.60	-0.75	6.641	-5.00	44.10
33	774	0.387	1.63	-0.71	6.652	-4.74	44.25
34	781	0.399	1.66	-0.67	6.661	-4.49	44.37
35	782	0.411	1.70	-0.64	6.662	-4.24	44.38

36	786	0.423	1.73	-0.60	6.667	-3.99	44.45
37	789	0.435	1.77	-0.56	6.671	-3.74	44.50
38	790	0.447	1.81	-0.52	6.672	-3.50	44.52
39	790	0.459	1.85	-0.49	6.672	-3.26	44.52
40	790	0.470	1.89	-0.45	6.672	-3.02	44.52
41	791	0.482	1.93	-0.42	6.673	-2.79	44.53
42	791	0.494	1.98	-0.38	6.673	-2.56	44.54
43	793	0.506	2.02	-0.35	6.675	-2.33	44.56
44	793	0.518	2.07	-0.32	6.676	-2.11	44.57
45	796	0.530	2.13	-0.28	6.680	-1.88	44.62
46	800	0.541	2.18	-0.25	6.685	-1.66	44.68
47	805	0.553	2.24	-0.22	6.691	-1.44	44.77
48	805	0.565	2.30	-0.18	6.691	-1.22	44.77
49	806	0.577	2.36	-0.15	6.692	-1.01	44.78
50	811	0.589	2.43	-0.12	6.698	-0.79	44.87
51	814	0.601	2.50	-0.09	6.702	-0.57	44.91
52	817	0.613	2.58	-0.05	6.705	-0.36	44.96
53	817	0.624	2.66	-0.02	6.706	-0.14	44.97
54	818	0.636	2.75	0.01	6.707	0.08	44.98
55	820	0.648	2.84	0.04	6.709	0.29	45.01
56	825	0.660	2.94	0.08	6.715	0.51	45.10
57	827	0.672	3.05	0.11	6.718	0.73	45.13
58	831	0.684	3.16	0.14	6.722	0.94	45.19
59	832	0.695	3.28	0.17	6.724	1.16	45.21
60	837	0.707	3.42	0.21	6.730	1.39	45.30
61	845	0.719	3.56	0.24	6.739	1.61	45.41
62	850	0.731	3.72	0.27	6.745	1.84	45.49
63	854	0.743	3.89	0.31	6.750	2.07	45.57
64	855	0.755	4.08	0.34	6.751	2.30	45.58
65	855	0.767	4.28	0.37	6.751	2.53	45.58
66	857	0.778	4.51	0.41	6.753	2.77	45.61
67	860	0.790	4.77	0.45	6.757	3.01	45.66
68	868	0.802	5.05	0.48	6.766	3.26	45.78
69	880	0.814	5.38	0.52	6.780	3.53	45.97
70	897	0.826	5.74	0.56	6.799	3.80	46.22
71	901	0.838	6.16	0.60	6.804	4.07	46.29
72	905	0.850	6.65	0.64	6.808	4.35	46.35
73	917	0.861	7.21	0.68	6.821	4.65	46.53
74	917	0.873	7.89	0.73	6.822	4.95	46.53
75	922	0.885	8.70	0.77	6.826	5.27	46.60
76	948	0.897	9.70	0.82	6.854	5.63	46.98
77	977	0.909	10.96	0.87	6.884	6.01	47.40
78	977	0.921	12.60	0.93	6.884	6.40	47.40
79	983	0.932	14.81	0.99	6.891	6.83	47.49
80	987	0.944	17.96	1.06	6.895	7.31	47.54
81	989	0.956	22.81	1.14	6.897	7.86	47.57
82	991	0.968	31.26	1.24	6.899	8.53	47.59
83	1049	0.980	49.65	1.36	6.955	9.47	48.38

84	1075	0.992	120.57	1.57	6.980	10.94	48.72
SUMA				-47.58	561.66	-307.31	3756.56

Fuente: Elaboración Propia

En función a ello, se determina los valores de los coeficientes de las variables de la ecuación lineal:

$$a = \frac{n \cdot \sum(X \cdot Y) - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - |\sum X|^2}$$

$$b = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \cdot \sum(X \cdot Y)}{n \cdot \sum X^2 - |\sum X|^2}$$

En la cual:

$$n = 84$$

$$\sum x = 561.66$$

$$\sum y = -47.58$$

$$\sum x \cdot y = -307.31$$

$$\sum X^2 = 3756.56$$

Reemplazando valores, se tiene:

$$a = \frac{84 \cdot (-307.31) - 561.66 \cdot (-47.58)}{84 \cdot (3756.56) - (561.66 \cdot 561.66)} = 909.74 / 89.08 = 10.21$$

$$b = \frac{-47.58 \cdot (3756.56) - 561.66 \cdot (-307.31)}{84 \cdot (3756.56) - (561.66 \cdot 561.66)} = -6133 / 89.08 = -68.85$$

Con los valores dados, se determina la ecuación de la recta, en donde:

$$Y = aX + b$$

Reemplazando valores, se tiene:

$$a = 10.21$$

$$b = -68.85 = k$$

La ecuación de la recta es:

$$Y = 10.21X - 68.85$$

De la expresión: $a = -k \ln(c)$ y $b = k$

Se tiene:

$$c = e^{\frac{-b}{a}}$$

$$c = 845.56$$

El factor de escala c , indica el valor de producción de cascarilla de arroz de la zona de estudio; es decir la mayor probabilidad de generación de cascarilla de arroz es de 845.56 Toneladas métricas.

Probabilidad de ocurrencia del valor de 845.56 Toneladas métricas de cascarilla de arroz, se determinó utilizando la expresión:

$$F(v) = \left(\frac{v}{c}\right)^{a-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^a}$$

En la tabla 4, se muestra los valores de probabilidades de ocurrencia de la producción de cascarilla de arroz.

Tabla 5. Valores de probabilidades de Producción de Cascarilla de arroz

Producción mensual T.M	Probabilidad de ocurrencia %
647	9.62
660	11.38
661	11.53
663	11.82
667	12.43
667	12.43
678	14.22
689	16.19
704	19.13
709	20.20
711	20.63
718	22.09
721	22.86
721	22.86
725	23.70
725	23.70
725	23.78
726	23.95
734	25.91
737	26.62
745	28.59
750	29.82
750	29.82
753	30.68
755	31.06
757	31.50
759	32.07
762	32.78
764	33.34
765	33.46
766	33.65
766	33.71
774	35.70
781	37.28
782	37.50
786	38.34
789	38.97
790	39.18
790	39.18
790	39.18
791	39.35
791	39.41
793	39.70

793	39.80
796	40.35
800	41.08
805	41.90
805	41.95
806	42.07
811	42.81
814	43.15
817	43.50
817	43.52
818	43.62
820	43.82
825	44.23
827	44.35
831	44.52
832	44.57
837	44.64
845	44.47
850	44.14
854	43.70
855	43.63
855	43.62
857	43.40
860	42.98
868	41.63
880	38.72
897	33.54
901	32.01
905	30.52
917	25.85
917	25.65
922	23.94
948	14.01
977	5.77
977	5.77
983	4.53
987	3.92
989	3.57
991	3.31
1049	0.11
1075	0.01

Fuente: Elaboración Propia.

