

“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EXTRACCION DEL HIDROGENO CONTENIDO EN LA ORINA HUMANA
MEDIANTE EL METODO DE CELDA ELECTROLITICA PARA GENERAR
ENERGIA ELECTRICA.**

POR:

JUAN ANGEL SOLAR CASTILLEJOS.

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO 2017.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. JUAN ÁNGEL SOLAR CASTILLEJOS, QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

PRESIDENTE:



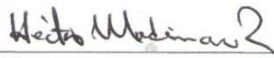
ING. JOEL LIMONES AVITIA

VOCAL:



DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES

VOCAL:

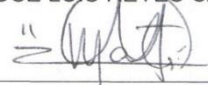


DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

VOCAL:



DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DE 2017.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Extracción del hidrogeno contenido en la orina humana mediante el método de celda electrolítica para generar energía eléctrica.

POR:

JUAN ÁNGEL SOLAR CASTILLEJOS

TESIS:

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

ASESOR PRINCIPAL:



ING. JOEL LIMÓN AVITIA

ASESOR:



DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES

ASESOR:



DR. HÉCTOR MADINAVEITIA RÍOS

ASESOR:



DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DE 2017.



AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por haberme dado la vida, salud y fuerzas para salir adelante a pesar de los obstáculos que se encuentran en el camino y poder culminar este importante logro en mi vida.

A mi “ALMA TERRA MATER”

Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por haberme permitido estar en sus aulas para forjarme de conocimientos y permitir realizarme en mi formación profesional.

Al Ing.

Joel Limones Avitia, La confianza que depositó en mí desde el principio. La serenidad que me ha transmitido a la hora de desarrollar los objetivos de este proyecto así como su forma de dirigir el trabajo, siempre de una manera familiar y cercana. Por brindarme sus conocimiento, tiempo, apoyo, amistad y por ser un ejemplo para seguir adelante.

Al Dr.

Anselmo González Torres. Por su apoyo para que yo pueda lograr mi desarrollo profesional, Le agradezco también el haberme brindado su amistad y su confianza a lo largo de estos años

Al Dr.

Héctor Madinaveitia Ríos. Por ser un gran amigo y por su ayuda incondicional en la elaboración de este trabajo, motivando a seguir en nuestra formación académica.

Al Dr.

José Luis Reyes Carrillo. Por el tiempo dedicado a la revisión de mi trabajo y por su amabilidad. Por haberme transmitido sus valiosos conocimientos a lo largo de estos años y estar siempre dispuesto a ayudarme ante cualquier duda que me ha surgido.

A la Dra.

Cynthia Dinora Ruedas. Gracias por ser una gran profesora, por el tiempo que dedica a esta hermosa profesión, en el cual por su dedicación, por sus esfuerzos, por su paciencia y compromiso, es mi base fundamental de mi desarrollo como persona, con el cual por sus consejos, enseñanza y sabiduría sé cómo afrontar de la mejor manera los problemas y obstáculos que a diario me voy a enfrentar.

A los.

Profesores de esta universidad que compartieron su tiempo, sus experiencias en las aulas y compartir sus conocimiento enriqueciendo así nuestra formación como profesionales.

A mis amigos,

Luis Fernando Flores Salazar, Daniel Robles zamarrón, Francisco Javier Rodríguez Gámez, Ulises Alan Velázquez Gramajo, David Peña Sánchez y Elvia Graciela Ríos Ramírez. A ellos por ser unos grandes amigos, apoyándome en las buenas y en las malas.

A mi amiga.

Brenda Karen Ortiz Escobar. Por ser una gran amiga, apoyándome en todo y por participar en mi proyecto ayudándome hacer un buen trabajo.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Juan Solar Cruz y Margarita Castillejos Castillejos.

Por haberme dado la vida.

A mis primos:

Amada Isabel Solar Cruz, María del Rosario Solar Cruz, Pedro Edwards Solar Cruz. Por su cariño y apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, gracias por estar conmigo, por decirme las palabras que necesitaba y escuchar para superar mis obstáculos.

A mi Madrinha.

Maria Guadalupe solar cruz:

Por ser un motivo para alcanzar mis sueños, por haber estado conmigo, apoyándome, ayudándome y enfrentar cualquier situación. Por las horas dedicadas, por la protección, por el amor y por la entrega, le agradezco infinitamente. Nos une no solo la sangre, sino un inmenso amor. Solo deseo que cuando sea mi turno de formar una familia, sea muy bonita, que la nuestra, y que mis hijos aprendan todo lo que usted me enseñó.

A mi tío y tía.

Pedro solar cruz, y María Cruz Arreola.

Jamás hubiese podido alcanzar mis metas, sin el apoyo incondicional de mi familia, sin su amor o sin su empuje. Gracias a ustedes, supe desde pequeño lo que es el amor, y lo que significa ser parte de una familia que se quiere, compartiendo un hogar. Agradezco a cada uno de ustedes, por su hermosa forma de ser, la cual se ha impregnado en mí ser.

A mis tíos y tías

Pas más difíciles de mi vida Por su apoyo incondicional gracias por haber estado conmigo en las etapas más difíciles, por sus consejos para superar todo y cumplir mis metas.

A mis abuelos Q.E.P.D

Porque me brindaron su apoyo a pesar de que hoy ya no están a mi lado, me demostraron su cariño su confianza y su amor, y me ayudaron a ser una mejor persona con los mejor consejos y valores.

A mi abuelo Q.E.P.D

Solar López Adolfo. Por ser el mejor abuelo por demostrarme que yo sería una mejor persona por darme los valores más necesarios para ser alguien en la vida, por ser la persona que confió en mí cuando más lo necesite estuvo en mis mejores momentos de mi vida que me ayudo a salir adelante.

A mis amigos y amigas.

Gracias por su amistad , por haber compartido bellos momentos a lo largo de estos años de universitario , que estuvieron en los buenos y malos momentos , por escucharme , por darme consejos y por ayudarme a confiar en mí mismo.

RESUMEN

El hidrógeno es el elemento más simple y más abundante del universo. Se puede hallar mucho hidrógeno en su estado natural. El hidrógeno es fuente de energía alternativa por lo que parece ser una energía con muchas posibilidades o algunas que podemos aplicar en nuestra vida diaria. Conozcamos algo más sobre la energía del hidrógeno, y sus aplicaciones en la vida cotidiana.

En el presente estudio se pretende revisar la información relacionada con la producción de hidrógeno, enfatizando los resultados relacionados con el impacto ambiental y analizando cualitativamente dicha información. Los Métodos de producción de hidrógeno se pueden dividir de acuerdo a las materias primas utilizadas: Combustible fósil, agua y biomasa.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), el hidrógeno no se considera un gas de efecto invernadero, por lo que sus emisiones, aparentemente, no tienen efecto directo sobre el clima.

El presente trabajo se realizó durante el ciclo de invierno 2016 – primavera del 2017, en el laboratorio de ingeniería en procesos ambientales, ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), para separar el hidrogeno de la orina y generar energía eléctrica, partir del hidrogeno obtenido por la separación de este de la orina humana.

Palabras clave: Biomasa, Celda Electrolítica, Energía, Hidrógeno, Orina.

Abstract

Hydrogen is the simplest and most abundant element in the universe. Much hydrogen can be found in its natural state. Hydrogen is an alternative energy source so it seems to be an energy with many possibilities or some that we can apply in our daily life. Let's know more about hydrogen energy, and its applications in everyday life.

The present study aims to review the information related to the production of hydrogen, emphasizing the results related to environmental impact and qualitatively analyzing said information. Hydrogen production methods can be divided according to the raw materials used: Fossil fuel, water and biomass.

According to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), hydrogen is not considered a greenhouse gas, so That their emissions apparently have no direct effect on the climate.

The present work was carried out during the winter 2016 - spring 2017 cycle, in the engineering laboratory in environmental processes, located in the facilities of the Autonomous University of Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), to separate the hydrogen from the urine and To generate electrical energy, from the hydrogen obtained by the separation of this from the human urine.

Keywords: Biomass, Electrolytic Cell, Energy, Hydrogen, Urine

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iii
RESUMEN	v
Abstract	vi
I.- INTRODUCCIÓN	1
II- Objetivos:	4
2.1- Objetivo general	4
2.2- Objetivo específico.	4
III - REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1- PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.	11
3.2- EL HIDRÓGENO.	12
3.2.1 EFECTOS AMBIENTALES DEL HIDRÓGENO	14
3.2.2 EFECTOS DEL HIDRÓGENO SOBRE LA SALUD	14
3.2.3. USOS DEL HIDRÓGENO.	16
3.3.- EL HIDRÓGENO COMO VECTOR ENERGÉTICO	18
3.4 CELDAS DE COMBUSTIBLE.	21
3.5- RESEÑA HISTÓRICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA	24
3.5.1 ECONOMÍA DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.	25
3.6.1.-las energías alternativas se dividen en dos grandes grupos:	27
3.6.1 ENERGÍAS RENOVABLES:	28
3.6.2 ENERGÍAS NO RENOVABLES:	28
3.7 DEFINICIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES.	29
3.7.1 ENERGÍA SOLAR.	30
3.7.1.1- IMPORTANCIA AMBIENTAL.	31
3.7.1.2- LA RADIACIÓN QUE EMITE NUESTRO ASTRO REY PUEDE SER CAPTADA DE DOS MANERAS:	32
3.7.1.3 FUNCIONAMIENTO	33
3.7.2- ENERGÍA HIDRÁULICA	34
3.7.2.1 HISTORIA.	34
3.7.2.2- EXISTEN FUNDAMENTALMENTE DOS TIPOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS:	35
3.7.3.- ENERGÍA EÓLICA.	36

3.7.3.1 - HISTORIA.....	37
3.7.4.- BIOMASA.....	39
3.7.4.1- EL BIOGAS.....	40
3.7.4.2- ETAPAS.....	40
3.7.4.3 EL BIOGAS PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD	41
3.7.5.- ENERGÍA DE LAS MAREAS (MAREOMOTRIZ)	42
3.7.5.1- HISTORIA.	43
3.8- ELECTRICIDAD.	44
3.8.1.- PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD.....	45
3.9 LA ENERGIA ELECTRICA.	46
IV.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
4.1 Localización del Experimento.....	47
4.1.1- Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera.....	47
4.1.2- Localización geográfica.	47
4.2- MATERIALES.....	48
4.3- PROCEDIMIENTO.....	49
V.- RESULTADOS.....	51
VI.- DISCUSIÓN.....	52
VII.- CONCLUSIONES.....	53
VIII.- RECOMENDACIONES.....	54
IX.- LITERATURA CITADA	56

ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL HIDROGENO.....	17
---	----

I- INTRODUCCIÓN

Uno de los principales retos de la ciencia moderna es establecer un escenario energético sostenible basado en la utilización de fuentes de energía alternativas y del hidrógeno como vector energético en sustitución de los derivados del petróleo. En general, cualquier fuente de energía puede ser empleada para la producción de hidrógeno, pero son la energía nuclear y la energía solar las que mayores perspectivas tienen para su aplicación a gran escala. Este trabajo identifica las experiencias más relevantes respecto a la tecnología del hidrógeno a nivel mundial con el fin de consolidar un plan estratégico para la incorporación del hidrógeno.

El Hidrógeno Es el elemento químico representado por el símbolo H, constituye más del 70% de la materia visible del universo y entre sus características electroquímicas esta su facilidad de formar enlaces con el oxígeno liberando electrones. Pará la utilización del hidrógeno pueden ser empleadas diferentes tecnologías como turbinas de gas y celdas de combustible, estas últimas ofreciendo ventajas en cuanto a la alta eficiencia alcanzada (Raciel *et al.*, 2016).

La preocupación mundial que genera el impacto del Cambio Climático ha instado a crear e implementar, a escala nacional e internacional, organismos, procesos e instrumentos que busquen enfrentar el problema (toledo *et al.*, 2014). En este ámbito de decisiones se conjugan aspectos importantes como desarrollo económico social sustentable, medio ambiente, cambio climático, calidad de vida de la población y disminución de la pobreza (Rafael, 2011).

