



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA RENOVABLE MÁS
EFICIENTE PARA UN MOTOR OTTO**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

CHRISTIAN RICARDO MEJÍA MENDOZA

DIRECTOR: ING.MILTON REVELO

Quito, Septiembre 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial.2016
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

| DATOS DE CONTACTO | |
|----------------------|--|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1719634162 |
| APELLIDO Y NOMBRES: | Mejía Mendoza Christian Ricardo |
| DIRECCIÓN: | John F Kennedy y Lizardo Ruiz |
| EMAIL: | richi-tam@hotmail.com |
| TELÉFONO FIJO: | 022810102 |
| TELÉFONO MOVIL: | 09987644085 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|--|---|
| TITULO: | "Análisis y determinación de la energía renovable más eficiente para un motor Otto" |
| AUTOR O AUTORES: | CHRISTIAN RICARDO MEJIA MENDOZA |
| FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN: | 16 de Mayo de 2016 |
| DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN: | Ing. Milton Revelo |
| PROGRAMA | PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/> |
| TITULO POR EL QUE OPTA: | Ingeniero Automotriz |
| RESUMEN: Mínimo 250 palabras | Con el siguiente estudio vamos a demostrar que el uso de energías alternativas puede ser de gran ayuda y sobre todo una oportunidad de mejorar nuestro estilo de vida, teniendo en cuenta que el uso del petróleo en la actualidad y sobre todo en el futuro puede verse en serios problemas ya que se pueden terminar nuestras reservas. Este proyecto nos guiara en el uso de una energía que nos permita encender un vehículo sin la necesidad de tener un combustible fósil, esta |

| | |
|--------------------------------|---|
| | <p>energía la vamos a obtener de la destilación de la madera quemada la cual vamos a demostrar atreves de una maqueta el proceso para obtener un gas puro que nos permita ser usado en un vehículo que necesite de un combustible para encenderse. En la actualidad se habla mucho de los autos eléctricos y híbridos pero este tipo de energía y combustible serían mucho más fáciles de obtener y sobre todo mucho más fácil de producir y lo más importante son materias que son renovables.</p> |
| <p>PALABRAS CLAVES:</p> | <p>Energía Alterna Gasógeno Actualidad Contaminación Destilación Motor de Combustión Interna</p> |
| <p>ABSTRACT:</p> | <p>In the next study we will demonstrate that the use of alternative energies can be helpful and above all an opportunity to improve our lifestyle, considering that oil use today and especially in the future can be seen in serious problems because they can finish our reserves.This project will guide us in the use of energy that allows us to turn a vehicle without the need for a fossil fuel, this energy will be obtained from the distillation of burnt wood which will demonstrate dare a model the process obtain a pure gas that allows us to be used in a vehicle that needs a fuel to ignite.Today there is much talk of electric and hybrid cars but this type of energy and fuel would be much easier to obtain and especially much easier to produce and more importantly are materials that are renewable.</p> |
| <p>KEYWORDS</p> | <p>Alternative energy</p> |

| | |
|--|--|
| | Producer Present Contamination Distillation Internal Combustion Engine |
|--|--|

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 
CHRISTIAN RICARDO MEJIA MENDOZA

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **CHRISTIAN RICARDO MEJIA MENDOZA**, CI1719634162 autor/a del proyecto titulado: **“Análisis y determinación de la energía renovable más eficiente para un motor Otto”**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

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 graduación 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 BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 26 de junio de 2016

f:



CHRISTIAN RICARDO MEJIA MENDOZA

1719634162

DECLARACIÓN

Yo **CHRISTIAN RICARDO MEJIA MENDOZA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Christian Ricardo Mejía Mendoza

C.I. 1719634162

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "**Análisis y determinación de la energía renovable más eficiente para un motor Otto**", que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Christian Ricardo Mejía Mendoza**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Milton Revelo

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 0400728242

DEDICATORIA

A mi padre Ángel Gilberto Mejía Gallegos, quien con sus consejos supo guiarme a la consecución de una meta.

A mi madre Patricia Yadira Mendoza Andrade, que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil con infinito amor y paciencia encomiable.

A mis hermanas, leal y solidariamente han velado por mí durante este arduo camino.

A mi hijo Stefano Ricardo Mejía Noroña quien fue mi inspiración para la realización del proyecto y a mi querida esposa Lizeth Fernanda Noroña Acevedo quien incondicionalmente fue mi soporte.

A cada uno de los integrantes de mi familia que con su aporte hicieron posible la culminación de este proyecto de vida.

A mis docentes por el conocimiento que me compartieron durante mi proceso de enseñanza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de una manera especial a Dios por ser mi guía y fortaleza espiritual, por ayudarme a alcanzar este sueño tan anhelado superando metas que la vida nos presenta.

A mis Padres Ángel y Patricia por ser mi referente de honestidad, responsabilidad y perseverancia.

A mi director de tesis Ingeniero Milton Revelo, por su brillante asesoramiento profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PÁGINA

| | |
|--|------|
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1 ENERGÍAS ALTERNATIVAS | 3 |
| 2.1.1 IMPACTO AMBIENTAL | 3 |
| 2.1.1.1 La contaminación y sus efectos. | 4 |
| 2.1.2 EVOLUCION ENERGIAS ALTERNAS..... | 6 |
| 2.1.3 ENERGIA NO RENOVABLES | 7 |
| 2.1.3.1 Petróleo | 8 |
| 2.1.3.2 Energía nuclear | 9 |
| 2.1.4 ENERGIAS RENOVABLES | 10 |
| 2.1.4.1 Energía solar | 11 |
| 2.1.4.2 Energía eólica..... | 12 |
| 2.1.4.3 Energía Hidráulica | 14 |
| 2.1.4.4 Energía geotérmica..... | 14 |
| 2.1.4.5 Energía Marina | 15 |
| 2.1.4.6 Energía mareomotriz | 16 |
| 2.1.4.7 Energía de las corrientes | 16 |
| 2.1.4.8 Energía osmótica..... | 17 |
| 2.1.4.9 Biomasa..... | 17 |
| 2.2 FUNCIONAMIENTO Y PARTES DE UN MOTOR OTTO | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.1 REFRIGERACIÓN DEL MOTOR POR AGUA | 20 |
| 2.2.2 SISTEMA DE INYECCIÓN | 20 |
| 2.2.2.1 Ventajas de los sistemas de inyección..... | 21 |
| 2.3 DESARROLLO DEL GASOGEN | 22 |
| 2.3.1 ANTECEDENTES HISTORICOS..... | 23 |
| 2.3.2 PARTES DEL GASOGENO | 24 |
| 2.3.2.1 Caldera | 24 |
| 2.3.2.2 Enfriador | 25 |
| 2.3.2.3 Depurador..... | 26 |
| 2.3.2.4 Mezclador | 26 |
| 2.3.2.5 Mariposa de Aire..... | 27 |
| 2.3.3 FUNCIONAMIENTO | 28 |
| 2.3.3.1 Caldera | 28 |
| 2.3.3.2 Enfriador | 29 |
| 2.3.3.3 Depurador..... | 29 |
| 2.3.3.4 Mezclador | 29 |
| 2.3.3.5 Mariposa de Admisión | 30 |
| 2.3.4 MEJORAMIENTO DEL GASOGENO..... | 30 |
| 2.3.5 APLICACIÓN EN UN MOTOR OTTO | 32 |
| 3. METODOLOGÍA..... | 34 |
| 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS | 39 |
| 4.1 METODOS DE CONSTRUCCIÓN SISTEMA GASÓGENO | 40 |
| 4.1.2 DATO TÉCNICO TUBERIAS | 42 |
| 4.2 DATOS TECNICOS DEL VEHICULO PARA PRUEBA DEL SISTEMA GASOGENO | 54 |
| 4.3 CONECCIÓN SISTEMA GASÓGENO EN AUTOMOVIL MOTOR OTTO..... | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.1 MOTOR OTTO SISTEMA GASÓGENO CON CARBURADOR..... | 57 |
| 4.3.2 MOTOR OTTO SISTEMA GASÓGENO CON INYECCIÓN | 58 |
| 4.4 DATOS TÉCNICOS GASÓGENO | 59 |
| 4.5 ENERGIAS USADAS ACTUALMENTE | 63 |
| 4.6 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN | 65 |
| 4.7.1 ENERGÍA MÁS EFICIENTE GASÓGENO | 65 |
| 4.8 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 66 |
| 4.8.1 CAPACIDAD DE CONSTRUCCIÓN | 68 |
| 4.8.2 FUNCIONAMIENTO TÉCNICO REAL Y LA VIABILIDAD | 70 |
| 4.9 FACTORES QUE AFECTAN LA OFERTA. | 71 |
| 4.9.1 COSTO ENERGIA ALTERNA..... | 72 |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 73 |
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 73 |
| 5.2 RECOMENDACIONES | 74 |
| BIBLIOGRAFIA | 76 |
| ANEXOS..... | 77 |

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Lista de 10 países que más contaminan | 5 |
| Tabla 2. Gases obtenidos en la gasificación. | 12 |
| Tabla 3. Capacidad y adiciones de capacidad de energía eólica. | 13 |
| Tabla 4. Materiales de construcción sistema gasógeno | 34 |
| Tabla 5. Herramientas y equipos para la construcción sistema gasógeno .. | 35 |
| Tabla 6. Dato técnico tubería una pulgada..... | 43 |
| Tabla 7. Diámetro tubería 1, 1/2, 3/4 Pulgadas. | 43 |
| Tabla 8. Medidas Caldera | 45 |
| Tabla 9. Datos técnicos depurador..... | 51 |
| Tabla 10. Datos Técnicos Enfriador | 53 |
| Tabla 11. Datos técnicos del automóvil para la prueba | 54 |
| Tabla 12. Datos técnicos gasógeno | 59 |
| Tabla 13. Tipos de madera según poder calorífico..... | 60 |
| Tabla 14. Tolerancias de gas. | 67 |
| Tabla 15. Zona de reducción Gasificador | 69 |
| Tabla 16. Costos sistema gasógeno | 72 |
| Tabla 17. Costos de herramientas..... | 73 |
| Tabla 18. Costos adicionales | 73 |

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

| | |
|---|----|
| Figura 1. Impacto Ambiental Corte de Arboles..... | 4 |
| Figura 2. Porcentaje de contaminación..... | 6 |
| Figura 3. Tipos de energía alternas. | 6 |
| Figura 4. Fuentes de energía no renovables. (Magazine,2010)..... | 8 |
| Figura 5. Producción por región de barriles diarios..... | 9 |
| Figura 6. Procedimiento para realizar energía nuclear. | 10 |
| Figura 7. Uso de panel solar. | 11 |
| Figura 8. Producción energía eólica..... | 13 |
| Figura 9. Funcionamiento planta hidráulica. | 14 |
| Figura 10. Planta de energía geotérmica. | 15 |
| Figura 11. Funcionamiento energía marina. | 16 |
| Figura 12. Tipos de materias orgánicas biomasa..... | 17 |
| Figura 13. Tiempos de funcionamiento motor Otto | 19 |
| Figura 14. Radiador automotriz y sus partes..... | 20 |
| Figura 15. Sistema de inyección | 21 |
| Figura 16. Automóvil funcionando con sistema de gasógeno | 23 |
| Figura 17. Primer sistema de gasógeno utilizado en un vehículo. | 24 |
| Figura 18. Caldera de diferentes tamaños | 25 |
| Figura 19. Enfriador Europeo | 25 |
| Figura 20. Depurador Gasogeno..... | 26 |
| Figura 21. Mezclador Gasógeno | 27 |
| Figura 22. Mariposa de aire | 27 |
| Figura 23. Camión con caldera delantera | 28 |

| | |
|---|----|
| Figura 24. Diseño completo sistema gasógeno. | 30 |
| Figura 25. Gasogeno en la actualidad y antigüedad. | 31 |
| Figura 26. Auto con motor Otto y sistema de gasógeno. | 33 |
| Figura 27. Análisis Acero ASTM 36 | 41 |
| Figura 28. Efecto de la temperatura sobre las propiedades mecánicas del acero utilizado para la fabricación de la caldera acero ASTM 36. | 42 |
| Figura 29. Proceso de transferencia de calor y de masa al interior de la caldera. | 46 |
| Figura 30. Soldadura SMAW..... | 49 |
| Figura 31. Electrodo 7018..... | 51 |
| Figura 32. Automóvil | 56 |
| Figura 33. Carburador Fiat uno 1.1 | 58 |
| Figura 34. Relación poder calorífico y humedad..... | 61 |
| Figura 35. Porcentaje de uso energías alternas nivel mundial..... | 64 |
| Figura 36. Índice de compresión vs eficiencia térmica..... | 67 |
| Figura 37. Temperatura en funcionamiento de la caldera..... | 67 |
| Figura 38. Funcionamiento Caldera | 71 |

INDICE DE ANEXOS

PÁGINA

| | |
|---|----|
| ANEXO 1 | 77 |
| Grupo electrógeno de gas madera | 77 |
| ANEXO 2 | 79 |
| Diseño sistema gasógeno..... | 79 |
| ANEXO 3 | 80 |
| Tabla tipos de acero | 80 |
| ANEXO 4 | 81 |
| Comercio europeo reseña del sistema gasógeno..... | 81 |
| ANEXO 5 | 82 |
| Primer sistema construido gasógeno..... | 82 |
| ANEXO 6 | 83 |
| Diseño construcción del proyecto gasógeno | 83 |

RESUMEN

En el siguiente trabajo se desarrolló para obtener una ayuda y mejora al medio ambiente, el cual en los últimos años ha sido muy atacado por el exceso en combustibles fósiles y sobre todo por la explotación del combustible negro, se mejora el funcionamiento de los motores a combustión interna OTTO, al cual en los últimos tiempos se realizó un gran esfuerzo para disminuir sus contaminantes y mejorar su funcionamiento. Para lograr esto se fue abordando desde la raíz el problema el cual no se ha atacado directamente y es la concienciación de las personas y sobre todo poder demostrar que con nuevas energías se obtuvo el mismo o incluso un mejor funcionamiento del motor OTTO. Para la cual se ha estudiado y analizando un combustible tipo biomasa y proponiendo este proyecto que permitió verificar que la energía renovable usando de manera técnica reemplaza al combustible tradicional y la aplicación en un vehículo permitió tener un funcionamiento correcto del motor Otto. Finalmente se analizó la factibilidad de la implementación de una energía renovable para el funcionamiento del motor OTTO, donde se concluyó que el resultado es factible y ayuda a reducir las emisiones de gases contaminantes favoreciendo al medio ambiente, además ahorraría económicamente puesto que procesar combustible a partir del petróleo tiene un costo alto, el proyecto realizado ayudó a verificar la opción de un nuevo sistema para el funcionamiento del motor Otto. Se observó que el uso de madera en este caso no sería la única alternativa para el funcionamiento del sistema se usó también aserrín seco el cual nos genera el mismo funcionamiento al sistema y nos permite reciclar ya que el aserrín es botado en muchos lugares. En el proyecto se desarrolló un equipo bajo el principio del gasógeno, partiendo de una cámara de combustión externa donde se utiliza materia prima como la madera, la cual se quema y nos permite obtener gas metano e hidrógeno implementando un secado, luego un proceso de enfriamiento de los gases residuos de la combustión, se intercala un filtro de partículas inservibles y finalmente producir un combustible gaseoso tipo mezcla de metano e hidrogeno.

ABSTRACT

In this work was developed to obtain help and improve the environment, which in recent years has been attacked by excessive fossil fuel and especially the exploitation of black fuel, engine performance is improved OTTO internal combustion which in recent times has made great efforts to reduce pollutants and improve their functioning. To achieve this was addressed from the root of the problem which has not been attacked directly and it is the awareness of people and especially to demonstrate that with new energy the same or even better engine performance OTTO was obtained for which I was to study and analyze the fuel currently used and proposing a study allowed to verify that renewable energy using technical means replacing the traditional fuel and the application on a vehicle allowed a proper functioning of the Otto engine. In this study we obtained information that gave translate the main idea is to get a renewable energy for reducing emissions and especially to help reduce the consumption of fossil fuels and improve effectiveness. Finally the feasibility of implementing renewable energy for operation of the OTTO engine, where it was concluded that the result is feasible and helps reduce greenhouse gas emissions to benefit the environment was analyzed also save economically as process fuel has a high cost, the project made helped us verify the choice of a new system for Otto engine operation. It was observed that the use of wood in this case would be the only alternative for system operation dry sawdust which generates us the same operating system and allows to recycle because the aceran is launched in many places was also used. The project uses a team under the principle of the gasifier, from an external combustion chamber where raw materials such as wood, which burns and allows us to obtain methane gas which allows Otto engine operation is used.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto lo realizamos en la ciudad de Quito, con esta actividad se observó la importancia de tener un combustible que no provenga del petróleo y que pueda ayudar a la ciudad a usar energías alternativas para el funcionamiento de un motor tradicional.

Sin embargo, fuimos conscientes de seleccionar la energía alterna que nos ofrezca un acceso, ya que con este proyecto logramos ver que se puede usar en cualquier parte y sobre todo es muy fácil de conseguir los materiales para obtener esta energía renovable.

El estudio realizado comprobó que podemos tener una energía nueva que no provenga del petróleo y que pueda usarse durante mucho tiempo, obteniendo satisfacción en la gente de la ciudad.

La implementación del uso del Gasógeno para el funcionamiento del motor Otto, permite conseguir grandes resultados en ahorro y sobre todo en demostrar que puede llegar a ser la energía renovable del futuro.

Como referencia de investigaciones similares existe en España un centro de investigaciones de sistemas energéticos para aprovechar combustibles renovables como biomásas para generación de energía eléctrica. (CIDAUT, PAG14).

La implementación de una nueva energía renovable en el funcionamiento de un motor Otto, contribuye con nuevas ideas hacia el futuro ya que todos sabemos el petróleo en algún momento se terminara, la implementación del Gasógeno suple las necesidades que las personas llegaran a tener en el instante que el combustible tradicional aumente su valor o se agote.

Las necesidades y expectativas de esta propuesta se verán en la satisfacción de las personas al ver algo novedoso y diferente que sea innovador y permita acceder a nuevas tecnologías, no perdiendo el uso de los motores tradicionales.

El problema más grande al momento de hablar del gasógeno nos lleva a competir con el petróleo y la gasolina ya que es una tecnología que no se le dio importancia y desapareció en los años 50 y 60 después de la pos guerra

Europea, el gasógeno es un sistema que se usa actualmente en países como Rusia ya que existen sectores de difícil acceso donde el combustible no llega. El estudio y la adaptación en el proyecto es una puerta para observar y mejorar este sistema en la modernidad, y obtener resultados que permitan demostrar que el uso de esta tecnología puede traer grandes ayudas en la actualidad y comenzar a utilizar otras energías para tener obtener el funcionamiento del motor Otto.

Los objetivos del proyecto constan de un elemento secundario para orientar el proyecto y sobre todo se finalizó y consiguió lo propuesto.

El objetivo general del proyecto consistió Analizar y determinar de la energía renovable más eficiente para un motor Otto.

Para el presente proyecto los objetivos específicos están relacionados con , analizar las opciones de energías renovables, determinar que energía renovable es la más eficaz para el funcionamiento de un motor Otto, determinar los costos que implica la implementación de la energía renovable seleccionada en un coche convencional, analizar la factibilidad de la implementación de la energía renovable seleccionada.

El proyecto se realizó en la ciudad de Quito-Ecuador, en donde realizamos la prueba en un automóvil Fiat uno 1.1 cc una vez terminado el ensamblaje del sistema gasógeno.

Se quiere conseguir que este estudio se pueda extender hasta conseguir una respuesta positiva de las personas para el uso de energías renovables y sobre todo el cambio de mentalidad en el uso de combustible fósil.

Al momento de realizar las pruebas se obtuvo resultados positivos ya que se demostró que podemos obtener el funcionamiento correcto del vehículo sin una gota de combustible, en el gas obtenido nos benefició obtener hidrogeno en el sistema y con esto mejorar el poder calorífico.

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ENERGÍAS ALTERNATIVAS

“Las Energías Renovables son aquellas que provienen de recursos naturales renovables que son teóricamente inagotables y pueden regenerarse” (Energías Renovables, 2010, pág.1)

“La energía es y será el reto a superar por la Humanidad del mañana. Nuestro futuro dependerá de conseguir fuentes de energías económicas y no contaminantes. ¿De qué fuentes y con qué costes de transformación lograremos unas energías limpias, renovables y no agotables en su fuente primaria? ¿Cómo descentralizar el modelo de producción y distribución para evitar los problemas actuales, como la insostenible tenaza de nuestra adicción al petróleo, una fuente que empieza a agotarse? Y, sobre todo, ¿cómo lograr un consumo más eficiente y responsable caminando hacia un sistema de auto alimentación energética?”(Valeriano, 2013 , pag.3).

2.1.1 IMPACTO AMBIENTAL

Las sociedades humanas generan un importante impacto en el medio ambiente, como resultado de sus actividades. La agricultura, la ganadería y la pesca, la minería, la industria o los servicios son los responsables de lo que la mayoría de las veces se traduce en un grave deterioro.

En este sentido cabe señalar que la producción y el consumo de energía generan efectos que se manifiestan en forma de calentamiento global, contaminación atmosférica, lluvia ácida, contaminación radiactiva o vertidos de hidrocarburos, entre otros, dando lugar a graves afecciones medioambientales en la figura 1 se observa la destrucción del ambiente.



Figura 1. Impacto Ambiental Corte de Arboles
(Ecología Verde, 2015)

Igualmente hay que estudiar no sólo los focos de emisión de contaminantes a la atmósfera los cuales causan grandes daños, hidrosfera y suelos, sino que hay que seguirlos hasta su destino final en los ecosistemas, llegando finalmente hasta el hombre. *“Todo ello considerando que sus efectos son susceptibles de extenderse en el tiempo y el espacio”* (UNED, 2011, pag.13).

2.1.1.1 La contaminación y sus efectos.

Como subproducto de las actividades de producción de energía se generan contaminantes que afectan a la atmósfera, la hidrosfera, el suelo y los seres vivos.

Estas emisiones contaminantes tienen una doble naturaleza. Por un lado, existe una contaminación inherente a la operación normal de los sistemas de producción y por otro una contaminación producida la cual es la causante de grandes daños, en situaciones catastróficas de carácter accidental.

Ambas deben ser valoradas y reducidas hasta niveles asumibles en términos medioambientales y socioeconómicos, en la tabla 1 se observa claramente un indicador de los países más contaminantes del planeta esto nos va a ayudar a verificar y comprobar en donde existen mayores emisiones.

Tabla 1. Lista de 10 países que más contaminan

| PAÍSES | EMISIONES ANUALES EN TON | % TOTAL |
|---------------|--------------------------|---------|
| Mundo | 27.245.758 | 100% |
| EE.UU | 6.049.435 | 22,2% |
| China | 5.010.170 | 18,4% |
| UE | 3.115.125 | 11,4% |
| Rusia | 1.524.993 | 5,6% |
| India | 1.342.962 | 4,9% |
| Japón | 1.257.963 | 4,6% |
| Alemania | 808.767 | 3% |
| Canadá | 639.403 | 2,3% |
| Reino Unido | 587.261 | 2,2% |
| Corea del Sur | 465.643 | 1,7% |
| Italia | 449.948 | 1.7 % |

(ONU, 2014)

El mayor impacto, y el que más preocupa globalmente, es el causado por la emisión a la atmósfera de los gases producidos en la combustión, de la madera y sobre todo de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), la cual está destruyendo en grandes números la atmosfera y provocando grandes cambios climáticos que afectan cada día más al planeta.

Tomemos como ejemplo el carbón. Como resultado de su combustión se generan fundamentalmente:

- Gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO₂).
- Monóxido de carbono: CO.
- Gases precursores de la lluvia ácida: dióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NOX)
- Vapor de agua.
- Partículas, incluyendo en ocasiones metales pesados.
- Compuestos orgánicos.
- El CO₂ es el gas con mayor importancia en la contribución antropogénica, no natural, al calentamiento global. Se estima que es responsable de un 60% del total. Le sigue en importancia el metano, CH₄, que supone sobre un 20% y del que se estima que la mitad de sus emisiones son responsabilidad humana (ganado vacuno, arrozales y emisiones de gas natural). Al óxido nitroso, N₂O, se le atribuye una responsabilidad del 6% y su origen se atribuye a los abonos nitrogenados. Finalmente, los clorofluorocarbonos (CFCs), sustancias totalmente artificiales, son

responsables de un 14% del total, como se observa en la figura 2 los niveles de contaminación de cada compuesto.



Figura 2. Porcentaje de contaminación
(“Energía y desarrollo sostenible, UNED biblioteca, semana de la ciencia, 2014”)

2.1.2 EVOLUCIÓN ENERGÍAS ALTERNAS

Las energías renovables han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica. La navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar la del sol, son buenos ejemplos de ello, en la actualidad existen varios tipos de energías alternas en la figura 3 se observa algunas de estas energías.



Figura 3. Tipos de energía alternas.
(Ambiental 2010)

Con el invento de la máquina de vapor por James Watt, se van abandonando estas formas de aprovechamiento, por considerarse inestables en el tiempo y caprichosas y se utilizan cada vez más los motores térmicos y eléctricos, en

una época en que el todavía relativamente escaso consumo esto se da porque el viento en ocasiones no puede ser contantes como las otras energías, no hacía prever un agotamiento de las fuentes, ni otros problemas ambientales que más tarde se presentaron.

Hacia la década de años 1970 las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futura garantizada (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas energías alternativas. *“Actualmente muchas de estas energías son una realidad, no una alternativa, por lo que el nombre de alternativas ya no debe emplearse”* (La Bio Guía, 2011 ,pag.1).

2.1.3 ENERGÍA NO RENOVABLES

El desarrollo de la tecnología ha permitido el uso de otros recursos a gran escala, como la extracción de la energía de los combustibles fósiles o de los núcleos atómicos, lo que ha hecho posible la explosión demográfica que la humanidad ha vivido durante el último siglo, la cual ha destruido notoriamente al planeta. Los estudios sociológicos muestran que, aunque la relación no es lineal, la mayor esperanza de vida se da en las sociedades con un mayor consumo energético, el cual crece cada año en consumo y esto se da por el aumento de seres vivos en el planeta.

Cada vez es más evidente que esta espiral de crecimiento demográfico-aumento del consumo energético no es sostenible con el actual sistema energético basado en fuentes no renovables, por dos motivos: 1) los recursos fósiles y/o fisionables son limitados y 2) con mayor o menor intensidad, pero sin duda tienen efectos secundarios negativos sobre la salud del planeta. Son estos dos motivos principalmente los que nos sugieren sustituir gradualmente este tipo de recurso energético por fuentes alternativas, renovables, sostenibles y más respetuosas con el medio ambiente, en la figura 4 se observar detallado las fuentes de energía no renovables, las cuales están

tratando de posicionarse en el mercado mundial el cual es controlado por las grandes petroleras.

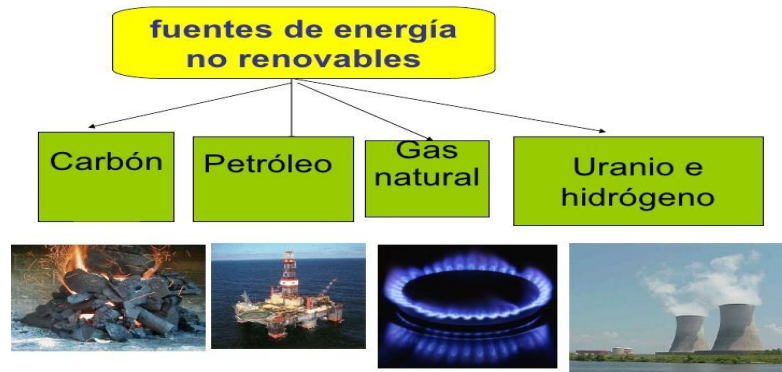


Figura 4. Fuentes de energía no renovables.
(Magazine,2010)

Desde el siglo XIX se conoce que el vapor de agua, el CO₂, el metano y otros gases presentes de forma natural en la atmósfera reducen la salida del flujo de radiación infrarroja desde la Tierra hacia el espacio originando el efecto invernadero.

El cual en la actualidad crece ya que el uso de este tipo de gases ha aumentado en un gran porcentaje.

Este efecto invernadero no constituye un problema en sí mismo. De hecho, es indispensable para mantener la vida tal y como la conocemos, ya que amortigua las variaciones de la temperatura media en la superficie del planeta, que de otro modo serían enormes a lo largo del día y del año. *"El problema se deriva del fuerte aumento de este efecto como consecuencia del incremento de las emisiones antropogénicas de CO₂"* (Rosa, 2010, pag.12).

2.1.3.1 Petróleo

Es una mezcla de hidrocarburos, es decir, de compuestos de hidrógeno y carbono. Surge de la descomposición de infinidad de minúsculos animales y plantas marinas muertas tapadas por gruesas capas de sedimento, hace aproximadamente unos 200 millones de años.

Los animales y plantas muertas, fueron hundidos por el peso de los sedimentos y esa presión, junto con el calor de la Tierra, los convirtió en petróleo.

Es conocido con el nombre de 'oro negro' ya que su cotización en el mercado internacional es muy alta. En la actualidad, el barril de crudo ronda los u\$s78. Esta cotización tan elevada se debe a la gran demanda de este producto ya que, este, cuenta con múltiples aplicaciones. Las industrias petroleras mueven millones de dólares por año, en la figura 5 se observar según datos obtenidos por la British Petroleum los barriles diarios extraídos de acuerdo a casa continente.

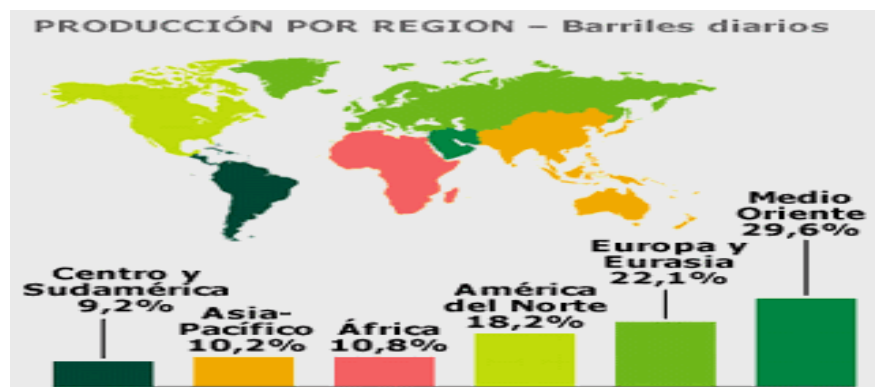


Figura 5. Producción por región de barriles diarios.
(British Petroleum, 2014)

“Se realizan santas cruzadas por encontrarlo ya que a las cuencas petroleras explotadas se les está acabando el recurso. Y la pelea por el recurso es causal de enfrentamientos armados” (Enciclopedia Ecología, 2000, pag.4).

2.1.3.2 Energía nuclear

La energía nuclear es la energía que se obtiene al manipular la estructura interna de los átomos. Se puede obtener mediante la división del núcleo (fisión nuclear) o la unión de dos átomos (fusión nuclear).

“Generalmente, esta energía (que se obtiene en forma de calor) se aprovecha para generar energía eléctrica en las centrales nucleares las cuales están siendo la nueva tendencia en los países desarrollados, aunque existen

muchas otras aplicaciones de la energía nuclear” (Master Universitario, 2011, pag.1).

En la figura 6 se observar detalladamente como se produce la energía nuclear, el procedimiento que se realiza dentro de un reactor nuclear.

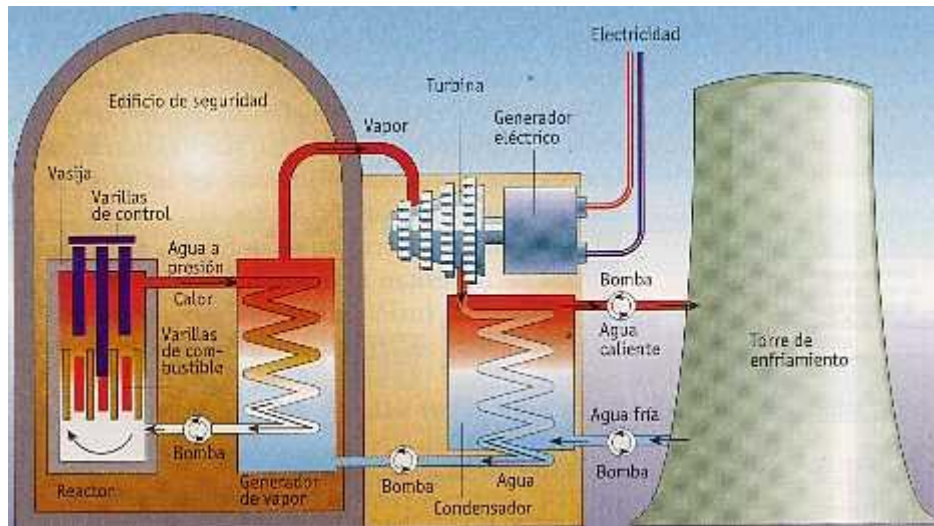


Figura 6. Procedimiento para realizar energía nuclear.
(Tecnun, 2005)

2.1.4 ENERGÍAS RENOVABLES

El concepto de energía renovable es un concepto bastante reciente que sirve para designar a todas aquellas formas de energía que se obtienen o se generan a partir del uso de recursos naturales y renovables. Esto quiere decir que una energía renovable no es una energía limitada sino, por el contrario, puede regenerarse de modo ilimitado, provocando así entonces menor daño al planeta.

Uno de los beneficios de la energía renovable es que la misma es constante y se regenera de manera natural. En este sentido, energías renovables pueden ser la luz solar, el viento o el agua, tres fuentes de energía importantísimas que no se agotan y que se pueden obtener de maneras mucho más naturales y amigables con el medio ambiente. *“A través del uso de pantallas solares que reciben las radiaciones del sol, de los molinos de viento eólicos o de las instalaciones hidroeléctricas el ser humano ha logrado*

adaptar estas energías en el uso de diferentes elementos o sistemas que tienen que ver con nuestra vida cotidiana y que permitirían entonces un mejor uso de los recursos del planeta sin generar en él daño ambiental” (Definición ABC, 2010, pag.12).

2.1.4.1 Energía solar

La energía solar es un paso muy importante para encontrar una energía alterna ya que el sol lo tenemos siempre, el problema que tenemos con la energía solar se da por el costo que puede llegar a tener un panel solar o un sistema que nos permita obtener esta energía, en la figura 7 se observa una imagen de uso de energía solar.



Figura 7. Uso de panel solar.
(Yubasolar 2004)

La Energía solar es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) procedente del Sol, donde ha sido generada por un proceso de fusión nuclear, este tipo de energía es constante ya que así no esté el sol claramente existe rallo los cuales también generan energía.

El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar de dos formas: por conversión térmica de alta temperatura (sistema foto térmico) y por conversión fotovoltaica (sistema fotovoltaico).

La conversión térmica de alta temperatura consiste en transformar la energía solar en energía térmica almacenada en un fluido. Para calentar el líquido se

emplean unos dispositivos llamados colectores, en la tabla 2 podemos observar los gases obtenidos en la gasificación.

Tabla 2. Gases obtenidos en la gasificación

| Tipo de biomasa | H2 | O2 | N2 | CH4 | CO | CH4-B | CO2 | Etileno+Acetileno | Etano | H2O | Ratio H2/CO |
|---------------------|------|-------|------|------|-------|-------|------|-------------------|--------|-------|-------------|
| Palé triturado | 16,4 | 0,510 | 48,3 | 1,95 | 22,57 | 1,87 | 9,2 | 0,460 | 0,0535 | 0,591 | 0,725 |
| Corazón de piña | 16,6 | 0,496 | 49,0 | 1,97 | 18,61 | 1,86 | 11,7 | 0,426 | 0,0713 | 1,195 | 0,890 |
| Astilla pino 15% | 17,5 | 0,639 | 47,8 | 2,19 | 18,66 | 2,18 | 12,1 | 0,547 | 0,0726 | 0,471 | 0,936 |
| Astilla pino 28% | 17,7 | 0,328 | 47,7 | 1,90 | 13,72 | 2,07 | 16,0 | 0,548 | 0,0840 | 1,962 | 1,293 |
| Astilla de pino 29% | 18,1 | 0,246 | 49,1 | 1,96 | 13,27 | 1,95 | 15,7 | 0,382 | 0,0903 | 1,059 | 1,399 |
| Astilla de pino 47% | 9,6 | 1,782 | 63,1 | 1,63 | 9,46 | 1,54 | 12,8 | 0,520 | 0,0817 | 0,953 | 1,015 |

(IAE 2009)

La conversión fotovoltaica consiste en la transformación directa de la energía luminosa en energía eléctrica. Se utilizan para ello unas placas solares formadas por células fotovoltaicas (de silicio o de germanio), las cuales ayudan a aprovechar los rayos solares como cargas eléctricas

2.1.4.2 Energía eólica

La energía eólica es la energía obtenida del viento. Es uno de los recursos energéticos más antiguos explotados por el ser humano y es a día de hoy la energía más madura y eficiente de todas las energías renovables. El término “eólico” proviene del latín “eólicas”, perteneciente o relativo a Eolo, Dios de los vientos en la mitología griega, en la figura 8 se observa cómo se realiza el proceso de energía eólica sus partes más importantes.

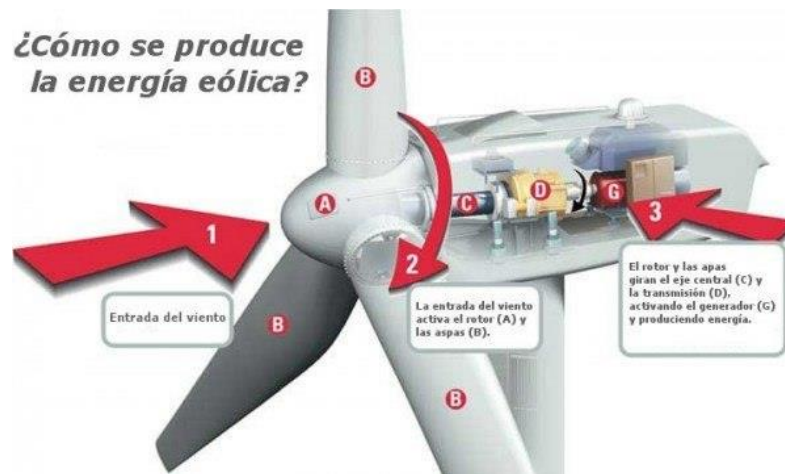
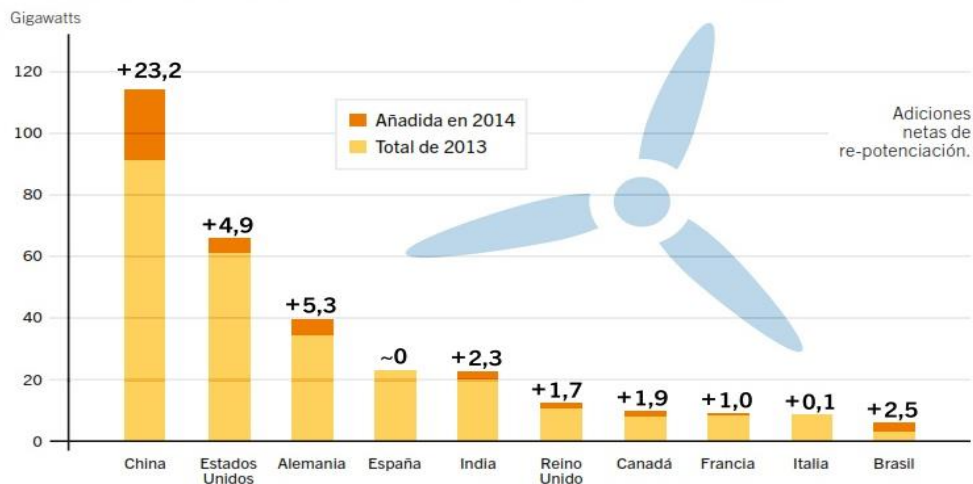


Figura 8. Producción energía eólica.
(Erenovable 2010)

La energía eólica consiste en convertir la energía que produce el movimiento de las palas de un aerogenerador impulsadas por el viento en energía eléctrica, en la tabla 3 se observa la capacidad de los países para uso de energía eólica.

Tabla 3. Capacidad y adiciones de capacidad de energía eólica.



(Reporte de la situación mundial de las energías renovables 2015)

De todas estas ventajas, es importante destacar que la energía eólica no emite sustancias tóxicas ni contaminantes del aire, que pueden ser muy perjudiciales para el medio ambiente y el ser humano. Las sustancias tóxicas pueden acidificar los ecosistemas terrestres y acuáticos, y corroer edificios.

Los contaminantes de aire pueden desencadenar enfermedades del corazón, cáncer y enfermedades respiratorias como el asma, es una de las energías más puras, pero debemos tener en cuenta la contaminación que se produce al momento de construir cada torre para una planta eólica.

"La energía eólica no genera residuos ni contaminación del agua, un factor importantísimo teniendo en cuenta la escasez de agua. A diferencia de los combustibles fósiles y las centrales nucleares, la energía eólica tiene una de las huellas de consumo de agua más bajas, lo que la convierte en clave para la preservación de los recursos hídricos" (Acciona, 2015, pag.6).

2.1.4.3 Energía Hidráulica

La Energía hidráulica es la producida por el agua retenida en embalses o pantanos a gran altura (que posee energía potencial gravitatoria). Si en un momento dado se deja caer hasta un nivel inferior, esta energía se convierte en energía cinética y, posteriormente, en energía eléctrica en la central hidroeléctrica, en la figura 9 se observa el funcionamiento de una planta hidráulica.

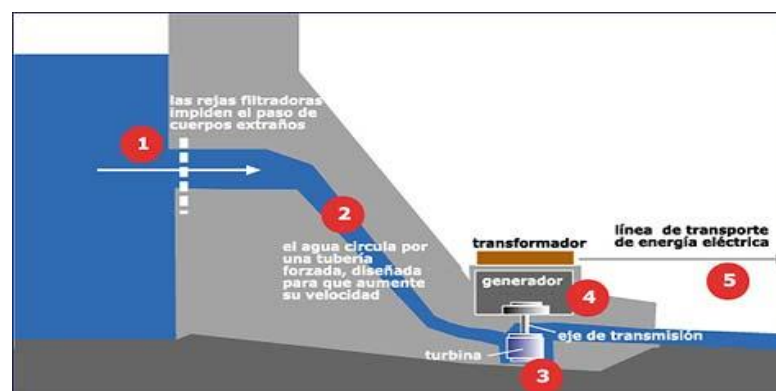


Figura 9. Funcionamiento planta hidráulica.
(Educastor 2009)

2.1.4.4 Energía geotérmica

La Energía Geotérmica es aquella que aprovecha el calor proveniente de La Tierra, el cual tiene diferentes orígenes, entre los que se destacan:

- **Gradiente geotérmico:** Una proporción en la que, a cierta distancia desde la superficie a nivel del mar, hacia el interior, se aumenta 1°C
- **Calor radiogénico:** Relativo a la energía interna de la materia, generando calor por el decaimiento de distintos isótopos.
- **Yacimientos geotérmicos:** Son puntos en el mapa donde encontramos una mayor temperatura, por cuestiones absolutamente naturales. Pueden ser zonas de grietas o roturas en las placas tectónicas, o zonas con actividad que causan terremotos, erupciones.

En la figura 10 se observa el funcionamiento de una planta geotérmica este proceso se realiza para obtener energía geotérmica.

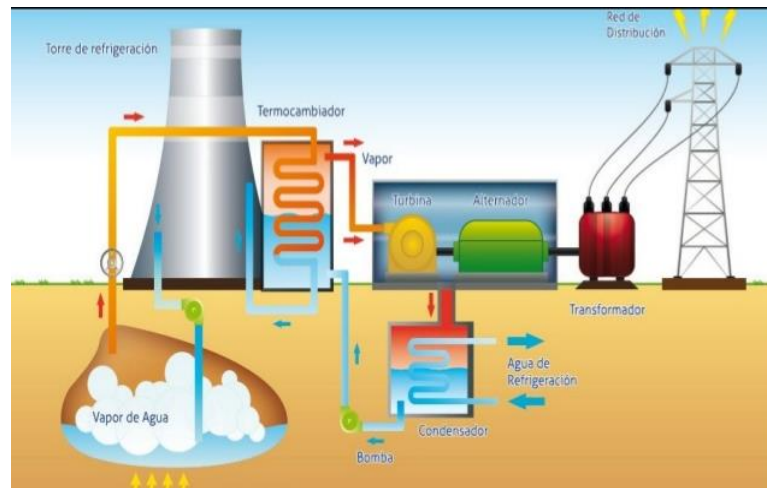


Figura 10. Planta de energía geotérmica.
(grupotemo)

2.1.4.5 Energía Marina

Se define la energía marina como aquella que viene transportada por las olas del mar, las mareas o producida, entre otros fenómenos, por la diferencia de temperaturas del océano, en la figura 11 se observa una explicación del funcionamiento de la energía marina.

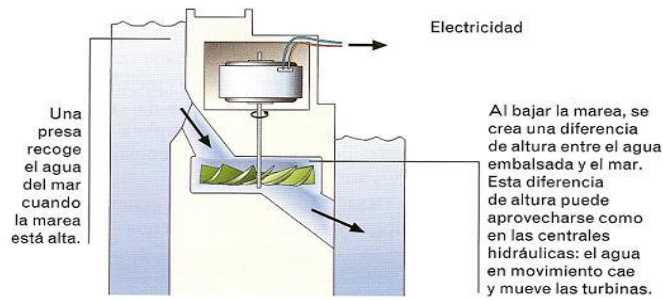


Figura 11. Funcionamiento energía marina.
(San Martín)

El movimiento del agua supone un almacén de energía cinética, es decir, de energía de movimiento que permite la generación de electricidad en una cantidad considerable. El movimiento del agua es constante e inagotable lo que supone que este tipo de energía renovable sea inagotable.

2.1.4.6 Energía mareomotriz

El potencial global de la energía mareomotriz o energía de las mareas se estima en 700 TWh al año. Actualmente, el uso de la energía mareomotriz sigue estando en fases poco desarrolladas, sobre todo si se compara con el aprovechamiento y explotación de otras fuentes de energías alternativas. Sin embargo, la demanda y la necesidad acuciante de cubrir nuestras necesidades energéticas con fuentes limpias están impulsando nuevos proyectos de investigación para lograr aprovechar recursos hasta ahora fuera del alcance, como la energía mareomotriz.

2.1.4.7 Energía de las corrientes

Las corrientes marinas pueden ser creadas por varios efectos: el viento, la marea, las diferencias de densidad, de temperatura o de salinidad y el movimiento de rotación de la Tierra.

2.1.4.8 Energía osmótica

La diferencia de salinidad que se da entre el agua del mar y de los ríos es también una fuente de energía. Hoy en día, se trabaja en dos versiones para la obtención de este tipo de energía.

2.1.4.9 Biomasa

“La biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis en la figura 12 se observa el proceso de biomasa, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica” (RENOVETEC 2013, pag.14).

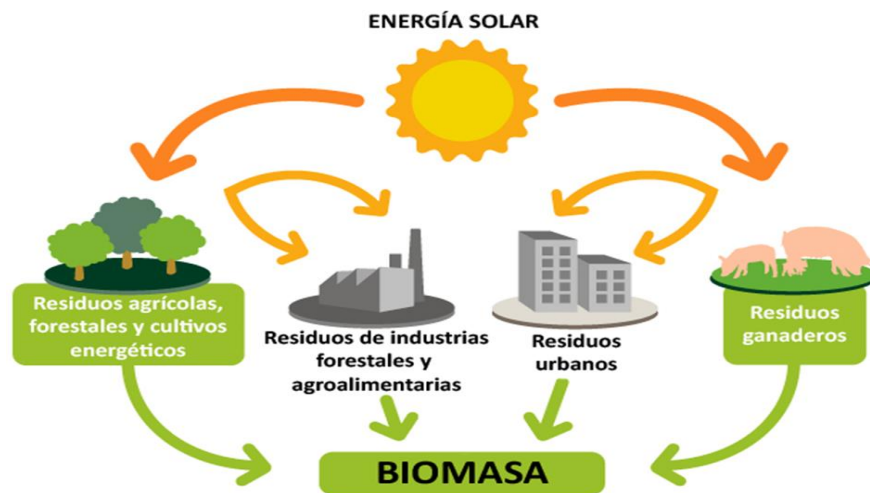


Figura 12. Tipos de materias orgánicas biomasa.
(Tcbiomasa)

- **Biomasa natural**

La biomasa natural es la que se produce en ecosistemas naturales. La explotación intensiva de este recurso no es compatible con la protección

del medio ambiente, aunque sea una de las principales fuentes energéticas en los países subdesarrollados.

La biomasa natural se produce sin la intervención del hombre para potenciarla o para modificarla. Se trata fundamentalmente de residuos forestales, derivados de limpieza de bosques y de restos de plantaciones Leñas y ramas, Coníferas, Frondosas.

- **Biomasa residual**

La biomasa residual es la que generada en las actividades humanas que utilizan materia orgánica. Su eliminación en muchos casos supone un problema. Este tipo de biomasa tiene asociadas unas ventajas en su utilización, reduce la contaminación y riesgos de incendios, reduce el espacio en vertederos, los costos de producción pueden ser bajos, los costos de transporte pueden ser bajos, evita emisiones de CO₂.

- **Calor y vapor:** es posible generar calor y vapor mediante la combustión de biomasa o biogás.
- **Gaseoso:** el biogás producido en procesos de digestión anaeróbica o gasificación puede ser usado en motores de combustión interna para generación eléctrica.
- **Biocombustibles:** la producción de biocombustibles como el etanol y el biodiesel tiene el potencial para reemplazar cantidades significativas de combustibles fósiles en muchas aplicaciones de transporte.
- **Electricidad:** la electricidad generada a partir de los recursos biomédicos puede ser comercializada como “energía verde”, pues no contribuye al efecto invernadero por estar libre de emisiones de dióxido de carbono (CO₂).
- **Co-generación (calor y electricidad):** “La co-generación se refiere a la producción simultánea de vapor y electricidad, que puede aplicarse a muchos procesos industriales que requieren las dos formas de energía” (CENTRALES TERMOELÉCTRICAS DE BIOMASA).

2.2 FUNCIONAMIENTO Y PARTES DE UN MOTOR OTTO

Vamos a ver todas las partes y funcionamiento de un motor de combustión interna hasta formar el motor por completo. Este motor también se llama Otto en honor a su inventor. También veremos cómo es el funcionamiento de los 4 tiempos de este tipo de motores, en la figura 13 se observa la figura con los 4 tiempos del motor Otto.

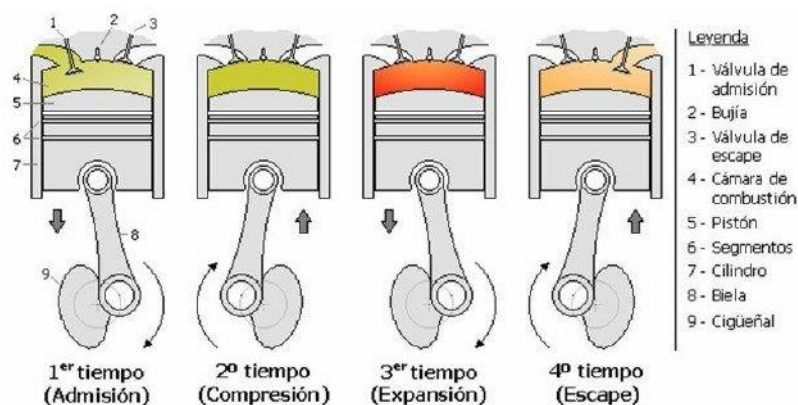


Figura 13. Tiempos de funcionamiento motor Otto
(1999 Klaus Wetzstein, textos Hans Mayer)

1er tiempo: carrera de admisión. Se abre la válvula de admisión, el pistón baja y el cilindro se llena de aire mezclado con combustible.

2do tiempo: carrera de compresión. Se cierra la válvula de admisión, el pistón sube y comprime la mezcla de aire/gasolina.

3er tiempo: carrera de expansión. Se enciende la mezcla comprimida y el calor generado por la combustión expande los gases que ejercen presión sobre el pistón.

4to tiempo: carrera de escape. Se abre la válvula de escape, el pistón se desplaza hacia el punto muerto superior, expulsando los gases quemados.

2.2.1 REFRIGERACIÓN DEL MOTOR POR AGUA

Refrigeración por agua. En este caso el aire refrigera el agua. Por un lado, entra aire por la parte delantera cuando el vehículo está en marcha, y por otro lado el ventilador lo refrigera siempre, en la figura 14 se observa el funcionamiento de refrigeración.

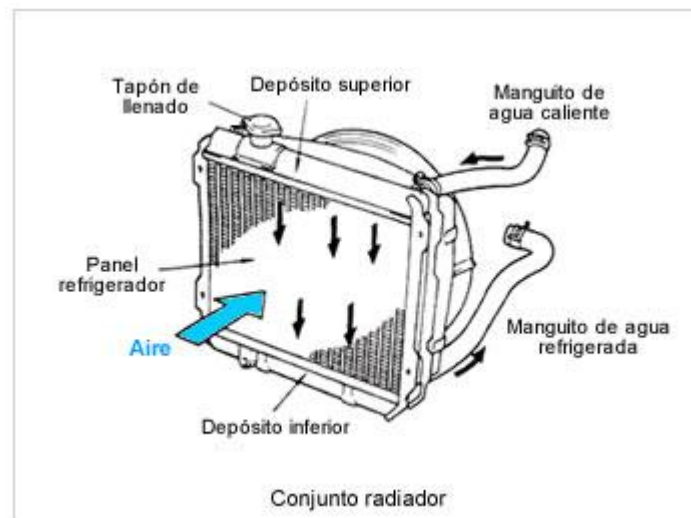


Figura 14. Radiador automotriz y sus partes.
(Aficionados a la mecánica)

2.2.2 SISTEMA DE INYECCIÓN

El sistema de carburación, ha sido durante años el sistema por excelencia en los motores de gasolina. Se trata de un sistema mecánico que no requiere la gestión de una centralita, pues prepara la mezcla de aire-combustible en la propia admisión. Cuando entra el aire en la admisión y cruza el sistema de carburación, funciona del mismo modo que un pulverizador de pintura. Cuanto más aire entra, mayor es la fuerza que empuja el combustible.

Es un sistema antiguo pero que, en el fondo, nunca falla. Aunque no es nada eficiente.

La carburación se vio superada por el sistema actual por excelencia, la inyección de combustible.

El sistema de inyección en la actualidad lidera el mercado por su ahorro y eficacia para realizar la inyección del combustible, en la figura 15 se tiene un sistema de inyección marca Bosh se observar sus partes más importantes.

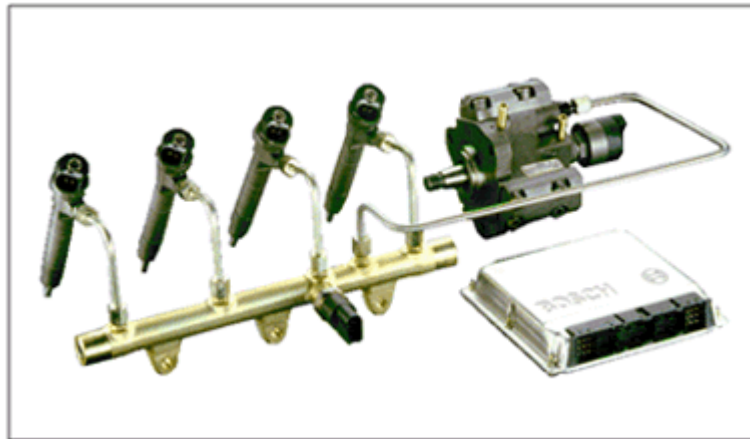


Figura 15. Sistema de inyección
(BOSH 2009)

2.2.2.1 Ventajas de los sistemas de inyección

- **Consumo eficiente**

A diferencia del sistema de carburación, los inyectores van regulados. La ventaja es que, en el motor, hay momentos en los que la entrada de aire no coincide con el flujo de gasolina. La carburación se regula mediante la presión del aire, pero a bajas revoluciones no es necesario tanto volumen de combustible. Si sumamos todos esos momentos en los que se derrocha gasolina, el ahorro es considerable.

- **Mayor rendimiento**

Otro de los problemas de la carburación, aunque sea reconocido como un sistema de competición es que, en el fondo, el rendimiento no es del todo bueno. Básicamente, la gasolina se introduce en los cilindros a chorro, es decir, no cubre toda la superficie por igual. La inyección permite cubrir todas las zonas de la cámara interna, donde van alojados los cilindros, consiguiendo así una explosión armónica. En definitiva, esto consigue aumentar el par motor.

- **Menos contaminación**

Los gases que expulsan los motores de inyección son menos contaminantes. Al suministrarse la gasolina en proporciones adecuadas, los gases son más refinados y controlados. Si el lector tiene la oportunidad de ver un coche de carburación, los olores del escape a veces van algo cargados y es exactamente ese el principio por el que se rige dicho comentario.

2.3 DESARROLLO DEL GASOGEN

Ante el conflicto de una privación de importaciones que demanda la motorización, tanto de explosión como de combustión interna autos, camiones, tractores, acorazados, cruceros, torpederos o submarinos artefactos y vehículos de tierra, mar y aire que exigen el petróleo para las necesidades de paz y de guerra, se aprestan las naciones a robustecer su independencia en esta materia.

“El gigantesco avance del progreso industrial por su subordinación a la ciencia permite en la actualidad que, además de la gasolina, se consideren carburantes no ya solamente sucedáneos de aquélla, sino complemento que totaliza la nacionalización, tan importante y precisa para garantizar nuestra defensa y beneficiar nuestra economía. Como podemos observar en la figura 16 se observa un vehiculó con el sistema de gasógeno en la parte trasera del vehículo. Son éstos, los carburantes sólidos: carbón pulverulento y purificado y carbón coloidal; los líquidos: benzol, alcohol metílico, alcohol etílico, derivados de los aceites de esquistos y derivados de aceites grasos y los gaseosos: gas de carbonización, gas metano y gas de gasógeno” (Historia de Iberia, 2010, pag.24).



Figura 16. Automóvil funcionando con sistema de gasógeno
(Low-tech Magazine,2010)

2.3.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

Entre los años 40 y 50. En esa triste época de posguerra con el país surgiendo de sus cenizas y en plena etapa de Autarquía Franquista, debido al desabastecimiento de petróleo algunos coches, camiones, autocares y vehículos industriales españoles, continuaron funcionando gracias a la combustión del gasógeno.

Aquellos automóviles portaban una especie de quemador colocado generalmente en la parte trasera.

Todo ello combinado con una mezcla escasa de oxígeno, producía un gas inflamable que era conducido mediante tuberías al motor, provocando las explosiones necesarias para mover los pistones.

Aquellos motores previamente habían sido preparados para alternar este monóxido de carbono con el uso de gasolina, mediante llaves de paso accionadas manualmente por el conductor.

La solución no era la panacea, el propulsor debía arrancarse mediante gasolina, y posteriormente debía procederse a encender el quemador de gasógeno. Una tarea muy lenta engorrosa.

La cocina portátil pesaba bastante y era un añadido con poco atractivo estético, además era difícil de mantener encendida, y lo peor de todo eran las posibles fugas de gas venenoso al interior del habitáculo.

La potencia producida por el sistema gasógeno era muy escasa y prácticamente se diluía cuesta arriba. Pero el desarrollo del sistema de

gasificación de materia orgánica, patentado en 1870 por Imbert, en la España de postguerra llegó a tales extremos de probarse su instalación en los Rolls-Royce del Caudillo y en la flota ministerial, en la figura 17 se observa un vehículo con una de los primeros sistemas de gasógeno.

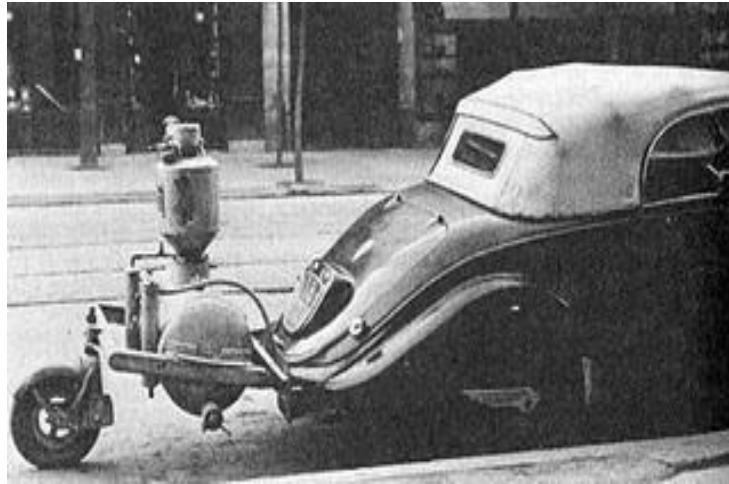


Figura 17. Primer sistema de gasógeno utilizado en un vehículo.
(Historia de 4)

2.3.2 PARTES DEL GASOGENO

2.3.2.1 Caldera

Una caldera es un recipiente metálico, cerrado, destinado a producir vapor o calentar agua, mediante la acción del calor a una temperatura superior a la del ambiente y presión mayor que la atmosférica.

La caldera en el proceso del gasógeno es esencial ya que aquí se procede a encender la madera y esta alcanza temperaturas muy elevadas es por esto que la caldera debe soportar temperaturas muy altas, en la figura 18 se observa algunos tipos de calderas según su tamaño.



Figura 18. Caldera de diferentes tamaños
(Paula Mejía, 2013)

2.3.2.2 Enfriador

Enfriador es el elemento que nos permite disminuir la temperatura de la que puede llegar cualquier proceso de transformación, tenemos varios tipos de enfriadores como radiadores, radiadores con electro ventilador, etc.

El material usado para el enfriador debe ser de acero inoxidable el cual nos permita evitar las corrosiones que se pueden efectuar por el uso del mismo y las altas temperaturas que puede manejar y enfriar, en la figura 19 se observa un enfriador para el uso del sistema.



Figura 19. Enfriador Europeo
(Generadores, Enfriadores 2000)

2.3.2.3 Depurador

Un depurador nos ayuda a continuar con el proceso de destilación de la madera quemada, el depurador debe tener características similares a las del depurador pero que nos permita corregir lo que no logro el pre depurador, en el caso del gasógenos se va a utilizar uno similar a un filtro de aire que nos ayuda a retener partículas pequeñas que no necesitamos en el sistema para proceder, con el proceso de obtener el gasógeno para el encendido del vehículo, en la figura 20 se observa un depurador parte del sistema del gasógeno.

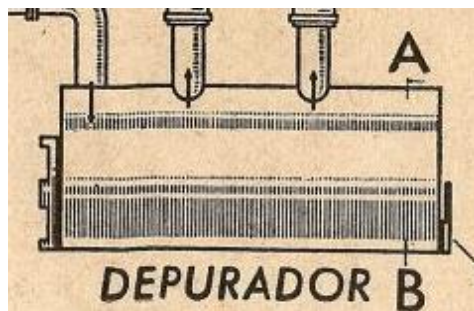


Figura 20. Depurador Gasógeno
(Retronauto, 2000)

2.3.2.4 Mezclador

El mezclador es el encargado de mezclar el gas que viene del generador con la cantidad suficiente de aire para asegurar una buena combustión. Tanto los conductos de gas como de aire van a parar a una cámara donde se genera una depresión por la propia aspiración del motor.

El mezclador es uno de los últimos pasos en el proceso del gasógeno este nos ayuda a mezclar correctamente la cantidad que necesitamos para encender el vehículo y con esto tener un correcto funcionamiento del motor Otto, en la figura 21 se observa un mezclador de gasógeno.

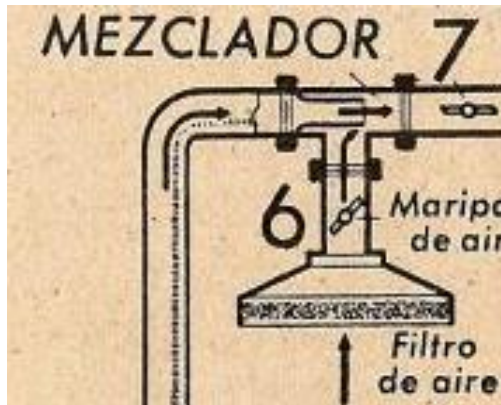


Figura 21. Mezclador Gasógeno
(Actualidad motor, 2011)

2.3.2.5 Mariposa de Aire

La mariposa de aire es la que nos permite controlar el paso del aire, combustible, los tipos de mariposa depende del uso que vamos a darle es muy importante las presiones que va a soportar esta mariposa y que tipo de aire, fluido van a pasar atreves de la misma, en el gasógeno esta válvula o mariposa es muy importante ya que nos ayuda a controlar el paso y con esto podemos controlar cuando necesitemos, mayor o menor potencia, en la figura 22 se observa de cerca la mariposa de aire.



Figura 22. Mariposa de aire
(Actualidad motor, 2011)

2.3.3 FUNCIONAMIENTO

2.3.3.1 Caldera

En el generador o caldera se vierte el material a quemar, el material puede ser madera y se le da fuego, habiendo puesto en marcha previamente el ventilador de arranque para tener un tiro por aspiración. El ventilador es manual y puede ser externo o internamente, la caldera en el momento de encenderla puede llegar a los 400 g es por esto que la construcción de la misma debe ser con la selección del material adecuado, el almacenamiento de material a quemar va depender de cuanta energía o combustible necesitemos para recorrer, particularmente la caldera se encuentra ubicado en la parte posterior del auto por la facilidad de instalación y por el tamaño que estas pueden llegar a tener, en el caso de camiones se los ponía en la parte delantera junto al motor por el gran espacio que se tenía, estos camiones debemos recordar que funcionaban a gasolina, en la figura 23 se observa un camión con la caldera en la parte delantera.

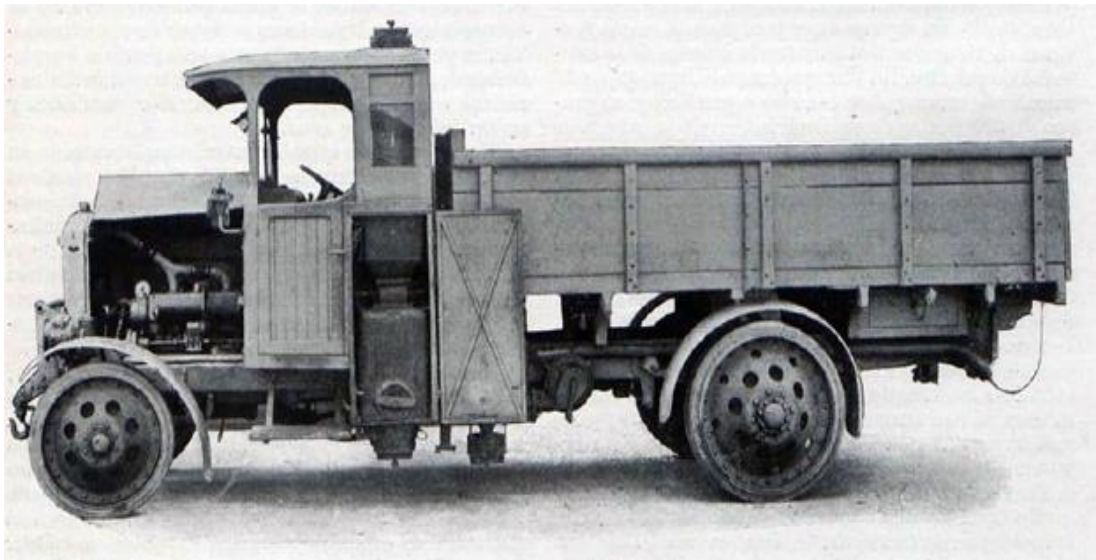


Figura 23. Camión con caldera delantera
(Alpoma, 7 SEPTIEMBRE 2015)

2.3.3.2 Enfriador

Los gases que salen de la caldera han de ser enfriados, porque si se introdujesen en los cilindros a la temperatura a la que salen (unos 400°C) el motor perdería gran parte de su rendimiento al haber una menor cantidad de oxígeno en el aire caliente (porque el aire caliente ocupa mayor volumen).

Para el enfriamiento de los gases se utiliza un refrigerado, existen refrigeradores tipo intercooler, que son los más utilizados en el proceso del gasógeno, por su efectividad y rapidez para enfriar y reducir la temperatura, el enfriador también puede ser sustituido por un radiador ya que cumple las mismas características, el enfriador así como los demás elementos van en la parte posterior.

2.3.3.3 Depurador

Principal elemento para eliminar las impurezas (polvo, vapor), es una especie de filtro de aire, que ayuda a que el momento que el gas o combustible llegue al motor sea de la manera más limpia y con esto evitar daños en el sistema, el depurador es el encargado de retener partículas que no se quemaron en la caldera como CO₂, partículas que no son necesarias y que no permiten el funcionamiento correcto del combustible proporcionado en el fin del proceso.

2.3.3.4 Mezclador

Es el encargado de mezclar el gas que viene del generador con la cantidad suficiente de aire para asegurar una buena combustión, tanto los conductos de gas como de aire van a parar en una cámara donde se genera una depresión por la propia aspiración del motor, en la figura 24 se observa el sistema completo del gasógeno.

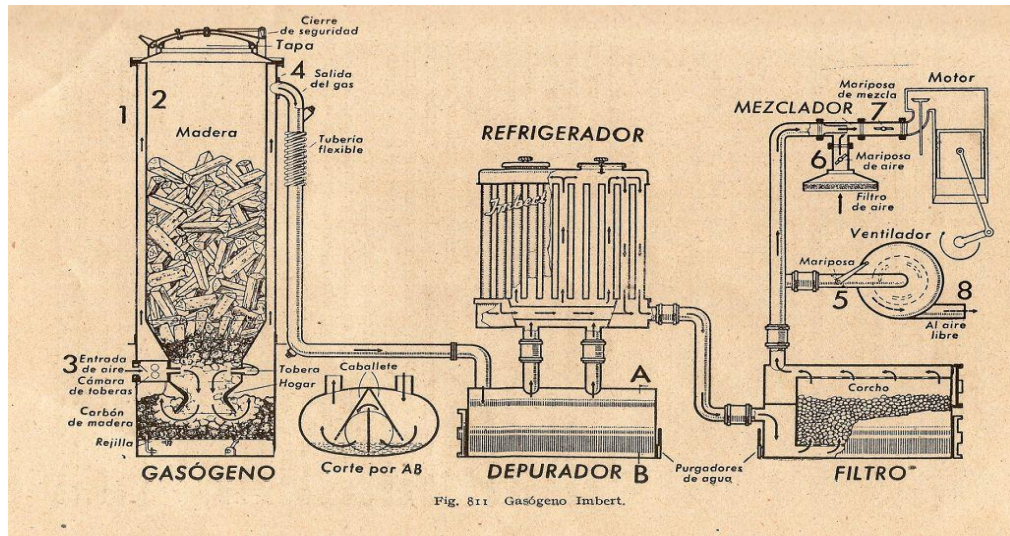


Figura 24. Diseño completo sistema gasógeno.

(Retro Nauta 2000)

2.3.3.5 Mariposa de Admisión

Permite enriquecer o empobrecer la mezcla en función de las necesidades del conductor, esto ayuda al conductor a controlar la potencia se utiliza en pendientes en las cuales necesitamos mayor cantidad de combustible y mayor potencia la válvula que la acciona está ubicada en el interior del vehículo para mayor comodidad del conductor.

2.3.4 MEJORAMIENTO DEL GASOGENO

El primer uso de la gasificación de la madera es antiguo, se remonta a 1870, cuando fue utilizado como un precursor del gas natural para la iluminación de las calles y las cocinas. La gasificación de la madera es un proceso por el que se convierte materia orgánica en un gas combustible bajo la influencia del calor que en el proceso alcanza una temperatura de 1.400°C .

En la década de 1920, el ingeniero alemán Georges Imbert, perfeccionó y desarrolló un generador de gas de madera para un uso móvil. El generador de Imbert fue producido en masa desde 1931. A finales de la década de 1930, cerca de 9.000 vehículos a gas de madera se utilizaban casi exclusivamente

en Europa, en la figura 25 se observa un auto antiguo y un auto de la actualidad el diseño del gasógeno cambia notablemente.



Figura 25. Gasógeno en la actualidad y antigüedad.

(Diario Motor)

Durante la Segunda Guerra Mundial, casi todos los vehículos motorizados en la Europa continental se reconvirtieron en el uso de leña como combustible. Esta tecnología se convirtió en algo común en muchos países europeos incluida España como consecuencia del racionamiento de los combustibles fósiles. Sólo en Alemania, alrededor de 500.000 vehículos a gasógeno estaban en funcionamiento a finales de la guerra. Una red de cerca de 3.000 "leñeras", fue creada, donde los conductores podrían abastecerse de leña. No sólo los vehículos particulares, sino también camiones, autobuses, tractores y motocicletas, estaban equipados con una unidad de gasificación de madera. Pero para el uso militar, los alemanes prefirieron la producción de combustibles líquidos sintéticos (hechos de madera o carbón). En total, más de un millón de vehículos productores de gas se utilizaron durante la Segunda Guerra Mundial. Después de la guerra, como la gasolina volvió a estar disponible, la tecnología cayó en el olvido de forma casi instantánea. A principios de la década de 1950, la entonces Alemania Occidental, sólo contaba ya con 20.000 vehículos a gasógeno.

Esta investigación, apoyada por el fabricante de automóviles Volvo, condujo a una gran cantidad de conocimientos teóricos y experiencias prácticas en vehículos de carretera y de otros tipos, realizándose más de 100.000 kilómetros en pruebas. El combustible para un coche de gas de madera se compone de virutas de madera o trozos de madera. En principio, cualquier material orgánico se puede utilizar. Durante la Segunda Guerra Mundial, el carbón y la turba se utilizaron también, pero la madera era el combustible principal.

A pesar de su aspecto industrial, el rendimiento de un coche de gas de madera queda bastante bien parado desde un punto de vista ecológico, en comparación con otros combustibles alternativos. La gasificación de la madera es un poco más eficiente en la leña, ya que sólo el 25 % del contenido energético del combustible se pierde. El consumo de energía de un automóvil a gasógeno es alrededor de 1,5 veces mayor que el consumo de energía de un coche similar que funcione con gasolina (incluyendo la energía perdida durante el precalentamiento del sistema y el peso adicional de las máquinas). Si la energía necesaria para extraer, transportar y refinar el petróleo también se tiene en cuenta, el gas de madera es al menos tan eficaz como la gasolina. Y por supuesto, la madera es un combustible renovable. La gasolina no lo es.

2.3.5 APLICACIÓN EN UN MOTOR OTTO

La aplicación del gasógeno en el motor Otto es muy eficaz ya que este sistema se ocupó por años y se logró usarlo por un buen tiempo hasta la actualidad, en países donde las temperaturas son muy bajas y donde el precio de los combustibles es muy elevado con un sistema bien ubicado y correctamente instalado se puede conseguir que el motor Otto funcione correctamente.

En el generador o caldera se vierte el material a quemar y se le da fuego, habiendo puesto en marcha previamente el ventilador de arranque para tener un tiro por aspiración. El ventilador solía ser de accionamiento manual. Los gases que salen de la caldera han de ser enfriados, porque si se introdujesen en los cilindros a la temperatura a la que salen (unos 400°C) el motor perdería

gran parte de su rendimiento al haber una menor cantidad de oxígeno en el aire caliente (porque el aire caliente ocupa mayor volumen). Para el enfriamiento de los gases se utiliza un refrigerador.

Había refrigeradores de dos tipos, de expansión o de contacto con aire, que digamos que vendrían a funcionar como una especie de intercooler. Antes del refrigerador había un pre-depurador donde se depositaban algunos residuos de la combustión, el gas pasaba al refrigerador y tras el refrigerador estaría situado el depurador principal para eliminar las impurezas (polvo y vapor) que podrían dañar el motor (sería pues una especie de filtro de aire). Para la depuración del gas es necesaria la condensación de los vapores, en parte ya iniciada en el refrigerador y continua en el depurador, deslizándose el agua por las paredes de este y arrastrando el polvo.

Tras el depurador está colocado el mezclador. El mezclador es el encargado de mezclar el gas que viene del generador con la cantidad suficiente de aire para asegurar una buena combustión. Tanto los conductos de gas como de aire van a parar a una cámara donde se genera una depresión por la propia aspiración del motor, en la figura 26 se observa un vehículo con motor Otto con sistema de gasógeno. *“La entrada de gas se controla mediante una mariposa de admisión controlada de forma manual que permitía enriquecer o empobrecer la mezcla en función de las necesidades del conductor”*(Iñigo Ochoa, 2011, pag.2).



Figura 26. Auto con motor Otto y sistema de gasógeno.
(Ochoa,2011)

METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

Después de un estudio y determinar y analizar cuál de las energías renovables es la más indicada para el uso del motor Otto, la selección de la energía es el sistema gasógeno el cual nos da una gran respuesta al momento de utilizarlo, este sistema requiere de madera o de cualquier producto que se pueda quemar y obtener una destilación a través de un proceso el cual hemos visto durante este proyecto. En el sistema gasógeno se obtiene el gas metano CH_4 este gas va a ser utilizado en el funcionamiento del motor Otto.

Los materiales utilizados se detallará cada uno debemos tener en cuenta que la construcción de este sistema nos ayuda con un ahorro muy importante en el consumo de combustibles fósiles y sobre todo es una energía que tiene su producto renovable que nos permite encontrarlo fácilmente.

Para la construcción del sistema debemos tener en cuenta que cada uno de sus elementos debe estar de acuerdo a los esfuerzos que se van a realizar en cada elemento del sistema.

El método determinístico nos permitió seleccionar este sistema ya que en el mismo para realizarlo se obtuvo los materiales adecuados para poner en funcionamiento el sistema.

Los materiales utilizados en el proyecto se observa en la tabla 4, aquí tenemos los materiales utilizados en la construcción del sistema gasógeno.

Tabla 4. Materiales de construcción sistema gasógeno

| Materiales de construcción sistema gasógeno |
|--|
| Material |
| Acero astm-a36 |
| Pintura automotriz |
| Compresor 1 pistón |
| Acero astm-a530 |
| Soldadura Smaw |
| Tubería 1 pulgada |

| |
|---------------------------|
| Electrodo 7018 1/8 |
| Refractario uv-30 |
| Válvula doble efecto en t |
| Válvula check 1 pulgada |
| Manómetro de presión |

Las herramientas y equipos utilizados en la construcción y ensamblaje del sistema gasógenos se detallan en la tabla 5 se observa, en la cual tenemos un listado de los elementos utilizados, el listado que se observa esta detallado en herramientas y equipos para la construcción del sistema.

Tabla 5. Herramientas y equipos para la construcción sistema gasógeno

| Herramientas y equipos para la construcción sistema gasógeno | |
|---|-------------------------------|
| Equipos | Herramientas |
| Soldadura Smaw | Martillo |
| Moledora | Lijadora |
| Lijadora | Cepillo de soldadura |
| | Compresor |
| | Pistola de pintura automotriz |
| | Llaves y racha |

- **Gasificador de corriente**

La toma de aire se encuentra en el fondo y los gases salen por arriba. Cerca de la parrilla, en el fondo, tienen lugar las reacciones de combustión, que van seguidas de reacciones de reducción algo más arriba, en el gasificador. En la parte alta del gasificador tiene lugar el calentamiento y pirolisis de la carga, como resultado de la transferencia de calor, por convección forzada y radiación, de las zonas inferiores. Los alquitranes y productos volátiles producidos durante este proceso son transportados por la corriente de gas. Se remueven las cenizas del fondo del gasificador.

Las principales ventajas de este tipo de gasificador consisten en su simplicidad, alta proporción de carbón vegetal quemado e intercambio interno de calor que motiva unas bajas temperaturas de salida del gas y alta eficiencia del equipo y también la posibilidad de funcionar con muchos tipos de carga (serrín, cascaras de cereales, etc.).

Los principales inconvenientes provienen de la posibilidad de que se produzcan "chimeneas" en el equipo, lo que puede motivar la salida de oxígeno y situaciones explosivas peligrosas y la necesidad de instalar parrillas de movimiento automático y también problemas relacionados con la eliminación de líquidos condensados que contienen alquitranes, resultantes de las operaciones de depuración del gas. Esto último tiene poca importancia si el gas se emplea para aplicaciones directas del calor, en cuyo caso los alquitranes simplemente se queman.

- **Riesgos de incendio esfuerzos críticos.**

Los riesgos de incendio pueden provenir de las siguientes causas:

- elevada temperatura exterior del equipo;
- riesgos de chispas al recargar el combustible;
- llamas en la entrada de aire del gasificador o en la tapa de recarga.

Los riesgos se pueden reducir considerablemente adoptando las siguientes precauciones:

- aislamiento de las partes más calientes del sistema;
- instalación de un dispositivo de llenado de doble compuerta;
- instalación de una válvula de retorno de la llama en la entrada del gasificador.

Riesgos de explosión

Se pueden producir explosiones si el gas está mezclado con suficiente aire para formar una mezcla explosiva. Esto puede producirse por varias razones:

- filtración de aire en el sistema de gas;- penetración de aire al repostar combustible;
- filtración de aire en un gasificador frío que contiene todavía gas que, en consecuencia, se quema.

- retroceso de la llama desde el quemador de gases de escape, cuando el sistema se carga con una mezcla combustible de aire y gas durante el arranque.

La filtración de aire en el sistema de gas no da lugar generalmente a explosiones. Si se produce una filtración de aire en la parte inferior del gasificador (suele ser el caso) se produce una combustión parcial del gas, lo que eleva las temperaturas de salida del gas, disminuyendo su calidad.

Cuando los gases de la sección del depósito se mezclan con aire lo que suele suceder durante el repuesto de combustible se puede formar una mezcla explosiva. No es infrecuente que esto produzca pequeñas explosiones, relativamente inofensivas, especialmente cuando el nivel de combustible del depósito es relativamente bajo.

Se pueden evitar los riesgos para el operario si se queman los gases en la sección del depósito introduciendo un trozo de papel encendido o algo similar, inmediatamente después de abrir la compuerta del combustible. Otra posibilidad es instalar un sistema de relleno de doble compuerta.

La filtración de aire en un gasificador frío y el encendido inmediato producirá una explosión. Los sistemas cuando están fríos deben ventilarse siempre cuidadosamente, antes de encender el combustible.

Durante el arranque de una instalación, los gases como norma no se pasan por toda la sección de filtrado, a fin de evitar la obturación de los filtros por los alquitranes producidos durante el arranque. El filtro puede contener todavía aire y al producirse un gas inflamable y conducirlo a través de la sección de filtrado a veces muy voluminosa se puede producir una mezcla explosiva.

Si en este momento se prende el gas en la salida del ventilador puede producirse un retroceso de la llama, dando lugar a una violenta explosión en la sección de filtrado. Por esta razón, es aconsejable equipar la salida del ventilador con un cierre hidráulico.

- **Factores de diseño**

La gasificación del carbón y de combustibles que contienen carbono y el uso del gas como combustible para motores de combustión interna, es una tecnología que se ha utilizado durante más de un siglo.

Recientemente se ha despertado de nuevo el interés por esta tecnología, especialmente como un medio de utilizar combustibles de biomasa, en vez de combustibles de petróleo importados, en países en desarrollo. Este interés procede de la evidencia bien documentada de que durante la Segunda Guerra Mundial más de 1 millón de vehículos autobuses, camiones, automóviles, barcos y trenes- fueron propulsados por gasificadores alimentados a base de madera, carbón vegetal, turba o carbón mineral. No obstante, después de la guerra se produjo un retorno total a los combustibles líquidos, tan pronto como volvieron a estar disponibles, debido evidentemente a su comodidad, seguridad y ventajas económicas.

Por lo tanto, el impacto de la gasificación de la biomasa sobre los sistemas de suministro energético en los países en desarrollo, parece depender de la respuesta a una cuestión fundamental: ¿La moderna tecnología y el desarrollo de los gasificadores, han producido unos gasificadores mejor diseñados y unos sistemas de gasificación perfeccionados, capaces de trabajar con seguridad, eficacia y economía y en un nivel técnico apropiado en lugares en que pueden faltar ciertas capacidades?

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Después de haber finalizado el proyecto vamos a realizar el análisis y los resultados que obtuvimos, se observó que la energía renovable más eficiente para el funcionamiento del motor OTTO es el gasógeno ya que sus propiedades, construcción, materiales usados, nos permiten indicar que es el más indicado por la facilidad de obtener el material para ponerlo en funcionamiento y sobre todo lo factible que es la construcción de este sistema el cual se le realizó mejoras las cuales nos ayudaron a disminuir la contaminación al momento de su funcionamiento.

El análisis y estudio del proyecto no dio como resultados grandes ventajas del sistema que pueden ser implementadas en un futuro el cual nos permita mejorar y sobre todo tener nuevas fuentes de energías que ayuden a la disminución de gases y sobre todo permita continuar con el funcionamiento de los motores tradicionales.

También se logró analizar el y determinar el funcionamiento correcto del sistema en un motor OTTO de 4 cilindros a carburador, el cual nos dio grandes resultados al momento de ponerlo en funcionamiento. Se realizó estudio del mejor material para el funcionamiento del sistema y el uso de madera seca no solo mejora el funcionamiento, si no que mejora el rendimiento del combustible y sobre todo mejora la purificación y disminuye los gases emitidos por el sistema al momento de ponerlo en funcionamiento. El sistema gasógenos nos ayudó a demostrar que se obtiene un ahorro muy grande con respecto al uso de combustibles, la vida útil del sistema va depender mucho del mantenimiento y tipo de uso que le demos, se mejoró el diseño en materiales ya que en la antigüedad no se contaba con los materiales que tenemos en estas épocas, la mejora realizada al sistema se ven reflejadas en el funcionamiento del sistema gasógeno ya que la mejora en la producción de gas y en el ahorro fue notable dándonos resultados rentables para el uso del sistema en un motor Otto. El estudio también nos permitió mejorar el sistema de los años 80 en la actualidad nos permite mejorar el diseño y construcción.

4.1 METODOS DE CONSTRUCCIÓN SISTEMA GASÓGENO

Para la construcción y diseño del sistema gasógeno se tomó en cuenta puntos muy importantes al momento de la selección de materiales, suelda, acero, cada uno de estos elementos son partes esenciales para la construcción del sistema, con esto se obtuvo grandes resultados los cuales se obtuvo realizando los estudios a cada uno de sus elementos y con esto obteniendo un sistema que tiene una vida útil larga y sobre todo que nos permitió obtener resultados muy satisfactorios al momento de probar el sistema en el motor OTTO. Se detalló cada paso realizado en la construcción del sistema y se mejoró el sistema original mejorando partes las cuales nos ayudaron a disminuir la contaminación y sobre todo a que el sistema mejore su efectividad y con esto se realizó un diseño en el cual se mejoró su estática y sobre todo se mejoró su funcionalidad, se desarrolló un sistema el cual nos permita tener mayor kilometraje y mejoramos el sistema en partes como la porcelana de la caldera la cual permite que el sistema llegue a su temperatura adecuada para el funcionamiento esto también nos permitió mejorar el gas que se obtiene mejorando la pureza y limpieza del combustible obtenido para el funcionamiento del sistema. Se utilizó métodos que permiten tener una vida útil muy larga del sistema mejorando los materiales de la actualidad que no existían en la antigüedad, se mejoró el uso del material implementando ideas como el uso de aserrín y nuevos materiales para la función amiento del sistema y con esto reciclando productos que habitualmente se desechan sin ningún tratamiento o ningún uso.

4.1.1 DATOS TÉCNICOS DEL ACERO

Para la construcción del sistema gasógeno debemos tener en cuenta el material que se usó para este proyecto se usó un acero ASTM-A36 y ASTM-A530, estos aceros son resistentes a las altas temperaturas y sobre todo a la

corrosión, debemos tener en cuenta que este sistema trabaja a altas temperaturas y es muy importante tomar en cuenta estos datos, ya que al momento de la construcción tanto el acero como su recubrimiento son la principal armadura del sistema para que no existan fugas y sobre todo no exista corrosión o rompimiento por las altas temperaturas que se alcanza, en la figura 27 se observa el espesor, I.E experimental y teórico, todos los perfiles estructurales laminados (LI, LD, Ce, IE, IR, OR y Oc), poseen propiedades geométricas que los hacen convenientes para determinados usos específicos en estructuras de acero.

| Espesor (mm) | I.E. Experimental (mm) | I.E. Teórico (mm) |
|--------------|------------------------|-------------------|
| 0.5 | 10.70 | |
| 1 | 12.033 | 12 |
| 1.5 | 13.2 | |
| 2 | 14.1 | 13.5 |

Figura 27. Análisis Acero ASTM 36 (ESPE,2009)

Los diferentes análisis realizados determino que el acero seleccionado tienes las siguientes ventajas en el funcionamiento y diseño del sistema gasógeno:

- **Resistencia a la fatiga y tenacidad:** La resistencia a la fatiga varía entre 0.35 a 0.60, estos valores varían según los detalles de conexiones.
- **Facilidad para soldarse:** La soldadura usada es SMAW(soldadura de arco con electrodos recubiertos) este acero nos permitió realizar fácilmente los procesos de soldadura.
- **Propiedades mecánicas del acero:** Las propiedades mecánicas del acero se establecen a temperatura ambiente, si la estructura o sistema gasógeno no se diseñan para disipar cambios bruscos de temperatura al momento de funcionamiento del sistema, se producirá esfuerzos térmicos que deben ser considerados en las cargas del diseño realizado, en la figura 28 se observa el efecto de la temperatura sobre las propiedades mecánicas del acero con bajo contenido de carbono, y

significado de cada uno de los datos obtenidos para la fabricación de la caldera del sistema gasógeno.

Donde:

E = módulo de elasticidad

F_y = esfuerzo de fluencia

t = espesor de la sección w = ancho plano del patín de compresión.

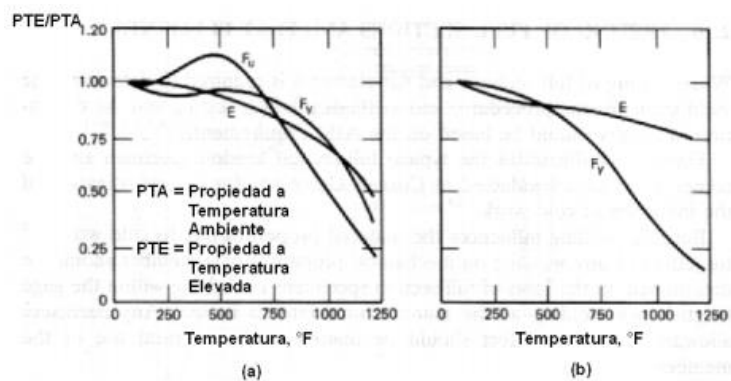


Figura 28. Efecto de la temperatura sobre las propiedades mecánicas del acero utilizado para la fabricación de la caldera acero ASTM 36.

- **La facilidad de formado y durabilidad:** Se realizó el sistema con un acero el cual resiste condiciones ambientales, por el tipo de uso que le vamos a dar, su facilidad para el formado ayudo a dar forma a las partes más grandes del sistema ya que la caldera y enfriador son partes que se dio formas muy complejas.

4.1.2 DATO TÉCNICO TUBERIAS

Los datos técnicos de las tuberías que se usó en la fabricación del diseño gasógeno van de la mano con la selección del acero, ya que tanto en la parte de la caldera como en el sistema de tuberías necesitamos que no exista corrosión ya que el sistema trabaja a altas temperaturas y sobre todo es un sistema que está expuesto al clima que varía.

La selección se dio de acuerdo a la necesidad que se tenía en el caso de las tuberías se selección una tubería de diámetro de 1 pulgada y 1/2 pulgada ya que con esto se va evitar que el sistema pueda tener cortes por taponamiento,

ya que como sabemos en el interior se va a realizar quema de madera la cual nos va a provocar grandes cantidades de carboncillo y con esto puede existir taponamiento de las tuberías.

En el caso del sistema de enfriamiento se dejó un método en el cual podamos limpiar el sistema que es la parte donde se va exponer a grandes cantidades de cenizas las cuales se acumulan con el uso del sistema.

En la tabla 6 se observa los diámetros de las tuberías usadas.

Tabla 6. Dato técnico tubería una pulgada

| Diámetro Nominal NPS DN | | Diámetro Exterior Real | | Espesor de Pared | | Identificación | | Peso del Tubo | | ASTM A53 PRESION DE PRUEBA | | | |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------|------|------------------|------------|-----------------|----------|---------------|------|----------------------------|--------|---------|--------|
| Pulgadas in. | Milímetros mm. | (in.) | mm. | Pulgadas | Milímetros | Weight Class | Schedule | lb/pie | kg/m | Grado A | | Grado B | |
| | | | | (in.) | (mm.) | | | | | psi | Kg/cm2 | psi | Kg/cm2 |
| 1/2 | 15 | 0.840 | 21.3 | 0.109 | 2.77 | STD | 40 | 0.85 | 1.27 | 700 | 49 | 700 | 49 |
| | | | | 0.147 | 3.73 | XS | 80 | 1.09 | 1.62 | 850 | 60 | 850 | 60 |
| 3/4 | 20 | 1.050 | 26.7 | 0.113 | 2.87 | STD | 40 | 1.13 | 1.69 | 700 | 49 | 700 | 49 |
| | | | | 0.154 | 3.91 | XS | 80 | 1.47 | 2.20 | 850 | 60 | 850 | 60 |
| 1 | 25 | 1.315 | 33.4 | 0.133 | 3.38 | STD | 40 | 1.68 | 2.50 | 700 | 49 | 700 | 49 |
| | | | | 0.179 | 4.55 | XS | 80 | 2.17 | 3.24 | 850 | 60 | 850 | 60 |

(Vemacero)

El diámetro utilizado en las tuberías es muy importante ya que esto evitara que existan taponamientos y fallas al momento de que el sistema esté en funcionamiento a continuación tenemos en la tabla 7 diámetro interno y externo de la tubería usada en el sistema gasógeno tubería de 1 pulgada.

Tabla 7. Diámetro tubería 1, 1/2, 3/4 Pulgadas.

| Size | D(mm) | d(mm) | L(mm) |
|------|-------|-------|-------|
| 1/2" | 27.5 | 21.5 | 17.6 |
| 3/4" | 32.8 | 26.8 | 18.6 |
| 1" | 40.8 | 33.6 | 22.2 |

A continuación se observa la ecuación 1 de la superficie de las tuberías del enfriador y del sistema se usó tuberías de 1½ pulgadas×50cm.

$$V=\pi \times R^2 \times L \quad [1]$$

Donde:

R²: Radio de las tuberías al cuadrado

L: Longitud (h)

π: (pi)

Datos tuberías sistema gasógeno:

R²: Diámetro del tubo 0,635 cm

L: Longitud(h) 50 cm

π: 3.14

Solución:

$$(0,635\text{cm})^2 \times \pi \times 50\text{cm}$$

$$R=63,33844 \text{ cm}^3$$

$$V=(0,00006334 \text{ m}^3) \times 12$$

$$V=0,00076\text{m}^3$$

Los datos obtenidos son los resultados de las tuberías usadas en el sistema se usó tubería de 1½ pulgada y con esto se evitó que exista taponamiento en el sistema y funcione correctamente, en la fórmula realizada se obtuvo el resultado del volumen de capacidad de las tuberías y sistema de enfriamiento del sistema gasógeno.

4.1.3 DATOS TECNICOS CALDERA

La caldera al igual que todo el sistema es resistente a la corrosión y a las altas temperaturas la caldera se realizó el diseño de acuerdo a las características

que el sistema demandaba en la tabla 8 se observa los datos técnicos de la caldera.

Tabla 8. Medidas Caldera

| MEDIDAS CALDERA | |
|--------------------------|------------------|
| Diámetro caldera interno | 38,5 cm x 122 cm |

El diámetro de construcción de la caldera se realizó con las medidas para el espacio suficiente para poder realizar el proceso de quemado de madera, también se tomó en cuenta que dentro de la caldera se tiene porcelana la cual permite un mejor quemada de madera y sobre todo permite que el sistema logre la temperatura adecuada para que se pueda usar correctamente y sin evitando tener problemas de no alcanzar la temperatura que se necesita para que el sistema funcione correctamente.

En la figura 29 se observa el proceso de transferencia de calor y de masa al interior de la caldera.

-Transferencia de calor Convección: Entre la pared de la caldera y la fase gaseosa (1), entre la fase gaseosa y las partículas (2) y entre la misma fase gaseosa (3).

-Conducción: Entre la pared del reactor y las partículas de la cama (4), y entre las partículas (5).

-Radiación: Entre las partículas de la cama (6), entre la pared del reactor y las partículas de la cama (7), entre la pared del reactor y la fase gaseosa (8) y entre la fase gaseosa y las partículas (9). En el presente modelamiento no se tiene en cuenta la transferencia de calor por radiación entre el gas y las partículas, ni entre la pared de la caldera y el gas debido a que en los gases, la radiación solo es apreciable en procesos a alta temperatura como la combustión.

Transferencia de masa

-Convección: Entre la fase gaseosa y las partículas (2) y entre la misma fase gaseosa (3).

-Dispersión: En la fase gaseosa (3).

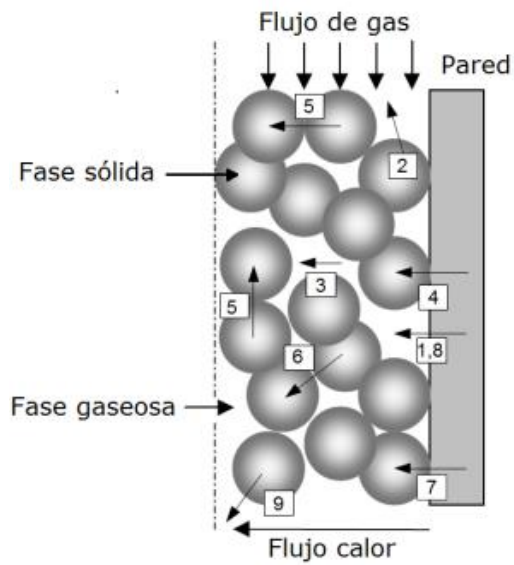


Figura 29. Proceso de transferencia de calor y de masa al interior de la caldera.

A continuación se observa la ecuación 2 usada para obtener el volumen de capacidad de la caldera, tomando en cuenta las medidas de la caldera son 38,5 cm × 122cm.

$$V = \pi \times R \times L \quad [2]$$

Donde:

R^2 : Radio de las tuberías al cuadrado

L: Longitud (h)

π : (pi)

Datos caldera diámetros:

R: 38.5 cm

L: 122 cm (h)

π : 3.14

Solución Volumen de capacidad caldera:

$V = 38.5 \text{ cm} \times \pi \times 122 \text{ cm}$

$R = 142027,08417 \text{ cm}^3$

$V = 0,142027$

En el resultado obtuvimos el volumen de capacidad de la caldera tomando en cuenta los datos de construcción usados para el diseño del sistema.

El electrodo utilizado para la soldadura del sistema e fue E7018 dándonos un cordón de 70.000 psi de resistencia un excelente cordón para un sistema que no sobrepasa esta presión a continuación se observa la ecuación 3 utilizada para comprobar el cordón realizado de suelda en el sistema gasógeno.

$$V=b \times a \times h \quad [3]$$

Donde:

V: Incógnita Volumen

b: Espesor del material b

a: Espesor del material a

h: Longitud de caldera en mm

Datos de Caldera

V: Incógnita Volumen

b: 3mm

a: 2mm

h: 1220 mm

Solución:

$$V=b \times a \times h$$

$$V=3 \times 2 \times 1220 \text{ mm}$$

$$V= 7.32 \text{ cm}^2 \quad (1)$$

Se obtuvo el primer volumen a continuación se observa la formula [4] el segundo dato que es el área de suelda con esto obtenemos la ecuacion 3y4.

$$A= h \times a \quad [4]$$

Donde:

A: Incógnita área de suelda

h: Longitud caldera

a: Espesor material caldera

Datos caldera:

A: Incógnita área de suelda

h: 122 cm

a: 0,2 cm

Solución:

$$A = h \times a$$

$$A = 122 \text{ cm} \times 0,2 \text{ cm}$$

$$A = 24,4 \text{ cm}^2 (2)$$

Transformación:

$$\left| \begin{array}{c} 24,4 \text{ cm}^2 \\ \hline (2,54 \text{ cm})^2 \end{array} \right| \frac{(1 \text{ pg})^2}{(2,54 \text{ cm})^2} = 3.78 \text{ pg}^2$$

El dato obtenido nos permite observar la resistencia de los esfuerzos que el sistema va tener en el momento en que entre en funcionamiento se puede observar el número de psi de resistencia en caso de que el sistema tenga un taponamiento o exista una sobre presión como podemos observar es un sistema que no va estar expuesto a altas presiones ya que siempre va existir una salida del aire o en este caso una salida que permita al sistema eliminar tanto gas combustible como los elementos que se pueden formar, en este caso se obtuvo elementos como carboncillo o ceniza.

4.1.4 DATOS TÉCNICOS SOLDADURA

Se procedió a utilizar la soldadura SMAW ya que se obtuvo grandes ventajas con la soldadura, la suelda es un punto importante al momento de realizar el

diseño ya que debe existir un correcto cierre de los cordones de suelda y no debe existir corrosión en los mismos.

La soldadura SMAW tiene grandes ventajas sobre las demás soldadoras la imagen 30 se observa como la soldadura SMAW penetra perfectamente y se obtiene un cordón casi perfecto, a más de que la escoria es mínima y el terminado es bueno ya que no necesita de una gran limpieza.

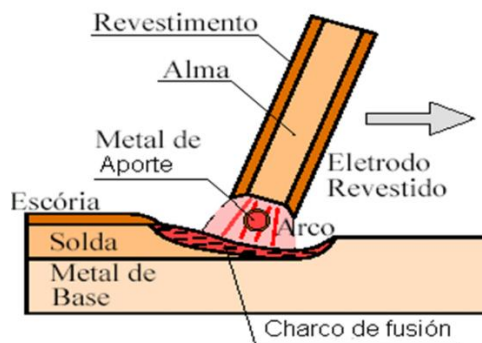


Figura 30. Soldadura SMAW.
(Procesos, 2009)

Ventajas

- Equipo simple, portátil y de bajo costo.
- Aplicable a una amplia variedad de metales, posiciones de soldadura y electrodos.
- Posee tasas de deposición del metal relativamente altas.
- Adecuada para aplicaciones en exteriores.

4.1.5 DATOS TÉCNICOS ELECTRODO

Se seleccionó no un electrodo el cual nos permita tener un acabado y terminado un cierre en cada punto de suelda, en este sistema vamos a utilizar el electrodo 7018, diámetro 1/8.

El electrodo seleccionado nos permite trabajar a altas temperaturas hasta los 500 C, fácil control de arco y buena apariencia del acabado.

El electrodo fue seleccionado por su gran cantidad de depósito y sobre todo muy poca limpieza facilitando el trabajo y sobre todo obteniendo lo que se busca un cierre perfecto de la caldera, enfriador, depurador y demás partes del sistema del gasógeno.

- **PROPIEDADES MECÁNICAS BAJO NORMATIVIDAD A.W.S.**

-Resistencia a la Tensión 490 MPa (70 000 psi)

-Límite Elástico 390 MPa (57 000 psi)

-Elongación en 50,8 mm (2") 22 %

- **COMPOSICIÓN QUÍMICA BAJO NORMATIVIDAD A.W.S.**

-Carbono 0,12 % Máximo

-Manganeso 0,90 % Máximo

-Silicio 0,80 % Máximo

-Fósforo 0,03 % Máximo

-Azufre 0,03 % Máximo

-Molibdeno 0,40 - 0,65 %

A continuación se observa la fórmula [5] de resistencia a los esfuerzos con la cual se obtuvo el dato de la resistencia de la suelda en el sistema gasógeno.

$$R= A \times RE \quad [5]$$

Donde:

R: Incógnita resistencia

A: Área de soldadura

Re: Resistencia de electrodo

Datos Técnicos del Electrodo y de la caldera:

R: Incógnita resistencia

A: 3,78

Re: 70.000 psi (E7018)

Solución:

Re= 3,78 × 70.000psi

Re= 264,600 psi

En la figura 31 se observa el electrodo usado para la construcción del sistema electrodo 7018 de gran penetración y gran acabado, con la formula y los daos obtenidos se conoció que la resistencia va perfecto con el sistema ya que no va existir un rompimiento del cordón de suelda ya que la resistencia de la suelda llega a 264,600 psi y el sistema tiene una presión de 3,78 pg², con este tipo de cordón se obtuvo un excelente cierre del caldero y sistema de enfriamiento en el gasógeno con esto se mejoró la calidad de gas que se va a obtener.



Figura 31. Electrodo 7018.
(AGA,2010)

4.1.6 DATOS TÉCNICOS DEPURADOR

La construcción del depurador es la parte más elemental para la limpieza del sistema y sobre todo para tener un combustible limpio que nos permita tener el funcionamiento correcto del motor OTTO, en la tabla 9 se observa los datos de construcción del depurador.

Tabla 9. Datos técnicos depurador

| DATOS TECNICOS DEPURADOR | |
|--------------------------|--------------|
| Diámetro depurador | 10cm x 30 cm |

Con los datos utilizados para la construcción del sistema del depurador en el gasógeno se obtuvo el volumen de capacidad y con esto se comprobó que este dentro de los parámetros para el funcionamiento correcto, en la ecuación 6 se observa y se verifica el volumen de capacidad del depurador.

$$V=r^2 \times \pi \times Lon(h)$$

[6]

Donde:

V: Incógnita volumen depurador

r²: radio al cuadrado

L: Longitud depurador

π: pi

Datos Depurador:

V: Incógnita volumen depurador

r²: 5 cm

π: 3.14

L: 30 cm

Solución:

$$V= (5 \text{ cm})^2 \times 3.14 \times 30 \text{ cm}$$

$$V= 2356,194490 \text{ cm}^3$$

$$V= 0,002357 \text{ m}^3$$

4.1.7 DATOS TÉCNICOS ENFRIADOR

El sistema de enfriamiento en el gasógeno es elemental ya que debemos disminuir la temperatura del gas para poder obtener el gas final que nos permita realizar el funcionamiento del motor OTTO, para el diseño del enfriador tomamos en cuenta las mismas características de la caldera, tuberías, depurador ya que cada uno de los elementos va estar expuesto a altas temperaturas y sobre todo a la corrosión que en el caso del enfriador se tubo cuidado y se mejoró el sistema implementando un sistema de limpieza el cual nos permita limpiar las tuberías del enfriador cuando detectemos que el

sistema está cargado de ceniza o carboncillo provocado por la quemada de madera en la tabla 10 se observa los datos técnicos del enfriador.

Tabla 10. Datos Técnicos Enfriador

| DATOS TECNICOS ENFRIADOR | |
|--------------------------|---------------------|
| Diámetro del enfriador | 1/2 pulgada x 50 cm |
| Numero de tubos usados | 12 tubos |
| Diámetro tubos | 1/2 pulgada |

A continuación se observa la ecuación 7 de los conectores del sistema de enfriamiento en donde vamos a observar el volumen de capacidad de los conectores del sistema de enfriamiento y con esto observar el resultado de la capacidad.

$$V= r \times Lon \times \pi \quad [7]$$

Donde:

V: Incógnita volumen enfriador

r: radio de sistema enfriador

L: Longitud enfriador

π : pi

Dato enfriador:

V: Incógnita volumen enfriador

r: 35cm

π : 3.14

L: 1.27 cm

Solución:

$$V=(1,27)^2 \times 3.14 \times 35 \text{ cm}$$

$$V=177.3476 \text{ cm}^3$$

$$V= 0,0003547 \text{ m}^3$$

4.2 DATOS TÉCNICOS DEL VEHICULO PARA PRUEBA DEL SISTEMA GASÓGENO

A continuación, se observa en la tabla 11 los datos técnicos del vehículo que utilizamos para realizar la prueba con el sistema instalado de gasógeno, en este vehículo fue seleccionado ya que es un sistema a carburador y en la actualidad la conexión se a realizado en vehículos a carburador, el sistema a inyección es más complejo ya que los inyectores pueden tener un taponamiento.

Tabla 11. Datos técnicos del automóvil para la prueba

| | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Marca | Fiat |
| Modelo | UNO |
| Generación | UNO (146A) |
| Motor | 1.1 i (71 Hp) |
| Numero de puertas | 3 |
| Potencia máxima | 71 CV /6000rpm. |
| Velocidad máxima | 165 km/h |
| Aceleración 0 - 100 km/h | 12.4 s |
| Capacidad depósito | 40 l |
| Año de la puesta en producción | 1990 años |
| Año de detener la producción | 1994 años |
| tipo Coupe | Hatchback |
| Número de plazas | 5 |
| Longitud | 3690 mm. |
| Anchura | 1560 mm. |
| Altura | 1420 mm. |
| Distancia entre ejes | 2360 mm. |
| Vía delantera | 1340 mm. |
| Vía trasera | 1300 mm. |
| Capacidad maletero min. | 270 l |
| Capacidad maletero max. | 970 l |
| Posición del motor | Frente, transversalmente |

| | |
|---|-------------------------|
| Cilindrada -real- | 1098 cm ³ |
| Par máximo | 108 Nm /3000rpm. |
| Sistema de combustible | inyección multipunto |
| Construcción de los cilindros | Linea |
| Número Cilindros | 4 |
| Diámetro del cilindro | 80.5 mm. |
| Recorrido del cilindro | 67.4 mm. |
| Ratio de compresión | 9.2 |
| Número de válvulas por cilindro | 2 |
| Combustible | Gasolina |
| Drive | Frente |
| Número de engranaje (transmisión manual) | 5 |
| Suspensión delantera | resorte helicoidal |
| Suspensión trasera | resorte helicoidal |
| Frenos delanteros | Disc |
| Frenos traseros | tambor |
| ABS | sí |
| Dirección, tipo | Cremallera de dirección |
| Diámetro giro | 9.8 m |
| consumo de combustible urbano | 9.4 l/100 km. |
| consumo de combustible extraurbano | 5.6 l/100 km. |
| consumo de combustible combinado | 7.2 l/100 km. |
| Peso en orden de marcha | 825 kg. |
| Peso máximo admisible | 1270 kg. |
| Tamaño de neumáticos | 155/70 R13 |

(Auto data, 2012)

Se aclara que los datos que se mencionan en la tabla anterior son determinados por el fabricante del vehículo tomando de referencia parámetros que se establecen en el país donde se ensambla el automóvil, los datos varían de acuerdo al automóvil que vayamos a realizar las pruebas.

En la figura 28 se observa el vehículo utilizado marca Fiat modelo Uno Sc con cilindrada 1100 cm³ que fue utilizado en el presente proyecto y se sometió a la prueba que ya fue mencionada, en la figura 32 se observa el vehículo utilizado para la prueba.



Figura 32. Automóvil

El vehículo que se utilizó consta de ciertos datos adicionales como el kilometraje con el que se realizó la prueba que es de 335000 km además de esto se realizó la inspección del estado mecánico del vehículo donde se determinó que está en perfecto estado y se realizó con éxito la prueba del sistema en el motor se observó un correcto funcionamiento con el gas obtenido el sonido del motor fue correcto y se consiguió un funcionamiento óptimo del auto.

4.3 CONECCIÓN SISTEMA GASÓGENO EN AUTOMÓVIL MOTOR OTTO

La conexión del sistema se realizó con el cuidado para evitar danos en el motor, los pasos que se siguió fueron muy importantes ya que si no lo hacemos correctamente el sistema no va entrar en funcionamiento debemos

tener en cuenta la madera que vamos a usar, que el sistema este correctamente instalado se realizó la prueba en un automóvil con carburador Fiat uno 1.1 ya que el sistema a carburación no nos da el problema que tenemos en el sistema a inyección que es el taponamiento de los inyectores, se analizó y para evitar este problema se debe poner un filtro antes de que el gas ingrese al sistema de inyección y con esto evitar posibles taponamientos, el sistema una vez conectado se esperó a que la temperatura sea la adecuada y con esto se obtuvo un gas el cual fue el más puro y nos permitió encender el vehículo.

4.3.1 MOTOR OTTO SISTEMA GASÓGENO CON CARBURADOR

La instalación del sistema gasógeno en el automóvil es sencilla se desconectó la manguera de la bomba de combustible en el automóvil usado la bomba es mecánica y va instala con la bomba de aceite, si el automóvil se observa bomba eléctrica debemos proceder a realizar el mismo paso y con esto cortar el paso de combustible fósil al sistema de carburación.

Se procedió a vaciar el tanque de combustible completamente por seguridad ya que se conectó el sistema directamente a la alimentación del carburador. Una vez que completamos los pasos indicados se procedió a verificar los pasos realizados, y se procedió a instalar el sistema gasógeno en el sistema. Al momento de realizar la conexión debemos esperar a que el sistema gasógeno alcance la temperatura adecuada y con esto tener el gas más limpio y puro posible esto se logró usando madera totalmente seca que nos permitió el encendido rápido del sistema gasógeno.

Una vez que el sistema allá llegado a la temperatura adecuada que es 700 a 800 C, esta temperatura es mínima para evitar problemas técnicos debidos a la fusión y aglomeración de cenizas, para esto se debe llegar a una temperatura máxima entre 800 a 1500 C, una vez que el sistema llevo a la temperatura se procedió a la apertura de la válvula la cual permite el paso de los gases que se combustionaran en el motor OTTO.

El sistema gasógeno se caracteriza por ir en la parte posterior del automóvil por seguridad y sobre todo por espacio, ya que uno de los problemas de este sistema es su gran volumen de construcción.

Una vez conectado controlamos el paso del gas con una válvula check 1 pulgada la cual nos va a permitir el paso del gas o disminuir el mismo, en la figura 33 se observa el carburador del automóvil.



Figura 33. Carburador Fiat uno 1.1

4.3.2 MOTOR OTTO SISTEMA GASÓGENO CON INYECCIÓN

En el sistema con inyección tenemos el mismo procedimiento, pero cambia en donde vamos a realizar la conexión, tenemos dos posibilidades una conectar directamente hacia la flauta de inyectores o conectar el sistema de gasógeno hacia la bomba de combustible, antes de realizar una conexión a sistema de inyección debemos proceder a ubicar un filtro extra en el sistema en la salida del gas al momento de terminar el proceso de gasificación.

La diferencia entre el carburador y la inyección se da en la forma de inyectar el combustible o en este caso el gas, en el sistema de inyección se va a mejorar el uso del gas ya que un inyector tiene mayor precisión en el momento de inyectar, pero esta ventaja es una desventaja ya que el inyector puede

tener taponamiento si no se procede a mejorar el sistema de filtraje al momento de realizar la conexión en un vehículo de inyección.

El sistema de gasógeno puede ser usado en cualquiera de los sistemas tanto carburación como inyección.

4.4 DATOS TÉCNICOS GASÓGENO

La construcción del sistema gasógeno nos dio valores importantes el uso del gasógeno va a depender de que tan seco este la madera ya que mientras más seca mejor gas y con esto se mejoró el funcionamiento del motor Otto y a mejorar el consumo del combustible alterno, el mejoramiento del gas va depender también de la limpieza del sistema al momento de ponerlo en funcionamiento ya que esto también nos ayuda a mejorar el gas que vamos a producir y sobre todo a evitar taponamientos que eviten el correcto uso del sistema en la siguiente tabla 12 se observa los datos técnicos del gasógeno y materiales que se usó para el procedimiento de la fabricación del sistema.

Tabla 12. Datos técnicos gasógeno

| Sistema Gasógeno | |
|---------------------------------|---------------------|
| Tipo de acero | acero inoxidable |
| Tipo de suelda | Smaw |
| Chapas de la caldera | astm-a36 y astm-530 |
| Eficiencia de la caldera | 80 a 83% |
| Combustible | leña seca |
| Sistema enfriamiento | enfriador de aire |
| Tipo de madera usada | Seca |

Como se analizó y se realizó el estudio del proyecto para mejor funcionamiento del sistema debemos usar madera totalmente seca ya que con esto el gas será lo más puro y mejorara la eficiencia del consumo en litros x km, para el uso del sistema tenemos varios tipos de madera cada una con diferentes propiedades la cuales nos permitió conocer cuál es la más apropiada y sobre todo verificar el poder calorífico que cada madera puede

llegar a tener al momento de realizar el proceso en la siguiente tabla 13 se observa el poder calorífico de los diferentes tipos de madera que podemos tener.

Tabla 13. Tipos de madera según poder calorífico

| Poder calorífico por cada kg de madera | | |
|---|-------------|---------------|
| Madera | Kcal | KJoule |
| Abeto | 3900 | 16250 |
| Pino | 3800 | 15800 |
| Abedul | 3750 | 15500 |
| Roble | 3600 | 15100 |
| Haya | 3450 | 14400 |

En la información que se detalló en la tabla se procedió a usar la madera Abeto o pino ya que estos dos tipos de madera tienen un gran poder calorífico lo cual mejora el funcionamiento y eficacia al momento de poner en funcionamiento el sistema gasógeno, también se observó que usando este tipo de madera se disminuyó la formación de cenizas y con esto el sistema no tiene saturación y funciona correctamente.

En la Información básica para quemar leña se recomienda quemar la madera lo más seca posible. Potencia máxima y larga vida útil de la caldera se garantiza quemando la madera con antigüedad de al menos dos años en la figura 34 se observa la relación de humedad y poder calorífico de combustible. el poder calorífico de leña se reduce con mayor contenido de agua y con esto se disminuye la temperatura adecuado para poner en funcionamiento el sistema. Por ejemplo:

Madera con 20 % de humedad tiene poder calorífico de 4,0 kwh en cada kg.
 Madera con 60 % de humedad tiene poder calorífico de 1,5 kwh en cada kg.
 El poder calorífico de la gasolina es 45000 kj/kg este dato nos demuestra que entre el gasógeno y la gasolina no existe una gran diferencia ya que el gasógeno se encuentra en 42700 kj/kg, este valor va de la mano con el hidrogeno 141000 kj/kg.

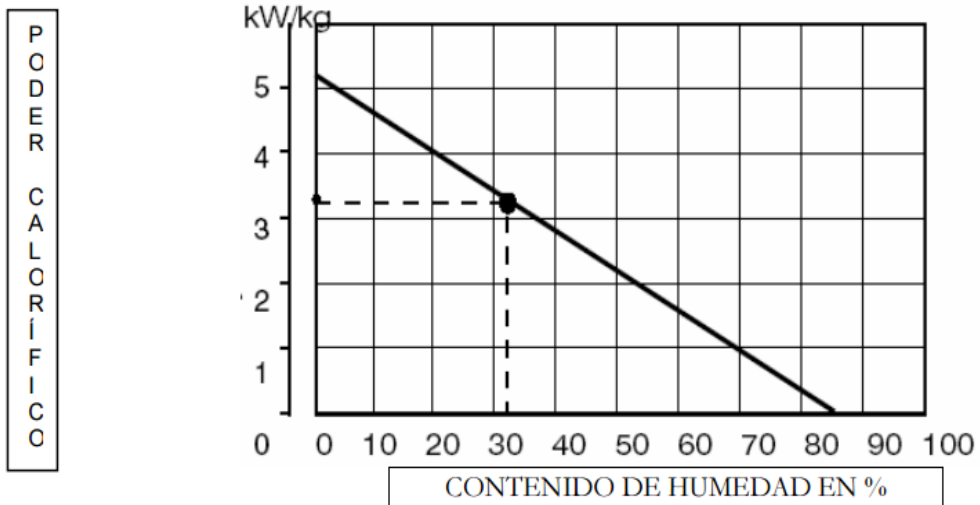


Figura 34. Relación poder calorífico y humedad
(Levenger 2010)

La madera verde da poco calor, tiene mala combustión, hace mucho humo y recorta significativamente la vida útil de la chimenea. La potencia puede bajar hasta 50% y el consumo de súplica. No se recomienda el uso de calderas con leña húmeda mayor al 12%, con esto se evita daños a la caldera y se mejora el funcionamiento del sistema gasógeno.

El consumo que obtuvimos con el sistema gasógeno, nos dejó excelentes resultados ya que el consumo va a la par con el consumo de un combustible tradicional fósil.

A continuación tenemos el consumo del sistema gasógeno en Litros x Kilómetros en el cual se realizó el estudio usando kilometrajes de prueba los cuales nos ayudaron a tener una idea del consumo en general del sistema a continuación se detalla el estudio realizado.

- Transformación de m³ a Litros.

$$\frac{0,015 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1000 \text{ Litros}}{1 \text{ m}^3} = 15 \text{ Litros}$$

Donde:

1 metro cubico = 1000 Litros

- Transformación de Litros a Galones.

$$\frac{15 \text{ Litros}}{1 \text{ Litro}} \times \frac{0,264 \text{ Galones}}{1 \text{ Litro}} = 3,96 \text{ Galones}$$

Donde:

1 Litro= 0,264 Galones

15 Litros= 3,96 Galones

Se convirtió los metros cúbicos en litros y conseguimos el valor en galones con esto procedimos a realizar el cálculo de eficiencia de consumo del combustible a continuación se realiza la fórmula para evaluar la eficiencia del combustible con 0,015 metros cúbicos de madera seca. En la ecuación 8 se observa la eficiencia del gas gasógeno.

$$kMPG = \frac{KM \text{ INICIAL} - KM \text{ FINAL}}{GALONES} \quad [8]$$

Donde:

Km Inicial: Partida del kilometraje

Km Fina: Final de la partida

Galones: Numero de galones utilizados

KMPG: Kilometro por galón

Datos Prueba:

Km Inicial: 335000

Km Final: 334900

Galones: 3,96 galones

KMPG: Kilometro por galón

$$\text{KMPG} = \frac{\text{Km Inicial} - \text{Km Final}}{\text{Galones}}$$

$$\text{KMPG} = \frac{335000 - 334900}{3,96 \text{ Galones}}$$

$$\text{KMPG} = 25.25 \text{ Km x galón}$$

Los datos obtenidos en el consumo nos dieron 25,25 kilómetros por galón esto quiere decir que con 0,015 metros cúbicos de madera el vehículo anda 100 kilómetros, un consumo que se mejora si la madera esta mas seca y sobre todo si el sistema está correctamente instalado y sobre todo correctamente funcionando, no debe existir taponamientos del sistema el mantenimiento del mismo es muy importante a la hora de tener un sistema de gasógeno que nos permita tener un mejor rendimiento, se comparó el rendimiento del sistema gasógeno contra el sistema tradicional de combustible fósil el resultado va de par ya que el consumo en un sistema a carburación va entre los 30 a 35 kilómetros por galón esto depende mucho de la calidad del combustible en los dos casos.

4.5 ENERGÍAS USADAS ACTUALMENTE

En la actualidad el uso de las energías alternas en vehículos con motor otto está accediendo en este proyecto se llegó a la conclusión que el sistema de gasógeno es una fuente de combustible que permite que el auto funcione correctamente para esto se realizó la prueba en el auto anteriormente dicho y sobre todo se llegó a la conclusión de que con una estructura correctamente ensamblada y construida el uso del gasógeno nos permite seguir nuestra vida cotidiana, lo cual nos representa un ahorro a nuestra economía ya que implementando un sistema el cual nos permita evitar el uso de combustible fósil nos permite ahorrar y con esto también aportar al medio ambiente, ya que el estudio realizado de este proyecto no solo se visualiza a obtener una

energía alterna renovable sino también a mejorar el funcionamiento y sobre todo aportar al medio ambiente y disminuir las emisiones de los automóviles los cuales provocan una gran cantidad de emisiones, en la actualidad el uso de energías alternas a crecido en gran cantidad en el planeta y esto se ve en el crecimiento de autos híbridos y aun mas eléctricos los cuales se han logrado posicionar en un mercado que aún es difícil de llegar y competir contra el sistema tradicional de combustible fósil.

En la figura 35 se observa las energías alternas a nivel mundial los porcentajes de los diferentes tipos de energías que se han logrado posicionar o se están usando en la actualidad.

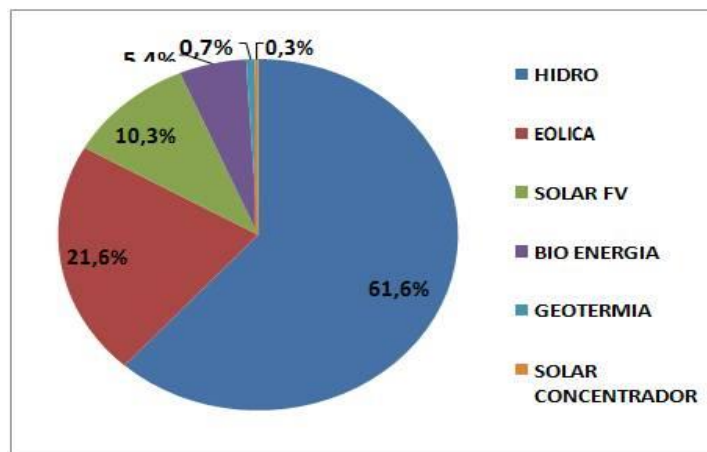


Figura 35. Porcentaje de uso energías alternas nivel mundial.
(Gestión estratégica)

En el proyecto realizado utilizamos una energía alterna diferente como lo es el sistema de gasógeno, debemos decir que esta energía se la sigue utilizando en países como Rusia o países comunistas donde el obtener combustible tradicional se hace muy difícil, y el costo es elevado este sistema a ayudado a ser una solución en pueblos donde el combustible no llega y sobre todo para países que tienen grandes problemas Económicos, y sobre todo la producción del combustible tradicional es escasa y muy costosa este sistema innova la forma de obtener un combustible diferente.

4.6 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

La capacidad de producción del gasógeno es muy rentable ya que su costo no es muy alto y se puede realizar su producción en serie, ya que como hemos visto durante el proyecto los materiales no varían para los automóviles lo que más varia sería el tamaño de la caldera que se la realiza según el uso de combustible y energía que vamos a tener y va depender de cuantos kilómetros vamos a necesitar, depende el uso que se le va a dar para realizar la construcción del sistema esto va ser determinante ya que un sistema que requiera un mayor esfuerzo o un mayor tiempo de su va necesitar una caldera que nos permita tener un deposito más grande.

El sistema gasógeno fue construido para resistir altas temperaturas ya que la quema de la madera provoca esto, es por eso que debemos usar materiales que soporten las altas temperaturas como se explicó en el estudio al momento de realizar el proyecto y la maqueta se debe seguir rigurosamente los métodos e construcción ya que de esto va depender un 70% de su correcto funcionamiento y eficacia del sistema gasógeno.

4.7.1 ENERGÍA MÁS EFICIENTE GASÓGENO

Las energías más eficientes se obtuvo del gasógeno se seleccionó esta energía por la facilidad de construcción y sobre todo porque la madera es un material que podemos encontrar fácilmente y sobre todo podemos volver a siembra y reciclar el material una de las ideas implementadas en el sistema es el uso del aserrín ya que miles de toneladas de aserrín se botan y no se da un uso adecuado al mismo este material puede secarse y ser usado tranquilamente en el funcionamiento del gasógeno, se plante también el quemar la basura ya que como sabemos también es un producto que se quema rápidamente pero para este proceso debemos realizar un proceso de separación de residuos.

4.8 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La interpretación de los resultados obtenidos nos indica que el gasógeno puede ser usado en un automóvil sin problemas, y que con mejoras el sistema puede llegar a funcionar más o igual que el sistema tradicional con combustible fósil, la obtención de Metano nos permitió mejorar el funcionamiento por el aprovechamiento del poder calorífico, la diferencia entre el poder calorífico del metanol nos permite tener un funcionamiento correcto del motor Otto ya que la diferencia con el poder calorífico del combustible tradicional no varía y debemos tener en cuenta que un buen nivel de poder calorífico nos permite un funcionamiento óptimo del motor. Tenemos varios aspectos que nos dan indicadores que el sistema de gasógeno puede ayudarnos en el futuro o en la actualidad que se nos habla que el petróleo se terminara, y que debemos estar preparados con sistemas como este proyecto para solucionar el problema y no depender de los combustibles fósiles.

Los resultados usando correctamente los materiales ayudan a que el sistema funcione correctamente y no falle y sobre todo obtenemos gas en un porcentaje alto de pureza, esto nos va permitir tener un correcto nivel de compresión y con esto evitar que el motor OTTO falle como sucede con los combustibles tradicionales cuando el octanaje es bajo, para evitar esto en el sistema se realizó el estudio de la mejor madera a quemar ya que mientras más seca mejor gas para combustión vamos a obtener en la figura 36 se observa índice de compresión vs eficiencia térmica.

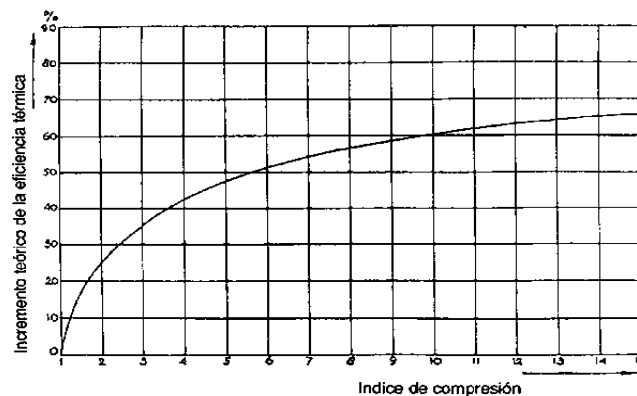


Figura 36. Índice de compresión vs eficiencia térmica

Las temperaturas que vamos a tener en la caldera al momento de encender la leña inicia 200 C a 800 C siendo este valor el mejor para su funcionamiento debemos recordar que mientras más temperatura más puro será el gas obtenido, es por esto que la construcción se realizó con acero que soporta la corrosión y que resiste altas temperaturas en la figura 37 se observa el ascenso de temperatura al momento de poner en funcionamiento el sistema.

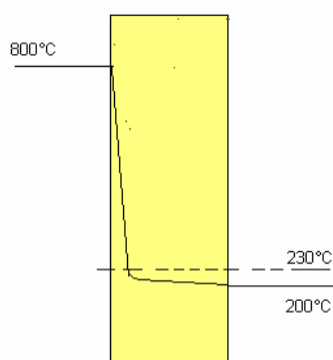


Figura 37. Temperatura en funcionamiento de la caldera.

Cuando se emplea un sistema de gasificado junto con un motor de combustión interna, un requisito importante es que el motor se alimente con gas suficientemente libre de polvo, alquitranes y ácidos, en la tabla 14 se observa las tolerancias del gas al momento de quemar la leña.

Tabla 14. Tolerancias de gas.

| | |
|---------------------|--|
| polvo: | Menos de 50 mg/m ³ de gas. Preferentemente 5 mg/m ³ de gas. |
| alquitranes: | Menos de 500 mg/m ³ de gas. |
| ácidos: | Menos de 50 mg/m ³ de gas (medido como ácido acético) |

4.8.1 CAPACIDAD DE CONSTRUCCIÓN

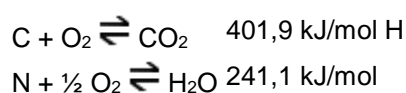
La construcción y capacidad para poder realizar el proyecto y el sistema de gasógeno es muy factible ya que los materiales que necesitamos se pueden encontrar fácilmente y con bajo costos y sobre todo teniendo en cuenta el ahorro que vamos a tener en el combustible que utilizamos diariamente.

La materia de un combustible sólido suele componerse de los elementos carbono, hidrógeno y oxígeno. Además, puede haber nitrógeno y azufre pero como sólo están presentes en pequeñas cantidades, no van a ser considerados en el análisis siguiente.

En los tipos de gasificadores aquí considerados el combustible sólido se calienta por combustión de una parte del combustible. Los gases de la combustión se reducen seguidamente pasándolos a través de un lecho de combustible a alta temperatura.

En la combustión completa se obtiene dióxido de carbono, a partir del carbono y agua, del hidrógeno. El oxígeno procedente del combustible se incorpora naturalmente a los productos de la combustión, reduciendo con ello la cantidad necesaria de aire para la combustión.

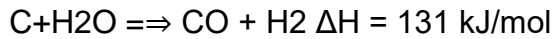
La oxidación, o combustión, se describe por las siguientes fórmulas de reacción química:



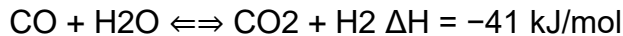
Reacciones de oxidación cuando se emplea aire u oxígeno como agente de gasificación.



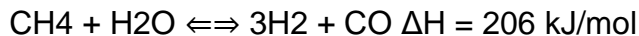
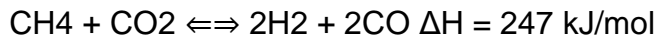
- Reacciones de gasificación:



- Reacción de conversión agua-gas:



- Reacciones de reformado:



Estas fórmulas significan que en la combustión de un átomo gramo de carbono, es decir 12,00 g, a dióxido de carbono, se libera una cantidad de calor de 401,9 kJ y que se produce una cantidad de calor de 241,1 kJ en la oxidación de una molécula gramo, es decir, 2,016 g de hidrógeno, a vapor de agua. En todos los tipos de gasificadores el dióxido de carbono (CO₂) y el vapor de agua (H₂O) se transforman (reducen) al máximo posible en monóxido de carbono, hidrógeno y metano, que son los principales componentes combustibles del gas pobre. En la tabla 15 se observa y detalla las reacciones más importantes que tienen lugar en la zona de reducción de un gasificado, entre los diferentes reactivos gaseosos y sólidos. El signo negativo indica que se genera calor en la reacción y el signo positivo que la reacción requiere calor.

Tabla 15. Zona de reducción Gasificador

| | |
|--|-----------------|
| a) $\text{C} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}$ | + 164,9 kJ/kmol |
| b) $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$ | + 122,6 kJ/kmol |
| c) $\text{CO} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$ | + 42,3 kJ/kmol |
| d) $\text{C} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4$ | 0 |
| e) $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | - 205,9 kJ/kmol |

En la tabla 23 se observa las ecuaciones (a) y (b) que son las reacciones principales de reducción, demuestran que la reducción requiere calor. Por ello, la temperatura del gas disminuirá durante la reducción. La reacción (c) describe el denominado equilibrio agua-gas. Para cada temperatura, en teoría, la relación entre el producto de la concentración de monóxido de carbono (CO) y el vapor de agua (H₂O) y el producto de las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) e hidrógeno (H₂) viene determinada por el valor de la constante de equilibrio agua-gas (k_{we}). En la práctica, la composición de equilibrio del gas sólo se logrará cuando la velocidad de la reacción y el tiempo de reacción sean suficientes. La velocidad de la reacción disminuye al descender la temperatura. En el caso del equilibrio agua-gas, la velocidad de la reacción se reduce tanto por debajo de 700° C, que se dice que el equilibrio se ha "congelado". La composición del gas permanece entonces sin alterar. En el Cuadro 2.2. se dan los valores de k_{we} para distintas temperaturas.

4.8.2 FUNCIONAMIENTO TÉCNICO REAL Y LA VIABILIDAD

Un factor importante que determina el funcionamiento técnico real y la viabilidad económica de utilizar un sistema de gasificador, es la eficiencia de la gasificación se observó una producción de 25,25 km por galón la cual nos da un parámetro importante ya que la mejora de este sistema existe ya que anteriormente el sistema daba una capacidad de 15 a 20 km por galón, esto va depender de la fabricación y los materiales utilizados al momento de desarrollar el diseño del gasógeno.

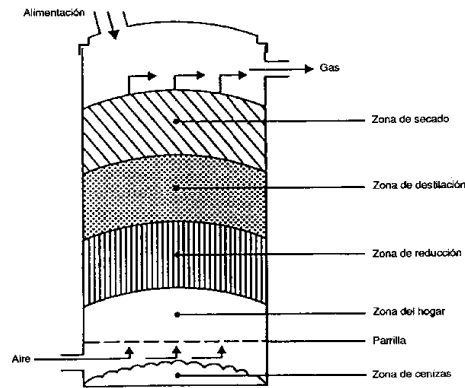


Figura 38. Funcionamiento Caldera

4.9 FACTORES QUE AFECTAN LA OFERTA

Los factores que afectan son:

- **Comodidad:** La comodidad y facilidad de cargar un tanque es mayor que tratar de utilizar un nuevo método que nos permita acceder a uso de energías alternas, ya que en el uso del gasógeno se debe esperar un tiempo hasta alcanzar una temperatura adecuada de lo que se quema la madera y poder tener un gas puro.
- **Estética:** El problema que tenemos en el sistema de gasógeno es el espacio que puede llegar a ocupar ya que como es una tecnología que no se dio paso al desarrollo quedo en hasta la actualidad como un equipo grande que va en la parte posterior o delantera del vehículo
- **Grandes empresas petroleras:** Es uno de los más grandes retos de un sistema como el gasógeno luchar y competir por llegar al mercado que está posicionado por empresas petroleras que no les conviene el uso de nuevas energías ya que el negocio decaería y con esto el uso del petróleo no será tan esencial para el movimiento de las personas como lo es en la actualidad.

La construcción de este sistema se debe mejorar en un futuro ya que uno de los factores que afectan es la comodidad ya que como se realizó el estudio se

debe esperar un tiempo para poner la madera esperar que alcance su temperatura ideal y proceder a utilizar el sistema, también se debe mejorar el sistema en su volumen en un futuro con las nuevas tecnologías disminuir el volumen del sistema el cual por su gran tamaño no da una ventaja pero se puede mejorar ya que su rendimiento y ahorro contra el combustible tradicional son enormes.

La ayuda al medio ambiente es una gran ventaja de este sistema ya que permite el uso de materiales que se botan como desecho común o como el caso estudiado del aserrín que permite tranquilamente realizar el funcionamiento del gasógeno.

4.9.1 COSTO ENERGÍA ALTERNA

El costo de esta energía alterna no es alto y puede ser accesible para todas las personas hay que tomar en cuenta que el costo inicial cubre con el ahorro que se va tener hacia el futuro dejando de utilizar el combustible fósil tradicional. En la siguiente tabla 16 se observa el costo que nos genera la producción de la energía alterna del gasógeno tenemos una lista de materiales y costos usados en el proyecto.

Tabla 16. Costos sistema gasógeno

| Costo Sistema gasógeno | |
|-------------------------------|--------------|
| Material | Costo |
| Caldera | 250 |
| Válvulas | 150 |
| Suelda SMAW | 200 |
| Depuradores | 200 |
| Filtros | 50 |
| Enfriador | 350 |
| Total | 1200 |

Para analizar el costo por producción e instalación se realizó un listado de equipos y herramientas, las cuales son necesarias teniendo en cuenta que

debe tener una instalación profesional, la tabla 17 nos indica este listado de costos, de las herramientas usadas para la elaboración del proyecto y diseño de la maqueta realizada.

Tabla 17. Costos de herramientas

| Costos de herramientas | |
|-------------------------------|--------------|
| HERRAMIENTA | COSTO |
| Suelda TIG | 200 |
| Compresor 1 piston | 120 |
| Acero inoxidable 3mm | 450 |
| Total | 770 |

Existieron costos adicionales en el proyecto que fueron un extra para mejorar la imagen del sistema tomando en cuenta el sistema realizado en las épocas donde se usó por primera vez el gasógeno. Como costos adicionales tenemos la pintura que se procedió a dar a todo el sistema para dar una buena presentación al sistema gasógeno, en la tabla 18 se observa los costos adicionales.

Tabla 18. Costos adicionales

| COSTOS ADICIONALES | |
|---------------------------|--------------|
| CONCEPTO | COSTO |
| PINTURA AUTOMOTRIZ | 75 |
| TOTAL | 75 |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Después de realizar el estudio se determinó que la energía más eficiente para el funcionamiento motor Otto es el gasógeno, ya que el consumo obtenido fue de 25 km x galón, se desarrolló un sistema el cual nos permitió mejorar el uso del sistema en este caso implementando nuevos tipos de materiales para su funcionamiento mejorando el diseño y mejorando la eficacia de consumo y con esto ayudando al tema del medio ambiente aportando un sistema más limpio y disminuyendo los gases provocados por el gasógeno al momento de su uso como.

Se analizó el sistema gasógeno como una energía alterna eficiente para el funcionamiento del motor Otto y con esto se obtuvo los resultados del estudio determinando que es factible como por la facilidad de obtener los materiales y sobre todo la facilidad de poner en funcionamiento el sistema. Los costos de fabricación se pueden recuperar con el ahorro en la disminución del uso de combustible fósil.

Se pudo encontrar otro tipo de alimentación para la caldera como aserrín o basura que puede ser seleccionado y permite que el sistema pueda ser usado correctamente sin que exista ningún tipo de problema mejorando así el uso de madera seca con esto implementamos el uso de alternativas para el sistema.

El sistema produjo humo durante 5 minutos después de esto se logró obtener el gas Metanol y con esto se mejoró el tiempo de funcionamiento del sistema.

Se obtuvo grandes resultados con un funcionamiento correcto del sistema obteniendo un sonido correcto del motor Fiat 1.1 uno.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar el uso de materiales los cuales puedan ser reciclados como basura, biomasa, aserrín y otros materiales los cuales puedan ser reciclados y nos permitan tener combustible y disminuir con esto la contaminación de la ciudad y el país, realizar estudios futuros para analizar la posibilidad que el sistema gasógeno lidere en el mercado como una energía alterna usada por el país la cual sea mejorada y perfeccionada.

Evaluar la posibilidad de tomar como guía esta investigación para futuras investigaciones de energías renovables, y con esto implementar ideas nuevas las cuales nos ayuden a que se pueda usar este sistema novedoso, adaptar el sistema gasógeno a los sistemas modernos tanto como inyección o sistemas híbridos los cuales ayudarían a mejorar el rendimiento de combustible y km que se puede recorrer con estos sistemas fusionados.

Implementar el sistema para funcionamiento industrial y no solo en el ámbito automotriz, lo cual permita tener una nueva fuente de energía para el uso de fábricas, mejorar el diseño del sistema y con esto mejorar la estética ya que hasta la actualidad uno de los problemas es el tamaño de todo el sistema, mejorar el sistema de depuración y con esto disminuir los gases provocados por la contaminación del proceso del sistema.

NOMENCLATURA GLOSARIO

GASES PRECURSORES: Por acción de la luz solar, estas sustancias químicas reaccionan y provocan la formación de ozono.

ANTROPOGENICA: Antropogénico (a veces llamado antrópico) se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas, a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

FOTOVOLTAICA: Sustancia, cuerpo que genera una fuerza electromotriz cuando se encuentra bajo la acción de una radiación luminosa o análoga.

GASOGENO: Aparato para transformar ciertos materiales sólidos o líquidos mezclados con aire, oxígeno o vapor, en gas combustible, en especial anhídrido carbónico.

DEPURADOR: Aparato, dispositivo, procedimiento que sirve para depurar. "la putrefacción hizo que se iniciase un proceso depurador para retirar los nutrientes de las algas"

CALDERA: Elemento el cual nos permite guardar una cantidad de material que seleccionemos, puede usarse para almacenar o para realizar procesos como quemar materiales o guardar agua, etc.

VALVULAS DE APERTURA Y CIERRE: La válvula es uno de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular.

GASIFICADOR: Gasificación es un proceso termo-químico en el que la biomasa, normalmente de origen leñoso, es transformada en un gas combustible (gas de síntesis, gas pobre, gas de madera o gas de gasógeno).

ENFRIADOR: Elemento que permite enfriar el aire, agua, aceite, etc. Atraves del aire o con un ventilador incorporado.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Italia. 1999.**LANDI. CD room. Información técnica de equipos de conversión.
- Sena,Paz.1999** Cartillas de Mecánica Automotriz y Diesel. Educar Editores S.A. Bogotá D.C.
- SNAP-ON MUNDIAL.** Manual de Herramientas. Cortesía de "Impointer LTDA". Pereira.
- VETRONIX CORPORATION.** Manual de Operación del probador Multifuncional. Master tech.
- P. Read y V.C. Reid** (traducido al español). AÑO 2013 (2ª Edición ampliada y actualizada).Manual técnico del automóvil.
- Manuel Orovio Astudillo.** AÑO 2010 (1ª Edición) Tecnología del automóvil.
- José Manuel** Técnicas del automóvil. EQUIPO ELÉCTRICO.
- Alonso Pérez.**Año 2009 .11ª edición, actualizada y modificada en su totalidad.
- José Manuel Alonso Pérez.** Año 2009 Técnicas del automóvil.
- José Manuel Alonso Pérez.** Año 2009 motores.
- Gas and petrol engines** (1908) Folleto publicitario Fairbanks Morse & Co´s.
- LIMUSA, 2007** ELECTRONICA AUTOMOTRIZ WILLIAM RIBBENS,
- Alonso Pérez, José Manuel.** Sistemas Auxiliares del Motor: Electro mecánica de Vehículos / José Manuel Alonso Pérez. -- Madrid : Paraninfo, 1995. -- 386p.
- Alonso Pérez, José Manuel.** Técnicas del Automóvil: Motores / José Manuel, Alonso Pérez. -- Renovación tecnológica. -- 9ª ed. -- Madrid: Paraninfo, 1999. -- 657 p.
- Alonso Pérez, José Manuel.** Mecánica del Automóvil / José Manuel, Alonso Pérez. -- 9ª ed. -- Madrid: Paraninfo, 1999. -- 384p - 24 cm.
- Alonso Pérez, José Manuel.** Electromecánica de vehículos: Motores / José Manuel, Alonso Pérez. -- 4ª ed. -- Madrid: Paraninfo, 1999. -- 229p - 23 cm.
- Arias Paz, Manuel.** Manual de automóviles / Manual de automóviles / Manuel Arias Paz. -- 51 ed. -- España : Dosat, 1994. -- 957 p.
- Berra, Francisco J.** El Taller de ajuste: lecciones teóricas, práctica para los aprendices mecánicos. Buenos Aires : Don Bosco, 1997
- Manuel Orovio Astudillo.** AÑO 2010 (1ª Edición)

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1

Grupo electrógeno de gas madera

Pequeño grupo electrógeno de gas de madera en un aserradero de Paraguay

4.1. Descripción del grupo electrógeno de gas de madera

4.2. Experiencia de servicio

4.3. Evaluación económica

Como resultado de la fuerte elevación de los precios del petróleo durante los años 70, grandes áreas de Paraguay, situadas lejos de la red de fluido eléctrico, se encontraron en situación comprometida. Los precios del transporte aumentaron considerablemente viniendo a añadirse al elevado coste de la electricidad generada por pequeñas plantas alimentadas con gasolina o gasoil.

La industria de aserrío tiene la suerte de disponer de la opción de reducir sus costes mediante una mayor dependencia de la energía basada en la madera. En 1978 los directivos del aserradero Sapire, situado en el sur de Paraguay, decidieron instalar un gasificador de desperdicios de madera para la producción de energía eléctrica. Fue necesario acertar con un gasógeno flexible en cuanto a potencia y adecuado para que lo hiciera funcionar el personal del aserradero y la mano de obra ya empleada.

Las especificaciones para la compra del equipo fueron las siguientes:

1. Un motor muy fuerte, de baja velocidad y de mecánica sencilla.

2. Un gasificador que pudiera emplear desperdicios del aserradero de tamaño y contenido de humedad variables pero al mismo tiempo, capaz de producir gas de buena calidad para el motor.
3. Equipo con exceso de capacidad que permitiera una flexibilidad de funcionamiento y la futura expansión de la capacidad de producción de energía.
4. Dotado de regulación del consumo de combustible.
5. Diseño del generador de gas de madera adecuado para su manejo con obreros locales y las reparaciones, en caso necesario, en talleres mecánicos rurales.
6. El equipo debe cumplir las normas de seguridad industrial y no ocasionar problemas de contaminación ambiental.
7. Facilidad de obtención de piezas de repuesto, preferentemente de suministradores locales.

En este capítulo se resumen las experiencias de los cuatro primeros años de funcionamiento (hasta febrero de 1983) del grupo instalado en el aserradero de Sapire.

ANEXO 2

Diseño sistema gasógeno

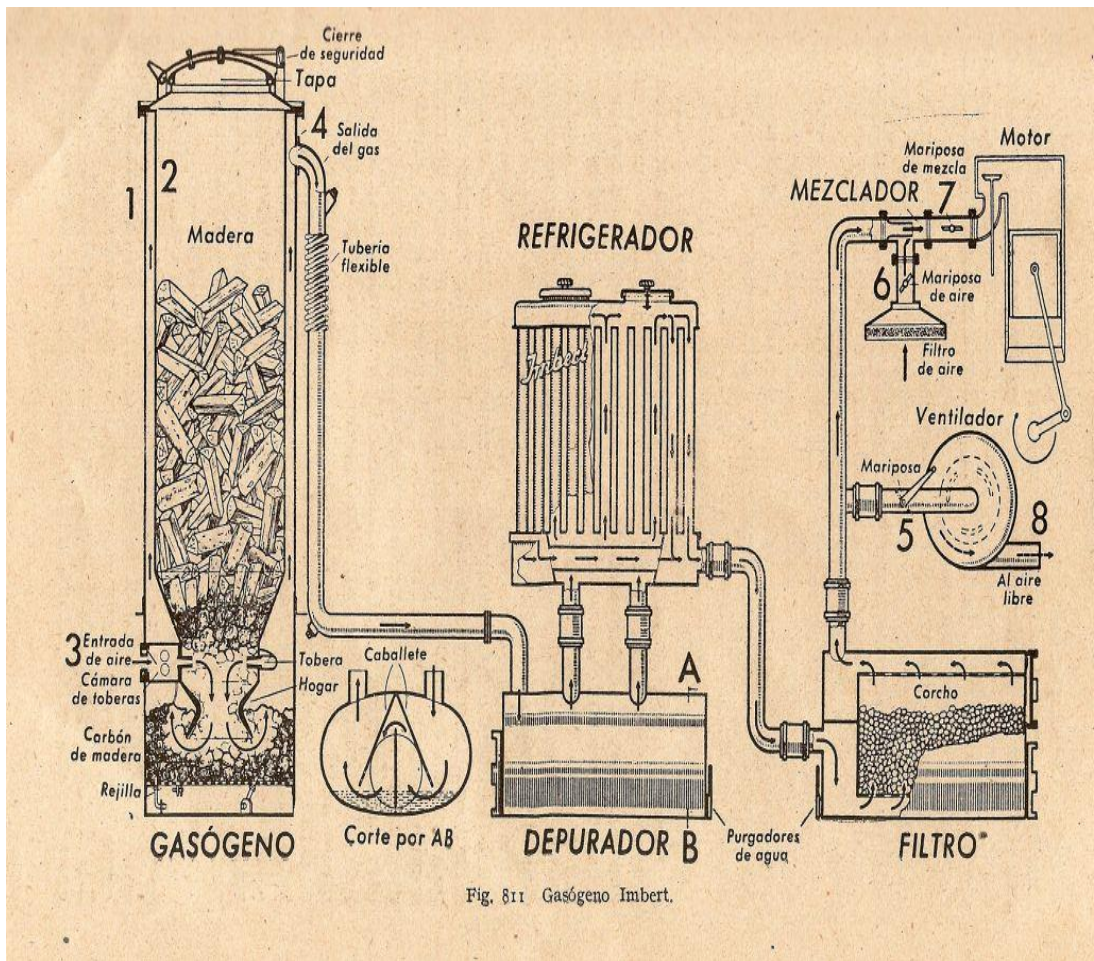


Fig. 811 Gasógeno Imbert.

ANEXO 3

Tabla tipos de acero

| Nº SAE o AISI | Resistencia a la tracción Rm | | Limite de fluencia Re | | Alargamiento en 50,mm % | Dureza Brinell |
|------------------|------------------------------------|-------|-----------------------------|-------|-------------------------------|-------------------|
| | Kgf / mm ² | Mpa | Kgf/mm ² | Mpa | | |
| 1010 | 40,0 | 392,3 | 30,2 | 292,2 | 39 | 109 |
| 1015 | 42,9 | 420,7 | 32,0 | 313,8 | 39 | 126 |
| 1020 | 45,8 | 449,1 | 33,8 | 331,5 | 36 | 143 |
| 1025 | 50,1 | 491,3 | 34,5 | 338,3 | 34 | 161 |
| 1030 | 56,3 | 552,1 | 35,2 | 345,2 | 32 | 179 |
| 1035 | 59,8 | 586,4 | 38,7 | 377,5 | 29 | 190 |
| 1040 | 63,4 | 621,7 | 42,2 | 413,8 | 25 | 201 |
| 1045 | 68,7 | 673,7 | 42,2 | 413,8 | 23 | 215 |
| 1050 | 73,9 | 724,7 | 42,2 | 413,8 | 20 | 229 |
| 1055 | 78,5 | 769,8 | 45,8 | 449,1 | 19 | 235 |
| 1060 | 83,1 | 814,9 | 49,3 | 483,5 | 17 | 241 |
| 1065 | 87,0 | 853,2 | 51,9 | 509,0 | 16 | 254 |
| 1070 | 90,9 | 891,4 | 54,6 | 535,4 | 15 | 267 |
| 1075 | 94,7 | 928,7 | 57,3 | 560,9 | 13 | 280 |
| 1080 | 98,6 | 966,9 | 59,8 | 586,4 | 12 | 293 |

ANEXO 4

Comercio europeo reseña del sistema gasógeno

**GASOGENO
NACIONAL
GASNA
PATENTADO**

DISTRIBUCION GENERAL
ZARAGOZA
MADRID: Alcalá, 40 - TEL. 220
BARCELONA: Balmes, 123 - T. 2.020
CHERES: 1907/12174

ESTACIONES DE
SERVIDO "GASNA"
EN TODA ESPAÑA

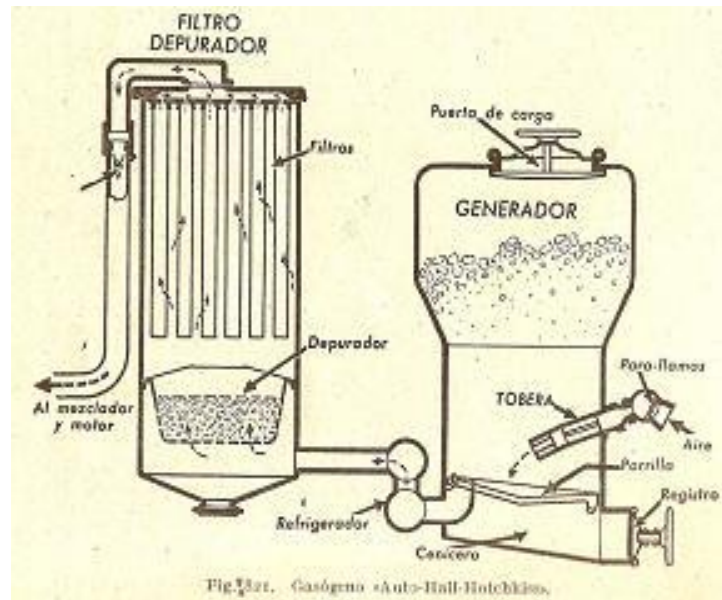
*Adaptado por las
Utilidades Técnicas
de España, en su
ingeniería la han
reconocido como*



EL MEJOR GASOGENO EUROPEO

ANEXO 5

Primer sistema construido gasógeno



ANEXO 6

Diseño construcción del proyecto gasógeno