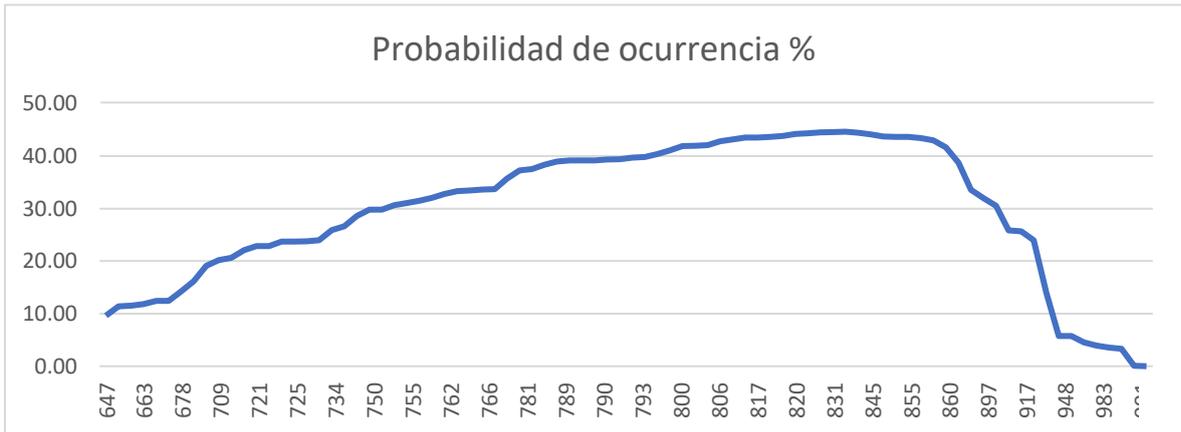


Figura 6. Valores de probabilidades de Producción de Cascarilla de arroz

Se concluye que la mayor probabilidad de que se produzca la producción de 845.56 TM de cascarilla de arroz es de un 44.47%; lo cual será el valor garantizado para el uso de la cascarilla como recurso energético.

4.2. ESTUDIAR LAS TECNOLOGÍAS DE PUNTA, PARA EL APROVECHAMIENTO TÉRMICO, ANÁLISIS DE PROSPECTIVAS

La ecuación empírica, que mide la eficiencia termodinámica, energética y Exergetica, de acuerdo con lo afirmado por Valero, en la medición de la capacidad de generar trabajo o energía útil está dada por:

$$x = \frac{w_0 - w_f}{w_0 - w_f} \times 100\%$$

De donde el significado de cada una de las variables analizadas es:

W_0 = Energía unitaria paramétrica al inicio de los procesos.

W_f = Energía unitaria paramétrica en cualquier instante del tiempo y proceso, materia del presente trabajo de investigación en la UCV Chiclayo.

W_f = Energía unitaria paramétrica al final reversible del proceso adiabático e isoentrópico.

$$\frac{dx}{dt} = kf(x)$$

Esta expresión nos determina el gradiente de cambio de cualquier propiedad térmica y Exergetica, en función de la dimensión cuarta del tiempo, con un sesgo de eficiencia en sistemas estáticos en innovación y éxito.

Con el valor del factor K de modelamiento de la curva estadística, que responde al fenómeno de causa y efecto muestral, estocástica de la estadística descriptiva acumulada por periodos.

$$k = A \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$$

Expresión simplificada de la eficiencia térmica, de los procesos estocásticos, en donde el significado de cada variable es el siguiente:

$Q_{X_{gas}}$ = Energía del Metano contenida en el Gas Natural $Q_{X_{goss}}$

= Energía perdida por unidad de proceso adiabático $Q_{X_{tar}}$ =

Energía en carbón tipo Tar

$Q_{X_{char}}$ = Energía en carbón tipo char

$Q_{X_{biomasa}}$ = Energía intrínseca de la biomasa

$Q_{x_{steam}}$ = Energía interna del vapor

$$\eta_{ex} = \frac{\dot{E}x_{gas} + \dot{E}x_{loss} + \dot{E}x_{tar} + \dot{E}x_{char}}{\dot{E}x_{biomass} + \dot{E}x_{steam}}$$

Que se manifiesta en el siguiente gradiente de lagrange simplificado

$$\sum_R \dot{E}x - \sum_P \dot{E}x = I$$

Siendo su desarrollo diferencial el expresado por la siguiente expresión polinómica diferencial en puntos de inflexión

$$\frac{da}{dt} = k(T) f(a) = A \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) f(a)$$

Y la nueva expresión de la eficiencia unitaria diferencial de los procesos

$$a = \frac{w_i - w}{w_i - w_f}$$

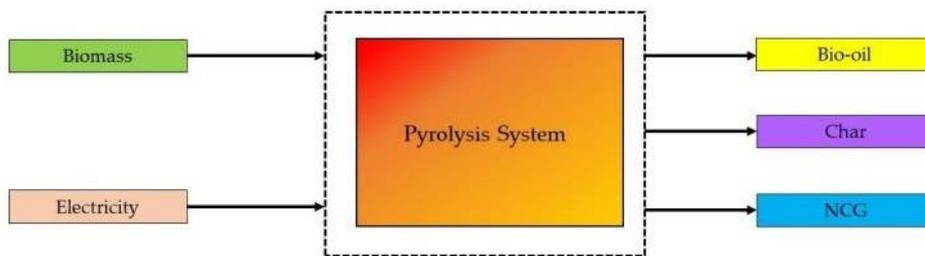


Figura 7. Representación Esquemática de los procesos de flujo de energía en Sistemas de Pirólisis

Fuente: Elaboración Propia

4.3.- DETERMINAR Y DIMENSIONAR LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PIROLIZADOR A SER ANALIZADO EN EL MOLINO DE LAMBAYEQUE

Las principales características del Pirolizador a ser determinado en la presente investigación:

El alimentador de materia prima, combustible, en donde debemos de mencionar, a la exclusiva de llenado, la cual debe ser hermética y baja presión o presión negativa, con su mecanismo de faja alimentadora, con polines cargados y polines de retorno, con fajas de cadena tipo renold, con guías de acero resistente a las altas temperaturas, con aceros de alto contenido de carbono, manganeso, níquel, cromo y diversos , luego todo esto accionado por un motor de potencia variable y voltaje fijo, resistente a altas temperaturas, así como rodamientos , acoples de calidad marca SKF o equivalentes existentes en el Mercado, con limpiador de cenizas del tipo automático, con Angulo de accionamiento de acuerdo al teorema de Euler o equivalente, así mismo un ventilador de tiro forzado para lograr mejor mezcla aire combustible, lograr atmosferas turbulentas de alta posibilidad de mezcla clara y útil para todo tipo de situación que se pueda realizar en su entorno de análisis y de lucha frontal contra la ineficiencia y la lenidad manifiesta de los diversos actores sociales

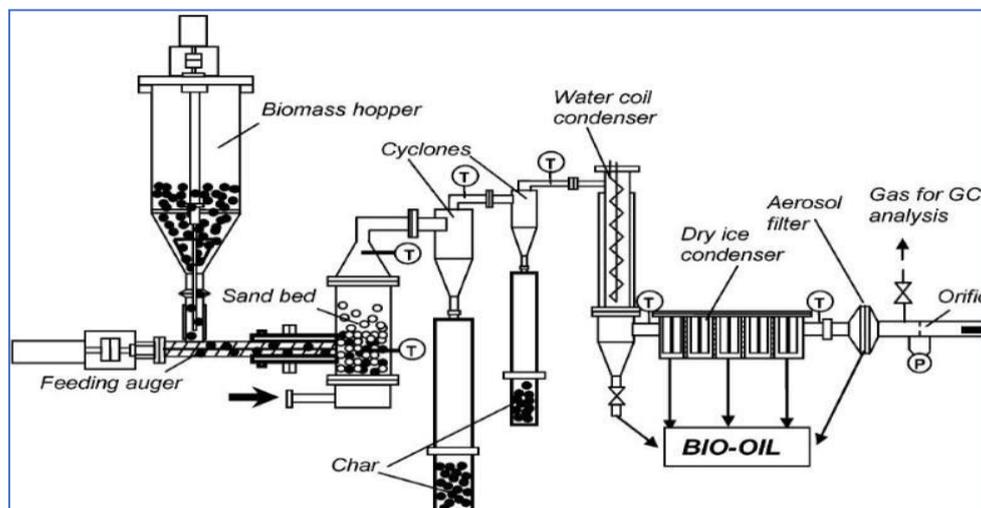


Figura 8. Pirolizador para cascarilla de arroz

Biomass Hopper: La tolva de la biomasa que se utilizó en el diseño del Pirolizador es tronco cónico en el extremo y cilíndrica; su capacidad horaria se

determinó a partir de la mayor probabilidad de producción de cascarilla de arroz, que fue de 845.56 toneladas al mes; es decir:

$$C = 845.56 / D * H$$

Dónde:

D: Número de días al mes, se consideró 26 días.

H: Horas de trabajo al mes, se consideró 22 horas

Reemplazando, se tiene:

$$C = 845.56 / (26 * 22)$$

$$C = 1.47 \text{ Toneladas por hora.}$$

Lo cual constituye la capacidad de producción de la planta, que es la propuesta del presente proyecto.

Sand bed, el lecho de arena, o lecho de la biomasa que cae de la tolva.

Feeding auger; este dispositivo es un gusano transportador, el cual es accionado con un motor eléctrico, girando a una velocidad de 100 rpm, una potencia mecánica de 5 HP.

Cyclones: Los ciclones utilizan la inercia para remover las partículas de la corriente del gas. Los ciclones imparten una fuerza centrífuga a la corriente de gas, normalmente en una cámara de forma cónica. Los ciclones operan creando un vórtice doble dentro del cuerpo de este.

Char: Es aquí en donde descienden los particulados, producto de la combustión de la cascarilla de arroz.

Este dispositivo cuenta con un visor y mediante un sistema de remoción de particulados, cada 1 semana se retira dicha materia.

Water coil condenser: Condensador de batería de agua; en función a la presión, el agua cambia de fase de vapor a líquido; se determinó que la

condensación se efectuó a valores menores a 1 bar de presión, para temperaturas que oscilan entre 80 y 100°C.

Dry ice condenser: Condensador de hielo seco

Aerosol Filter: Filtro de aerosoles

Luego tenemos una cámara de combustión adiabática y con orden de poder lograr un esfuerzo de amplio grado de probabilidades de éxito, con indicadores de sangrías y mejoramiento de la eficiencia de la combustión, con cámaras de pre - combustión y post combustión para mejorar las mezclas y mejorar los rendimientos medios indicados de acuerdo a los valores que se muestran en la tabla 5.

Tabla 6. Eficiencia de la combustión a diferentes temperaturas de la cámara de precombustión:

Temperatura Cámara de precombustión °C	Eficiencia de la combustión %
300	65
320	66
340	69
360	71
380	72
400	75
420	81
440	74
460	73
480	72
500	68
520	66
540	65

Fuente: Diaz, 2019

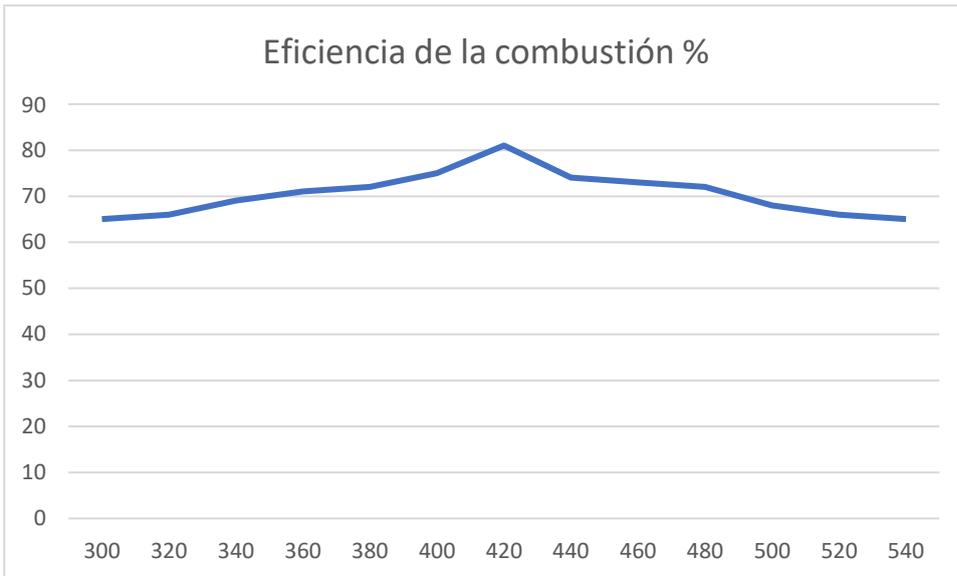


Figura 9 Eficiencia de la combustión en el proceso de Pirolysis de dos etapas
Fuente: Diaz, 2019

4.4.- VERIFICAR LA VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

El proceso F-T se operó a la temperatura de 300 C y la Fig. 18. El diagrama de flujo de la F

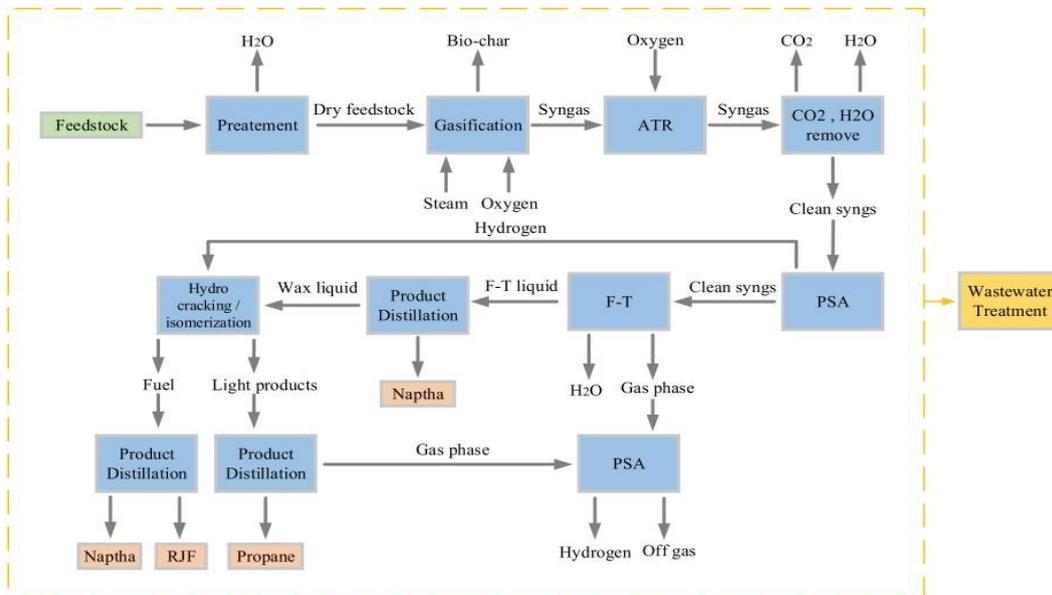


Figura 10 El Flujograma del Proceso FT Jet
Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra uno de los equipos tiene un diferente factor de instalación como se muestra en la Tabla 7. Si la real capacidad del equipo no coincide con la capacidad pre estimada, la debe aplicarse la relación logarítmica que se muestra a continuación.

$$\text{Cost } a = \text{Cost } b \left(\frac{\text{capac. } a}{\text{capac. } b} \right)^n$$

Tabla 7. Lista de los costos de operación

Position	Amount	Unit cost (US\$/year)
Plant manager	1	70,358
Vice plant manager	3	61,563
Maintenance supervisor	1	19,788
Maintenance engineer	3	18,469
Maintenance Technician	5	15,391
Plant supervisor	2	21,987
Plant engineer	5	20,228
Plant technician	7	17,590
Yard employees	2	9674
Accountant & Secretaries	3	14,072
Labor Burden	16% of total salaries	
Maintenance	4% of ISBL	

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el siguiente Metrado de Necesidades

Transportador de Cama fluida

Horno adiabático de flujo turbulento

Pirolizador de Múltiples etapas

Tanque de acumulación de lixiviados ligeros

Tanque neumático de acumulación y reserva de gases pobres

Horno quemador de lixiviados y gases pobres

Caldero Piro tubular de generación de vapor sobrecalentado

Turbina de vapor multietapas

Tanque de acumulación de condensados

Bomba de recirculación para nuevo uso

Esto con el siguiente Presupuesto a costos unitarios:

Transportador de Cama fluida US \$ 15,000

Horno adiabático de flujo turbulento US \$ 25,000

Pirolizador de Múltiples etapas US \$ 35,000

Tanque de acumulación de lixiviados ligeros US \$ 20,000

Tanque neumático de acumulación y reserva de gases pobres US \$ 20,000

Horno quemador de lixiviados y gases pobres US \$ 25,000

Caldero Piro tubular de generación de vapor sobrecalentado US \$ 50,000

Turbina de vapor multietapas US \$ 50,000

Tanque de acumulación de condensados US \$ 25,000

Bomba de recirculación para nuevo uso US \$ 30,000

Determinándose un valor total de inversión Inicial de:

Valor Total de Inversión Inicial de: US \$ 295,000

Con los siguientes rangos de entrega de los equipos, rangos o escenario más optimista:

Transportador de Cama fluida 3 Meses

Horno adiabático de flujo turbulento 6 Meses

Pirolizador de Múltiples etapas 9 Meses

Tanque de acumulación de lixiviados ligeros 6 Meses

Tanque neumático de acumulación y reserva de gases pobres 6 Meses

Horno quemador de lixiviados y gases pobres 9 Meses

Caldero Piro tubular de generación de vapor sobrecalentado 8 Meses

Turbina de vapor multietapas 12 Meses

Tanque de acumulación de condensados 6 Meses

Bomba de recirculación para nuevo uso 9 meses

Con los siguientes rangos de entrega de los equipos, rangos o escenario más realista:

Transportador de Cama fluida 5 Meses

Horno adiabático de flujo turbulento 8 Meses

Pirolizador de Múltiples etapas 9 Meses

Tanque de acumulación de lixiviados ligeros 8 Meses

Tanque neumático de acumulación y reserva de gases pobres 8 Meses

Horno quemador de lixiviados y gases pobres 10 Meses

Caldero Piro tubular de generación de vapor sobrecalentado 10 Meses

Turbina de vapor multietapas 15 Meses

Tanque de acumulación de condensados 9 Meses

Bomba de recirculación para nuevo uso 12 meses

Con los siguientes rangos de entrega de los equipos, rangos o escenario más pesimista:

Transportador de Cama fluida 7 Meses

Horno adiabático de flujo turbulento 9 Meses

Pirolizador de Múltiples etapas 12 Meses

Tanque de acumulación de lixiviados ligeros 12 Meses

Tanque neumático de acumulación y reserva de gases pobres 12 Meses

Horno quemador de lixiviados y gases pobres 12 Meses

Caldero Piro tubular de generación de vapor sobrecalentado 12 Meses

Turbina de vapor multietapas 24 Meses

Tanque de acumulación de condensados 12 Meses

Bomba de recirculación para nuevo uso 15 meses

En cuanto a los criterios de gestión presupuestal del proyecto de investigación materia de la presente tesis, debemos de tener en cuenta:

Vida útil del Proyecto: 10 Años dado por la vida útil de maquina con menor vida promedio esperada, de acuerdo con las estadísticas deducidas de los datos obtenidos de la realización del Proyecto

Tasa de descuento utilizada, lo hacemos equivalente al costo promedio ponderado de capital por medio del mixing de fuentes de financiamiento de acuerdo con la estructura porcentual del pasivo corriente y no corriente en este caso del 10.5 efectivo al año

En cuanto a los ingresos son la venta de electricidad, que la consideremos de acuerdo a los precios determinados por la gerencia de recursos y regulación tarifaria del Osinergmin del orden de los 0.60 US \$ /Kwhr, de acuerdo a la siguiente estadística de producción de energía en los Próximos 10 años, escenario más optimista:

Producción de energía Eléctrica el Primer Año: 80,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Segundo Año: 85,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Tercer Año: 90,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Cuarto Año: 95,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Quinto Año: 100,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Sexto Año: 105,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Séptimo Año: 110,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Octavo Año: 115,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Noveno Año: 120,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Décimo Año: 125,000 kwh

En el caso de un escenario realista para los próximos 10 años, tendríamos que:

Producción de energía Eléctrica el Primer Año: 70,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Segundo Año: 75,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Tercer Año: 80,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Cuarto Año: 85,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Quinto Año: 90,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Sexto Año: 95,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Séptimo Año: 105,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Octavo Año: 110,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Noveno Año: 115,000 kwh

Producción de energía Eléctrica el Décimo Año: 120,000 kwh

Con lo cual podemos deducir que considerando gastos de operación y mantenimiento equivalentes al 20 % de los ingresos, una vida útil de 10 años y un costo del capital del 12 % tendríamos un valor actual neto de las siguientes características:

Escenario Optimista

Valor Actual Neto = US \$ 75,620.52

Tasa interna de Retorno = 19%

Escenario Pesimista

Valor Actual Neto = US \$ 41,719.68

Tasa interna de Retorno = 16 %

Los cálculos de NPV incluyen Préstamo Pago, ventas totales de productos, gastos operativos, depreciación y tasas impositivas, que se pueden calcular en la siguiente ecuación:

$$NPV = \sum_{t=1}^Z \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Tabla 8. Los Supuestos del capital de inversión

Parameter	Assumption
Table 8 The assumptions of total capital investment.	
Total direct cost (TDC)	
Inside Battery Limits	Equipment with installation cost
Warehouse	5.7% of ISBL
Site development	12.9% of ISBL
Additional piping	6.4% of ISBL
Total indirect cost (TIC)	
Engineering and supervision	13.7% of TDC
Construction expense	34% of TDC
Total direct and indirect cost (TDIC)	TDC + TIC
Contractors	5% of TDIC
Contingency	10% of TDIC
Fixed capital investment	TDIC + OSBL + Contractors + Contingency
Working capital	10% of FCI
Total Capital Cost	FCI + WC + Land

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Los Supuestos Financieros

Parameter	Assumption
Base year	2017
Operating hours per year	8088
Loan amount	60%
Loan interest	6%
Loan term	5 years
Working capital (% of FCI)	10%
Depreciation period	8 years
General plant	7 years
Steam plant	20 years
Construction period	3 years
% spent in year -2	30%
% spent in year -1	30%
% spent in year -0	40%
Start-up time	0.5 year
Fuel production/feedstock use	50% of normal
Variable cost	75% of normal
Fixed cost	100% of normal
Discount rate	10%
Income tax rate	30%

Fuente: Elaboración Propia

Balance de energía, masa y carbono

$$\eta_{th} = \frac{m_{flow} \times HV_{flow}}{m_{biomass} \times HV_{biomass}}$$

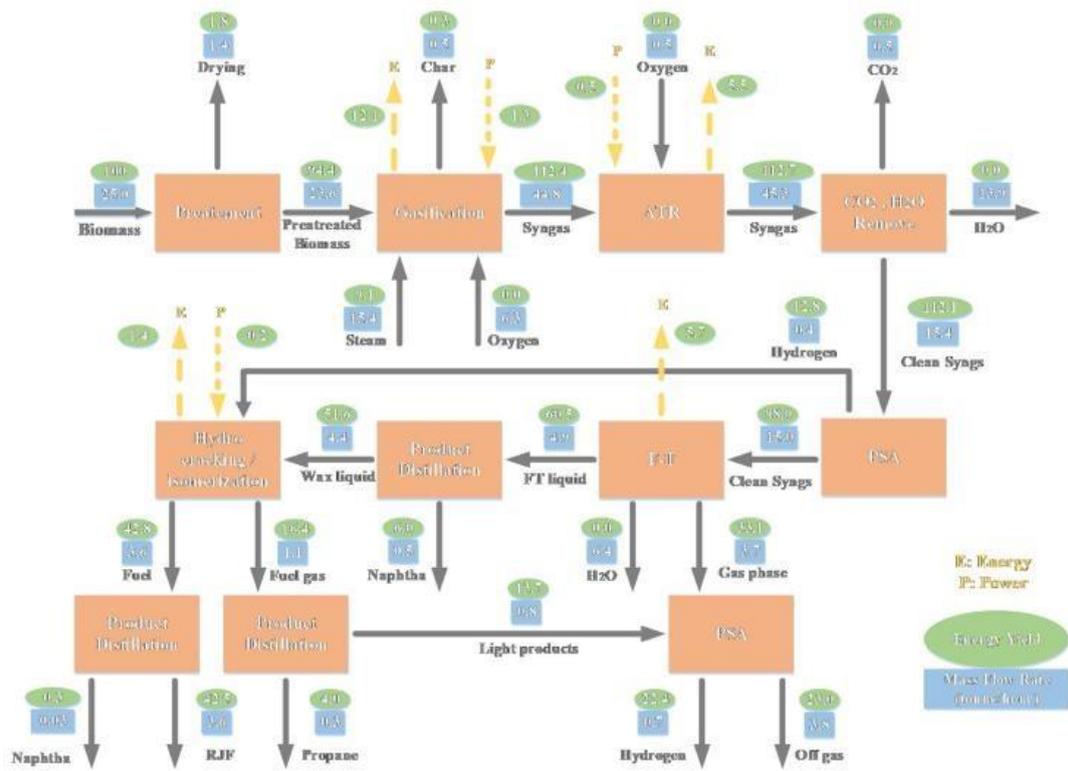


Figura 11 Balances de Masa y Energía de Procesos
 Fuente: Elaboración Propia

V.- DISCUSIÓN

El potencial energético de la biomasa del arroz en la región Lambayeque en el presente año 2022, es muy prometedor pues si bien es cierto durante largo años se analizado la existencia de energía en la biomasa producida por las actividades agrícolas de la región Lambayeque, por largos decenios de año, en donde se han implementado básicamente proyectos de combustión, pero sin llegar a fase industrial con proyectos de gasificación y Pirolisis, esto nos trae la oportunidad de implementar en estos momentos de energía cara tanto por factores internos de la guerra de ucrania y Rusia a la mal política económica del gobierno de turno, nos determina el rango, de que en convens con fincyt y otros organismos cooperantes poder financiar junto con las empresas estos proyectos pilotos, para nuevas tecnologías como gasificación, pirolisis, carbonización hidrotermal y reformado de los gases pobres de la pirolisis, para lograr los objetivos de altos rendimientos energéticos y económicos del orden del 60 al 70 %, lo cual lo podemos mostrar en sendas publicaciones en revistas indexadas en el Mundo científico de la energía.

El potencial energético de la biomasa del arroz en la región Lambayeque en el presente año 2022, es muy prometedor pues si bien es cierto durante largo años se analizado la existencia de energía en la biomasa producida por las actividades agrícolas de la región Lambayeque, por largos decenios de año, en donde se han implementado básicamente proyectos de combustión, pero sin llegar a fase industrial con proyectos de gasificación y Pirolisis, esto nos trae la oportunidad de implementar en estos momentos de energía cara tanto por factores internos de la guerra de ucrania y Rusia a la mal política económica del gobierno de turno, nos determina el rango, de que en convenios con fincyt y otros organismos cooperantes poder financiar junto con las empresas estos proyectos pilotos, para nuevas tecnologías como gasificación, pirolisis, carbonización hidrotermal y reformado de los gases pobres de la pirolisis, para lograr los objetivos de altos rendimientos energéticos y económicos del orden del 60 al 70 %, lo cual lo podemos mostrar en sendas publicaciones en revistas indexadas en el Mundo científico de la energía.

El balance energético nacional y la nueva matriz energética sostenible, nos indican que existe un déficit de generación energética en el norte del País, es

decir que la demanda o el consumo total de energía Eléctrica en el Norte del País (Domiciliaria , Comercial , Industrial , Minera , Pesquera), son mayores a la oferta de generación Eléctrica instalada en el Norte del País, por lo que se tiene que importar energía Eléctrica de la zona centro del País, básicamente de la zona de Chilca, donde se encuentra la válvula de llegada del gaseoducto de Camisea, es decir básicamente la zona de Chilca con las centrales eléctricas de Engie, Enel, Fénix Power, Kalpa entre otras , por lo que el desarrollo de la alternativa biomasa es muy necesaria para el bien del sistema interconectado Nacional, en especial la zona Norte, la utilización del bagazo de la caña, las ramas y hojas de la planta de la caña de azúcar, la cascara del arroz y los residuos sólidos urbanos, solos o en combinación de acuerdo a múltiples criterios, nos presentan una alternativa muy útil para lograr el desarrollo de simples y complejos diseños, diseños como la cadena de transporte del bagazo, con sus detalles de diámetro de pazo , de numero de dientes, de la longitud, número y tipo de eslabones de la cadena necesaria al respecto, del tipo de material por consideraciones de diseño, es decir determinar el factor crítico de diseño entre la resistencia a la fluencia , rotura y fatiga , con el análisis de esfuerzos en tres dimensiones, mediante la tecnología del círculo de Mohr , pero también la resistencia al desgaste y la fricción y los tratamientos térmicos y termoquímicos necesarios para lograrlo , tales como el templado en frio y rápido para aumentar su resistencia a la penetración Brinell, a tratamientos de recocido para disminuir tensiones y aumentar flexibilidad, pero también diseñar tecnología de hogares ciclónicos de mezcla de aire . combustible, para aumentar la eficiencia energética y disminuir la combustión y los gases contaminantes en el escape, para lograr procesos energéticos más eficientes, el diseño de limpiadores permanentes de escorias y cenizas que tienen alta concentración de azufre, ácido sulfúrico, ácido clórico y cloro, con lo cual se aumenta la vida útil esperada de las instalaciones y de toda la inversión CAPEX, se mejora por lo tanto los indicadores de viabilidad VAN y los indicadores de rentabilidad TIR.

Se sigue con diseños en las chimeneas y ventiladores de tiro forzado de múltiples etapas, que permiten de acuerdo a la teoría de dispersión de Gauss, lograr muy bajas concentraciones de gases en los alrededores de las plantas energéticas a diseñarse e implementarse al respecto, también debemos de hablar de contribuciones al límite del conocimiento y de la ciencia, en el diseño

de detallado de los elementos de máquina tales como los contenedores anaeróbicos de los procesos pirolíticos, que impiden el contacto del proceso, con oxígeno y aire, logrando la creación de gases pobres sin azufre y cloro y por lo tanto no contaminantes y dañinos a la salud, que con el transcurso del tiempo producen procesos pulmonares de asbestosis, neumoconiosis, saturnismos, cáncer a los bronquios y cáncer a los pulmones, con los graves atentados contra la salud y esperanza de vida de las personas, la cual ha subido de 69 años a 76 años, situación que debemos de continuar con eficiencia y responsabilidad, para lograr el éxito de los programas sociales que tratan de preservar la vejez en el Perú.

El diseño de los compactadores de biochar para su uso y uso domiciliario es muy importante como una forma de utilizar de manera óptima este nuevo combustible, la compactación en el rango de 30 bar, con sistemas hidráulicos y de control, nos permite el uso de estos mecanismos para lograr aumentar y mejor aprovechar el uso energético de estas modernas formas de energía, limpia y renovable y ahora flexible, dimensiones de las prensas de compresión, análisis orgánico de los combustibles con distintos grados de compactación, actuación automática de la maquinaria con sistemas de control ágil e inteligente, procesos de control de tres dimensiones y variables en el tiempo como cuarta dimensión, son de vital importancia, para el logro y la esencia de estos procesos importantes y por ultimo del diseño de ductos que transportan la mezcla metano y hidrogeno con su mezclado optimo y seguro, que nos permite un largo camino de desarrollo exitoso problemas de fuga por utilizar un gas más ligero de moléculas más pequeñas, más ligero y volátil, diseño de bancos de compresores de múltiples etapas de recorrido y éxito empresarial, con énfasis en el desarrollo de todo tipo de creaciones que permitan mejores diseños y actuaciones de procesos unitarios y complejos al respecto, debemos pues de fijarnos no en el peligro de las operaciones, si no en el reto de aprender y crear nuevos procedimientos de análisis en el largo plazo.

Al final se logra una matriz energética más sostenible, menos contaminante, menos preocupante y amigable con el medio ambiente, permitiendo la sostenibilidad de los ecosistemas, más dúctiles y fáciles de recuperar en donde los procesos de simbiosis son duraderos y estables en el tiempo y lugar, de maduración tecnológica energética con procesos más eficientes y libres de

control anti contaminación que ayudan a los pueblos a ser libres del yugo opresor del totalitarismo opresor, que nos lleva de la mano a un mundo mejor menos contaminado y más saludable como herencia a nuestros hijos y nietos.

Los costos analizados obedecen a fuentes de naturaleza secundaria obtenidos por el investigador, pues a la fecha en nuestro medio no se realiza un expediente técnico completo derivada de esta gran idea, es por eso que los costos de CAPEX, es decir de hornos, quemadores, camas móviles, limpiadores de cenizas y escorias acidas con alto contenido de azufre , cloro , ácido sulfúrico, ácido clórico y demás elementos corrosivos, que se pueden crear, costos de ventiladores y sopladores cuando los rangos de presión son mayores, que permiten hacer cumplir la función de gauss y demás conceptos de dispersión y dilución de sólidos en suspensión en el medio ambiente, ya sea con fuente de emisión puntual o fuente de emisión territorial o de un área completa, también se consideran y analizan los costos de turbinas , ductos , condensadores y válvulas de accionamiento para el vapor producido por el calor de los biocombustibles, con la ingeniería general e ingeniería de diseño, que nos permita, el control de todos estos objetivos y poder determinar con precisión los costos operativos, que incluyen la amortización de la inversión , a concepto VNR . Valor Nuevo de remplazo de acuerdo a la tecnología del regulador y con la lógica del organismo topológico eficiente , con los valores adaptados y que responden a la lógica de las contribuciones reembolsables de larga data regulatoria, se deben incluir también costos de seguros, costos de mano de obra especializada básicamente ingenieros y técnicos, así como costos de mano de obra no especializada con amplio rango social, que nos ayuda a construir una sociedad con menos grietas y temores y por lo tanto más estable, se debe también considerar un periodo de recuperación antiguo y largo con el criterio de respetar la naturaleza financiera de los aportes, el watt o costo promedio ponderado de capital, con énfasis en mejorar la estructura de financiamiento tanto en los mercados secundarios o bancarios, así como en el mercado primario, con el valor agregado de mejorar la estructura financiera del operador o concesionario energético, que debe ser completado con el perfil energético, a ser utilizado para fines pertinentes y nobles , que deben ser respetados, la eficiencia energética, pasa por la eficiencia financiera, eficiencia ambiental, eficiencia operacional, eficiencia de inversión de los capitales.

VI.- CONCLUSIONES

- Se determinó el potencial térmico en base a la oferta de cascarilla de arroz, utilizando un método probabilístico de Weibull, con la finalidad de conocer el valor mayor de probabilidad de producción de cascarilla de arroz dentro de un mes.
- Se hizo un análisis de las diferentes formas de aprovechamiento térmico, siendo el proceso de pirólisis el más adecuado.
- Se dimensionó los diferentes equipos electromecánicos del proceso de pirolisis en el molino de Lambayeque.
- Se verificó la viabilidad económica y financiera de la propuesta.

VII.- RECOMENDACIONES

Es necesario el considerar la cascarilla de arroz por su comprobado poder calorífico como una fuente de energía primaria en la Matriz energética peruana, teniendo en cuenta que, con alternativas tecnológicas como la gasificación, la pirolisis, se solucionan los problemas técnicos, que tenían en su aprovechamiento, que traía perjuicio tanto a los equipos, como al medio ambiente excediendo los Imp que las normas ambientales mundiales y nacionales determinan.

Se deben realizar estudios de caracterización energética, mediante la determinación de poder calorífico superior e inferior y de esta manera estudiar el potencial energético de los Bio combustibles de la Región, tal como el bagazo de la caña de azúcar, la cascara del arroz y los residuos sólidos urbanos, mediante la utilización de la bomba calorimétrica de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, y la respectiva campaña de mediciones por estación, tipo y variedad de cultivo, tiempo de cosecha , condiciones de transporte y almacenamiento esencial , ideal y optimo.

Se deben publicar en revistas científicas y de impacto de primer cuartil en el índice R de Scimago, para elevar el nivel académico de la escuela de Ingeniería Mecánica sede Chiclayo de la Universidad Cesar Vallejo y difundir los logros en la comunidad científica de la Ciudad de Chiclayo Metropolitana y alrededores.

REFERENCIAS

- Amrane, A. (2016). *Synthesis and toxicity evaluation of hydrophobic ionic liquids for volatile organic*. TUCSON: SENDERO.
- Arista. (2014). *Metodología de la Investigación*. Lima: EDUSMP.
- Asociación Peruana de Molineros de Arroz. (2018). *Estadísticas actualizadas de Producción de Arroz en Cascara*. LIMA: MOLINA.
- Assureira, P. (2018). *Aprovechamientos Térmicos de la Cascarilla de Arroz*. BOGOTA: MARCOMBO.
- Broch, A. (2020). *Analysis of solid and aqueous phase products from hydrothermal*. boon: REICH.
- Cañizares, J. (2018). *Electrolysis with diamond anodes*. Charlotte: VIRGINIA.
- Cardona, M. (2018). *Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia*. BOGOTA: MIMEN.
- Cartolini, B. (2018). *Factores de Promoción del uso Térmico de la Cascarilla de Arroz*. BOGOTA: JAVERIANA.
- Casas, D. (2019). *Estudios de los Rendimientos de producción de Arroz en Cascara, múltiples Variedades*. LIMA: UNALM.
- Centro de Investigación y Tecnología Química. (2021). *Pirolisis de Residuos Agrícolas*. CORDOVA: MESSI.
- Choi, C. (2019). *Estudio de Revisión de las principales características de la Cascara del Arroz*. PEKIN: ESTRELLA.
- Cuzquen, T. (2017). *Procedimientos Pirolíticos en la Industria Molinera*. LIMA: UNFV.
- Departamento de Sucre Bolivia. (2017). *Mas cerca de la gente, una agenda para lo social*. SUCRE: BOLIVARIANA.
- Domeneck, J. (2018). *Optimización de los Procesos de Pilado y Transformación de arroz Pilado*. LIMA: MOLINA.

- Dutta, A. (2020). *A comparative review of biochar and hydrochar in terms of production*. SYDNEY: EUROASIA.
- Estación Experimental Agrícola Universidad de Puerto Rico. (2018). *Informe de la Empresa de Ornamentales*. SAN JUAN: TICO.
- Fermanelli, C. (2021). *Pirolisis de Residuos Agrícolas* Rosario: ARGENTINA.
- Fundación Ecológica de Colombia - FUNDEC. (2019). *La Cadena del Arroz en Colombia, una Mirada global de su estructura y Dinámica*. BOGOTA: FLORES.
- García, J. (2017). *Estudio Previo de la Cascarilla de Arroz para obtención de BioCombustibles*. BOGOTA: ANDES.
- Garfias, A. (2017). *Modernas técnicas de mantenimiento y su prospectiva*. Lima: UNI.
- Gasca, V. (2019). *Los Biocombustibles*. MEXICO: REDALYC.
- Gaskin, I. (2019). *Different Temperatures and their effects*. SINGAPUR: EXITO.
- Gómez, A. (2021). *Producción y Mercadeo del Arroz en Colombia*. CALI: REVERTE.
- Gómez, A. (2021). *Producción y Mercado del Arroz en Colombia*. CALI: REDAGRICOLA.
- Gutiérrez, C. (2021). *Biocombustibles sus principales Fuentes*. MEXICO: CIENCIA.
- Hernández, M. (2017). *Evaluación del Programa de Producción Mas limpia*. TOLIMA: MARCOMBO.
- Llaguento, E. (2019). *Modernización del Proceso de Pilado de Arroz*. BOGOTA: MARCOMBO.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). *Estadísticas de Producción Agraria*. MOLINA: MINAGRI.
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. (2018). *Estadísticas de Producción y Cosecha de Arroz en Cascara*. LIMA: MOLINA.

- Novak, J. (2017). *Characterization of designer*. bangok: SAIGON.
- Ñaupas, P. (2016). *Metodología de la investigación científica en Ingeniería*. Bogotá: Limusa.
- Osava, M. (2018). *Políticas para la Gestión Integral de Residuos*. CALI: JAVERINA.
- Pierella, L. (2021). *Pirolisis de la Cascara de Arroz*. CORDOVA: CITEQ.
- Pinedo, R. (2019). *Naturaleza Química de la Pirolisis*. GUAYAQUIL: ESPOL.
- Portillo, M. (2019). *Feasibility of sun flower oil cake*. DALLAS: RANGER.
- Qiao, P. (2021). *BIOGAS PRODUCTION FROM SUPERNATANT OF HYDROTHERMALLY TREATED MUNICIPAL*. WHUAN: MAO.
- Rabe, E. (2017). *La Cascarilla de Arroz como Combustible en el Secado de Cereales*. MANIZALES: JAVERINA.
- rENEW eNEERGY. (2018). *Minireview of Potencial applications of hydrochar derived*. SEUL: PARALELO38.
- Revista Moliarroz. (2019). *Aprovechamiento de la Cascarilla de Arroz, obtención de Silicatos*. LA HABANA: REVOLUCIÓN.
- Reynaldo. (2018). *Mantenimiento en Sub Estaciones Eléctricas*. *Ingeniería del Mantenimiento*, 45, 61.
- Reza, B. (2019). *Influence of digestion temperatures and organic loading rate on the continuius anaerobic treatment*. EL CABO: MANDELA.
- Ribeiro, R. (2019). *G RAPHENE BASED MATERIALS FOR THE CATALYTIC WET PEROXIDE*. NEW JERSY: CANVAS.
- Rivera, B. (2021). *Prospectiva de uso de sub productos agro industriales para producción de Bioetanol*. MEDELLIN: TECHNICA.
- Rivera, P. (2016). *Optimización del despacho económica, caso subestaciones eléctricas de Potencia*. Miami: Willey.
- Rubia, M. (2018). *Effect of inoculum source and initial concentration on the anaerobic digestión*. Galveston: texas2.

- Salam, B. (2018). *Alternative Fuel From pyrolysis of rice husk*. Chittagong: Bangladesh.
- Salgado, R. (2018). *Cascarilla del Arroz, un excelente sustituto de la Madera*. LIMA: UNALM.
- Samantha, V. (2021). *Obtención de bioetanol a partir de la Biomasa presente en la Cascarilla de Arroz*. CUENCA: SALESIANA.
- Sampiere Hernandez, R. (2017). *Metodología de la investigación Científica*. Lima: Limusa.
- Sandoval, A. (2017). *Análisis de Mercado para el uso de la Cascarilla de Arroz*. MAYAGUEZ: TICO.
- Shafique, H. (2018). *Alternative Fuel from Pyrolysis of rice husk*. BANGLADESH: CORAN.
- Sosa, I. (2019). *Historia de la Competencia del Sector Molinero en el Peru*. LIMA: MOLINA.
- Trejo, D. (2021). *Conversión de Residuos a Biocombustibles*. MEXICO: PUEBLA.
- Ugarriza, N. (2016). *Instrumentos para la investigación Educativa*. Lima: UNMSM.
- Villamil, J., & Villamil, J. (2018). *Valorisation of the liquid fraction from hydrothermal Carbonisation*. Philadelphia: marcobre.
- Villasante, M. (2013). *Diseño de un proyecto de Investigación*. Cuzco: IIUR.

ANEXOS

Matriz de operacionalización de variables
Variable: ESTUDIO DE GENERACIÓN ELECTRICA POR PIROLISIS

Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Es la factibilidad de determinar si la generación eléctrica utilizando el proceso de pirólisis, está dentro de los valores de eficiencia deseada.	Se mide esta variable, considerando los parámetros de calor, presión y temperatura a la cual se produce el proceso de pirólisis	Técnica	Poder calorífico. Flujo másico Potencia eléctrica	Intervalo Intervalo Intervalo
		Económica	Rentabilidad.	Intervalo

Matriz de operacionalización de variables

Variable: USO DE CASCARILLA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE

Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Es el uso de la cascarilla como combustible para generar energía eléctrica.	Se establece la relación entre la oferta de cascarilla como combustible y la demanda de energía eléctrica	Eficiencia de la combustión	Eficiencia de la combustión	Razón

Ficha de Registro de datos

Objetivo: De acuerdo con la información registrada en los archivos del molino de Lambayeque, registrar la producción de cascarilla de arroz en cada una de las semanas, entre los años 2015 y 2021.

Producción de Cascarilla de Arroz (Toneladas)					
Año	Mes	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	Enero				
	Febrero				
	Marzo				
	Abril				
	Mayo				
	Junio				
	Julio				
	Agosto				
	Setiembre				
	Octubre				
	Noviembre				
	Diciembre				



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS, 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 Completa titulada: "ESTUDIO DE GENERACIÓN ELECTRICA POR PIROLISIS EN BASE A CASCARILLA DE ARROZ CASO MOLINO LAMBAYEQUE", cuyos autores son ROMERO COLLANTES ROY JAMES, QUINTEROS AGREDA ALEX, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 5.00%, 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 Completa 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, 10 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS DNI: 16720249 ORCID: 0000-0003-4412-8789	Firmado electrónicamente por: AJSALAZARM el 11- 12-2022 08:18:34

Código documento Trilce: TRI - 0481937