El desarrollo tecnológico en todos los ámbitos científicos ha conducido al mundo a una situación en donde la preocupación por las fuentes de energía y su conservación es de vital importancia en las políticas gubernamentales. El caso del hidrógeno es mucho más complicado de analizar y conceptualizar con respecto a otros candidatos, por múltiples razones relacionadas con cada una de las etapas del proceso de producción (Valencia y Cardona, 2013).

El desarrollo de las Ciencias y la Técnica debe permitirnos enfrentar con éxito este reto a la humanidad. Una premisa importante es ver el aporte de los biocombustibles líquidos, conjuntamente con otras fuentes renovables de energías, solamente como una necesidad de incorporarlos a la matriz energética de cada país en su justa medida, o sea, una contribución, sin olvidar y resolver los problemas ambientales de los biocombustibles; es decir, por un lado se debe tener conciencia de que los agro combustibles no van a sustituir a los combustibles fósiles y no habrá “pozos” de biocombustibles y por otro no se pueden repetir los errores de falta de vigilancia del impacto ambiental, qué ya se cometieron con el uso de los combustibles fósiles (Muto *et al.*, 2014).

Debido a la creciente emisión de gases que aumentan el efecto invernadero y los cambios climáticos, problemas asociados con la quema de combustibles fósiles, el hidrógeno aparece como una fuente de energía alternativa muy eficaz y capaz de promover el desarrollo sostenible en todo el mundo (Maurina *et al.*, (2014)).

El hidrógeno, es el elemento más abundante del Universo, al no encontrarse libre en la naturaleza, es necesario producirlo a partir de sustancias Hidrogenadas, principalmente agua e Hidrocarburos. El hidrógeno es un combustible limpio, con una alta densidad energética (27 000 cal g⁻¹), ideal para el almacenamiento de productos químicos. A pesar de su estabilidad química, los óxidos semiconductores como TiO₂ , SnO₂ o SrTiO₃ son poco atractivos para la conversión PEC debido a su separación de banda ancha.(Lahmar; y Trari, 2015). El almacenamiento a altas densidades es el principal desafío tecnológico para el amplio uso del hidrogeno como portador energético renovable y no contaminante (Rodríguez *et al.*, 2011).

La producción sostenible de hidrógeno es un objetivo fundamental para el desarrollo de una nueva alternativa energética que contribuya al abastecimiento de la demanda mundial, la cual viene aumentándose por el incremento de la población mundial y por el crecimiento económico de países como India y China (Laura., 2011).

El panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por su sigla en inglés), en su reporte anual del año 2007, estableció con un 90% de certeza que la liberación de los GEI a la atmósfera, producto de actividades humanas (principalmente por el uso indiscriminado de combustibles fósiles y la deforestación), explica en gran parte las variaciones actuales del clima.

En el informe especial del IPCC sobre escenarios de emisiones, se prevé un aumento de las emisiones mundiales de GEI que van entre un 25% y 90% entre el año 2000 y el año 2030. Este escenario se proyecta en el supuesto más probable, considerando que la utilización de los combustibles de origen fósil mantendrá el dominio del mercado energético mundial, como mínimo, hasta el año 2030.

Además, establecen que de proseguir las emisiones de GEI a una tasa igual o superior a la actual, el calentamiento aumentaría y el sistema climático mundial experimentaría, durante el siglo XXI, numerosos cambios, probablemente mayores que los observados durante el siglo XX (toledo *et al.*, 2014). Estas características impulsarán una economía energética basada en Abundante hidrógeno, la denominada Economía De Hidrógeno.

Las tecnologías actuales en la producción de hidrógeno no cumplen con los requerimientos necesarios buscados para el combustible sustituto de los convencionales, pues las materias primas mayormente usadas son no-renovables y se generan impactos ambientales importantes (debido a las emisiones de GEI asociadas a los procesos, G.E.I. Gases de efecto invernadero y cambio climático) El estado actual de las investigaciones no permite aún la implementación a escala industrial de las nuevas tecnologías (Valencia y Cardona, 2013).

Es por eso que, el agotamiento del ozono y el cambio climático han aumentado por el consumo de combustibles fósiles y debe ser dejado con urgencia, mediante el uso de energías limpias y las energías renovables (Metin, 2015).

II- Objetivos:

2.1- Objetivo general

Obtención de hidrogeno a partir de la orina humana, y el uso posterior del hidrogeno como fuente alternativa para la generación de energía limpia.

2.2- Objetivo específico.

Mediante el uso de una celda electrolítica se pretende la obtención del hidrogeno a partir de la orina humana para la cual se utilizara energía eléctrica de bajo volteje, el hidrogeno obtenido posterior mente se empleara para generar energía eléctrica.

III - REVISIÓN DE LITERATURA

El Hidrógeno (H) se presenta actualmente como nueva alternativa en el campo de la energía, llegándose a considerar por sus ventajas, como un vector energético capaz en el futuro de sustituir gran parte los combustibles convencionales. Esto se presenta muy oportunamente ante la situación energética actual de no sostenibilidad por el empleo poco racional de la energía y los inconvenientes medioambientales que presenta el uso intenso de los combustibles fósiles, principales causantes del calentamiento global (Carvajal *et al.*, 2010).

El hidrógeno se señaló como el combustible del futuro, ya que propicia una combustión no contaminante y una ruta más eficiente para la generación de electricidad Sin embargo, las investigaciones actuales han dedicado especial atención a las características químicas y biológicas (Guilherme *et al.*, (2014)).

Un fenómeno que se cita con frecuencia es la Fragilización por Hidrógeno - FH, clasificada en Fragilización por Hidrógeno Ambiental - FHA y Fragilización por Hidrógeno Interno - FHI La FHA ocurre por la adsorción de hidrógeno molecular generado en una atmósfera hidrogenada, o por una reacción de corrosión, y su absorción en el reticulado cristalino luego de su disociación a la forma atómica.

La FHI ocurre en ausencia de una atmósfera hidrogenada y es causada por el hidrógeno que ingresa en el reticulado durante la producción del acero y en algunos de los procesos de fabricación de las estructuras, como la soldadura, antes de las pruebas o del inicio del servicio. Ése ingreso es facilitado debido a que la solubilidad del hidrógeno en el metal fundido es mucho más alta que cuando está en estado sólido (Araújo *et al.*, (2011)).

Se analizan dos condiciones de funcionamiento para verificar aquel que proporciona una mejor mezcla dentro de esto birreactor, y por lo tanto la producción de hidrógeno (Maurina *et al.*, (2014)).

El desarrollo de sistemas productores de energía es un campo de investigación que ha adquirido gran relevancia debida, entre otras, a la necesidad de cubrir la demanda energética de equipos electrónicos móviles y portátiles con bajo o nulo impacto ambiental. Las celdas de combustible con membrana de intercambio de protones son una alternativa, ya que en ellas se produce energía eléctrica sin emisión de contaminantes (Vázquez *et al.*, 2012).

La producción de hidrógeno por métodos biológicos a partir de materia orgánica se considera como una de las más importantes promesas alternativas para la producción de energía verde sustentable (Juárez y Castro, 2013).

Los beneficios de los mares se han extendido a un área que hasta hace poco tiempo se consideraba excluida: la generación a gran escala de electricidad. La dinámica oceánica puede contribuir a reducir la presencia de los hidrocarburos como combustibles para la obtención de energía eléctrica (Rafael; *et al.*, 2012.).

El continuo desarrollo de tecnología para la explotación y producción de petróleo, gas y sus derivados, en condiciones de operación cada vez más críticas, crea la necesidad de realizar estudios más intensos en busca de nuevos materiales y de evaluar en condiciones más severas los materiales ya existentes.

La susceptibilidad de los aceros a corrosión bajo tensión en presencia de sulfatos (SSCC) y a la fragilización por hidrógeno (HE) son problemas graves en la industria del petróleo y gas, no sólo en la etapa de extracción y refinación, sino también en el transporte de los productos (Forero *et al.*, 2012).

Los productos de estas reacciones son: bayerita, $\text{Al}(\text{OH})_3$ boehmita, $\text{AlO}(\text{OH})$, Al_2O_3 alúmina y H_2 , el último que se produce en todas las reacciones. Presumiblemente, cuando el aluminio en la aleación intermetálica reacciona con agua para liberar hidrógeno.

Por otra parte, el proceso de molienda mecánica de un material frágil (intermetálico) debe contribuir aún más a la reducción en el tamaño del cristal. Así, en este estudio, se presentan los resultados obtenidos de HEE en intermetálico FeAl asistido por molienda mecánica para evaluar la reducción en el tamaño de partícula y de cristal, así como las fases que intervienen después del proceso de molienda en húmedo de los polvos pre-aleados (García *et al.*, 2013.).

Los nanotubos de carbono producidos a partir de biogás, bioetanol y biodiesel, puede ser una opción alternativa a la captura de carbono, con la ventaja de que los productos recuperables como los nanotubos de carbono y de hidrógeno se pueden obtener mediante esta metodología. La producción de nanotubos de carbono de la descomposición de etanol es un sistema de captura de carbono debido a que convierte los átomos de carbono en la molécula de etanol en una forma sólida. De esta manera, el carbono se elimina del ciclo natural del carbono (gallego *et al.*, 2013.).

El incremento de la actividad humana en el último siglo y el desarrollo de tecnologías ligadas con el petróleo como vector energético, han generado efectos medioambientales adversos que aunados con las limitadas reservas mundiales de crudo y su estrecha relación con el crecimiento económico mundial ha generado presiones económicas, políticas y sociales en todos los países.

Esta situación ha dinamizado la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías basadas en el hidrogeno como un nuevo vector energético tecnológicamente compatible que permita la portabilidad de energía con el menor impacto ambiental y económico a la luz de la prospectiva de consumo y la perdurabilidad energética, Todas estas alternativas se centran en un eje común de producción de hidrógeno en el lugar. Debido a la energía fotovoltaica y eólica que pueden llegar a ser complementarias, en cierta medida, estos han sido elegidos para esta propuesta (Hervello *et al.*, 2014).

En los últimos años, se ha demostrado que es posible generar hidrógeno a través de la fermentación anaeróbica de residuos orgánicos (Moreno *et al.*, 2015.).

La fácil disponibilidad y abundancia de los materiales de donde se puede obtener el hidrógeno, así como la diversidad de medios para su obtención, le proporcionan gran potencial como alternativa energética. Otro aspecto importante de este trabajo es querer aprovechar la alianza que el H puede hacer con las energías renovables en beneficio de su aprovechamiento, ya que siendo un elemento para almacenar energía, contribuye a solventar uno de los inconvenientes principales de la mayoría de dichas energías.

La tendencia actual hacia la obtención de productos y energía a partir de fuentes renovables plantea problemas potenciales que deben ser evaluados cuando se intenta proponer alternativas viables, pues el uso de la biomasa en cualquiera de sus manifestaciones para biocombustibles o coproductos químicos presenta limitaciones o más bien barreras u obstáculos a superar para su empleo. Lo anterior lleva a proponer el análisis del uso óptimo de un recurso renovable en la producción de un insumo energético determinado sin perder de vista la posible generación de coproductos de alto valor añadido en procesos tecnológicos en que se aprovechen los logros que nos lega la naturaleza, en su maravilloso proceso de transformación de la materia primas (Muto *et al.*, 2014).

Para mantener la temperatura global dentro de un rango aceptable, obviamente debemos reducir el uso de combustibles fósiles para reducir la emisión de dióxido de carbono y aumentar el uso de energías renovables, como la solar y la eólica, en lugar de los combustibles fósiles. Sin embargo, la luz del sol y los vientos son inestables y fluctúan diariamente, mensualmente y anualmente, de modo que el uso de estas energías necesita redundancia en la capacidad y métodos eficientes de almacenar y restaurar energía.

Para esta última necesidad, el hidrógeno es uno de los medios de energía más adecuados: El hidrógeno puede producirse mediante la electrólisis agua / vapor que utiliza la electricidad generada a partir de energías renovables y las células de combustible pueden convertir la energía del hidrógeno en electricidad, Particularmente para un sistema de energía de hidrógeno en el que el hidrógeno actúa como medio energético, los materiales que transportan iones de hidrógeno desempeñarán un papel importante, y los óxidos conductores de protones funcionarán para este propósito (Hiroshige *et al.*, 2013).

Esto es reflejo en buena medida de la actual preocupación por el medio ambiente y la realidad de combustibles fósiles finitos, que obligan a la consideración y al desarrollo de alternativas energéticas, donde el H se convierte en favorito por sus propiedades especiales. Estas características impulsarán una economía energética basada en abundante hidrógeno, la denominada Economía de Hidrógeno.

El H forma parte de compuestos hidrogenados como el agua, el metano y otros hidrocarburos, así como es componente importante de la materia orgánica o biomasa y desechos orgánicos.

Si bien este aspecto del almacenamiento es crítico para aplicaciones del H en el transporte, por requerirse mayor autonomía de los vehículos, no es limitante para las aplicaciones industriales, comerciales y residenciales. Se adelantan investigaciones para desarrollar medios más convenientes de almacenamiento en forma de hidruros metálicos o en estructuras de nanotubos de carbono. También se considera almacenar su energía en forma de líquidos con alto contenido de H como metanol, etanol y otros.

El H es altamente reactivo, pudiendo formar mezclas explosivas en presencia de oxidantes, pero su extrema ligereza en forma gaseosa, desventaja en su densidad energética, se convierte en ventaja de seguridad, ya que en caso de fuga se disipa muy rápidamente en el ambiente, no permitiendo, tratándose de recintos cerrados, acumulaciones suficientes para una explosión, como sí ocurre con otros combustibles. Tóxico y sus otras propiedades indican ausencia de riesgos adicionales importantes para el medio ambiente en las aplicaciones mencionadas (Carvajal *et al.*, 2010).

La búsqueda de fuentes de energía alternativas renovables, eficientes y respetuosas con el medio ambiente, el hidrogeno ha estimulado intensos estudios de investigación sobre la producción de hidrógeno fermentativo (H₂) a partir de biomasa (Akinbomi y Mohammad, 2015).

La situación es mucho más complicada para la estimación de la energía de enlace de hidrógeno intermolecular. En este caso la estimación se realiza basándose en los parámetros experimentales y teóricos de varias conformaciones moleculares, una de las cuales se estabiliza mediante el enlace de hidrógeno intermolecular y otra no está implicada en la unión de hidrógeno. Un método clásico para estimar la energía de enlace de hidrógeno intermolecular en etapas anteriores del desarrollo de este aspecto consistió en lo siguiente. La energía calculada del conformador en la que el enlace de hidrógeno intermolecular estaba ausente se aceptó como punto cero (Vashchenko; y Afonin., 2014).

3.1- PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.

La problemática ambiental que ha desatado el incremento de las actividades humanas en los últimos cien años ha elevado los requerimientos energéticos, comprometiendo grandes cantidades de recursos naturales, generando presiones políticas y económicas sobre las naciones al provocar un desequilibrio de poder que redundan en importantes cuestionamientos sobre el futuro de la humanidad al finalizar la era del petróleo, el vector energético actual.

En este sentido existen propuestas a nivel internacional que promueven alternativas de investigación para reducir la dependencia de las fuentes convencionales entorno a un cambio en la forma como se produce y consume la energía, con menores impactos ambientales.

El hidrógeno es una de las tecnologías que se postula con firmeza en el campo del almacenamiento energético, no como una competencia para las fuentes de energía alterna, sino más bien como un portador energético como el petróleo, ya que posibilita el almacenamiento de energía eléctrica para ser utilizado en equipos con destinación específica, de manera independiente de la fuente energética, con una autonomía reducida pero aceptable, generando como único desperdicio agua pura y vapor, lo que resalta su costo ambiental nulo siempre y cuando la fuente y cadena de generación energía empleada para la producción del hidrógeno pueda ser catalogada como limpia.

Son energías alternativas la solar, eólica, geotérmica, mareomotriz y de la biomasa, que, además, son energías renovables. Si el concepto de energías clásicas o convencionales se reduce a las energías fósiles, la energía nuclear y la hidroeléctrica han de considerarse energías alternativas. Energías obtenidas de fuentes distintas a las clásicas como carbón, petróleo y gas natural.

3.2- EL HIDRÓGENO.

En la historia de la Química, la primera referencia al hidrógeno como tal aparece con la identificación de dos gases diferentes como formando parte del agua, por el inglés Henry Cavendish en 1766. Cavendish le da el nombre de aire inflamable. Más tarde, Antoine Lavoisier le da el nombre por el que lo conocemos, hidrógeno, generador de agua.

Antes de que finalizara el siglo XVIII, el hidrógeno encontró su primera aplicación práctica, como ocurre frecuentemente, por el ejército francés para globos de reconocimiento. Más de un siglo después, Alemania lo empleó en sus dirigibles para cruzar el océano Atlántico e incluso como combustible para la propulsión de los llamados zeppelines. Esta empresa concluyó después de la catástrofe del Hindenburg en 1937.

Más tarde, antes y después de la segunda guerra mundial, el hidrógeno se empleó como combustible de motores de vehículos de todo tipo, incluidos locomotoras y submarinos, pero sin gran éxito. Y ello a pesar de la predicción de Julio Verne en su novela "La isla misteriosa" de que algún día el agua, bajo la forma de sus componentes hidrógeno y oxígeno, serviría como fuente inagotable de energía.

El auge del carbón en el siglo XIX y del petróleo en el siglo XX eliminó toda posibilidad del uso masivo del hidrógeno. Solamente la industria química, primero con la producción de fertilizantes derivados del amoníaco y después con la necesidad de hidrógeno para eliminar azufre y otros componentes de las gasolinas y gasóleos de locomoción y como complemento en las síntesis de productos derivados del petróleo, mantuvieron en el mundo una producción sustancial del hidrógeno (Gutiérrez, 2005).

Más adelante, ya en la segunda mitad del siglo XX, la preocupación por el ambiente y los posibles efectos sobre el clima, el comienzo de la era espacial y la inquietud sobre el agotamiento de los combustibles fósiles, ha traído de nuevo un gran impulso, sobre todo, de la industria automovilista por el empleo en gran escala del hidrógeno, lo que se ha llamado, erróneamente a mi modo de ver, la economía del hidrógeno (Gutiérrez, 2005).

El interés de las industrias aeroespacial y automovilista por el hidrógeno se debe a la llamada pila de combustible, donde el hidrógeno puede quemarse con el oxígeno, transformándose la energía de la combustión en electricidad. Este proceso fue ya descubierto en 1839 por el galés William R. Grove, pero su desarrollo comenzó en la década de los 1960 por la NASA para producir electricidad y agua en algunas de sus misiones espaciales. Actualmente, un gran número de prototipos de las principales marcas de automóviles y autobuses ensayan pilas de combustible de tipos y combustibles diversos.

La aplicación principal del (H) es para el procesamiento (refinado) de combustibles fósiles, y en la síntesis de amoníaco. Ya que en su combustión se produce sólo agua y ningún otro tipo de emisión, constituye una fuente de energía ecológica y con un prometedor futuro. Primer elemento de la tabla periódica. En condiciones normales es un gas incoloro, inodoro e insípido, compuesto de moléculas diatómicas.

La utilización del hidrógeno está aumentando con rapidez en las operaciones de refinación del petróleo, como el rompimiento por hidrógeno, y en el tratamiento con hidrógeno para eliminar azufre. Se consumen grandes cantidades de hidrógeno en la hidrogenación catalítica de aceites vegetales líquidos insaturados para obtener grasas sólidas. La hidrogenación se utiliza en la manufactura de productos químicos orgánicos. Grandes cantidades de hidrógeno se emplean como combustible de cohetes, en combinación con oxígeno o flúor, y como un propulsor de cohetes impulsados por energía nuclear.

El hidrógeno reacciona con oxígeno para formar agua y esta reacción es extraordinariamente lenta a temperatura ambiente; pero si la acelera un catalizador, como el platino, o una chispa eléctrica, se realiza con violencia explosiva. Con nitrógeno, el hidrógeno experimenta una importante reacción para dar amoniaco. El hidrógeno reacciona a temperaturas elevadas con cierto número de metales y produce hidruros. Los óxidos de muchos metales son reducidos por el hidrógeno a temperaturas elevadas para obtener el metal libre o un óxido más bajo (Gutiérrez, 2005).

3.2.1 EFECTOS AMBIENTALES DEL HIDRÓGENO

Estabilidad ambiental: El hidrógeno existe naturalmente en la atmósfera. El gas se disipará rápidamente en áreas bien ventiladas.

Efecto sobre plantas o animales: Cualquier efecto en animales será debido a los ambientes deficientes de oxígeno. No se anticipa que tenga efectos adversos sobre las plantas, aparte de la helada producida en presencia de los gases de expansión rápida.

Efecto sobre la vida acuática: Actualmente no se dispone de evidencia sobre el efecto del hidrógeno en la vida acuática.

3.2.2 EFECTOS DEL HIDRÓGENO SOBRE LA SALUD

Efectos de la exposición al hidrógeno: Fuego: Extremadamente inflamable.

Muchas reacciones pueden causar fuego o explosión. Explosión: La mezcla del gas con el aire es explosiva.

Vías de exposición: La sustancia puede ser absorbida por el cuerpo por inhalación. Inhalación: Altas concentraciones de este gas pueden causar un ambiente deficiente de oxígeno.

Las personas que respiran esta atmósfera pueden experimentar síntomas que incluyen dolores de cabeza, pitidos en los oídos, mareos, somnolencia, inconsciencia, náuseas, vómitos y depresión de todos los sentidos. La piel de una víctima puede presentar una coloración azul. Bajo algunas circunstancias se puede producir la muerte.

No se supone que el hidrógeno cause mutagénesis, embriotoxicidad, teratogenicidad o toxicidad reproductiva. Las enfermedades respiratorias pre-existentes pueden ser agravadas por la sobreexposición al hidrógeno. Riesgo de inhalación: Si se producen pérdidas en su contenedor, se alcanza rápidamente una concentración peligrosa.

PELIGROS FÍSICOS: El gas se mezcla bien con el aire, se forman fácilmente mezclas explosivas.

El gas es más ligero que el aire.

PELIGROS QUÍMICOS: El calentamiento puede provocar combustión violenta o explosión. Reacciona violentamente con el aire, oxígeno, halógenos y oxidantes fuertes provocando riesgo de incendio y explosión.

Los catalizadores metálicos, tales como platino y níquel, aumentan enormemente estas reacciones.

El estado del hidrógeno en su forma natural es gaseoso.

El hidrógeno es un elemento químico de aspecto incoloro y pertenece al grupo de los no metales.

3.2.3. USOS DEL HIDRÓGENO

El hidrógeno es un elemento químico con número atómico (1). Por lo general se coloca en la esquina superior izquierda de la tabla periódica. Se utiliza para producir amoníaco utilizado en los productos comunes de limpieza del hogar. El hidrógeno se utiliza como un agente hidrogenante para producir metanol y convertir aceites y grasas no saturada insalubres en aceites y grasas saturadas.

El punto triple del hidrógeno (la temperatura a la que los 3 estados, sólido, líquido y gaseoso están en equilibrio) puede utilizarse para calibrar algunos termómetros. El tritio, un isótopo radioactivo de hidrógeno, se produce en las reacciones nucleares. Se puede utilizar para fabricar bombas de hidrógeno y actúa como una fuente de radiación en pinturas luminosas. En las ciencias biológicas, el tritio se utiliza a veces como un marcador isotópico.

El hidrógeno (ya sea utilizado por sí solo o combinado con nitrógeno) se utiliza en plantas de fabricación de muchos para determinar si hay fugas. También se utiliza para detectar fugas en los envases de alimentos. El hidrógeno se utiliza como refrigerante rotor en generadores eléctricos.

El hidrógeno en estado gaseoso se usa como un gas de protección en la soldadura de hidrógeno atómico. También se usa en la producción de ácido clorhídrico, utilizado ampliamente en las industrias químicas. El gas de hidrógeno se utiliza para reducir muchos minerales metálicos.

Tabla 1. Características Del Hidrogeno.

Símbolo químico	H
Número atómico	1
Grupo	1
Periodo	1
Aspecto	incoloro
Bloque	S
Densidad	0.0899 kg/m ³
Radio medio	25 pm
Radio atómico	53
Radio covalente	37 pm
Radio de van der Waals	120 pm
Configuración electrónica	1s ¹
Electrones por capa	1
Estados de oxidación	1, -1
Óxido	anfótero
Estructura cristalina	hexagonal
Estado	gaseoso
Punto de fusión	14.025 K
Punto de ebullición	20.268 K
Punto de inflamabilidad	255 K
Calor de fusión	0.05868 kJ/mol
Presión de vapor	209 Pa a 23 K
Temperatura crítica	23,97 K
Presión crítica	1,293·10 ⁶ Pa
Volumen molar	22,42×10 ⁻³ m ³ /mol
Electronegatividad	2,2
Calor específico	1,4304·10 ⁴ J/(K·kg)
Conductividad eléctrica	- S/m
Conductividad térmica	0,1815 W/(K·m)

3.3.- EL HIDRÓGENO COMO VECTOR ENERGÉTICO

Según Rifkin, cuando se analiza el rol del petróleo en la sociedad actual, encontramos que el mayor efecto que este tiene sobre la economía mundial, está asociado a su potencial energético asociado a la movilidad, transmitiéndose al resto de la economía a través de la variable de costo de transporte de las cuentas de producción y mercadeo de subproductos derivados.

Es así como se identifica el petróleo como un vector energético siendo la razón para que propuestas alternativas de inversión se queden cortas ante la movilidad, flexibilidad, rapidez y disponibilidad del petróleo, sin tener en cuenta los efectos adversos sobre el medio ambiente o las proyecciones de agotamiento de las reservas mundiales de crudo en el 2037.

El hidrógeno cuenta con las características para convertirse en un vector energético, al posibilitar el almacenamiento de energía eléctrica y cerrar todo el ciclo producción y consumo en torno a una tecnología energética limpia.

En el libro La Economía del Hidrógeno de Jeremy Rifkin, se analizan las grandes revoluciones industriales y el autor identifica su ocurrencia en momentos en que las telecomunicaciones y las fuentes energéticas evolucionan, convergiendo y generando un cambio de paradigma, al respecto, expone el salto en competitividad que represento para Estados Unidos la convergencia del desarrollo del telégrafo y la maquina a vapor, consiguiéndose el desarrollo del ferrocarril a carbón, aspecto en el que el telégrafo jugo un papel muy importante al ser el medio para coordinar las operaciones a grandes distancias (Rifkin, 2002.).

De igual manera con el paso del carbón al petróleo y del telégrafo al teléfono, brindado mayor agilidad, autonomía, practicidad, mayor densidad y complejidad del lenguaje utilizado con el teléfono y mayor complejidad de las maquinas que aprovechaban el petróleo como nuevo combustible.

El aumento de consumo energético y la gran dependencia de los combustibles fósiles debe reconducirse mediante un cambio importante en la gestión energética.

Este cambio debe producirse de una forma progresiva para no provocar una crisis mundial. Lógicamente hay que analizar cuáles son las vías más adecuadas para dar solución a las diferentes demandas energéticas de todos los sectores. En el sector doméstico cada vez tiene un mayor grado de penetración la energía eléctrica. En el sector industrial aún el grado de dependencia de los combustibles fósiles es muy importante lo mismo que en sector del transporte.

Las únicas alternativas de futuro como recursos energéticos primarios son las energías renovables y la energía nuclear. Por tanto las perspectivas de gestión energética para el futuro deben fundamentarse en ellas, aunque cada una de ellas tendrá un planteamiento diferente. Aunque todavía hay factores pendientes por resolver para una utilización rentable del hidrógeno, la tendencia parece indicar que este combustible es uno de los más convenientes para mejorar la eficiencia energética y mejorar la conservación del medio ambiente.

El hidrógeno ayudará a resolver los problemas de almacenamiento y transporte de energía que en el futuro tendrá el uso masivo de renovables, pero además durante un periodo de transición permitirá un uso más eficiente y menos contaminante de los combustibles fósiles. Los estudios además, sugieren que el uso del hidrógeno puede reducir las emisiones, mejorando la calidad del aire y reduciendo la contaminación global del medio ambiente (Rodríguez *et al.*, 2015).

La característica fundamental del hidrógeno es que, aunque no es en sí una fuente energética, es un portador de energía como la electricidad, puesto que toda la energía que puede convertirse en electricidad también puede convertirse en hidrógeno.

De este modo el hidrógeno es un vector energético que complementa perfectamente a la electricidad para almacenar y transportar la energía. Además puede almacenar energía sin que se produzca descarga, mediante el uso de las pilas de combustible alimentadas por hidrógeno, con las que se consigue una alta eficiencia en la generación de electricidad.

La producción del hidrógeno es muy diversa porque puede producirse a partir de una amplia variedad de fuentes de energía tanto tradicionales como renovables. Mayoritariamente en su obtención a escala mundial se ha extraído a partir de combustibles fósiles como el carbón, el gas natural y el petróleo.

También aunque en pequeña escala se obtiene hidrógeno de alta pureza por electrólisis del agua, que se considera la principal fuente de hidrógeno, también existen otros métodos para la separación del agua como la descomposición termo catalítico.

3.4 CELDAS DE COMBUSTIBLE.

Dispositivo electroquímico que convierte en forma directa un químico en energía eléctrica. Su diferencia con respecto a una batería (dispositivo de almacenamiento electroquímico) está basada en la forma de alimentación de los dispositivos, ya que la batería procesa la energía almacenada en los químicos que se encuentran en su interior, mientras que una celda de combustible permite el reabastecimiento continuo mediante el suministro de un químico de una fuente externa (Aguilar, 2012).

Las celdas de combustible poseen el funcionamiento inverso a los electrolizadores. Existen celdas de temperatura baja, media y alta. Las que mayores ventajas ofrecen en cuanto a la eficiencia del proceso de generación de electricidad son las de baja temperatura, que se plantean principalmente para su utilización en el sector del transporte, y las de alta temperatura en aplicaciones estacionarias.

Las celdas de combustible de óxido sólido (SOFC, por sus siglas en inglés) son las que operan a mayores valores de los parámetros termodinámicos y ofrecen ventajas con respecto a otros tipos de celdas por la posibilidad de emplear hidrocarburos ligeros como combustible y alcanzar eficiencias que pueden superar el 70% en sistemas híbridos con cogeneración de calor.

En algunas aplicaciones las celdas electrolíticas y las celdas de combustible de óxido sólido pueden integrarse en un único dispositivo con funcionamiento reversible. En modo electrolizador se suministra electricidad para obtener hidrógeno y oxígeno a partir de vapor, y en modo celda de combustible se suministran estos gases para producir electricidad y vapor como subproducto del proceso (Raciel *et al.*, 2016).

Una celda de combustible es un dispositivo electroquímico cuyo concepto es similar al de una batería. Consiste en la producción de electricidad mediante el uso de químicos, que usualmente son hidrógeno y oxígeno, donde el hidrógeno actúa como elemento combustible, y el oxígeno es obtenido directamente del aire.

Existen algunas desventajas asociadas al uso de membranas poliméricas como separadores en reactores electroquímicos y celdas combustibles de hidrógeno. También pueden ser usados otros tipos de combustibles que contengan hidrógeno en su molécula, tales como el gas metano, metanol, etanol, gasolina o diésel entre otros.

Debido a que la generación de energía eléctrica es directa, la eficiencia que alcanza una celda de combustible puede ser muy elevada, además al no tener partes en movimiento son muy silenciosas. Sumado a todo esto hay que agregar que la celda de combustible no usa la combustión como mecanismo de generación de energía, lo que la hace prácticamente libre de contaminación. Las celdas de combustible individuales pueden combinarse para producir motores más potentes impulsados por ejemplo a hidrógeno (Montoya, 2013).

La producción fermentativa de H₂ puede facilitar la rápida transición de la economía basada en hidrocarburos a una economía basada en el hidrógeno, especialmente en el sector del transporte.

Los vehículos eléctricos de celdas de combustible alimentados con H₂ fermentativo son vehículos de cero emisiones que podrían utilizarse como tecnología de energía verde para afrontar el desafío de las reservas agotadas de combustibles fósiles y la contaminación asociada con los combustibles de transporte convencionales. Además, la atención considerable al H₂ fermentativo también se debe a la fiabilidad del suministro continuo de materia prima, que se genera inevitablemente a partir de las actividades diarias humanas y animales (Akinbomi y Mohammad, 2015).

La creciente población mundial ha tenido un gran efecto en la demanda de energía, la celda de combustible de hidrógeno parece ser una solución prometedora a estos problemas ambientales y energéticos globales, ya que el uso de hidrógeno en las células de combustible produce energía útil con altas eficiencias y genera solamente calor y agua como emisiones.

Hasta ahora la celda de combustible aún es costosa de producir y la energía eléctrica que producen todavía bajo voltaje.

El hidrógeno como combustible todavía tiene algún problema en una producción, porque todavía producen gases de escape nocivos como el CO.

Después de que se genera hidrógeno entonces el hidrógeno debe ser recogido y almacenado, hasta hace poco algunos investigadores todavía están realizando la investigación sobre la mezcla apropiada de materiales como la construcción de materiales para el almacenamiento de hidrógeno, y todavía no se encuentra el método adecuado para el transporte y distribución de hidrógeno, ya que el hidrógeno es explosivo, y el hidrógeno puede causar un número de problemas de corrosión.

Un método ideal para producir hidrógeno con menor cantidad de CO a partir del reformado con vapor de metanol requiere en gran medida un catalizador de alto rendimiento, el cual debe ser altamente activo y selectivo para la producción de hidrógeno y también estable durante un largo período en una operación continua (Shing y Lesmana, 2012).

3.5- RESEÑA HISTÓRICA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La generación de electricidad, en términos generales, consiste en transformar alguna clase de energía, “no eléctrica”, sea esta química, mecánica, térmica, luminosa, etc. en energía eléctrica.

Para la generación industrial de energía eléctrica se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas, las cuales ejecutan alguna de las transformaciones, citadas al principio, de energía “no eléctrica” en energía eléctrica y constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Aunque los griegos habían dado un importante paso hacia el gran descubrimiento de los generadores, hasta el siglo XVII el hombre no inventa la primera máquina para producir electricidad.

En Alemania, Otto Von Guericke construye un sencillo aparato que contenía una gran bola de azufre. Girando la bola con un manubrio y colocando una mano sobre la bola, se cargaba por fricción. A mediados del siglo XIX, se habían inventado muchos generadores por fricción parecidos.

Otros tipos de generadores funcionaban por inducción electrostática, un proceso por el cual un objeto se carga eléctricamente por proximidad de otro objeto ya cargado. Los generadores de inducción funcionan recogiendo cargas inducidas hasta acumular un voltaje elevado. Una de estas máquinas, inventada en 1883 por James Wimshurst, todavía se utiliza en prácticas de laboratorio para generar hasta 5000 voltios, y a veces aún más (Wimshurst james, 2001).

Cuando se habla de energía eléctrica, tenemos que tener en cuenta que existen muchas maneras para poderla producir, en nuestro caso contamos con algunos de los métodos de producción aunque existen muchos más, pero a nivel nacional.

3.5.1 ECONOMÍA DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.

La inversión en la implementación de fuentes alternativas de energía es significativa, y sus riesgos y ventajas a largo plazo no se entienden completamente. Dicha inversión, sin embargo, debe estar justificada por un análisis económico completo.

La complejidad de las estrategias de energía alternativa requiere que los métodos analíticos se centren no sólo en las cuestiones monetarias, sino también en diversos efectos que no pueden expresarse en términos monetarios.

Esta serie de términos dedicados a la economía verde no sólo aporta valiosa información y metodología de investigación a la gestión de la ingeniería, sino que sugirió importantes direcciones futuras para el análisis económico de tecnologías ecológicas como la energía alternativa. Utilizar los criterios tecnológicos, sociales, ambientales y económicos para evaluar la factibilidad de un nuevo sistema energético; Sin embargo, relativamente pocos estudios han realizado ACE completa y sistemática para los principales tipos de energía alternativa (Ruwen *et al.*, 2012).

El modelo energético mundial está tomando un nuevo rumbo debido a la disminución progresiva de las reservas de combustibles fósiles, así como a los requerimientos de conservación del medio ambiente.

Es por eso que la atención de los investigadores se está dirigiendo hacia la búsqueda de nuevas fuentes de energías limpias y renovables. No obstante la importancia de la energía para el desarrollo, tampoco debe olvidarse que la carencia de combustibles fósiles no solo afecta las fuentes de energía, sino también la de materias primas para la obtención de productos químicos de alto valor agregado, de los cuales hoy la sociedad dispone y necesita. Aquí se plantea como alternativa, el uso de la biomasa como fuente de energía y coproductos químicos de alto valor agregado (Lubota *et al.*, 2016).

Esto significa que la tierra hay que verla como fuente de alimentos, agro combustibles y productos químicos, una sinergia extremadamente retadora y también atractiva, en lo que una premisa importante es no destruir lo que la naturaleza ya ha creado.

Esto, incorrectamente presentado y a veces mal ejecutado, ha dado lugar a una contradicción entre el uso de la tierra para alimentos o para biocombustibles u otras formas de energía.

El adecuado uso de la tierra y los recursos naturales vinculados con esta, es un problema trascendental en la solución de la tricotomía alimentación agro combustibles-productos químicos.

Para resolver este problema debe partirse de premisas y conceptos frutos del acervo cultural de la propia humanidad. No puede sacrificarse la alimentación de los pueblos por excesivos gastos de energía y mucho menos por el gasto desmesurado e innecesario realizado por determinados sectores de la sociedad, en detrimento de las necesidades básicas de los sectores más amplios de la misma (Lubota *et al.*, 2016).

3.6. FUENTES DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS

El avance de las alternativas energéticas comienza a dar resultados concretos Para des carbonizar el planeta. Genéricamente, se denomina energía alternativa, o más propiamente fuentes de energía alternativas, a aquellas fuentes de energía planteadas como alternativa a las tradicionales o clásicas (Hidalgo, 2015).

No obstante, no existe consenso respecto a qué tecnologías están englobadas en este concepto, y la definición de "energía alternativa" difiere según los distintos autores: en las definiciones más restrictivas, energía alternativa sería equivalente al concepto de energía renovable o energía verde, mientras que las definiciones más amplias consideran energías alternativas a todas las fuentes de energía que no implican la quema de combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo); en estas definiciones, además de las renovables, están incluidas la energía nuclear o incluso la hidroeléctrica (Isaza, 2015).

Por otra parte, la quema de estos combustibles libera a la atmósfera grandes cantidades de CO₂, que ha sido acusado de ser la causa principal del calentamiento global. Por estos motivos, se estudian distintas opciones para sustituir la quema de combustibles fósiles por otras fuentes de energía carentes de estos problemas (Páramo, 2017).

3.6.1.-las energías alternativas se dividen en dos grandes grupos:

- Fuentes de energía renovables (eólica, solar, biomasa, etc.)
- Energía nuclear.

No todos coinciden en clasificar la energía nuclear dentro de las energías alternativas, pues al igual que los combustibles fósiles, se trata de un recurso finito, y además presenta problemas medioambientales importantes, como la gestión de los residuos radiactivos o la posibilidad de un accidente nuclear.

Sin embargo, la reducida emisión de CO₂ de esta tecnología, y la todavía insuficiente capacidad de las energías renovables para sustituir completamente a los combustibles fósiles, hacen de la energía nuclear una alternativa sujeta a fuerte polémica.

A medida que una sociedad es más desarrollada consume más energía. Pero la energía que se obtiene del carbón, del petróleo y del gas no se renueva y se va agotando año tras año. Lo inteligente es ir aprovechando otras fuentes de energía que están a nuestro lado: viento, sol, residuos, etc. las cuales son renovables año tras año, no se agotan y además no contaminan el ambiente, lo que significa una doble ventaja para los ciudadanos (Jara, 2006).

3.6.1 ENERGÍAS RENOVABLES:

SOLAR – HIDRÁULICA – EÓLICA – BIOMASA – MAREOMOTRIZ
– ENERGÍA DE LAS OLAS – GEOTÉRMICA

3.6.2 ENERGÍAS NO RENOVABLES:

CARBÓN – PETRÓLEO – GAS NATURAL

El consumo de energía es necesario para el desarrollo económico y social. Entonces, ¿por qué es necesario utilizar fuentes energéticas diferentes de las tradicionales? Ante esta pregunta se pueden enumerar diversas razones, por ejemplo:

- Las energías no renovables se van agotando.
- Pueden producir impactos negativos en el medio ambiente.
- No aseguran el abastecimiento energético desde el exterior.

3.7 DEFINICIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES.

Las energías renovables proceden del sol, del viento, del agua de los ríos, del mar, del interior de la tierra, y de los residuos. Hoy por hoy, constituyen un complemento a las energías convencionales fósiles (carbón, petróleo, gas natural) cuyo consumo actual, cada vez más elevado, está provocando el agotamiento de los recursos y graves problemas ambientales.

Se conocen como Energías Renovables aquellas que se producen de forma continua y que son inagotables a escala humana. Son además, fuentes de abastecimiento energético respetuosas con el medio ambiente.

Existen diferentes fuentes de energía renovables, dependiendo de los recursos naturales utilizados para la generación de energía. Las energías renovables se caracterizan porque, en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil, no se consumen ni se agotan en una escala humana de tiempo (Hidalgo, 2015).

Entre estas fuentes están: la hidráulica, la solar (térmica y fotovoltaica), la eólica y la de los océanos. Además, dependiendo de su forma de explotación, también pueden ser catalogadas como renovables aquellas provenientes de la biomasa y de fuentes geotérmicas.

Entendemos como energía renovable aquella cuya fuente de obtención se renueva constantemente, frente a las energías no renovables que no se renuevan o que tienen unos períodos de renovación muy largos (Vargas, 2006).

Su lento desarrollo se debe principalmente a la estacionalidad de su utilización y al alto grado de estudios requeridos, tanto para implementarlas como para almacenarlas, lo que se traduce en la práctica que satisfagan un porcentaje bajo (alrededor del 10%) de los requerimientos energéticos mundiales.

3.7.1 ENERGÍA SOLAR.

El Sol se formó hace 4,650 millones de años y tiene combustible para 5,500 millones más. Se calcula que entre 2040 y 2050 la energía solar inicie una carrera ascendente, al punto de llegar a significar el sesenta por ciento de la matriz global hacia el año 2100, mientras que el petróleo se reducirá a una porción cercana al 6,2 por ciento. El sol es la mayor fuente de energía electromagnética de nuestro sistema planetario es básica para la creación de toda materia orgánica a través de la fotosíntesis (transformación de energía luminosa en energía química), de tal manera que no sólo se obtengan los alimentos y el combustible, también se determinen las condiciones meteorológicas y temperatura de la atmósfera (Pertz, 2012).

La proyección de luz de esta estrella ha sido aprovechada desde tiempos remotos. Desde la Edad Media, la radiación solar ha estado implícita en la obtención de otras fuentes de energía, como la eólica (viento) e hidráulica (agua).

Luego de la Revolución Industrial (mitad del siglo XVIII) la explotación de los combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural, etc.) ha sido tal que en algún momento estos recursos terminarán por agotarse, por lo que los países de primer mundo o en vías de desarrollo, como Estados Unidos, Japón, Alemania y México, así como los más pobres, entre ellos India y Arabia Saudita, se han visto en la necesidad de buscar paulatinamente nuevas energías que sean renovables (Hidalgo, 2015).

México se encuentra dentro de este porcentaje con un 85%, por lo que considerando sus recursos en carbón, gas natural e incluso uranio como fuente de energía nuclear, se tiene un estimado en medios para los próximos 50 años. Aun continuando con el petróleo, se estipula que las reservas de este hidrocarburo sólo durarán los próximos 150 años, antes de que el país padezca una inseguridad energética (Pertz, 2012).

3.7.1.1- IMPORTANCIA AMBIENTAL.

El reconocimiento del deterioro ambiental y los desastres naturales que se asocian a alteraciones climáticas son dos aspectos que están en la base de muchas de las decisiones económicas e institucionales relevantes en materia de generación de energía.

El tema del futuro de la generación de energía eléctrica, particularmente la asociada a procesos alternativos al uso de petróleo, tiene importancia global, tanto por las consideraciones de impacto medioambiental como por el agotamiento futuro de las fuentes fósiles (Correa, 2017).

El uso de fuentes alternativas para generar energía es un sector productivo de gran expansión mundial ya que ofrece numerosas aplicaciones. Como se comentó, la energía solar ha resultado ser una actividad manufacturera de intensa competencia corporativa global.

A nivel mundial las corporaciones y países tienen enormes proyectos de inversión y negocios asociados a los objetivos de generar energía más amigable al medio ambiente, además de amigables a los negocios y al consumo generalizado de mercancías sofisticadas desde aviones y autos eléctricos, hasta calentadores de uso doméstico, donde las celdas y paneles solares se han convertido en un nuevo campo de disputas comerciales, convirtiéndose en objeto de varias investigaciones por comercio desleal y medidas compensatorias entre empresas en distintos países (Correa, 2017).

Entre el 80 y 90% de la energía que actualmente se consume a nivel mundial sigue procediendo de combustibles fósiles. Afortunadamente en México la implementación de otras alternativas como la solar es una solución que ya se aplica.

3.7.1.2- LA RADIACIÓN QUE EMITE NUESTRO ASTRO REY PUEDE SER CAPTADA DE DOS MANERAS:

a)- ENERGÍA FOTOVOLTAICA:

Se obtiene empleando celdas solares conectadas a una controladora de carga que, con base en el efecto de captación de luz solar (la proporción visible que nos permite apreciar los objetos durante el día), concentra la energía para emplearla de manera directa o modificarla en corriente eléctrica (Machado *et al.*, 2015).

b)- ENERGÍA TÉRMICA:

Se origina captando la porción de los rayos infrarrojos del Sol (que no se aprecian a simple vista) para calentar un líquido como el agua, factible de utilizarse en baños, cocinas o albercas. Dicho calentamiento puede ser de tal magnitud que el agua se convierta en vapor y active mecanismos como una turbina produciendo energía eléctrica.

c)- ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.

Corría el año 1839 cuando se observó por primera vez el efecto fotovoltaico, consistente en la producción de electricidad gracias a un material que absorba la luz solar. En 1885, Charles Fritts construyó el primer módulo fotoeléctrico al extender una capa de selenio sobre un soporte metálico y recubrirla con una fina capa de oro. Y en 1941 se construyó la primera célula fotoeléctrica con silicio, material que se emplea en la actualidad (Pep, 2015).

Las primeras aplicaciones importantes, tras algunas implantaciones en zonas aisladas de la red eléctrica convencional, se produjeron en la industria espacial en la década de 1960: alimentar de energía los satélites artificiales. A mediados de la década siguiente, volvieron a investigarse sus aplicaciones en tierra firme.

Hoy en día, la solar fotovoltaica tiene un futuro muy prometedor y ya es competitiva para electrificar emplazamientos relativamente alejados de las líneas eléctricas como, por ejemplo, viviendas rurales, bombeo de agua, señalización, alumbrado público, equipos de emergencia, etcétera (Censolar y Appa., 2015).

3.7.1.3 FUNCIONAMIENTO

Una instalación fotovoltaica aislada está formada por los equipos destinados a producir, regular, acumular y transformar la energía eléctrica. Son los siguientes:

A) CELDAS FOTOVOLTAICAS: es dónde se produce la conversión fotovoltaica, las más empleadas son las realizadas con silicio cristalino. La incidencia de la radiación luminosa sobre la célula crea una diferencia de potencial y una corriente aprovechable (Machado *et al.*, 2015).

B) PLACAS FOTOVOLTAICAS: son un conjunto de células fotovoltaicas conectadas entre sí. Estas células están encapsuladas para formar un conjunto estanco y resistente.

C) EL REGULADOR: tiene por función regular la carga y la descarga de las baterías y eventualmente protegerlas de una sobrecarga excesiva.

D) BATERÍAS: son el almacén de la energía eléctrica generada. En este tipo de aplicaciones normalmente se utilizan baterías estacionarias, que no sólo permiten disponer de electricidad durante la noche y en los momentos de baja insolación sino para varios días.

3.7.2- ENERGÍA HIDRÁULICA

La energía del agua en movimiento, en ríos u otros cauces es muy antigua, se remonta a épocas anteriores a la era cristiana, donde su principal uso era la molienda de granos, martillos para trabajos metalúrgicos o transporte de mercancías mediante barcazas. Lo anterior contribuyó al desarrollo económico e industrial de muchos países, desde la Edad Media hasta la Revolución Industrial. La utilización de la energía hidráulica para generación de electricidad se inició hace más de un siglo.

En un curso de agua, la energía que ésta posee y puede entregar para otros usos, se compone de un salto (energía potencial respecto de un nivel de referencia) y un caudal (energía de movimiento o cinética). En la medida que el agua situada en una posición pierde altura, gana velocidad.

La disminución de la energía potencial se transforma en energía cinética, salvo las pérdidas debido a los rozamientos en los conductos. El agua, con su potencia hidráulica disponible, pasa por una turbina, la cual la transforma en potencia mecánica y ésta a través de un generador, es transformada en potencia eléctrica. Desde ahí pasa a los transformadores, para luego iniciar su viaje a los centros de consumo (Vargas, 2006).

3.7.2.1 HISTORIA.

Hace más de cien años, esa energía, que hasta entonces se usaba fundamentalmente para moler el trigo, comenzó a emplearse en la generación de electricidad. De hecho, fue hasta mitad del siglo XX la principal fuente de que se sirvió el hombre para producirla a gran escala. El agua es elemento central de la naturaleza, de nuestra vida. El agua que, dentro del círculo hidrológico, fluye por los ríos al descender de un nivel superior a un nivel inferior genera una energía cinética que el hombre lleva siglos aprovechando.

3.7.2.2- EXISTEN FUNDAMENTALMENTE DOS TIPOS DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS:

A)- Centrales de agua fluyente, son aquellos aprovechamientos que mediante una obra de toma, captan una parte del caudal circulante por el río y lo conducen hacia la central para ser turbinado. Después, este caudal es devuelto al cauce del río. Estas centrales se caracterizan por tener un salto útil prácticamente constante, y un caudal turbinado muy variable, dependiendo de la hidrología. Por tanto, en este tipo de aprovechamiento, la potencia instalada está directamente relacionada con el caudal que pasa por el río (Ramírez *et al.*, 2013).

B)- Centrales de pie de presa, son aquellas situadas aguas abajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros fines como abastecimiento de agua a poblaciones o riego, susceptibles de producir energía eléctrica, ya que no consumen volumen de agua. Tienen la ventaja de almacenar la energía (el agua) y poder emplearla en los momentos en que más se necesiten. Normalmente son las que regulan la capacidad del sistema eléctrico y con las que se logra de mejor forma el balance consumo/producción (Ramírez *et al.*, 2013).

Las centrales hidroeléctricas funcionan convirtiendo la energía cinética y potencial de una masa de agua al pasar por un salto en energía eléctrica. El agua mueve una turbina cuyo movimiento de rotación es transferido mediante un eje a un generador de electricidad.

En las centrales de agua fluyente el esquema básico de las mismas suele contar con todos o algunos de los siguientes elementos: un azud o presa de derivación, que desvía parte del caudal a través de un canal o tubería hacia una cámara de carga; desde ésta parte una tubería forzada que conduce el agua hasta la turbina (Censolar y Appa., 2015). Ésta se encuentra en el edificio de la central junto con el generador eléctrico y los elementos auxiliares. Por último, un canal de descarga devuelve el agua al cauce del río.

3.7.3.- ENERGÍA EÓLICA.

El aprovechamiento de la energía del viento el ser humano forma parte de las primeras civilizaciones. La navegación a vela y los molinos para la molienda de grano son algunas aplicaciones pretéritas. En épocas más recientes, fueron útiles para otros fines, como es el caso de Holanda, donde gracias a los molinos de viento se bombeó el agua que permitió ganarle terreno al mar y donde hoy vive una parte importante de la población de ese país.

El uso de la energía del viento tiene una historia de cientos de años y sus aplicaciones se ven reflejadas en la agricultura, molienda de granos, bombeo de agua y producción de electricidad. Desde los años setenta, esta tecnología inició un importante desarrollo, comenzó como experimental, hasta ser la fuente de energía renovable de más rápido crecimiento en el mundo.

Hoy en día la conversión de energía eólica en energía eléctrica mediante turbinas eólicas puede ser considerada como la opción más prometedora para reemplazar una parte significativa del consumo eléctrico mundial suministrado por fuentes de energía convencionales (Coral *et al.*, 2014.).

La energía cinética del viento puede transformarse en energía útil, tanto mecánica como eléctrica. La energía eólica, transformada en energía mecánica ha sido históricamente aprovechada, pero su uso para la generación de energía eléctrica es más reciente.

Existen aplicaciones de mayor escala desde mediados de los `70 en respuesta a la crisis del petróleo y a los impactos ambientales derivados del uso de combustibles fósiles.

Desde hace un poco más de un par de décadas se ha utilizado la energía eólica como fuente de generación eléctrica. Primero en Estados Unidos, aprovechando ventajas fiscales (gobierno de Carter), la especial receptividad de California a este tipo de energía y la existencia de vientos regulares, se instalaron numerosos aerogeneradores conectados a las redes eléctricas (Jara, 2006).

Luego siguió la Unión Europea, la cual hoy se alza como el primer productor de electricidad de origen eólico. Por otro lado, en la India ha habido un fuerte desarrollo en los últimos años. A nivel mundial, el uso de la energía eólica ha crecido aceleradamente

Evita la emisión de 6.120.000 toneladas/año de CO₂. Sustituye 760.000 Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP). Genera electricidad para 1.700.000 de familias. Las turbinas eólicas tienen como función principal convertir de la manera más eficiente la energía del viento en energía eléctrica.

3.7.3.1 - HISTORIA.

El aprovechamiento del viento para generar energía es casi tan antiguo como la civilización. La primera y la más sencilla aplicación fue la de las velas para la navegación. Hace dos mil quinientos años ya podemos encontrar referencias escritas de la existencia de molinos en la antigua Persia. Durante veinticinco siglos, para moler el grano o para bombear agua, el viento ha movido las aspas de los molinos.

En el Siglo XX el hombre comienza a utilizar la energía eólica para producir electricidad pero en principio sólo para autoabastecimiento de pequeñas instalaciones. En la década de los noventa comienza el desarrollo de esta energía cuando se toma conciencia de la necesidad de modificar el modelo energético basado en los combustibles fósiles y la energía nuclear, por los problemas que estos causan al medio ambiente (Censolar y Appa., 2015).

En los últimos diez años del Siglo XX y, gracias a un desarrollo tecnológico y a un incremento de su competitividad en términos económicos, la energía eólica ha pasado de ser una utopía marginal a una realidad que se consolida como alternativa futura y, de momento complementaria, a las fuentes contaminantes.

México se encuentra en ese grupo de países con locaciones idóneas para la explotación eólica en gran escala. Los primeros estudios serios de alcance nacional para valorar las cualidades y distribución de los vientos en el territorio mexicano se realizaron en 1980. Desde entonces sobresalió la región sur del istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, donde la velocidad media anual de los vientos excede 10 m/s, siendo que en promedio en el mundo se aprovechan vientos de 6.5 m/s para la generación de energía (Juárez y León, 2014).

Los vientos en el istmo de Tehuantepec son además relativamente estables, un porcentaje alto de horas por año, de ahí que su potencial energético sea considerado como *excelente*. Las características topográficas del istmo de Tehuantepec son igualmente favorables para la instalación de centrales Eolo eléctricas. Todo ello lo distingue como uno de los sitios más atractivos en el mundo para la explotación eólica en escala comercial.

La construcción de centrales eólicas en el istmo de Tehuantepec es liderada por empresas privadas, fundamentalmente extranjeras. Los intereses de estas empresas frecuentemente chocan con los de las comunidades locales donde se pretenden erigir los proyectos. Ello se refleja en el descontento social creciente ante el despliegue masivo de aerogeneradores, luego de constatar que el desarrollo eólico no ha beneficiado en la medida esperada a los pobladores locales (Juárez y León, 2014).

3.7.4.- BIOMASA.

Biomasa, abreviatura de masa biológica, cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico. Este término es utilizado con mayor frecuencia para referirse a la energía de biomasa, es decir, al combustible energético que se obtiene directa o indirectamente de recursos biológicos (CABRERA *et al.*, 2013).

La energía de biomasa que procede de la madera, residuos agrícolas y estiércol, continúa siendo la fuente principal de energía de las zonas en desarrollo. En algunos casos también es el recurso económico más importante, como en Brasil, donde la caña de azúcar se transforma en etanol, y en la provincia de Sichuan, en China, donde se obtiene gas a partir de estiércol.

Los combustibles derivados de la biomasa abarcan varias formas diferentes, entre ellas los combustibles de alcohol, el estiércol y la leña. La leña y el estiércol siguen siendo combustibles importantes en algunos países en vías de desarrollo, y los elevados precios del petróleo han hecho que los países industrializados vuelvan a interesarse por la leña (Vargas, 2006).

Los científicos están dedicando cada vez más atención a la explotación de plantas energéticas, aunque existe cierta preocupación de que si se recurre a gran escala a la agricultura para obtener energía podrían subir los precios de los alimentos (Jara, 2006).

El principal fenómeno que afecta la captación lumínica por parte de la biomasa es que las células que se encuentran más cercanas a la pared iluminada del FBR provocan que la luz llegue progresivamente atenuada a las que se encuentran en el interior del recipiente, efecto que se intensifica con el aumento de la concentración (Rost *et al.*, 2017).

3.7.4.1- EL BIOGAS.

El ser humano tiene la tradicional virtud de producir desperdicios, por lo que se ha generado un impulso para aprovechar la energía que tiene la masa de residuos (BIOMASA).

El Biogás conocido como "Gas de los Pantanos" es producido por la fermentación anaeróbica (sin oxígeno) de residuos orgánicos e inorgánicos(Vargas, 2006).

Mezclados con agua y depositados en un recipiente cerrado e impermeable (Biodigestor) a temperaturas entre los 20 y 30 grados centígrados, se descomponen debido a las bacterias anaeróbicas.

Las primeras experiencias se hicieron a principios de siglo, evitando la polución que produce la eliminación por incineración y, además motivadas por las dificultades que produjeron las guerras en el suministro de combustibles.

La mayor cantidad de Biodigestores, se construyeron en establos y granjas avícolas.

3.7.4.2- ETAPAS.

Para obtener biogás se presentan tres etapas principales: Hidrólisis, Fase Ácida y Fase Hidrogenada. Al finalizar las cuales se obtienen un gas y un líquido.

El GAS contiene un 55-70%de Metano, 30-40%de Dióxido de Carbono e Hidrógeno 1-3%2-5 % de otros Gases (Censolar y Appa., 2015).

El LÍQUIDO conocido como BIOFERTILIZANTE (inodoro) contiene 20%de proteínas, un 14% más de Nitrógeno y 20 % más de Potasio que igual mezcla de residuos procesados aeróbicamente, y con PH (acidez) de 7,5.

Otra característica de la biodigestión es que el 99% de los parásitos (Amebas, Colis) mueren en el proceso. No sólo resuelve problemas de saneamiento sino que además produce combustible y un fertilizante que posibilita la independencia energética de la propiedad rural.

El proceso digestivo se completa entre los 30 y 40 días produciéndose la mayor cantidad de BIOGAS (Censolar y Appa., 2015).

3.7.4.3 EL BIOGAS PARA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

El biogás puede ser utilizado como combustible para motores diésel y a gasolina, a partir de los cuales se puede producir energía eléctrica por medio de un generador.

En el caso de los motores diésel, el biogás puede reemplazar hasta el 80% del combustible, la baja capacidad de ignición del biogás no permite reemplazar la totalidad en este tipo de motores que carecen de bujía para la combustión.

Aunque en los motores de gasolina el biogás puede reemplazar la totalidad del mismo.

3.7.5.- ENERGÍA DE LAS MAREAS (MAREOMOTRIZ)

La inmensa mayoría de los ingenios orientados a explotar la energía de las olas y las mareas –energía mareomotriz– son prototipos en fase pre comercial y algunos están operativos desde los años 60 (Censolar y Appa., 2015).

Las mareas deben entenderse como un fenómeno oceanográfico, resultado de la interacción de la Luna y el Sol sobre la Tierra. También las mareas están influenciadas por la actividad de otros astros y la densidad del agua de mar, entre otros factores, que provocan la variación del nivel de mares y océanos y traen aparejado oleaje.

El comportamiento de las mareas es variado, aunque presenta periodicidad. En la mayoría de las costas se dan dos mareas al día, y en otras aparece sólo una al día.

En otros sitios se observan las llamadas corrientes u olas de mareas, que son movimientos horizontales del agua que se observan en mares, estuarios y fiordos producidos por la propia marea. Donde se presenta este fenómeno no se advierte pleamar y bajamar, sino flujo y reflujo, según si las mareas entran o salen (Bezerra *et al.*, 2011).

Cuando aquí se habla de marea, el parámetro predominante que se asocia a la misma es la altura, y cuando se alude al flujo y reflujo es el movimiento del mar entrando y saliendo de la costa.

Pará generar energía eléctrica a partir de las mareas se requiere construir un dique que almacena agua convirtiendo la energía potencial de ésta en electricidad por medio de una turbina, igual que en el caso de las centrales hidráulicas. La energía producida es proporcional a la cantidad del agua desalojada y a la diferencia de altura existente (Jara, 2006).

3.7.5.1- HISTORIA.

La energía mareomotriz es generada a partir de gradientes térmicos, para aprovecharla se utiliza unos mecanismos especializados, llamados moderadores térmicos mediante el cual se obtiene vapor, se usa para mover una turbina que activa un generador de electricidad.

Desde 1581 hasta 1822, en Londres, capital de Inglaterra, funcionó, sobre el río Támesis, una gran rueda movida por la marea, que permitía bombear el agua hasta el centro de la ciudad. Modernamente, en el estuario del río Rance, en Francia y en Kislaya, URSS, existen sendas centrales mareomotrices. La potencia instalada en la central f d 250MW

3.8- ELECTRICIDAD.

La materia está compuesta por un conjunto de partículas elementales: electrones, protones y neutrones. Cuando un átomo tiene el mismo número de protones (cargas positivas) que de electrones (cargas negativas) es eléctricamente neutro. Es decir, la electricidad no se manifiesta, ya que las cargas de diferente signo se neutralizan. Los electrones de las capas más alejadas del núcleo, sobre todo de los átomos metálicos, tienen cierta facilidad para desprenderse.

Cuando un átomo pierde electrones queda cargado positivamente y si, por el contrario, captura electrones, entonces queda cargado negativamente. Este es el principio por el que algunos cuerpos adquieren carga negativa (hay más electrones que protones) o adquieren carga positiva (hay más protones que electrones).

Un cuerpo con carga negativa tiene predisposición a ceder electrones y un cuerpo con carga positiva tiene tendencia a capturarlos. Por lo tanto, cuando se comunican dos cuerpos con cargas eléctricas distintas, mediante un material conductor de la electricidad, fluye una corriente eléctrica que no es otra cosa que la circulación de electrones.

Por lo tanto, la corriente eléctrica circula desde el cuerpo cargado negativamente hacia el cuerpo positivo (Daniel, 2013).

La electricidad es la forma secundaria de energía más limpia que ha descubierto el ser humano, pero presenta importantes dificultades para su almacenamiento ya que requiere de la construcción de grandes obras de infraestructura, como es el caso de las hidroeléctricas en donde se almacena energía eléctrica potencial; o el uso de sustancias de difícil manejo o desecho, como es el caso de la energía nuclear o el almacenamiento en baterías de relativa poca capacidad y de composición medioambientalmente insostenible.

Los LED son fuentes lumínicas creadas entre 1950 y 1960 cuyo uso en el clareamiento dental surgió después de la proposición hecha por Mills para la utilización de led azules en la foto polimerización de las resinas (Velásquez y Abanto, 2013).

3.8.1.- PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD.

Los fundamentos físicos de la electricidad se explican a partir del modelo atómico. Para que se produzca una corriente eléctrica es necesario que exista una diferencia de potencial o tensión eléctrica entre dos puntos (Isaza y Botero, 2014).

Dicha diferencia se puede conseguir por distintos procedimientos, aunque a nivel industrial, las forma más empleadas son:

–A) POR INDUCCIÓN.

Si se desplaza un conductor eléctrico en el interior de un campo magnético, aparece una diferencia de potencial en los extremos del mismo. Los generadores industriales de electricidad están basados en esta propiedad electromagnética.

–B) POR ACCIÓN DE LA LUZ.

Al incidir la luz sobre ciertos materiales aparece un flujo de corriente de cierta importancia. Las células fotovoltaicas aprovechan esta energía, tal como se ha visto en temas anteriores.

3.9 LA ENERGIA ELECTRICA.

En una de las formas de manifestarse la energía. Tiene como cualidades la docilidad en su control, la fácil y limpia transformación de energía en trabajo, y el rápido y eficaz transporte, son las cualidades que permiten a la electricidad ser "casi" la energía perfecta. El gran problema de la electricidad es su dificultad para almacenarla. Si en estos momentos se pudiera condensar el fluido eléctrico con la misma facilidad con lo que se almacena cualquier otro fluido energético, por ejemplo la gasolina, estaríamos ante una de las mayores revoluciones tecnológicas de nuestro tiempo.

Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos (cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico) y obtener trabajo. La energía eléctrica se manifiesta como corriente eléctrica, es decir, como el movimiento de cargas eléctricas negativas, o electrones, a través de un cable conductor metálico como consecuencia de la diferencia de potencial que un generador esté aplicando en sus extremos.

La energía eléctrica es una forma de energía de transición (ni primaria ni final) extremadamente difundida actualmente y cómoda debido a sus posibilidades de conversión (calefacción, iluminación, energía mecánica, etc.) y de transporte. Proviene, en general, de la conversión, en centrales, de energía mecánica por medio de generadores (o alternadores) (Quintero, 2015.).

El aprovechamiento de la energía está ligado, en efecto, al desarrollo humano. La unión de la humanidad con la energía empezó seguramente con el dominio del fuego. Hoy en día sin embargo existe una complejidad creciente en los temas energéticos. La energía eléctrica es la forma de energía más utilizada. Gracias a la flexibilidad en la generación y transporte, se ha convertido para la industria en la forma más extendida de consumo de energía.

IV.- MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1 Localización del Experimento.

El presente trabajo se realizó durante el ciclo de invierno 2016 – primavera del 2017, en el laboratorio de ingeniería en procesos ambientales (I), ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, unidad laguna (UAAAN-UL). Ubicada en el periférico Raúl López Sánchez, sin. Núm., Colonia Valle Verde en la Ciudad de Torreón Coahuila.

4.1.1- Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se localiza entre los paralelos ($25^{\circ} 05'$ y $26^{\circ} 54'$ N) y los meridianos ($101^{\circ} 40'$ y $104^{\circ} 45'$ O) teniendo una altitud de 1,139 m sobre el nivel del mar, en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de Chihuahua y al sur con el estado de Zacatecas.

4.1.2- Localización geográfica.

El municipio de torreón Coahuila se ubica al norte de México, en el estado de Coahuila; específicamente en la parte oeste del sur de este estado nortero. Limita al norte y al este con el municipio de matamoros; al sur y al oeste con el estado de Durango. Se localiza a una distancia aproximada de 265 kilómetros de la ciudad de saltillo, capital del estado. Geográficamente está en las coordenadas $103^{\circ} 26' 33''$ de longitud W con la relación al meridiano de Greenwich y $25^{\circ} 32' 40''$ de latitud N, a una altura promedio en la parte plana de 1,120 metros a nivel del mar. El municipio de torreón cuenta con una superficie de 1,947.70 kilómetros cuadrados, que representan el 1.29 % del total de la superficie del estado de Coahuila

4.2- MATERIALES.

Para la obtención del hidrogeno a partir de las muestras de orina mediante la aplicación de corriente eléctrica en una celda electrolítica, se emplearon los siguientes materiales.

Para la construcción de la celda electrolítica y elaboración del proyecto, se utilizaron los siguientes materiales para su construcción.

-A) Construcción de la celda electrolítica.

- . Un cargador de 19 volts.
- .30 cm de cable de cobre de 5 mm. De grosor.
- .40 cm de manguera flexible de ¼ de pulgada de diámetro.
- .15 cm de grafito extraído de un lápiz.
- . Nieve seca utilizada para sostener dos tubos de ensaye.
- . 2 Tubos de ensaye.
- . Un amperímetro.
- . Pegamento instantáneo.
- . Un vaso precipitado de 1000 ml.

B) Para la elaboración de proyecto se utilizaron los siguientes materiales.

- Un cargador de 19 volts.
- Un panel solar.
- Celda electrolítica.
- Una jeringa.
- Celda de combustible.
- Dos cilindros de 30 ml.
- 1 probeta.
- 4 mangueras 2 de 20 cm y 2 de 10 cm.
- Terminal con luces led.
- Cables con terminales positivo y negativo.
- Guantes de nitrilo.
- Cubre bocas.
- Multímetro.

4.3- PROCEDIMIENTO.

Tras la recolección de las muestras de orina, se procedió a vaciar la orina en la celda electrolítica, donde se realizó el proceso de la electrolisis para la separación del hidrogeno de la orina, para posteriormente usar el hidrogeno como combustible.

Una vez depositada la orina en la celda electrolítica, se hizo pasar corriente electrica a voltaje constante. Para ello Se conectó un cargador de 19 volts, Para alimentar el ánodo y cátodo donde ahí se llevó a cabo el proceso de la electrolisis, el hidrogeno aparece en el cátodo (el electrodo con carga negativa.) y el oxígeno aparece en el ánodo (el electrodo con carga positiva), se considera que la celda electrolítica es capaz de separar el hidrogeno presente en la orina.

Además de la celda electrolítica, se requirió del empleo de una celda de combustible para el almacenamiento del hidrogeno generado. Para el desarrollo de este paso fue necesario la utilización de dos vaso de precipitado con orina, cada uno de ellos conteniendo 30 ml de la muestra de orina. En los vasos de precipitado se obtendrá el oxígeno y el hidrogeno respectivamente, estos vasos alimentan la celda de combustible.

También se requirió de conectar un panel solar a la celda de combustible, estos para darle una fuente de energía que hiciera el proceso de electrolización. Posteriormente se desconectó la manguera del vaso con hidrogeno y se conectó una manguera proveniente de la celda electrolítica, para la obtención del hidrogeno en gas, obtenido en la celda electrolítica.

A la celda de combustible se conecta, en un extremos los cables de corriente de energía y en el otro extremo, estos cables se conectan al módulo de luces led. Lo anterior con la finalidad de comprobar la obtención del hidrogeno por el proceso de electrolisis. Si el módulo de luces led enciende, se puede comprobar que se hubo obtención del hidrogeno mediante el proceso de electrolisis a partir de orina.

V.- RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos y a la metodología empleada en este proyecto, se puede concluir, lo siguiente:

Con la aplicación de corriente eléctrica a través de terminales denominadas ánodos y cátodos, empleando un celda electrolítica, se puede determinar que la aplicación de esta metodología da como resultado la obtención de hidrogeno, ya que al momento de hacer la comprobación mediante el encendido de luces led, sin el uso de otro tipo de energía, únicamente tomando el hidrógeno almacenado en la celda de combustible, se pudo observar que las luces led encienden, por lo que se puede concluir que si se obtuvo hidrogeno a partir del uso de orina humana y que el hidrogeno obtenido puede ser empleado como energía alterna.

Por otro lado, se midió el voltaje generado, dicha mediciones dieron como resultado, lo siguiente: La celda de combustible o también llamada pila de combustible, produce una corriente inicial de 1.45 volts, y una corriente final de 0.66 volts. Durante una hora, utilizando un litro de orina. El voltaje generado se mide mediante un equipo denominado voltímetro.

Michael Faraday. Fue un físico y químico, británico. Que estudio el electromagnetismo y la electroquímica, sus principales descubrimientos incluyen la inducción electromagnética, magnetismo y la electrolisis. La reacción de electrolisis se refiere a la descomposición que se lleva a cabo cuando se hace pasar una corriente directa por un compuesto o una solución iónica., en la electrolisis los iones positivos se desplazan hacia el cátodo y los iones negativos hacia el ánodo, la reducción se lleva a cabo en el cátodo y la oxidación en el ánodo.

VI.- DISCUSIÓN.

Se puede deducir que el hidrogeno por sí solo no es la solución al problema energético, precisamente porque no es una fuente de energía, sino un portador de la misma. Por tanto, aunque el sistema de conversión final sea muy eficiente (pila de combustible) es preciso considerar todo el ciclo de vida, siendo consciente de que los consumos energéticos tanto en la propia obtención como en el acondicionamiento para el almacenamiento pueden ser muy elevados.

Si el hidrogeno se produce de forma racional, a partir de energías renovables, puede constituir una buena contribución a la solución del problema energético, Con el precio del crudo en máximos históricos y los efectos del calentamiento global mostrándose de forma cada vez más palpable en el planeta, la necesidad de una alternativa al consumo masivo de combustibles fósiles se hace cada vez más necesaria, en definitiva, la implantación de la llamada economía del hidrogeno se perfila como una realidad ineludible en los próximos años.

De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que en el agua se tarda el proceso de electrolisis, a esta se solución se le agrego bicarbonato de sodio para separar el oxígeno y el hidrogeno del agua,

En el proceso de la electrolisis con orina se observó que el proceso es más rápido y eficiente, no se necesitó de agregar ni una solución para separar el hidrogeno.

VII.- CONCLUSIONES

La investigación y desarrollo de un producto sustituto del vector energético actual basado en la combustión exclusivamente, y con la aplicación de energías limpias en los medios de transporte, podría dejar al país de nuevo en un estado de dependencia tecnológica y perder su posibilidad de aprovechar esta época previa al desarrollo, participando del periodo de investigación, crecer con él y obtener créditos provenientes de la explotación de la curva de aprendizaje, como meta a largo plazo.

También es importante destacar el papel de los organismos internacionales como dinamizadores de este tipo de iniciativas de innovación, ya que al contribuir con la implementación de proyectos en países en desarrollo, contribuyen con la diversificación del producto nacional de los países apoyados y también repercuten en la calidad de vida de la población, por las vías del empleo y de la disminución del impacto ambiental.

Con este proyecto concluyo que mi método de electrolisis utilizando en la orina fue eficiente, y seguro dando buenos resultados.

VIII.- RECOMENDACIONES

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Está desarrollando propuestas que fomenten el uso eficiente de la energía así como el empleo de fuentes alternas, enmarcadas en el Macro proyecto La Ciudad Universitaria y la Energía.

Las propiedades más destacables del hidrógeno, a la hora de considerarlo un buen combustible alternativo de cara al futuro, se pueden resumir en las siguientes:

- Más eficiente que los otros combustibles.
- Es inagotable y seguro.
- Es fácilmente almacenable y transportable.
- No altera el estado de la atmósfera, no contamina.
- Es económico de producir.
- Reduce el uso de combustibles fósiles.

Dentro de los estudios técnicos debe ubicarse un análisis de prospectiva tecnológica, el cual contribuirá a la identificación de las directrices de desarrollo de los diferentes métodos de producción, almacenamiento y aprovechamiento del hidrogeno, con el fin de estimar las corrientes que afectan la tecnología y así procurar tomar decisiones que contribuyan a la orientación correcta de las inversiones e investigaciones.

Se recomienda llevar a cabo este proyecto a gran escala, ya que es rentable y sostenible, y amigable con el ambiente.

A demás las emisiones de CO₂ están cambiando la química del océano y de la atmosfera, están alterando el cambio climático, si vamos a detener las emisiones de carbono empecemos ahora, los científicos del cambio climático sabrán cómo hacerlo.

Desde la revolución industrial hemos emitido aproximadamente un cuatrillón de libras de CO₂ a la atmosfera. El carbón que lanzamos a la atmosfera no se queda ahí termina en el océano, llevando los arrecifes de coral hacia la destrucción para mediados de siglo XXI, los océanos que nos dan oxígeno y el aire que respiramos están en peligro. Pero nuestra polución está volviendo a los océanos anóxicos.

Las zonas muertas no contienen vida alguna, ni siquiera las medusas pueden vivir ahí.

Hay más de 400 zonas muertas en todos los océanos, la del golfo de México es de 17,350 km².

IX.- LITERATURA CITADA

- 1.- Aguilar, A., Jaime & Hotza, Dachamir. 2012. "CONFIGURACIONES ALTERNATIVAS PARA CELDAS DE COMBUSTIBLE DE ÓXIDO SÓLIDO." Rev. LatinAm. Metal.mat. 33 (2): 172-185.
- 2.- Akinbomi, J. y J. Mohammad, Taherzadeh. 2015. "Evaluation of Fermentative Hydrogen Production from Single and Mixed Fruit Wastes." Energies 8: 4253-4272;.
- 3.- Araújo, B., j. Palma, e. Vilar y a. y Silva (2011). "Fragilización por Hidrógeno de los Aceros API 5L X60 y API 5L X80." Información Tecnológica. Vol. 22(6): 129-140
- 4.- Bezerra, L. N., Pedro;, S. Ronald, Osvaldo;, N. Camelo, José;, S. de, Ribeiro, Luiz A; y R. Ferreira, M. 2011. "Exploração de energia maremotriz para geração de eletricidade: aspectos básicos e principais tendências." Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 19 N° 2,.
- 5.- CABRERA, G., S. MADRIÑAN y M. MUÑOZ, DEYANIRA . 2013. "EVALUATION THE RATES OF ENERGY CONVERSION IN THE PRODUCTION OF BIOMASS FUEL GAS." Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Edición Especial No. 2: (118 - 125).
- 6.- Carvajal, O., Hernán;, J. H. Babativa y A. A. J. A. 2010. "Estudio sobre producción de H con hidroelectricidad 2 para una economía de hidrógeno en Colombia." Ingeniería y Competitividad 12, No. 1, : 31 - 42
- 7.- Censolar y Appa. 2015. "INTRODUCCIÓN A LAS ENERGÍAS RENOVABLES." Soluciones de Ingeniería SOLVENTA, S. L.: 1-19.
- 8.- Coral, E., Horacio;, R. Cortés, John; y R. A., Germán. 2014. "Energy capture maximization on variable speed wind turbines through generalized proportional integral control." Ingeniería y Desarrollo. Universidad del Norte. Volumen 32, n.o 1: 41--63.
- 9.- Correa, L., Gabriela. 2017. "Cambio climático, energía solar y disputas comerciales." Portes, revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico 7 Tercera época. Volumen 11/ Número 21 /: pp. 7-26.
- 10.- Daniel, I., Jorge . 2013. "Relaciones de definición y generación de energía eléctrica a partir de centrales nucleares." Instituto de Ciencias Sociales, Humanas y Ambientales,: 53-182.
- 11.- Forero, A., I. Bott y J. Cunha 2012. "Evaluación de la resistencia a corrosión sobre tensión y fragilización por hidrógeno de soldaduras circunferenciales

- de aceros API 5L X80 fabricados en Brasil." Bucaramanga (Colombia): 7-15.
- 12.- gallego, j., g. sierra, c. daza, r. molina y j. v. m. barrault, fanor. 2013. "Production of carbon nanotubes and hydrogen by catalytic ethanol decomposition.": pp. 78-85.
 - 13.- García, d., Leóna;, T. O, P. C, Á. y. C y R. G 2013. . "Evaluation Of Hydrogen Embrittlement Infeal Assisted By Mechanical Milling." Acta Microscopica Vol. 22, No. 3: pp.262-268.
 - 14.- Guilherme, Z. M., ;, L. M. da Rosa, ;, L. M. L. Beal y G. Della, Saulo, V. (2014). "Simulación de un Reactor Anaerobio Discontinuo utilizado para la Producción de Hidrógeno mediante Dinámica de Fluidos Computacional." Información Tecnológica Vol. 25(4),: 19-26
 - 15.- Gutiérrez, L. 2005. "EL HIDRÓGENO, COMBUSTIBLE DEL FUTURO." Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat. (Esp) Vol. 99, Nº. 1: pp 49-67,.
 - 16.- Hervello, M., V. Alfonsín, A. Sánchez y A. v. G. Cancela, Rey. 2014 "Simulation of a stand-alone renewable hydrogen system for residential supply." Hervello et al / DYNA.: pp. 116-123. .
 - 17.- Hidalgo, L., Erika. 2015. "Las energías limpias comienzan a minar el imperio del petróleo." DEBATES IESA XX • Número 4: 67-70.
 - 18.- Hiroshige , M., S. Takaaki y O. Yuji 2013. "Proton-conducting oxide and applications to hydrogen energy devices." Pure Appl. Chem. Vol. 85, No. 2: 427–435.
 - 19.- Isaza, C., felipe. 2015. "Valoración de fuentes renovables no convencionales de generación de electricidad: un enfoque desde las opciones reales." Cuad. admon.ser.organ. Bogotá (Colombia): 28 (51):.
 - 20.- Isaza, C., felipe; y B. Botero, sergio. 2014. "Aplicación de las opciones reales en la toma de decisiones en los mercados de electricidad." Estudios Gerenciales.: 397–407.
 - 21.- Jara, T., Wilfredo. 2006. "Introducción a las Energías Renovables No Convencionales." Empresa Nacional de Electricidad S.A.: 1-86.
 - 22.- Juárez, H., Sergio; y G. León 2014. "Energía eólica en el istmo de Tehuantepec: desarrollo, actores y oposición social." Revista Problemas del Desarrollo, : 139--164.

- 23.- Juárez, s. y a. Castro 2013. "Factibilidad técnica y económica de la producción de hidrógeno a partir de lodos del tratamiento de agua y otros desechos." *Tecnología y Ciencias del Agua*. vol. IV, núm. 2.: pp. 137-147.
- 24.- Lahmar;, H. y M. Trari 2015. "Photocatalytic generation of hydrogen under visible light on La₂CuO₄." *Indian Academy of Sciences*. Vol. 38, No. 4: pp. 1043–1048.
- 25.- Laura., C. 2011. "Revisión de los materiales fotocatalíticos para la producción de hidrógeno a partir de H₂S₁." *Univ. Bogotá (Colombia)*: 171-195.
- 26.- Lubota, D., Muto;, E. Suarez, González;, H. G, Pérez; y C. D, Toledo; y I,Y,González,Herrera. 2016. "Collaborative strategy to assimilate energy alternative technologies to attain biocombustible and co-products from forestry biomasse." *Ingeniería Industrial*. Vol. XXXVII/No. 2: p. 218-228.
- 27.- Machado, T., Noel;, H. Bonzon, Jorge;, C. Lussón, Ania;, C. Escalona, Orlando; y O. Leysdian, Carralero,Leandro. 2015. "Solar tracker, optimizing ofimprovementof the solar energy." *Ingeniería Energética* Vol. XXXVI, 2/: p.190-199.
- 28.- Maurina, G., L. da Rosa, L. Beal y S. y Giustina (2014). "Simulación de un Reactor Anaerobio Discontinuo utilizado para la Producción de Hidrógeno mediante Dinámica de Fluidos Computacional." *Información Tecnológica* Vol. 25 N° 4 19-26.
- 29.- Metin, Ç. Ç. v. G. 2015. "Alternative energy storage key component trimethyl borate: Synthesis, dehydration and kinetic parameters." of *Thermal Science and Technology*.: 53-57.
- 30.- Montoya, M. 2013. "Optimización de una celda combustible de hidrógeno." *Scientia et Technica Año XVIII*. Vol. 18, No 1: 200-205.
- 31.- Moreno, e., Z. David, arley; y f. y Álvarez 2015. . "Analysis of hydrogen production by anaerobic fermentation from urban organic waste." *Moreno-Cárdenas et al / DYNA*.: pp. 127-133.
- 32.- Muto, L., David;, P. Hernández, Gilberto;, d. B, Rosario,José Fernando; y M. Binko, Toure. 2014. "DISPONIBILIDAD DE BIOMASA COMO FUENTE DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ENERGÍA EN CABINDA, ANGOLA." *Feijóo* Vol 41, No. 3,: 14-27.
- 33 .- Páramo, p. 2017. "Reglas proambientales: una alternativa para disminuir la brecha entre el decir-hacer en la educación ambiental." *suma psicológica*: 42–58.

- 34.- Pep, P. J., Marta. 2015. "Energía Solar Fotovoltaica." *energía renovables.*: 1-20.
- 35.- Pertz, A. 2012. "Energía solar: una solución renovable." *vida moderna.*: 78-84.
- 36.- Quintero, O., Tirso. 2015. "Problemática del licenciamiento ambiental en sistemas de transmisión de energía." *Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes.* : pp. 84-88.
- 37.- Raciol, d. I. T., