

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO- MECÁNICA**

TEMA:

**Montaje de motor de combustión interna tipo Otto modelo Liffan 5500
para pruebas didácticas de micro generación de electricidad con la
ayuda de un gasificador Downdraft modelo GEK -1.2.5**

AUTOR:

Layana Paredes Juan Carlos

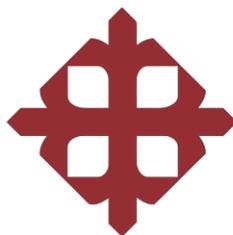
**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELÉCTRICO – MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Martillo Aseffe José Alfonso Mgs.

Guayaquil, Ecuador

2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO- MECÁNICA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **LAYANA PAREDES JUAN CARLOS**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO – MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

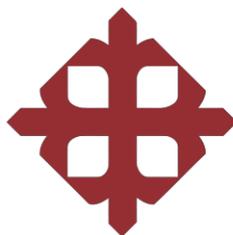
TUTOR

Ing. Martillo Aseffe José Alfonso Mgs.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Heras Sánchez Miguel Armando, MSc.

Guayaquil, a los 21 días del mes de marzo del año 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO- MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Layana Paredes Juan Carlos**

DECLARO QUE:

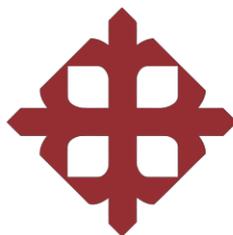
El Trabajo de Titulación, **Montaje de motor de combustión interna tipo Otto modelo Liffan 5500 para pruebas didácticas de micro generación de electricidad con la ayuda de un gasificador Downdraft modelo GEK -1.2.5** previo a la obtención del título de **Ingeniero en eléctrico – mecánica con mención en gestión empresarial industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 21 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR:

Layana Paredes Juan Carlos



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO- MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

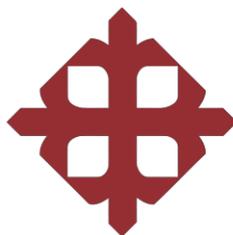
Yo, **Layana Paredes Juan Carlos**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Montaje de motor de combustión interna tipo Otto modelo Liffan 5500 para pruebas didácticas de micro generación de electricidad con la ayuda de un gasificador Downdraft modelo GEK -1.2.5**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 21 días del mes de marzo del año 2019

EL AUTOR:

Layana Paredes Juan Carlos



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO- MECÁNICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Heras Sánchez Miguel Armando, MSc.
DIRECTOR DE CARRERA**

**ING. Philco Asqui Luis Orlando, MSc.
COORDINADOR DE TITULACIÓN**

**Ing. Bayardo Bohórquez Escobar, Msc
OPONENTE**

REPORTE DE URKUND

The screenshot shows the URKUND web interface. The document title is "TESIS LAYANA PAREDES BIBLIOTECA.pdf (D47992607)". It was presented on 2019-02-15 18:33 (-05:00) by orlandophilco_7@hotmail.com. The recipient is orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com. The message content is "TESIS DE LAYANA" with a link to "Mostrar el mensaje completo". A yellow highlight indicates that 2% of the 30 pages consist of text present in 4 sources. The "Lista de fuentes" (List of sources) panel on the right shows the following sources:

- <http://dspace.utalca.cl/handle/1950/2438>
- <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=61730107>
- Método empírico para estimar la densidad básica en muestras pequeñas de madera (100% match)
- Fuentes alternativas
- <https://www.iit.comillas.edu/pfc/resumenes/51964e746dc67.pdf>

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL TEMA: Montaje de
motor de combustión interna tipo Otto modelo Liffan 5500 para pruebas didácticas de micro
generación de electricidad con la ayuda de un gasificador Downdraft modelo GEK -1.2.5 AUTOR:
Layana Paredes Juan Carlos Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERO
EN ELÉCTRICO – MECÁNICA TUTOR: Ing. Martillo Asseffe José Alfonso Msc. Guayaquil, Ecuador
2019

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL CERTIFICACIÓN
Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por LAYANA

Reporte Urkund del trabajo de titulación en ingeniería Eléctrico-Mecánica denominado: Montaje de motor de combustión interna tipo Otto modelo Liffan 5500 para pruebas didácticas de micro generación de electricidad con la ayuda de un gasificador Downdraft modelo GEK-1.2.5 del estudiante Layana Paredes Juan Carlos el cual está al 2% de coincidencias.

Atentamente,

Ing. Philco Asqui Luis Orlando, Msc.
Revisor

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a DIOS por la fortaleza, paciencia y sabiduría para poder culminar mi carrera con el éxito esperado.

A mis amistades y compañeros que me supieron expresar siempre su apoyo incondicional y consejos para culminar mi carrera universitaria, a mis profesores de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

Agradezco de manera muy especial a mi tutor el ing. José Martillo A. MSc. Docente de la facultad quien con su acertada dirección y amplio conocimiento supo guiarme de la manera más acertada para la conclusión de mi trabajo de titulación previo a la obtención de mi título como profesional.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico especialmente, a DIOS por haberme dado la bendición de tener un trabajo para de esta manera poder pagar mis estudios y a la vez sostenerme en sus manos a pesar de todas las adversidades.

A mis amados padres por haberme guiado por las sendas del bien y seres queridos.

A mi querida y amada esposa a mis dos hermosos hijos a ellos se los dedico de manera muy especial, por haber tenido la suficiente paciencia para aguantarme todo este tiempo, que hoy da su recompensa todo ese esfuerzo se lo ve plasmado en un trabajo de titulación como un profesional en la ingeniería eléctrica.

ÍNDICE GENERAL

REPORTE DE URKUND	VI
AGRADECIMIENTO	VIII
DEDICATORIA	IX
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XIX
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I.....	4
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
Planteamiento del Problema.....	4
Justificación	4
Objetivos	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Tipo de investigación.....	5
Metodología.....	5
CAPITULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
CONCEPTO DE ENERGÍA	7
ENERGÍAS Y SU APORTE EN EL DESARROLLO DE LA HUMANIDAD .	7
CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE ENERGÍAS	7
ENERGÍAS RENOVABLES.....	7
☐ ENERGÍA SOLAR	7
☐ ENERGÍA EÓLICA	8
☐ ENERGÍA HIDRÁULICA	8
☐ Energía mareomotriz	8
☐ La Biomasa.....	9

Tipos de biomasa	9
<input type="checkbox"/> Biomasa natural:	9
<input type="checkbox"/> Biomasa seca:	10
<input type="checkbox"/> Biomasa húmeda	10
<input type="checkbox"/> Cultivos energéticos	10
Ventajas de la biomasa	10
Ventajas económicas de la biomasa	11
Desventajas de la biomasa	11
Espacio para su almacenamiento	11
Energías no renovables	12
<input type="checkbox"/> Carbón	13
<input type="checkbox"/> Petróleo	13
<input type="checkbox"/> Gas natural	13
Aplicaciones del gas natural.....	14
<input type="checkbox"/> Uranio	14
Fuentes de energía no convencionales o nuevas fuentes de energía:	14
De acuerdo a su utilización se dividen en:	14
<input type="checkbox"/> Primarias:.....	14
<input type="checkbox"/> Secundarias:.....	14
Tipos de gasificadores	14
Gasificador	14
<input type="checkbox"/> Gasificador de corriente ascendente o tiro directo.....	15
<input type="checkbox"/> Gasificador de tiro transversal	15
<input type="checkbox"/> Gasificador de corriente descendente o Down draft.	16
Gasificación.....	17
Residuos orgánicos utilizados para el proceso de gasificación.....	17
Procesos de gasificación.....	17

□ Secado.....	18
□ Pirolisis	18
□ Oxidación.....	18
□ Reducción.....	18
□ Gas de síntesis	19
□ Composición del gas de síntesis:	19
□ Purificación de gases que se obtienen por producto de la gasificación	19
□ Alquitrán.....	19
□ Temperatura de rocío.....	20
Propiedades de la materia prima a considerar en el proceso de gasificación.....	20
□ Contenido de la humedad. (H.R)	20
□ Humedad inherente	20
□ Humedad libre	20
□ Contenido de cenizas	20
□ Poder Calorífico Superior (PCS).....	21
□ Poder Calorífico Inferior (PCI).....	21
Utilización de motores de combustión interna para la generación de energía eléctrica a partir del uso de la biomasa	21
Motor de combustion interna	22
Motor de dos tiempos.....	22
Motor de cuatro tiempos.....	23
Funcionamiento interno del motor de combustión interna para cumplir su ciclo de trabajo	24
□ Admisión.....	24
□ Compresión	24
□ Trabajo.....	24

<input type="checkbox"/> Escape.....	24
Pasos para poner en marcha un motor de combustion interna.....	24
Alimentacion de combustible.....	24
Sistema de encendido.....	25
Sistema de arranque.....	25
Lubricación.....	25
Refrigeración.....	25
Máquinas de mecanizado y herramientas.....	25
Definición.....	25
<input type="checkbox"/> Torno.....	26
<input type="checkbox"/> Fresadora.....	26
<input type="checkbox"/> Máquina para soldar.....	26
<input type="checkbox"/> Taladro.....	26
<input type="checkbox"/> Moto – tools.....	26
<input type="checkbox"/> Amoladora.....	27
<input type="checkbox"/> Llaves mixtas.....	27
<input type="checkbox"/> Soldadura.....	27
<input type="checkbox"/> Medidor de flujo de gas.....	27
<input type="checkbox"/> Medidor de humedad.....	27
<input type="checkbox"/> Radiador.....	28
<input type="checkbox"/> Mangueras.....	28
<input type="checkbox"/> Abrazaderas.....	28
CAPÍTULO III.....	29
MONTAJE DE EQUIPO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA PRUEBAS DE MICRO GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA QUEMA DE LA BIOMASA.....	29
Partes que conforman el equipo gasificador.....	31
<input type="checkbox"/> Tolva de materia prima.....	31

□ Motor y tornillo sin fin	32
□ Zona de secado e intercambiador de calor	33
Filtro de gas	33
□ Conexión de línea de gas de la zona de secado -ciclón	34
□ Líneas de gas	34
□ Boquilla de aire	35
Instalacion de campana	36
□ Boquillas de entrada de aire	36
□ Puerto para ajuste de rejilla y limpieza del reactor	37
□ Montaje del ciclón	38
□ Instalación de frasco de condensado	38
□ Ensamble de eyector Venturi en sitio de trabajo.....	39
□ Instalación de termocupla	40
□ Instalación de manómetro.....	40
□ Instalación de radiador.....	41
□ Construcción e instalación de medidor de flujo de gas	42
□ Instalación de válvulas para alimentar de gas de síntesis al generador	43
TEMPERATURAS DE ETAPAS GASIFICADORAS.....	45
Evaluación de costos del proyecto	46
Costos de la inversión	47
Costos directos.....	47
Adquisición de materiales	47
Costos indirectos.....	48
Asesoramiento técnico	48
Gastos de investigaciones.....	48
Costo total	48

CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS.....	58
Mantenimiento a gasificadores.....	63
Mantenimiento preventivo	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Energía Hidráulica	8
Figura N° 2.1 Energía Mareomotriz	9
Figura N° 3.1 Energía a partir de la biomasa	9
Figura N° 4.1 Energía a partir de la biomasa	10
Figura N° 5.1 Índice de países consumidores de energía a partir de la biomasa	12
Figura N° 6.1 Carbón	13
Figura N° 7.1 Gasificador de corriente ascendente	15
Figura N° 8.1 Gasificador de tiro transversal	16
Figura N° 9.1 Gasificador de corriente descendente o Down draft.	16
Figura N° 10.1 Motor de 2 tiempos	23
Figura N° 11.1 Motor de 4 tiempos	23
Figura N° 12.1 Medidor de humedad	28
Figura N° 13.1 Desmontaje de gasificador	31
Figura N° 14.1 Montaje de tolva	32
Figura N° 15.1 Acoplamiento de sin fin	32
Figura N° 16.1 Reajuste de zona de secado	33
Figura N° 17.1 Tanque de filtro de humedad	34
Figura N° 18.1 Acoplamiento de zona de secado	34
Figura N° 19.1 Líneas de gas	35
Figura N° 20.1 Línea de aire	35
Figura N° 21.1 Instalación de campana	36
Figura N° 22.1 Boquillas de entrada de aire	36
Figura N° 23.1 Puerto de limpieza	37
Figura N° 24.1 Biomasa procesada	38
Figura N° 25.1 Acoplamiento del ciclón	38
Figura N° 26.1 Instalación de frasco de condensado	39
Figura N° 27.1 Acoplamiento de eyector ventury	39
Figura N° 28.1 Instalación de termocupla	40
Figura N° 29 Instalación de manómetro en el filtro	41

Figura N° 30.1 instalación de manómetro.....	41
Figura N° 31.1 Elemento de retención y evacuador de vapor de agua.....	42
Figura N° 32.1 Medidor de flujo de gas.....	43
Figura N° 33.1 Caja de evaluación de motores Caterpillar	43
Figura N° 34.1 Montaje de elementos de control de gas	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Temperaturas de zonas de reducción	45
Gráfico N° 2 Temperatura grupo de filtros enfriadores de gas.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Temperaturas de etapas para gasificación	45
Tabla N° 2 Temperatura grupo de filtros enfriadores de gas	46
Tabla N° 3 Costos directos - Adquisición de materiales	47
Tabla N° 4 Costos indirectos - Asesoramiento técnico	48
Tabla N° 5 Gastos varios	48
Tabla N° 6 Costo total de proyecto	48

RESUMEN

El presente proyecto de titulación se basa en realizar pruebas didácticas de micro generación para la obtención de energía eléctrica a través de la gasificación de biomasa, de la misma manera el objetivo principal es la utilización de un tipo de gas denominado gas de síntesis, el cual puede servir como combustible para un motor de combustión interna. El gas obtenido puede utilizarse para generar energía eléctrica con la ayuda de un motor-generador, este tipo de proyecto resulta de mucha utilidad para las zonas rurales del Ecuador. Con el fin de establecer un modelo de remediación ambiental, se motiva a las instituciones educativas se dé a conocer del arte de la gasificación por biomasa, se emplea el método descriptivo para caracterizar la operación de un sistema de gasificación de generación eléctrica con la ayuda de un generador eléctrico para generar energía eléctrica a pequeña escala que utiliza como combustible la biomasa que se la obtiene de la tusa de maíz. Igualmente se utiliza el método Sintético-Analítico para plantear criterios de generación eléctrica por fuentes renovables en el Ecuador.

Palabras Claves: *Gasificación, Gasificador, Pirólisis, Biomasa, Gas De Síntesis, Termocupla.*

ABSTRACT

The present titration project is based on didactic tests of micro generation for obtaining electricity through biomass gasification, in the same way the main objective is the use of a type of gas called synthesis gas, which It can serve as fuel for an internal combustion engine. The gas obtained can be used to generate electricity with the help of an engine-generator, this type of project is very useful for rural areas of Ecuador. In order to establish a model of environmental remediation, educational institutions are encouraged to become familiar with the art of gasification by biomass, the descriptive method is used to characterize the operation of a gasification system for electric generation with the help of an electric generator to generate small scale electric energy that uses as fuel the biomass that it obtains from the corn. Likewise, the Synthetic-Analytical method is used to raise criteria for electric generation by renewable sources in Ecuador.

KEY WORDS: *Gasification, Gasificator, Pyrolysis, Biomass, Synthesis Gas, Termocupla.*

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de titulación pretende contribuir con la propuesta de generación de electricidad a través de la gasificación de biomasa.

Durante los últimos años la demanda de energía se ha incrementado significativamente, es por ello que se han buscado alternativas energéticas que satisfagan necesidades con el abasto de energía eléctrica. Las principales alternativas de investigación se enfocan a las energías renovables amigables con el ambiente como es el uso de la biomasa, ya que además de ser fuentes de energía, tienen las características necesarias para cubrir la demanda de mayor energía en un futuro no muy lejano y con la calidad suficiente para reemplazar a los combustibles fósiles. (Becquet, 2007, pág. 20)

Una de las fuentes renovables de energía de mayor evolución en el mundo es la biomasa; la energía generada a partir de la biomasa es un recurso que ha sido utilizado desde hace muchos años por generaciones pasadas, como un carburante para la producción de calor. Esta materia además de aportar con cualidades caloríficas, tiene la ventaja de mitigar la emisión CO₂ a la atmósfera al momento de su combustión, todo esto por el equilibrio que se desarrolla desde que es una materia viva.

Mencionadas ventajas han permitido que se realicen estudios de tal manera que el proceso de combustión sea más eficaz y así se obtenga mayor beneficio de la energía generada por la biomasa, a partir de ello se han desarrollado procesos termoquímicos que han permitido que la biomasa se convierta en un medio sustentable para la producción de energía eléctrica de una manera mas amigable con el planeta. (Zaleta Aguilar Alejandro, 2012, pág. 13)

La biomasa constituye una de las fuentes renovables de energía de mayor enfoque a nivel global, por su capacidad de causar un menor impacto ambiental en comparación con los combustibles fósiles. Mediante diferentes

métodos y técnicas de conversión energética se puede obtener combustibles en forma sólida, líquida y gaseosa a partir de cualquier tipo de biomasa.

La gasificación es un proceso mediante el cual podemos convertir casi cualquier materia orgánica seca en un carburante de combustión limpia que puede reemplazar el combustible fósil en la mayoría de las situaciones de uso.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del Problema

Por la falta de conocimiento y por un constante crecimiento de la demanda de energía, se presenta la necesidad de aplicar un proceso de producción sostenible de energía eléctrica a partir del uso de la biomasa para evitar la contaminación en un futuro.

Justificación

El desarrollo a nivel mundial depende de muchos factores uno de los más importantes se basa en la generación de energía. En Ecuador, las redes de energía eléctrica no satisfacen la totalidad de las necesidades de la población, especialmente en las zonas rurales. A continuación se plantean formas alternas amigables con el ambiente, económicas al alcance de todos y con la calidad suficiente para reemplazar a los combustibles fósiles.

El gasificador procesará la biomasa transformándola en un gas de síntesis y a su vez el generador se alimentará de este combustible transformándolo en energía eléctrica con la ayuda del uso de la biomasa inicial que es una energía amigable con el ambiente.

Las principales áreas beneficiadas de este proyecto estarían ubicadas en zonas rurales, en donde existen una gran cantidad de desechos orgánicos que no han sido adecuadamente tratados. La implementación del gasificador de biomasa traerá importantes beneficios socioeconómicos para la zona. El uso de biomasa incentivará el cultivo en terrenos abandonados en donde la materia prima se transforma en un ingreso adicional para los agricultores, y de esta manera generar energía eléctrica a partir del proceso de transformación de los mismos desechos orgánicos ya utilizados por el agricultor, de esta manera se evitará que la emisión de gases se minimice en un porcentaje considerable. (Becquet, 2007, pág. 25)

Objetivos

Objetivo general

Implementar un generador de combustión interna tipo Otto modelo Liffan 5500 en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo (FETD), para realizar pruebas didácticas de micro-generación, mediante el uso de biomasa.

Objetivos específicos

- Realizar el montaje de equipos mecánicos para la realización de pruebas didácticas a partir de la quema biomasa.
- Fabricar elementos mecánicos para el equipo y la adaptación de los mismos para el funcionamiento del proyecto.
- Estimar los costos que genera la implementación del proyecto

Tipo de investigación

Este proyecto se basa en la investigación de campo y documental, ya que se realizará un modelo de investigación técnica con enfoque metódico, para lo cual se realizará el uso de técnicas de investigación exploratorias, descriptivas y prácticas en el sitio de trabajo, lo cual lleva a que el proyecto se realice de una manera segura para su operación y su funcionamiento.

Metodología

El diseño metodológico del presente proyecto, se basa en investigación bibliográfica y documental, por cuanto se inicia con la revisión de información de fuentes documentales y bases de datos digitales, donde se recopila de artículos científicos relacionados con los resultados de la obtención de energía a través de la biomasa.

Descriptivo, en donde se redacta paso a paso la implementación de un conjunto de elementos mecánicos para procesos térmicos de un gasificador para la obtención del gas de síntesis con la ayuda de un generador para la

producción de energía eléctrica. De la misma manera se detalla la propuesta y montaje de un sistema de gasificación didáctico downdraft en la FETD en beneficio de la enseñanza de un método de obtención de electricidad utilizando biomasa.

Sintético-analítico por cuanto luego de la recolección de información se plantean resúmenes de resultados obtenidos de artículos científicos y analiza impactos de la generación eléctrica por biomasa en el país.

Para este proyecto se utilizaran equipos de calibración, medidores de flujo de gas, medidores de humedad, máquinas herramientas entre otros. Para la fabricación de componentes adicionales serán necesarios maquinas como el torno, fresadora y soldadora estos equipos ayudaran a la obtención de los elementos faltantes de una manera mas rapida.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Concepto de energía

La energía es la cualidad de un sistema que puede transformarse modificando su situación o estado produciendo un trabajo y existe en diferentes formas: térmica, mecánica, cinética, potencial, eléctrica, magnética, química, nuclear etc. Debido a ello y al gran valor que ésta tiene en las interacciones con el medio ambiente es necesario explicar un poco acerca de los recursos que son necesarios para la producción de la energía, tal como lo son los renovables y no renovables.(Castells, 2012)

Energías y su aporte en el desarrollo de la humanidad

La energía se encuentra en todo el planeta tierra en diferentes tipos de fuentes ya sean de tipo natural o modificada por el hombre para de esta manera obtener el beneficio requerido de la energía. Las energías se clasifican en diversos tipos, energía renovables y no renovables.(Sardón, 2003)

Clasificación y tipos de energías

Las energías se clasifican de acuerdo a los siguientes criterios:

- Energías renovables
- Energías no renovables

Energías renovables

Son aquellas energías cuyo poder potencial no se agota con el pasar del tiempo, ya que proviene del planeta tierra de manera continua como, por ejemplo; el resultado de la radiación solar o atracción gravitatoria de otros planetas del sistema solar y se la obtiene de una manera limpia y de forma natural entre las que se acotan a continuación.(Altomonte, Coviello, & Lutz, 2003)

- **Energía solar**

Es la energía que se logra obtener a partir de la radiación solar que llega a la tierra en forma de luz, calor u rayos ultravioletas, este tipo de energía proviene

de una fuente inagotable como lo es el sol, para su almacenamiento se debe de contar con un equipo de paneles semiconductores. Es la energía solar mas utilizada has el momento por el hombre.(Sardón, 2003)

- **Energía eólica**

Es una fuente de energía renovable que con la ayuda del aire genera electricidad con la ayuda de unos molinos de viento que giran cuando el aire impacta en sus aspas la energía cinética es transformada en energía mecánica. La energía del eólica se la obtiene instalando auto generadores estos pueden ser instalados en tierra firme como en el mar.(González-Ávila, Beltrán-Morales, Troyo-Diéguez, & Ortega-Rubio, 2006)

- **Energía hidráulica**

La energía hidráulica esta diseñada para aprovechar el flujo de agua que es vertido desde cierta altura para generar energía eléctrica, este tipo de energía se la logra obtener gracias al beneficio de la energía cinética y el potencial del flujo con que se desliza el agua o los saltos de aguas naturales. en el proceso de energía potencial, durante la caída del agua, se convierte en cinética y mueve las turbinas para aprovechar al máximo la generación de energía sin contaminar o desviar el cauce natural del agua.(Altomonte et al., 2003)

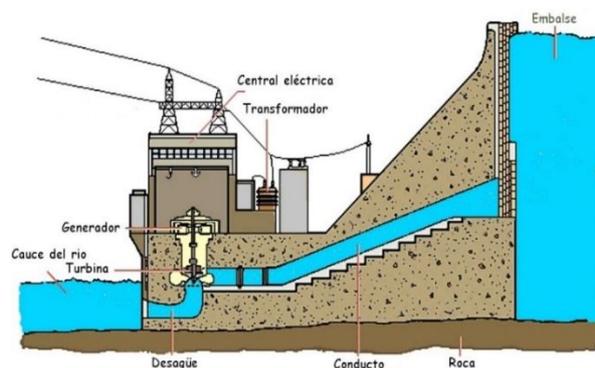


Figura N° 1.1 Energía Hidráulica
Fuente: (Altomonte et al., 2003)

- **Energía mareomotriz**

Este tipo de energía es la que se la logra obtener utilizando el movimiento de las mareas en los en los mares; con la ayuda de un generador se puede usar el sistema para la adecuada generación de energía eléctrica; cambiando de

esta manera la energía mareomotriz es energía renovable y no contaminante con el planeta. (González & González, 2015)

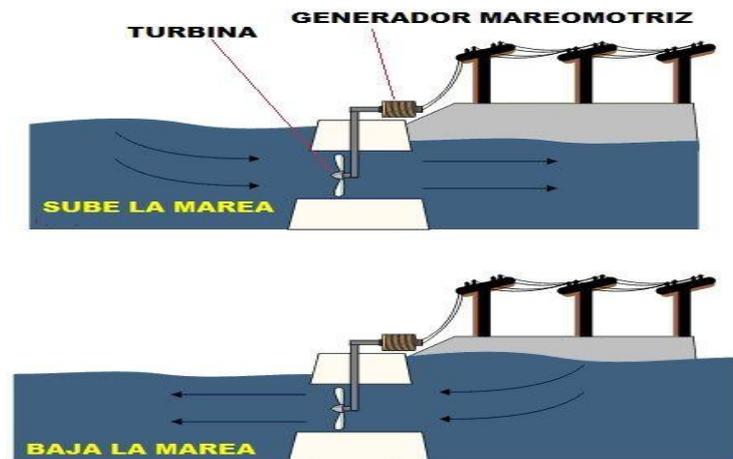


Figura N° 2.1 Energía Mareomotriz
Fuente: (González & González, 2015)

- **La Biomasa**

La energía que se genera a través de la biomasa es básicamente utilizar la materia orgánica como fuente energética. La materia orgánica nacen desde los desechos de agricultura (huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos, tusa de maíz, restos de poda de vid...) entre otros.(Klass, 1998a)



Figura N° 3.1 Energía a partir de la biomasa

Tipos de biomasa

- **Biomasa natural:** Es el tipo de biomasa que se obtiene de las ramas de los árboles cuando las mismas son podadas o caen de manera natural debido a que su ciclo finaliza.(Kumar, Kumar, Baredar, & Shukla, 2015)

- **Biomasa seca:** Es la que se obtiene mediante las actividades agrícolas, industria de la alimentación, de la madera, etc. La industria de la madera brinda residuos sólidos tales como aserrín, viruta, etc., con un contenido energético importante para la generación de energía.(McKendry, 2002a)
- **Biomasa húmeda:** Se caracteriza por estar en estado líquido. Por ejemplo, se tiene a los purines como resultado de la actividad ganadera y aguas residuales.(Basu, 2010)
- **Cultivos energéticos:** Son cultivos girasol, maíz, caña de azúcar, con usos no alimenticios en lo cual se desea alcanzar la mayor cantidad de energía posible de tal manera que se pueda generar energía térmica, eléctrica o mediante su transformación en biocarburantes. (McKendry, 2002a)

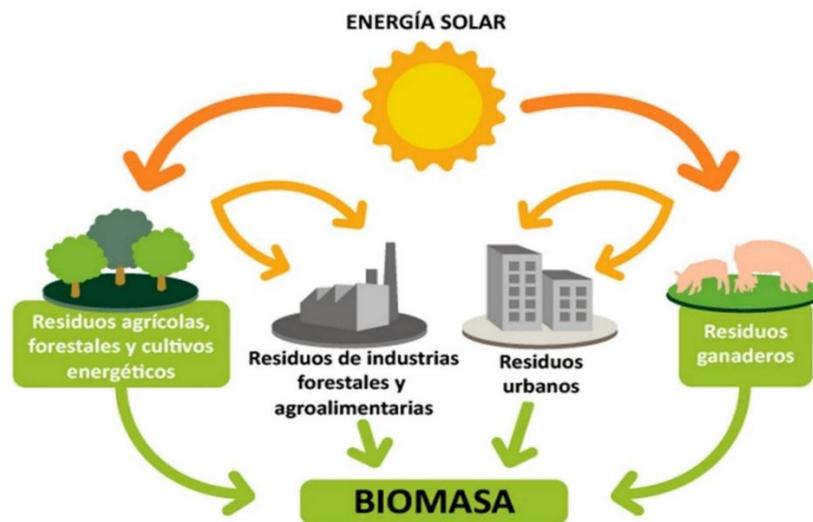


Figura N° 4.1 Energía a partir de la biomasa
Fuente: (Basu, 2010)

Ventajas de la biomasa

Es una fuente de energía renovable y en todo el planeta existe las posibilidades de acceder a fuentes reutilizables de biomasa tales como restos de cosechas, estiércol y basura orgánica. Es una fuente de energía amigable con el ambiente ya que es neutral respecto a las emisiones de carbono.(Franco, Pinto, Gulyurtlu, & Cabrita, 2003)

Ventajas económicas de la biomasa

El aprovechamiento de la energía contenida en la biomasa resulta económica su obtención comparada con el petróleo o el carbón. Su valor en comparación con los combustibles fósiles es de un tercio con los combustibles fósiles para obtener el mismo resultado. De tal manera significa que, si calefacción dependiera de biomasa, se podría ahorrar todos los años un tercio del coste de calentarla con gasoil, lo que supone un gran ahorro. (Rodríguez Becerra, 2002)

Desventajas de la biomasa

Desafortunadamente, el uso de la biomasa como combustible presenta desventajas por su heterogeneidad en la estructura anatómica, física y química. Desde el punto de vista físico se caracteriza por tener alto contenido de humedad, baja densidad, gran volumen, amplia higroscopicidad, dificultad de almacenamiento y alta tenacidad. La composición química incluye mayores fracciones de hidrógeno, oxígeno y volátiles, así como menores cantidades de carbono y poder calorífico, en comparación con combustibles fósiles. (Corral-Rivas et al., 2016)

Espacio para su almacenamiento

Se requieren grandes áreas para los diferentes procesos destinados a la obtención de energía de la biomasa. También las zonas de almacenamiento pueden ser particularmente extensas debido a que la biomasa debe ser secada técnicamente para su utilización. (Corral-Rivas et al., 2016)

En el continente asiático (China), más del 60% del combustible para uso doméstico en las zonas apartadas de la ciudad (rural) proviene del bio gas que lo obtienen descomponiendo la paja y los tallos de los cultivos. (McKendry, 2002b)

En América del Norte, ya se existen grandes plantas de biogás de gran tamaño y lo venden a los consumidores finales que son las personas el mismo que es utilizado para la cocción de alimentos.

En Europa, aproximadamente unas 500 empresas productoras de este tipo de gas biológico, Dinamarca es uno de los países que marca la pauta industrial, el Reino Unido es el país que mas consume biogás.(Flores, López, & Flores, 2015).

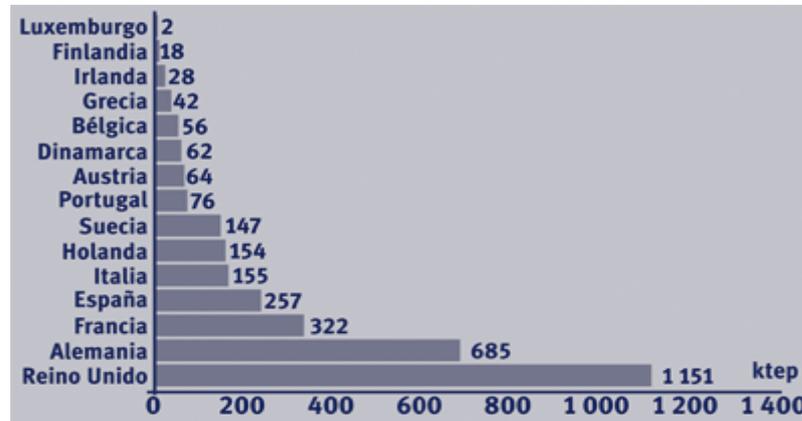


Figura N° 5.1 Índice de países consumidores de energía a partir de la biomasa

Fuente: (Altomonte et al., 2003)

Energías no renovables

Según,(Sardón, 2003) las fuentes de energías no renovables son aquellas que existen el planeta en una cantidad limitada en el planeta tierra en el momento actual en que se vive estos tipos de energías satisfacen en 94% a la población mundial con las siguientes fuentes.

Según (Altomonte et al., 2003) a este tipo de energía se las llaman fuentes de energía convencionales de acuerdo a su aportación de balances energéticos las mismas que están a la vanguardia en los países industrializados como es el caso de los siguientes elementos naturales:

- **Carbón**

El carbón es un combustible fósil color negro, dado al poder calorífico que almacena es un tipo de energía no renovable, su formación data del periodo carbonífero, cuando en ese entonces grandes extensiones de la tierra se encontraban cubiertas por una vegetación muy espesa que crecía en los pantanos. al dejar de existir estas plantas permanecían en su lugar y con el pasar del tiempo se descomponían poco a poco, la vegetación perdía átomos de oxígeno e hidrógeno, con lo que quedaban un nivel elevado de porcentaje de carbono. en la parte superior de la superficie se fueron colocando sedimentos y con movimientos geológicos fortalecieron los depósitos hasta llegar al punto que se formó el carbón. (Villamagua, Loaiza Carrion, & Naula Arteaga, 2008)



Figura N° 6.1 Carbón

Fuente: (Villamagua et al., 2008)

- **Petróleo**

El petróleo es un fluido mineral de aspecto negro, más espeso que el agua y se caracteriza por tener un olor acre. Está compuesto de hidrocarburos acompañados de los siguientes elementos azufre, oxígeno y nitrógeno en porciones variables. El petróleo se lo puede encontrar la mayor parte en rocas sedimentadas. (Fontaine, 2007)

- **Gas natural**

Según (Burnham et al., 2012), el gas natural es un hidrocarburo que está formado por combinaciones de gases muy ligeros de origen natural su mayor componente es el metano y particularmente contiene cantidades variables de otros componentes alcanos ya veces un porcentaje mínimo nitrógeno, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico o helio.

Aplicaciones del gas natural

Calefacción de edificios.

Es utilizado como combustible para vehículos, buque entre otros en forma de gas natural comprimido (GNC) o gas natural (GLN).

- **Uranio**

Es un elemento natural que se lo encuentra en la naturaleza y es el combustible mas utilizado en reacciones de fusiones nucleares. para poder usar el uranio en un reactor nuclear se debe realizar ciertos tratamientos para su adecuado uso. (Arribas, 1985)

Fuentes de energía no convencionales o nuevas fuentes de energía:

Según (Alemán-Nava et al., 2014), las energías nuevas son las que por estar en una etapa de desarrollo no cuentan con participación directa de demanda energética de los países industrializados mas bien este tipo de energía es amigable con el ambiente ya que proviene de manera natural entre las que son el caso de la energía solar, biomasa, entre otras.

De acuerdo a su utilización se dividen en:

- **Primarias:** Son las que se las logra obtener directamente de la naturaleza entre las que están; el carbón, petróleo y gas natural.
- **Secundarias:** Llamadas eficientes o directas, se logran obtener a partir de las primarias después de haber sido sometidas a un proceso de modificación técnica con la ayuda de equipos tecnológicos, como lo es el caso de la electricidad o la transformación de los combustibles que se obtienen a partir del petróleo.(Altomonte et al., 2003)

Tipos de gasificadores

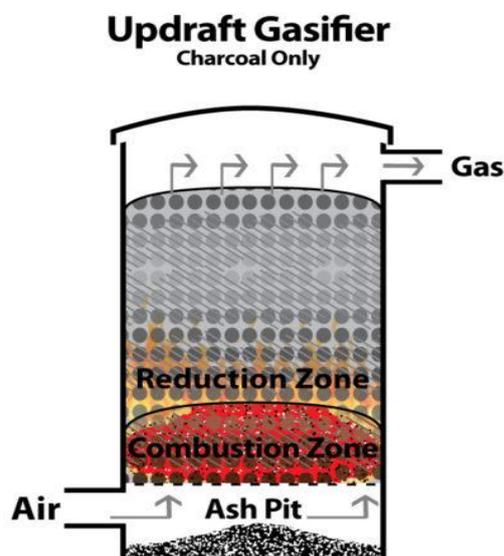
Gasificador

El Gasificador de Biomasa transforma los desechos orgánicos, por lo general de procedencia agrícola, en un gas con propiedades combustibles que puede

emplearse en motores de combustión interna o en calderas. Puede reemplazar a los combustibles fósiles y proveer de energía eléctrica y calor. (Lesme Jaén, Garcia Faure, Oliva Ruiz, Pajarín Rodríguez, & Revilla Suarez, 2016, párr. 3)

- **Gasificador de corriente ascendente o tiro directo**

El tipo de Gasificador más antiguo y sencillo es el de tiro directo o gasificador ascendente. La toma de aire se encuentra en la parte de la base y los gases salen por la parte superior. (Lesme Jaén et al., 2016, p. 3)



*Figura N° 7.1 Gasificador de corriente ascendente
Fuente: ALL POWER LAB*

- **Gasificador de tiro transversal**

Son adaptados para el uso de carbón vegetal, el proceso de gasificación del carbón vegetal produce temperaturas muy elevadas que van desde los 1500°C y más en la zona de oxidación se pueden producir problemas en los materiales, la principal ventaja de este tipo de gasificador es que el propio combustible (carbón vegetal) sirve de aislamiento contra las altas temperaturas. (Z. Abu El-Rub, E. A. Bramer, & G. Brem†, 2004)

Crossdraft Gasifier

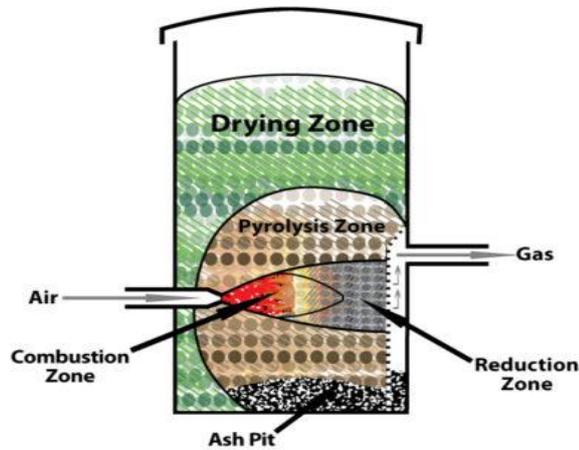


Figura N° 8.1 Gasificador de tiro transversal
Fuente: ("About Us - ALL Power Labs", s/f)

- **Gasificador de corriente descendente o Down draft.**

La principal novedad de este tipo de gasificador es que se soluciona la problemática de arrastre de alquitrán con la corriente de gas, gracias al diseño de este tipo de gasificador el aire de primera gasificación se introduce en la zona de oxidación del gasificador o por encima de esta. El gas pobre sale por el fondo del gasificador de modo que el combustible y el gas se mueven en la misma dirección como se puede observar en la siguiente figura. (McKendry, 2002b).

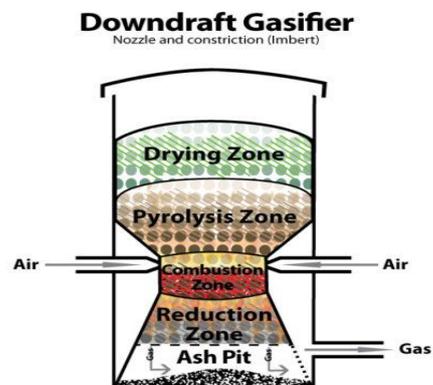


Figura N° 9.1 Gasificador de corriente descendente o Down draft.
Fuente: ALL POWER LAB

Gasificación

La gasificación es el uso de calor para transformar la biomasa sólida u otros sólidos carbonosos en un combustible sintético inflamable similar al gas natural. A través de la gasificación, podemos convertir casi cualquier materia orgánica seca en un combustible de combustión limpia que puede reemplazar el combustible fósil en la mayoría de las situaciones de uso. Ya sea que comience con astillas de madera o cáscaras de nogal, escombros de construcción o desechos agrícolas, la gasificación transformará los "desperdicios" comunes en un combustible gaseoso flexible que puede usar para hacer funcionar su motor de combustión interna, estufa de cocina, horno o lanzallamas. ("About Us - ALL Power Labs", 2019)

Residuos orgánicos utilizados para el proceso de gasificación

Según, (Burnham et al., 2012) los residuos naturales que se descomponen con facilidad en el ambiente y pueden ser utilizados para la generación de combustibles a partir del proceso de gasificación en tiempos cortos entre los cuales se encuentran:

- Restos de frutas y verduras
- Residuos de poda de prados y jardines.
- Residuos de camas y excretas de animales.
- Líquidos biodegradables.

Procesos de gasificación

Comprende 4 etapas:

La gasificación de biomasa es básicamente la conversión de combustibles sólidos (madera, residuos de agricultura, entre otros) en una mezcla de gases combustibles llamada gas pobre o gas de síntesis. En el proceso de gasificación también se generan cenizas y compuestos considerables de alquitrán, que es una mezcla compleja de hidrocarburos. (Zainal, Ali, Lean, & Seetharamu, 2001)

El proceso de gasificación se realiza de la siguiente manera:

- **Secado**

A través de un proceso de secado, la mayor parte de la humedad de la biomasa puede ser eliminada. El resultado es una reducción de peso de la biomasa.

Esto genera una disminución de los costes de procesamiento, así como de los gastos de almacenamiento y transporte. El producto final seco se utiliza a menudo como nutriente para plantas o puede ser utilizado como combustible. Sin embargo, esto depende de las propiedades de la biomasa que se quiere secar.(Green Machine, 2019, p. 1)

- **Pirólisis**

Es la descomposición térmica de un material en ausencia de oxígeno o cualquier otro reactante que contenga oxígeno (aire, agua, dióxido de carbono) a altas temperaturas (200°C - 500°C). En este proceso se destruyen las ausencias orgánicas mediante el calentamiento en un ambiente libre de oxígeno, dando como resultado de esta reacción, fracciones gaseosas, líquidas y sólidas. La pirólisis se produce a través de una serie compleja de reacciones químicas además de procesos de transferencia de materia y calor, se puede considerar que la pirólisis comienza en torno a los 200°C, llegando a ser prácticamente completa en torno a los 500°C. Aunque la pirólisis está en función del tiempo de residencia del residuo del reactor.(Villacís Montolla, 2016, p. 10)

- **Oxidación**

En esta zona se produce la inyección de aire, que sirve como agente gasificante. El aire reacciona con los gases combustibles procedentes de la pirólisis(alquitranes y residuos carbonosos), elevando la temperatura en esta zona hasta los 1000°C.(Carrasco Venegas, 2015, p. 12)

- **Reducción**

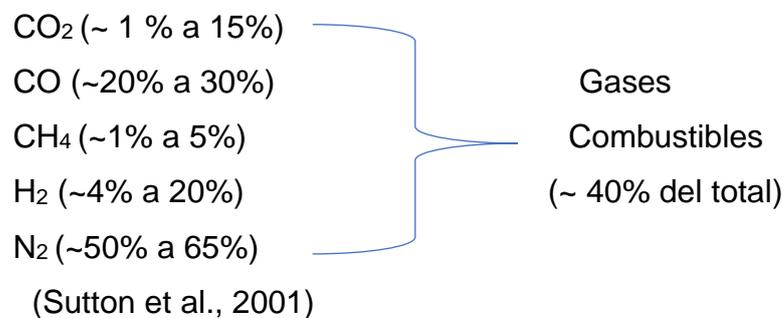
Finalmente se alcanza la zona de reducción donde se produce la gasificación del char por parte del vapor de agua presentes en el gas, el cual rectifica su composición conforme al equilibrio gaseoso del conjunto de reacciones que

alcanzan temperaturas que van desde los 800°C a 1200°C.(Fernandez Diez, 2016, p. 16)

- **Gas de síntesis**

Según (Sutton, Kelleher, & Ross, 2001) el gas de síntesis es una mezcla compuesta en mayor medida por hidrógeno y monóxido de carbono y en menor por dióxido de carbono y metano. Además, se trata de un producto sintético, que permite generar otros combustibles líquidos o aceites, como lo son el alquitran entre otros.

- **Composición del gas de síntesis:**



- **Purificación de gases que se obtienen por producto de la gasificación**

En el desarrollo de gasificación se obtienen elementos residuales que reducen la calidad del gas pobre estos elementos son el alquitrán y las cenizas, los elementos de depuración de gases tendrán que ser lo suficientemente capaces de paralizar o retener los elementos mencionados anteriormente por medios mecánicos o químicos, con el objetivo de mejorar la calidad del gas producido para su adecuada utilización.(Villacís Montolla, 2016, p. 30)

- **Alquitrán**

Es una sustancia color oscuro densa pegajosa y de olor fuerte, se la obtiene de la destilación de petróleo, maderas, materias orgánicas o carbón vegetal, tiene distintos usos industriales.(Basu, 2010)

- **Temperatura de rocío**

Es la temperatura donde empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el oxígeno, produciendo una neblina espesa o escarcha cuando la temperatura es lo suficientemente baja para que el proceso se cumpla de la manera mas adecuada. (Corral-Rivas et al., 2016)

Propiedades de la materia prima a considerar en el proceso de gasificación

Entre las propiedades más relevantes de la materia a prima a utilizar en el proceso de gasificación se debe tomar en cuenta el tratamiento termoquímico de los diferentes procesos de gasificación entre los que se encuentran:

- **Contenido de la humedad. (H.R)**

La humedad es la cantidad de agua que se encuentra almacenada en la biomasa y esta no debe exceder del 30% para su utilización si la humedad es mayor que el 30%, primero se debe evaporar el excedente de humedad y después iniciar el proceso de conversión energética existen 2 tipos. (Valencia Manzo & Vargas Hernández, 1997)

- **Humedad inherente:** es la humedad que se encuentra en el interior de las células de la biomasa.

- **Humedad libre:** es la humedad que se encuentra adherida en la parte externa de la biomasa.

- **Contenido de cenizas**

El contenido de cenizas afecta la manipulación y los costos globales del proceso, dependiendo de la cantidad de cenizas en la biomasa a tratar, la energía se reduce significativamente (McKendry, 2002a)

- **Poder Calorífico Superior (PCS)**

El poder calorífico superior (PCS) representa el contenido de energía liberada cuando la muestra es incinerada en presencia de aire, el poder calorífico se encuentra relacionado con el contenido de humedad que se encuentra en la biomasa entre más humedad menos combustible. En esta determinación se incluye el calor latente contenido en el vapor de agua y por tanto representa la máxima cantidad de energía recuperable de un material combustible. (Villacís Montolla, 2016, p. 34)

- **Poder Calorífico Inferior (PCI)**

Poder calorífico inferior PCI, es el calor desprendido por la biomasa en una combustión en la que la humedad del combustible se libera en forma de vapor. Condensando el agua obtenida en la combustión y recuperando el calor generado en el proceso, obtendríamos el PCS. De tal manera que la obtención del poder calorífico debe realizarse en cada caso utilizando una bomba calorimétrica. Sólo de esta manera podremos obtener el valor del PCS y del PCI. (Klass, 1998b)

Utilización de motores de combustión interna para la generación de energía eléctrica a partir del uso de la biomasa

La generación de energía eléctrica, desde que Nikola Tesla descubrió la corriente alterna y la forma de producirla en los alternadores, se ha desarrollado una inmensa actividad tecnológica para llevar la electricidad a todos los lugares habitados del mundo, por lo que junto a la construcción de grandes y variadas centrales eléctricas, se han construido sofisticadas redes de transmisión y distribución. (Flórez, 2005)

De la misma manera el aprovechamiento sigue siendo desproporcionado en todo el planeta, así los países del primer mundo son grandes consumidores de energía eléctrica, mientras los países en desarrollo apenas disfrutan de sus ventajas.

La generación, en términos generales radica en convertir cualquier clase de energía no eléctrica, ya sea química, mecánica, térmica o luminosa.

Motor de combustión interna

Un motor de combustión interna es un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor. Casi todos los automóviles de hoy utilizan lo que es llamado un ciclo de combustión de cuatro tiempos para convertir gasolina a movimiento. El ciclo de cuatro tiempos también es conocido como ciclo de OTTO, en honor a Nikolaus Otto. (Gilardi, 1985)

Existen diferentes tipos de motores de combustión interna que usan gasolina como combustible, entre los que están, los motores de dos y cuatro tiempos.

Motor de dos tiempos

El motor de dos tiempos es aquel que necesita un giro del cigüeñal para completar su ciclo, lo que quiere decir que en los primeros 180° realiza la admisión y compresión y en los segundos 180° realiza la explosión y el escape, la principal desventaja de este tipo de motor es que es de cárter si lubricación (seco), que es utilizado para la lubricación interna del sistema. (Acebes, 2017)

Para que este tipo de motor se lubrique debe combinarse el aceite con la gasolina, quiere decir que juntos entran mezclados al cárter y a la cámara de combustión. Estos motores no son utilizados de manera frecuente para adaptarlos y usarlos con biogás ya que es una complicación mezclarlos con aceite debido a que los dos se encuentran en diferentes estados.

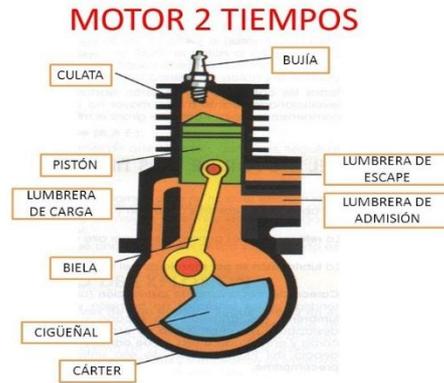


Figura N° 10.1 Motor de 2 tiempos
Fuente: (Acebes, 2017)

Motor de cuatro tiempos

Estos motores presentan algunas ventajas frente al de dos tiempos, la principal ventaja es que su lubricación es de manera independiente ya que cuenta con cárter para depositar el aceite y este a su vez lubrique el motor sin necesidad de, mezclarlo con el combustible, la ventaja del aceite es que sirve de agente refrigerante para el motor, así disminuye el desgaste en las piezas móviles del motor, por ejemplo, a los elementos que conforman el juego del pistón. (Flórez, 2005)

Por otro lado, la eficiencia térmica de este tipo de motor es mayor ya que los gases de escape frescos no son expulsados por el escape inmediatamente, por brindar mayor facilidad para la adaptación de equipo de gas natural, este tipo de motores es el más adecuado para la generación de energía eléctrica. (Acebes, 2017)



Figura N° 11.1 Motor de 4 tiempos
Fuente: (Acebes, 2017)

Funcionamiento interno del motor de combustión interna para cumplir su ciclo de trabajo

Es un motor de un solo cilindro que cumple con 4 procesos para completar su ciclo, los mismos que se detallan a continuación. Este tipo de motor es el que usa dos vueltas del cigüeñal para cumplir el ciclo. (Flórez, 2005)

- **Admisión:** En este paso surge la mezcla aire combustible hacia la parte interna del cilindro del motor. Se expande la válvula de admisión y penetra la mezcla; la válvula de escape permanece cerrada la mayor parte de la carrera.(Acebes, 2017)
- **Compresión:** En este paso la temperatura de mezcla aumenta. Ambas válvulas se encuentran cerradas, la mezcla se comprime al elevarse el embolo y la chispa enciende la mezcla cerca del final de la carrera.(Flórez, 2005)
- **Trabajo:** Cerca del final la carrera de compresión, salta la chispa y se enciende la luz, dejando libre la energía que aumenta la temperatura y la presión de los gases, esta gran presión de gases de combustión empuja al émbolo hacia abajo, amabas válvulas se encuentran cerradas. Cuando el émbolo está por finalizar su carrera se abre la válvula de escape. (Flórez, 2005)
- **Escape:** Abierta la válvula de escape, el pistón por inercia moviéndose hacia arriba, permite el barrido de los gases-

Pasos para poner en marcha un motor de combustion interna

Alimentacion de combustible

La alimentación por combustible se genera por gravedad o caída libre, el combustible está ubicado en un tanque el mismo que se encuentra en la parte superior de la planta, de este tanque sale un conducto con una llave de paso que permite el paso del combustible hacia el carburador y este a su vez está conectado al cabezote por donde ingresa la mezcla. (Ferrer & Checa, 2010)

Sistema de encendido

El encendido se realiza con la ayuda de una bujía la misma que es alimentada eléctricamente desde el generador, a través de un conductor de alta tensión, al finalizar la carrera de compresión se carga eléctricamente la bujía y salta la chispa entre los electrodos, causando la combustión de la mezcla aire-gasolina, y ejerciendo trabajo sobre el pistón. (Marqués, 1972)

Sistema de arranque

El encendido de la planta eléctrica se lo realiza de manera manual, posee una soga envuelta en el cigüeñal del motor, esta posee una manija para facilitar su manipulación, una vez que la planta se encuentra alimentada de combustible se debe jalar la manija con fuerza para que el motor alcance las revoluciones por minuto (RPM) necesarios para encenderse. (Acebes, 2017)

Lubricación

La lubricación se realiza gracias al movimiento del cigüeñal dentro del cárter que se encuentra lleno de aceite lubricante (aceite) para motor 20w50, el aceite es agitado bruscamente gracias a una bomba y el aceite es esparcido por toda el área que necesita lubricación. (Nistal, 2008)

Refrigeración

La refrigeración es solamente por aire, la camisa del pistón consta de intercambiadores de calor tipo paletas, debido a esto la planta debe estar en lugares ventilados. (Acebes, 2017)

Máquinas de mecanizado y herramientas

Definición

Maquina herramienta es un tipo de maquina estacionaria que da forma a una pieza solida mediante el desprendimiento de viruta con la ayuda de una cuchilla de acero rapido, tungsteno, entre otras. (Gerling, 2002)

- **Torno**

Es una máquina herramienta compuesta por un conjunto de mecanismos dentados y varias palancas para alternar las velocidades, contiene un cilindro que gira alrededor de su propio eje y da forma a piezas sólidas mediante el arranque de virutas es utilizado principalmente en la industria metal mecánica.(Gerling, 2002)

- **Fresadora**

Maquina herramienta utilizada para realizar diferentes tipos de trabajos de mecanizado por el proceso de arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa con varios filos de corte denominada fresa. La particularidad de esta maquina es que puede mecanizar piezas de diferentes formas ya sean planas, cilíndricas, excéntricas, entre otras.(Gerling, 2002)

- **Máquina para soldar**

Se denomina soldadora a la herramienta diseñada para realizar el trabajo de unir piezas mediante la fundición de materiales con la ayuda de un electrodo, las temperaturas en este proceso alcanzan los 1500°C para que se forme la unión adecuada entre materiales.(De maquinas y herramientas, 2013, párr. 2)

- **Taladro**

El taladro es una máquina que genera movimiento a la herramienta que realmente realiza el trabajo (broca), su principal función es la de realizar agujeros en diferentes superficies o piezas de distintos materiales.(Área Tecnológica, 2015, párr. 4)

- **Moto – tools**

Es un dispositivo neumático o eléctrico que es utilizado para el desbaste o rectificado de piezas mecánicas ya sean de acero, nylon, aluminio entre otros. (Gerling, 2002)

- **Amoladora**

Maquina abrasiva que con la ayuda de un disco da forma o rectifica diferentes tipos de materiales, esta cuenta con un motor y un mecanismo de piñones para hacer girar un usillo a igual que el taladro, también se le pueden dar diferentes usos y convertirla en lijadora, ranuradora, corta y pulen.

- **Llaves mixtas**

Son herramientas manuales construidas en acero, las mismas que sirven para realizar el mantenimiento de en la industria y el ensamblaje de máquinas. Su principal función es la de aflojar o apretar tuerca o pernos mediante giros, la cabeza de un perno o una tuerca.(De maquinas y herramientas, 2014, párr. 1)

- **Soldadura**

La American Welding Society (AWS) define una soldadura como una coalescencia localizada (la fusión o unión de la estructura de granos de los materiales que se están soldando) de metales o no metales producida mediante el calentamiento de los materiales a temperaturas de soldadura requerida por los materiales, con o sin la aplicación de presión con la ayuda de un material de aportación.(Jeffus, 2009)

- **Medidor de flujo de gas**

Un medidor de gas es un dispositivo de medida para la determinación de una cantidad de gas consumida durante un periodo determinado de trabajo, los contadores de gas se utilizan principalmente en el ámbito de suministro de gas.

- **Medidor de humedad**

El medidor de humedad determina la cantidad de vapor de agua contenido en un determinado volumen de aire, su resultado se lo obtiene en porcentaje este equipo es muy utilizado para la generación de gas a partir de la biomasa ya que se puede medir la cantidad de humedad que contiene esta, ya que la biomasa debe de tener un porcentaje menor al 15% para que se cumpla en

adecuado proceso de forma eficaz. (Oliveros T., Lopez V., Buitrago, & Moreno C., 2014)



Figura N° 12.1 Medidor de humedad
Fuente: (Acebes, 2017)

- **Radiador**

Es el elemento que se lo utiliza en los vehículos motorizados, y sirve para enfriar el agua que circula en la parte interna de un motor de combustión interna. (Flórez, 2005)

- **Mangueras**

Una manguera es un tubo hueco flexible diseñado principalmente para transportar fluidos de un lugar a otro.

- **Abrazaderas**

Según, (Céspedes Tejada & Rojas Pérez, 2014) Una abrazadera para tubo es una pieza metálica o de otro material que son diseñadas para asegurar tubería o conductos de cualquier tipo, ya sean en posiciones verticales, horizontales o suspendidas, en paredes, guías, techo o diferentes bases.

CAPÍTULO III

MONTAJE DE EQUIPO DE COMBUSTIÓN INTERNA PARA PRUEBAS DE MICRO GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA QUEMA DE LA BIOMASA

El GEK TOTTI es un equipo experimental de gasificación de flujo descendente diseñado con el fin de alimentar motores de combustión interna para la producción de energía eléctrica. Al mismo tiempo cumple con el método de cogeneración aprovechando la elevación de temperatura para que de esta manera la materia prima que se encuentra húmeda se valla secando para que al momento de su uso esta se encuentre lo más seca posible para su utilización.

A continuación, se detallan de manera individual los elementos que conforman el equipo de gasificación y su principal función del proceso para la producción del gas de síntesis a partir de la biomasa (tusa de maíz). Teóricamente este tipo de gasificador a su máxima capacidad puede generar gas con un potencial de energía capaz de producir electricidad a través de un motor de combustión interna de hasta 20kW siempre y cuando se cumplan con los parámetros establecidos por el fabricante tanto como el uso de la materia prima y el uso apropiado del gasificador.

Se puede dar a conocer el proceso de ensamble del equipo y las herramientas necesarias para el armado adecuado del equipo desde su proceso inicial tomando en cuenta que se tiene un equipo experimental de gasificación.

Se inicia el de montaje de los equipos mecánicos reconociendo el área de trabajo destinada para realizar las prácticas de micro generación con la ayuda de un motor generador de combustión interna Liffan de 5.5 KW en complemento con el gasificador GEK TOTTI 1.2.1 que se detallaran a continuación.

Se procede a realizar un chequeo al equipo gasificador de flujo descendente GEK TOTTI donde se realiza un levantamiento técnico de los elementos con los que se cuentan para el montaje y acoplamiento de los equipos en conjunto se pudo notar al momento de realizar la inspección técnica la falta de varios elementos que conformaban parte del gasificador los mismo que se tuvieron que construir con ayuda de máquinas herramientas fuera de las universidad también se pudo observar que el equipo se encontraba con falta de mantenimiento en diversas partes del mismo por encontrarse en un área desprotegida parala instalación del equipo.

Para ejecutar el proceso de mantenimiento y ensamblaje de los equipos mecánicos y eléctricos se debe contar con la siguiente lista de herramientas que se detallaran en el anexo 3.1.

Según ALL POWER LAB, 2018 el compresor de aire a utilizarse en este proyecto, el fabricante recomienda que no se maniobre con un compresor no mayor a 200 psi de presión para la alimentación del eyector y así producir la combinación ideal y obtener un gas de buena calidad para que el mismo alimente al motor generador que generara energía eléctrica.

Se procede a desarmar en su totalidad el equipo gasificador como se observa en la figura 3.1, por seguridad del personal técnico que va a intervenir el equipo, para de esta manera trabajar con las garantías posibles y las condiciones adecuadas para salvaguardad tanto la integridad del personal como de las instalaciones de la universidad.



Figura N° 13.1 Desmontaje de gasificador

El equipo gasificador está compuesto por varios elementos mecánicos, los mismos que forman el complemento ideal para su adecuado funcionamiento al momento de ser desarmado se pudieron observar elementos internos que obstruían el paso libre del combustible hacia conductos que transportan el gas hacia el generador y las posiciones de ciertos elementos estaban mal colocados, como por ejemplo la malla que se encuentra en la parte inferior junto al cono interno del reactor la misma que no dejaba evacuar la ceniza sobrante después del proceso de quemado de la biomasa.

Partes que conforman el equipo gasificador

La lista de estos elementos se los puede visualizar en el anexo 3.1.

- **Tolva de materia prima**

Se inicia verificando la parte interna de la tolva para ver en qué situación se encuentra su estructura, donde se visualiza que se encuentra en óptimas condiciones para cumplir su proceso, el objetivo de la tolva es el de almacenar y distribuir la biomasa hacia el reactor, va fijada con aislamiento de fibra de vidrio y silicón rojo de alta temperatura, y una junta plástica sobre la brida superior de la zona de secado. Finalmente se coloca la tolva de alimentación sobre la zona de secado y se fija con 16 pernos y tuercas de 3/8", como se detalla en la figura 3.2



Figura N° 14.1 Montaje de tolva

- **Motor y tornillo sin fin**

Se chequea motor y tornillo sin fin los mismos que son los elementos que se encargan de transportar de la biomasa hacia el gasificador para que este cumpla con su función.

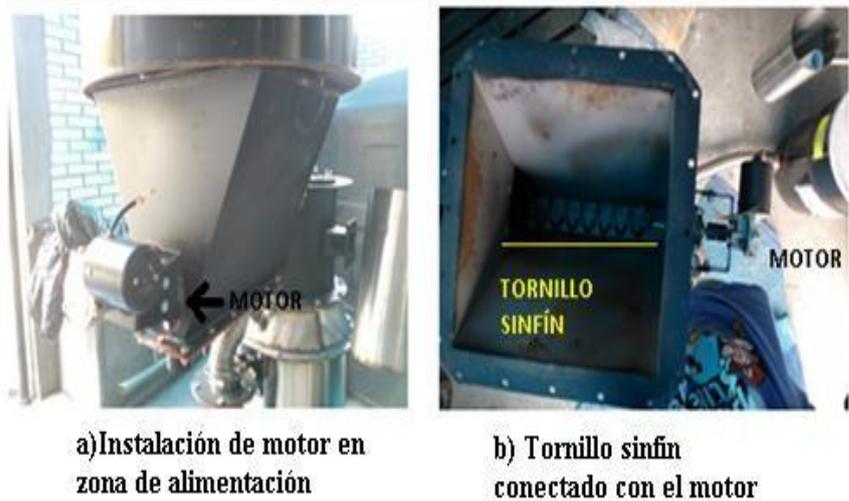


Figura N° 15.1 Acoplamiento de sin fin

- **Zona de secado e intercambiador de calor**

El pirocoil GEK es un intercambiador de calor de gas circulante con un volumen de 0.00821 m³ utilizado para introducir fuentes externas de calor a la zona de pirólisis de un gasificador de tiro descendente. Se verifica que este elemento del equipo se encuentre libre de impurezas para que cumpla con su adecuado funcionamiento, que es el de secado de la biomasa, antes de juntar las superficies con la parte superior del gasificador se debe de colocar cinta de fibra de vidrio y silicón de alta temperatura.

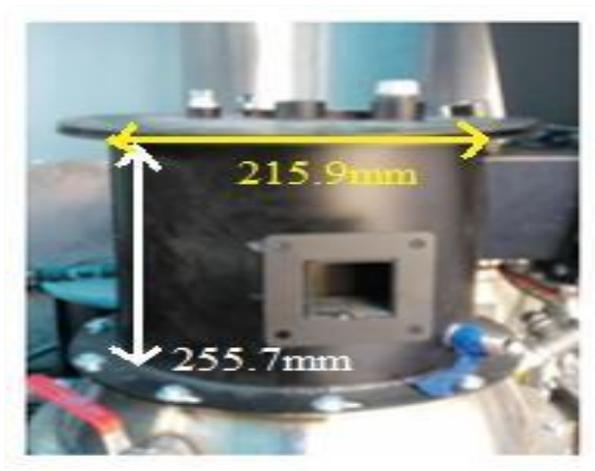


Figura N° 16.1 Reajuste de zona de secado

Filtro de gas

El filtro de gas es el ultimo elemento que retiene y elimina las impurezas del gas de síntesis durante el proceso de gasificación y puede llevar en su interior elementos filtrantes tales como lo son: carbón, aserrín, o paños de tela como.

Se inicia colocando una rejilla perforada en su parte inferior y progresivamente se van colocando trozos de carbón de tamaño grande y se va reduciendo su tamaño de manera progresiva hacia la parte superior, has 4 pulgadas del límite superior del filtro.



Figura N° 17.1 Tanque de filtro de humedad

- **Conexión de línea de gas de la zona de secado -ciclón**

En este paso se coloca la placa "flying-V". En este tramo se conecta la tubería de 2" que sale del ciclón hacia el cubo de secado y entra al filtro de gas. Para el acoplamiento de este elemento se coloca aislante rojo de alta temperatura alrededor de la brida rectangular que se encuentra en la parte inferior del cubo de secado.

Para finalizar la instalación se coloca sellador rojo de alta temperatura en la salida del ciclón y de la placa "Flying-V", la manguera metálica mas corta se adhiere al ciclón a la salida inclinada del cubo de secado.

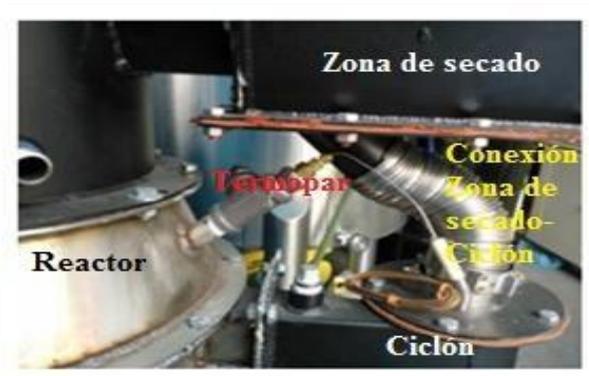


Figura N° 18.1 Acoplamiento de zona de secado

- **Líneas de gas**

Las líneas de gas se chequearon por seguridad para evitar cualquier fuga de combustible y que esta pueda provocar algún accidente. Se revisaron los 5

tubos metálicos de manera independiente y se logro verificar que se encuentra en optimo estado para su uso.



Figura N° 19.1 Líneas de gas

- **Boquilla de aire**

En el interior del reactor se encuentran 5 orificios de ½” pulgada con rosca en su exterior, es allí donde se colocan los nepllos de 6” de longitud con rosca en sus extremos. Los nepllos sirven de guía para colocar de la forma más eficiente la reducción de la campana sobre el reactor.



Figura N° 20.1 Línea de aire

Instalacion de campana

En la brida inferior de la reducción de la campana se adhiere la cinta aislante en todo su alrededor, para lograr una buena sujeción junta a la base, es importante dejar libre el orificio por donde ingresa la boquilla de aire anteriormente instalada para que pueda cumplir su función. Fijación de la campana al reactor: Se coloca silicón rojo RTV de alta temperatura sobre la cinta aislante de fibra que se le instalo a la brida de reducción de la campana.



Figura N° 21.1 Instalación de campana

- **Boquillas de entrada de aire**

Se enroscan las tapas circulares de 3/8" con agujero al centro en las toberas de aire. Una vez acoplado el conjunto de tapas y toberas, se aplica silicón rojo de alta temperatura a la parte exterior del neplo de 6 x 1/2" y se cuida que el silicón no se introduzca al interior de la tobera ya que pudiera generar problemas al momento de arrancar el equipo.



Figura N° 22.1 Boquillas de entrada de aire

- **Puerto para ajuste de rejilla y limpieza del reactor**

En la cubierta de gas existen dos puertos, cada uno cumple con una tarea específica en el proceso de gasificación. Antes de alistar y colocar cada una de las tapas se debe aplicar cinta aislante alrededor de las bridas rectangulares de cada puerto. Para su mejor hermeticidad se aplica adicionalmente silicón de alta temperatura sobre la cinta.

El puerto de menor tamaño sirve para mover la rejilla que se ubica debajo de la reducción de la campana y a su vez para remover el exceso de ceniza estancada y con estos movimientos hacerla descender.

El puerto mayor tiene la funcionalidad de permitir realizar la evacuación de la ceniza que se acumuló durante el proceso de trabajo.

Las manivelas removedora va sujeta con dos abrazaderas de 2 ½” las mismas sirven de seguro para evitar que la manivela se suelte al momento que es agitada.



Figura N° 23.1 Puerto de limpieza

Este es el producto (ceniza) que se obtiene después de que el reactor cumple su ciclo de trabajo. Se ingresa al reactor aproximadamente 17 Kg de biomasa en bruto por cada parada y se obtiene alrededor de 1 Kg de biomasa ya procesada, esta ceniza se puede reutilizar como material de filtración en el propio filtro del gasificador.



Figura N° 24.1 Biomasa procesada

- **Montaje del ciclón**

En la base rectangular lateral superior se acopla el ciclón que va sujetado desde su brida rectangular, es necesario colocar cinta aislante y silicón de alta temperatura para obtener una conexión completamente hermética en conjunto con el gasificador, el ciclón va sujetado con 4 pernos de 3/8" por 1" de largo. En la brida redonda del ciclón que se encuentra en la parte superior del ciclón se coloca una junta plástica color naranja y a su vez se le adhiere silicón de alta temperatura entre la brida circular con orificio y el componente principal.



Figura N° 25.1 Acoplamiento del ciclón

- **Instalación de frasco de condensado**

El frasco de condensado se encuentra ubicado en la base inferior del ciclo y va sujetado por una base roscada y esta a su vez tiene el diámetro interno del boquete del frasco de vidrio, para que se selle de manera hermética se coloca



Figura N° 26.1 Instalación de frasco de condensado

una junta plástica color naranja en la parte superior del frasco y se procede a enroscar el frasco de vidrio y de esta manera se fija en el ciclón.

- **Ensamble de eyector Venturi en sitio de trabajo.**

El conjunto de eyector ventury es uno de los elementos principales que forman parte esencial en el proceso de combustión, pues en este punto se regula el flujo de gas de síntesis que se desea obtener con la ayuda del compresor y válvula esférica de ¼", que es donde se conecta el compresor gracias a este conjunto de elementos se forma el llamado efecto Ventury, la lista de estos elementos se los puede observar en el anexo 3.2.

Recordar que a todas las uniones se les debe colocar teflón de alta temperatura para evitar fugas de gas y a la misma vez prevenir algún accidente en el sitio de trabajo.



Figura N° 27.1 Acoplamiento de eyector ventury

- **Instalación de termocupla**

Se necesitan 2 termocuplas, una va ubicada en la parte superior de reducción de campana que mide la temperatura de la zona de combustión de 1/8", dentro de la campana de reducción del gasificador, en esta parte va ubicada la termocupla de 1/8" que es la que va a ser conectada a un equipo medidor de temperatura para saber cuál es la temperatura adecuada para la obtención del gas las temperaturas pueden llegar hasta los 1400°C.

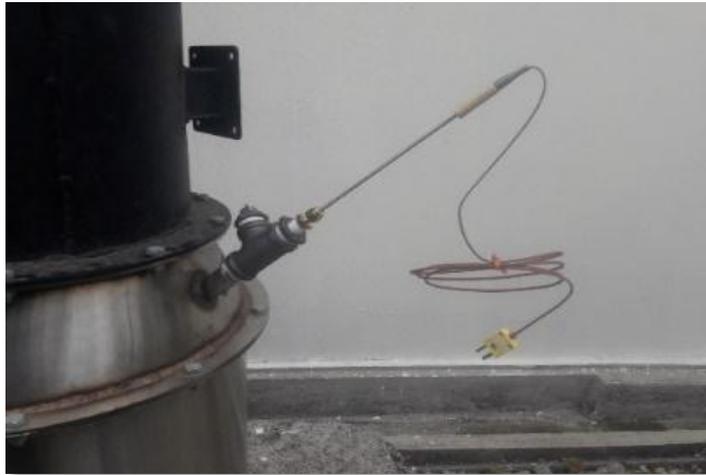


Figura N° 28.1 Instalación de termocupla

La termocupla que va ubicada en la parte inferior del gasificador es de dimensión mayor a la superior ya que es de 3/16", esta se encarga de medir la temperatura de la zona de reducción, dentro de la abertura inferior de la campana de reducción.

- **Instalación de manómetro**

Se inicia acoplando dos neoprenos roscados de 3/16" el primero se lo ubica en la tapa superior del filtro donde esta ubicado el equipo ventury y se le acopla una manguera transparente de 3/16" para ver la presión que surge desde el interior del filtro.



Figura N° 29 Instalación de manómetro en el filtro

El segundo neplo se lo ubica en la parte inferior del gasificador en la “T” donde se encuentra ubicada la termocupla de 3/16” adicional a esto se coloca la manguera de 3/16” en este punto se va a obtener la presión que se obtiene en el interior del gasificador.



Figura N° 30.1 instalación de manómetro en gasificador

Ambas mangueras van sujetadas en la escala graduada, que es la que va a brindar la facilidad de observar la presión diferencial entre los 2 componentes antes mencionados

- **Instalación de radiador**

Este elemento se lo coloca en la manguera que sale de la placa flying-V y tiene una toma de 2”.



Figura N° 31.1 Elemento de retención y evacuador de vapor de agua

El radiador cumple 3 roles importantes en el proceso de gasificación.

- Cumple la función de ser filtro un segundo filtro.
- Sirve de sistema de enfriamiento de gas de síntesis.
- La principal función es la de retener y evacuar el agua que se obtiene en grandes cantidades.

A continuación, se puede observar la retención del vapor de agua que se logra retener en gran cantidad gracias a este elemento de evacuación.

Una vez que el gas pasa por el radiador éste ya pasa con menos vapor de agua y con menos grados de temperatura, hacia el equipo de filtrado final donde el gas llega a una temperatura aceptable para ser usado como combustible, la temperatura con la que llega el gas hasta el último filtro que ronda los 40°C.

- **Construcción e instalación de medidor de flujo de gas**

Se procede a construir un medidor de flujo de gas con la ayuda de un tubo de acero negro, arandelas, cañerías y bushing de 1/8".



Figura N° 32.1 Medidor de flujo de gas

La arandela que sirve de restricción para la medición del flujo de gas tiene un orificio de 16mm de diámetro, y esta es la que divide los dos tubos que van unidos por soldadura 60-11. En cada tubo se realiza un agujero de 9mm y se procede a realizar la rosca de 1/4" NPT, para que se coloque los bushing donde se instala las mangueras que se conectan a la caja de evaluación del motor Caterpillar que sirve para medir presiones bajas de gas.



Figura N° 33.1 Caja de evaluación de motores Caterpillar

- **Instalación de válvulas para alimentar de gas de síntesis al generador**

En la cruz de acero negro donde se encuentra una toma disponible para acoplar los elementos que transportaran el gas de síntesis al generador. El kit consta de los siguientes elementos. Que se describen a continuación en el anexo 3.3.

La válvula esférica de 1 ½” que se encuentra junto a la cruz sirve para regular el paso de gas de síntesis que será suministrado hacia el generador. La válvula que se encuentra ubicada en la parte superior de la “T” sirve para controlar la entrada de oxígeno hacia el generador y lograr tener la mezcla para la combinación gas – oxígeno, y que el generador trabaje en las mejores condiciones posibles.

La manguera es la encargada de transportar el combustible que sale desde el filtro, donde se encuentra ubicado el kit regulador de gas de síntesis y es en esta parte que se conecta la manguera conductora.



Figura N° 34.1 Montaje de elementos de control de gas

TEMPERATURAS DE ETAPAS GASIFICADORAS

Tiempo(min)	T1 °C	T2 °C
0	28	28
10	144	56
20	450	170
30	526	273
40	580	300
50	612	419

Tabla N° 1 Temperaturas de etapas para gasificación

T1 = Temperatura zona de Reducción (parte Superior)

T2 = Temperatura zona de reducción (parte Inferior)

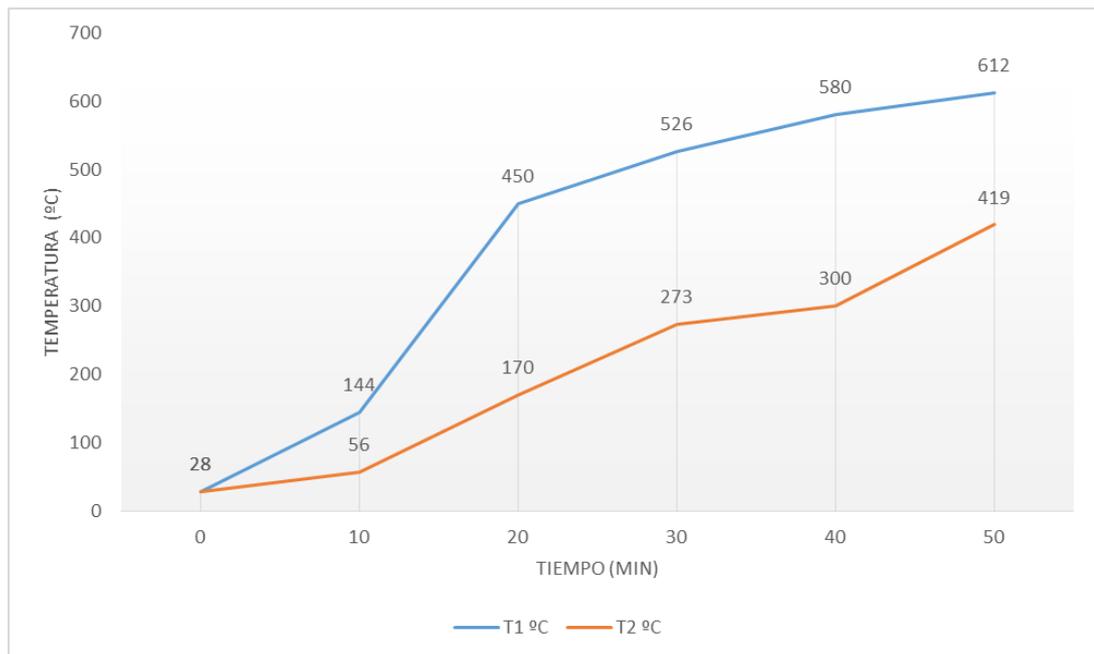


Gráfico N° 1 Temperaturas de zonas de reducción

Tiempo (min)	Temperatura Ciclòn (°C)	Temperatura entrada radiador (°C)	Temperatura salida radiador (°C)	Temperatura Filtro de Lecho (°C)	Temperatura salida conductor de gases (°C)
30	125	50	46	40	38
40	128	52	48	41	39
50	139	57	50,3	43	39

Tabla N° 2 Temperatura grupo de filtros enfriadores de gas

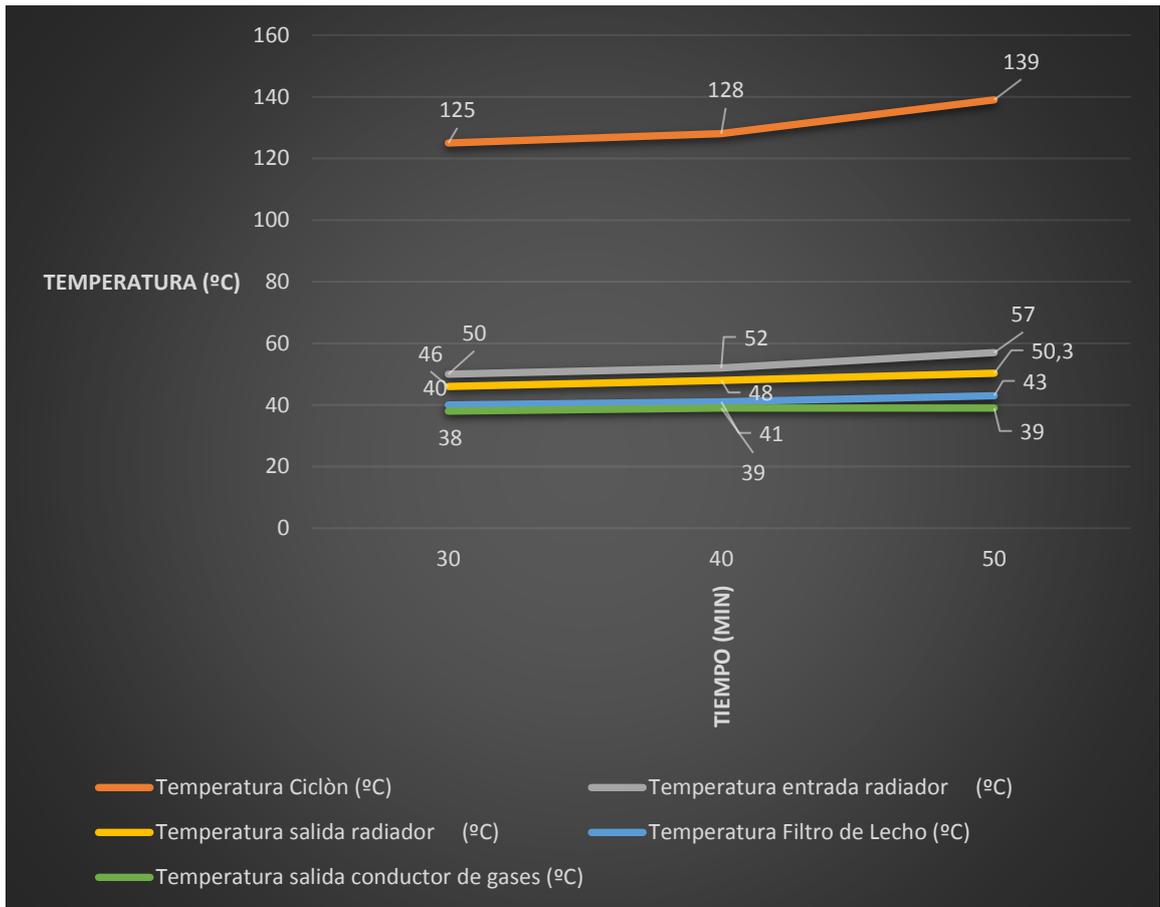


Gráfico N° 2 Temperatura grupo de filtros enfriadores de gas

Evaluación de costos del proyecto

El objetivo realizar el estudio de presupuesto del, implica ejecutar una inversión con el fin de obtener resultados con un aporte técnico – ambiental y social, y destinándolo a fomentar innovaciones tecnológicas. De tal manera que el desarrollo de este proyecto encierra el producto de generar costos directos e indirectos.

Costos de la inversión se dividen de la siguiente manera

- Costos directos: Materiales a utilizar
- Costos indirectos: Asesoramiento de ingeniería y profesionales dedicados a este tipo de trabajo, gasto de ensayos y pruebas.

Costos directos

Adquisición de materiales

Cant.	Descripción	Costo unitario	Total (dólares)
1	Moto – generador Liffan 5500	\$503.00	\$503.00
1	Compresor de 2 hp	Alquiler diario: \$10.00	\$60.00
2	Válvulas esféricas de pvc de 1 ½”	\$15.00	\$30.00
1	Válvula check de bronce de ¾”	\$15.00	\$15.00
10	Neplos de ¼”	\$4.00	\$40.00
5	Neplos perdidos de 1 ½”	\$30.00	\$30.00
1	Manguera lisa de 1 ½”	\$15.00	\$45.00
3	Válvulas esféricas de ¼”	\$5.00	\$15.00
1	Válvula de pvc de ¾”	\$5.00	\$5.00
1	Radiador	\$70.00	\$70.00
2	Medidor de flujo de aire	\$35.00	\$70.00
1	Medidor de humedad de biomasa	\$50.00	\$50.00
	Subtotal		\$933.00

Tabla N° 3 Costos directos - Adquisición de materiales

Costos indirectos

Asesoramiento técnico

Posición	Total
Ingeniería	\$300.00
Subtotal	\$300.00

Tabla N° 4 Costos indirectos - Asesoramiento técnico

Gastos de investigaciones

Descripción	Total
Compra de manuales	\$ 20.00
Internet	\$ 40.00
Utilización de ordenador	\$ 25.00
Suministros de apuntes	\$ 10.00
Otros gastos	\$ 50.00
Subtotales	\$ 145.00

Tabla N° 5 Gastos varios

Costo total

Costo total de insumos del proyecto	
Adquisición de materiales	\$ 933.00
Asesoramiento técnico	\$ 300.00
Gastos de investigación	\$ 145.00
Costo total	\$ 1378.00

Tabla N° 6 Costo total de proyecto

CONCLUSIONES

Se observó que el generador arranca con dificultad y tiene problemas para mantenerse en marcha, se llegó a la conclusión que el proyecto necesita mejoras a futuro para perfeccionar su utilización, la adaptación de un motor de 4 tiempos a gasolina al sistema de uso de gas de síntesis genera inconvenientes propios encontrados a través del desarrollo de este proyecto. Cabe resaltar que a pesar de las pruebas iniciales se ha logrado mantener en forma íntegra al motor, en cuanto a la no modificación y manipulación de las partes principales de los mecanismos del motor, tal como se hubiese dado el caso de modificar una adaptación del carburador especial para gas de síntesis. Lo que se ha logrado en este proyecto es utilizar el carburador normal de gasolina que viene desde la fábrica del generador.

Para el aprovechamiento del gas de síntesis se ha reducido el porcentaje de vapor de agua a través de un sistema de filtrado adicional como lo es el radiador, que se encarga de retener y a su vez evacuar el exceso de vapor de H_2O y como ayuda adicional se dona un filtro de waype que servirá en un futuro para retener el vapor de agua de una manera más eficaz, este filtro puede ser colocado junto al radiador para que el gas pase lo más seco posible para así alargar el tiempo de vida útil del generador.

Si bien es cierto este tipo de gas no solo puede ser utilizado para el uso de motores de combustión interna, también puede ser utilizado para el proceso de calentamiento de aguas o también para la utilización en aldeas donde no cuentan con un sistema de gas en bombonas para la cocción de sus alimentos.

Es aconsejable realizar el mantenimiento y ajuste periódico para lograr mantener el generador en las mejores condiciones operativas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir los parámetros de seguridad y respetar las zonas de riesgo delimitadas por los técnicos, para así evitar atentados contra la vida de las personas.

El gas de síntesis como combustible es eficaz para su manifestación necesitamos la máxima purificación del gas para obtener contenido de metano por lo mínimo de un 90%, lo que nos ayuda a tener un poder calorífico en mayor cantidad y como resultado un mejor rendimiento de los equipos donde se suministra gas de síntesis como combustible.

Se aconseja que es necesaria la medición constante de los caudales de gas con los que se alimentan los equipos generadores. En base a estos resultados se determina la eficiencia de la producción de energía eléctrica.

Se recomienda que se siga estudiando el comportamiento de los motores de combustión interna con el uso de gas de síntesis a partir de la biomasa, a corto, media y largo plazo a fin de determinar las condiciones que queda un motor después de cumplir un determinado ciclo de vida útil.

Adicionalmente se sugiere que el área donde está ubicado el equipo de gasificación sea remodelada ya que esta no brinda las garantías necesarias para realizar las prácticas en el sitio de trabajo, por encontrarse en un sitio inseguro para el movimiento de los equipos y salvaguardar la salud de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

About Us - ALL Power Labs. (s/f). Recuperado el 8 de enero de 2019, de

<http://www.allpowerlabs.com/>

Acebes, S. S. (2017). *El motor de dos tiempos (Motores)*. Editex.

Alemán-Nava, G. S., Casiano-Flores, V. H., Cárdenas-Chávez, D. L., Díaz-Chavez, R., Scarlat, N., Mahlknecht, J., ... Parra, R. (2014).

Área Tecnológica. (2015). El Taladro. Recuperado el 14 de febrero de 2019,

de <https://www.areatecnologia.com/herramientas/el-taladro.html>

Becquet, G. (2007). La Gasificación de Madera.

Changoluisa, E., & Lema, C. (2007-05). *Diseño y prototipo de un prototipo de una extrusa de calentamiento automatico*. España: Marcombo.

Carrasco Venegas, L. (2015). *Diseño y construcción de un gasificador de*

lecho fijo para la producción de gas sintesis. Universidad Nacional

del callao, Callao. Recuperado de

<http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1114/45.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

De maquinas y herramientas. (2013, julio 7). ¿Qué es la Soldadura SMAW?

Recuperado el 14 de febrero de 2019, de

<https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>

De maquinas y herramientas. (2014, junio 6). Introducción a las Llaves de

Tubo. Recuperado el 14 de febrero de 2019, de

<https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/llaves-de-tubo-tipos-y-usos>

Energia12. (26 de 10 de 2012). Obtenido de <http://energia12.com>

Percides, M., & Celemín, M. (2008). *Fuentes de energía para el futuro*. España: Ministerio de Educación.

Renewable energy research progress in Mexico: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 140–153.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.004>

Altomonte, H., Coviello, M., & Lutz, W. F. (2003). *Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe: restricciones y perspectivas*. CEPAL. Recuperado de

<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/6426>

Área Tecnológica. (2015). El Taladro. Recuperado el 14 de febrero de 2019, de <https://www.areatecnologia.com/herramientas/el-taladro.html>

Arribas, A. (1985). Origen, transporte y deposición del uranio en los yacimientos en pizarras de la provincia de Salamanca. *Estudios Geológicos*, 41(5–6), 301–322. <https://doi.org/10.3989/egeol.85415-6713>

Basu, P. (2010). *Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory*. Academic Press.

Burnham, A., Han, J., Clark, C. E., Wang, M., Dunn, J. B., & Palou-Rivera, I. (2012). Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions of Shale Gas, Natural Gas, Coal, and Petroleum. *Environmental Science & Technology*, 46(2), 619–627. <https://doi.org/10.1021/es201942m>

Carrasco Venegas, L. (2015). *Diseño y construcción de un gasificador de lecho fijo para la producción de gas síntesis*. Universidad Nacional del Callao, Callao. Recuperado de

<http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1114/45.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castells, X. E. (2012). *Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad*. Ediciones Díaz de Santos.

Céspedes Tejada, D. F., & Rojas Pérez, F. R. G. (2014). Diseño de un plan de requerimiento de materiales y sistema de gestión de inventarios para reducir los costos operativos en la línea de producción de abrazaderas de la Factoría Sánchez S.A.C. (Tesis parcial). *Universidad Privada del Norte*. Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6504>

Corral-Rivas, J. J., Hernández Díaz, J. C., Bustamante García, V., Carrillo Parra, A., Prieto Ruíz, J. Á., Corral-Rivas, J. J., & Hernández Díaz, J. C. (2016). Química de la biomasa vegetal y su efecto en el rendimiento durante la torrefacción: revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 7(38), 5–23.

De maquinas y herramientas. (2013, julio 7). ¿Qué es la Soldadura SMAW? Recuperado el 14 de febrero de 2019, de <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>

De maquinas y herramientas. (2014, junio 6). Introducción a las Llaves de Tubo. Recuperado el 14 de febrero de 2019, de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-manuales/llaves-de-tubo-tipos-y-usos>

Fernandez Diez, P. (2016). Gassificación del carbón, 41(2). Recuperado de <http://files.pfernandezdiez.es/CentralesTermicas/PDFs/17CT.pdf>

- Ferrer, J., & Checa, G. (2010). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Editex.
- Flores, I., López, S., & Flores, R. (2015). *Plan para el manejo de los residuos sólidos urbanos: Desarrollo de un plan para el manejo de los residuos sólidos urbanos del municipio de Tlahuelilpan, Hidalgo, México*. EAE.
- Flórez, J. A. Á. (2005). *Motores alternativos de combustión interna*. Universitat Politecnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politecnica.
- Fontaine, G. (2007). *El precio del Petróleo. Conflictos socio-ambientales y gobernabilidad en la región amazónica*. Flacso-Sede Ecuador.
- Franco, C., Pinto, F., Gulyurtlu, I., & Cabrita, I. (2003). The study of reactions influencing the biomass steam gasification process☆. *Fuel*, 82(7), 835–842. [https://doi.org/10.1016/S0016-2361\(02\)00313-7](https://doi.org/10.1016/S0016-2361(02)00313-7)
- Fernandez Diez, P. (2016). Gassificación del carbón, 41(2). Recuperado de <http://files.pfernandezdiez.es/CentralesTermicas/PDFs/17CT.pdf>
- Green Machine. (2019). Secado de biomasa. Recuperado el 14 de febrero de 2019, de <https://www.dorset.nu/es/green-machines/soluciones/secado-de-biomasa/>
- Gerling, H. (2002). *Alrededor de las máquinas-herramienta*. Reverte.
- Gilardi, J. (1985). *Motores de combustión interna*. Agroamerica.
- González, J. R. Q., & González, L. E. Q. (2015). Energía mareomotriz: potencial energético y medio ambiente. *Gestión y Ambiente*, 18(2), 121–134.
- González-Ávila, M. E., Beltrán-Morales, L. F., Troyo-Diéguez, E., & Ortega-Rubio, A. (2006). Potencial de aprovechamiento de la energía eólica

- para la generación de energía eléctrica en zonas rurales de México. *Interciencia*, 31(4), 240–245.
- Green Machine. (2019). Secado de biomasa. Recuperado el 14 de febrero de 2019, de <https://www.dorset.nu/es/green-machines/soluciones/secado-de-biomasa/>
- Jeffus, L. (2009). *Soldadura : principios y aplicaciones*. Editorial Paraninfo.
- Klass, D. L. (1998a). *Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals*. Elsevier.
- Klass, D. L. (1998b). *Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals*. Elsevier.
- Kumar, A., Kumar, N., Baredar, P., & Shukla, A. (2015). A review on biomass energy resources, potential, conversion and policy in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 530–539. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.007>
- Lesme Jaén, R., Garcia Faure, L., Oliva Ruiz, L., Pajarín Rodríguez, J., & Revilla Suarez, D. (2016). Gasificación de biomasa para la generación de electricidad con motores de combustión interna. Eficiencia del proceso. *Tecnología Química*, 36(2), 133–144.
- Lesme Jaén, R., Garcia Faure, L., Oliva Ruiz, L., Pajarín Rodríguez, J., & Revilla Suarez, D. (2016). Gasificación de biomasa para la generación de electricidad con motores de combustión interna. Eficiencia del proceso. *Tecnología Química*, 36(2), 133–144.
- Marqués, S. D. (1972). *Sistemas de Encendido*. Reverte.

- McKendry, P. (2002a). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, 83(1), 37–46.
[https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3)
- McKendry, P. (2002b). Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. *Bioresource Technology*, 83(1), 47–54.
[https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00119-5](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00119-5)
- Nistal, F. J. C. (2008). *Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos*. Editorial Paraninfo.
- Oliveros T., C. E., Lopez V., L., Buitrago, C. M., & Moreno C., E. L. (2014). Determinación del contenido de humedad del café durante el secado en silos. Recuperado de
<http://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/488>
- Rodriguez Becerra, M. (2002). *Gestion ambiental en America Latina y el Caribe: Evolucion, tendencias y principales practicas*. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de
<http://dspace.utalca.cl/handle/1950/2438>
- Sardón, J. M. de J. (2003). *Energías renovables para el desarrollo*. Editorial Paraninfo.
- Sutton, D., Kelleher, B., & Ross, J. R. H. (2001). Review of literature on catalysts for biomass gasification. *Fuel Processing Technology*, 73(3), 155–173. [https://doi.org/10.1016/S0378-3820\(01\)00208-9](https://doi.org/10.1016/S0378-3820(01)00208-9)
- Valencia Manzo, S., & Vargas Hernández, J. (1997). Método empírico para estimar la densidad básica en muestras pequeñas de madera. *Madera y Bosques*, 3(1). Recuperado de
<http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=61730107>

VILLACÍS MONTOLLA DIANA ISABEL. (2016). *DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA OBTENCIÓN DEL GAS POBRE EN EL GASIFICADOR DOWNDRAFT DE LA ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA DE LA ESPOCH. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO, RIOBAMBA - ECUADOR.*

Villamagua, M. A., Loaiza Carrion, E. R., & Naula Arteaga, P. E. (2008). EFECTO DEL CARBON VEGETAL EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO EN EL CULTIVO DE TOMATE DE MESA (SOLANUM LYCOPERSICUM) BAJO INVERNADERO. Recuperado de <http://dspace.unl.edu.ec//handle/123456789/362>

Z. Abu El-Rub, *, E. A. Bramer, † and, & G. Brem†, ‡. (2004, septiembre 25). Review of Catalysts for Tar Elimination in Biomass Gasification Processes [review-article]. <https://doi.org/10.1021/ie0498403>

Zainal, Z. A., Ali, R., Lean, C. H., & Seetharamu, K. N. (2001). Prediction of performance of a downdraft gasifier using equilibrium modeling for different biomass materials. *Energy Conversion and Management*, 42(12), 1499–1515. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(00\)00078-9](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(00)00078-9)

Zaleta Aguilar Alejandro, & O. (2012). Prototipo experimental de un gasificador de biomasa,.

ANEXOS

Anexo 3.1

	Componente	Especificaciones	Funcionamiento
1	Tolva de materia prima	Barril de acero de 0.113 m ³	Almacenar la materia prima
2	Zona de secado	Elemento de acero y en forma de "L"	Calentar y disminuir la humedad de la materia prima
3	Controlador de nivel	Paletas ajustables 12VCC	Accionar el suministro de combustible cuando el nivel baje durante la operación
4	Intercambiador de calor	Elemento de acero	Zona donde se realiza la etapa de pirólisis, se enfría la aire y se calienta la biomasa
5	Reactor de gasificación	Acero inoxidable	Corazón del proceso en él se lleva a cabo el proceso de combustión y reducción
6	Entrada de aire	Válvula de esfera de 1"	Permitir la entrada del agente gasificante al sistema
7	Boquillas de aire	Hierro colado de 3/8" y orificio de 5/32"	Elementos que direccionan el aire al proceso de combustión
8	Puerto de iluminación	Neplo de cuerda corrida de 1/2"	Conducto que permite se encienda el combustible en el reactor
9	Reducción de campana	Reducción de 6 a 3" de acero inoxidable	Controla la velocidad de flujo y por lo tanto el tiempo de residencia de los gases que pasan a través de la zona de combustión y reducción
10	Rejilla	Metálica circular	Sostiene el carbón vegetal de la zona de reducción
11	Ciclón	Cono metálico	Separa las partículas más grandes que pueden haber sido arrastradas en la corriente de gas
12	Filtro de gas	Barril de acero de 0.063 m ³	Absorbe la mayoría de los alquitranes presentes en el gas de síntesis
13	Sistema de transmisión de gas	Presión recomendada 200 psi	Impulsa el flujo a través del sistema durante el arranque
14	Tubo quemador	Material: acero inoxidable	Mantiene la flama que se produce con el gas de síntesis
15	Alarma de monóxido de carbono	Detecta concentraciones de CO de 11 hasta 999 PPM	Alerta sobre concentraciones de monóxido de carbono
16	Termómetro digital	Rango de Temperatura de -50°C hasta 1300°C	Registra la temperatura del proceso de gasificación en sus diferentes etapas
17	Medidor de humedad	Rango de medición de humedad del 5% - 40%	Registra la humedad relativa de la madera a gasificar
18	Compresor de aire	Capacidad mínima de suministro 200psi	Suministra aire necesario para la combustión del gas de síntesis

Anexo 3.2

Elementos y herramientas para montaje de equipos en sitio de trabajo.

Ítems	Cantidad	Descripción
1	4	Llaves mixtas estándar de hierro forjado - 9/16"
2	4	Llaves mixtas estándar de hierro forjado - 1/2"
3	2	Llave mixta estándar de hierro forjado - 5/8"
4	2	Destornillador de cruz o estrella
5	2	Destornillador plano
6	10	Pares de guantes de látex para evitar contacto directo con agentes químicos (alquitrán)
7	10	Mascarillas para evitar la inhalación directa de los gases
8	2	Tijeras metálicas
9	2	Alicates – Estiletes – Pinzas
10	2	Llave Stilson 12"
11	2	Llave Inglesa 10"
12	2	Pinzas de presión
13	1	Pistola para calafatear
14	2	Pie de rey – Calibrador
15	2	Gafas protectoras
16	1	Extensión eléctrica
17	1	Escalera tijera
18	12	Cinta teflón
19	2	Silicón rojo RTV de alta temperatura Permatex
20	1	Compresor de aire de 200 psi
21	5	Cinta aislante negra de 3/4"
22	1	Juegos de tarraja
23	1	Juego de machuelos de 3/8"

Anexo 3.3

Elementos principales que conforman en el ensamble del eyector ventury

Cantidad	Descripción
1	T de acero al carbono de 1-1/2"
2	Neplos perdidos de 1-1/2"
1	Llave de paso de 1-1/1" de bronce
1	Codo de 1-1/2 de 45° con reductor de 1/2"
1	Tapón de 1 1/2"
1	Reductor de 1/2" por 3" de largo
1	Bushing de 1/4" NPT
1	Válvula esférica de 1/4"
2	Neplos reductores de 1 1/2" a 3/4
1	Neplo perdido de 3/4
1	Neplo de 3/4 "por 6" de longitud.
1	Reductor de 1 1/2" a 3/4"
1	Neplo perdido de 3/4"
1	Válvula de 3/4"
1	Neplo roscado de 1/4"
1	Neplo de 1/2" por 2" de longitud.
1	Compresor de 2 hp
1	Quemador
3	Teflón industrial para temperatura

Anexo 3.4

Elementos que controlan flujo de gas hacia el motor

Cantidad	Descripción
2	Válvulas esféricas de pvc de 1 ½"
3	Neplos de 1 ½"
2	Neplos con cuello roscable
1	Manguera con alma de fibra de vidrio

Anexo 3.5

Mantenimiento a gasificadores

Mantenimiento preventivo

En el mantenimiento predictivo es necesario conocer el estado de los equipos. Esta tarea es indispensable para detectar el fallo cuando este se encuentra en estado incipiente. Al conocer la situación del equipo se puede decidir si es necesaria la intervención del mantenimiento o se puede determinar el momento adecuado para realizar estas actividades

- a) **Chequeo diario** (sin detener el funcionamiento del gasificador)
 - Drenar Cenizas
 - Checar humedad en biomasa

- b) **Chequear cada 100 hrs.** (se detiene el funcionamiento del gasificador de 2 a 4 horas):
 - Checar tolva de vaciado
 - Checar puntas de entrada de aire
 - Checar válvula de succión de aire

- c) **Chequear cada 400 hrs.** (se detiene el funcionamiento del gasificador aproximadamente 24 horas):
 - Checar cámara de carbón, para evitar acumulaciones
 - Checar puntas de entrada de aire
 - Limpiar el eyector Venturi
 - Checar tubería de gas
 - Checar sellos
 - Examinar el filtro de gas

Anexo 3.6

Etapa de inicio de proyecto



Anexo 3.7

Etapa de finalización de proyecto



Anexo 3.8

Instalación de termocupla



Anexo 3.9

Acoplamiento de eyector ventury





DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Layana Paredes Juan Carlos**, con **C.C: # 0925328486** autor/a del trabajo de titulación: **Montaje de motor de combustión interna tipo Otto modelo Liffan 5500 para pruebas didácticas de micro generación de electricidad con la ayuda de un gasificador Downdraft modelo GEK -1.2.5** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO – MECÁNICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 21 de marzo de 2019

Nombre: Layana Paredes Juan Carlos

C.C: 0925328486

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Montaje de motor de combustión interna tipo Otto modelo Liffan 5500 para pruebas didácticas de micro generación de electricidad con la ayuda de un gasificador Downdraft modelo GEK -1.2.5		
AUTOR(ES)	Layana Paredes Juan Carlos		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Martillo Aseffe José Alfonso, Mgs.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Educación Técnica para el desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero En Eléctrico Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	21 de marzo de 2019	No. DE PÁGINAS:	84
ÁREAS TEMÁTICAS:	Energía eléctrica, energía renovable		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Gasificación, Gasificador, Pirólisis, Biomasa, Gas De Síntesis, Termocupla.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>El presente proyecto de titulación se basa en realizar pruebas didácticas de micro generación para la obtención de energía eléctrica a través de la gasificación de biomasa, de la misma manera el objetivo principal es la utilización de un tipo de gas denominado gas de síntesis, el cual puede servir como combustible para un motor de combustión interna. El gas obtenido puede utilizarse para generar energía eléctrica con la ayuda de un motor-generator, este tipo de proyecto resulta de mucha utilidad para las zonas rurales del Ecuador. Con el fin de establecer un modelo de remediación ambiental, se motiva a las instituciones educativas se dé a conocer del arte de la gasificación por biomasa, se emplea el método Descriptivo para caracterizar la operación de un sistema de gasificación de generación eléctrica con la ayuda de un generador eléctrico para generar energía eléctrica a pequeña escala que utiliza como combustible la biomasa que se la obtiene de la tusa de maíz. Igualmente se utiliza el método Sintético-Analítico para plantear criterios de generación eléctrica por fuentes renovables en el Ecuador.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593958978408	E-mail: juancarlos_layana@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Philco Asqui, Luis Orlando		
	Teléfono: +593-4-220933 ext 2007		
	E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			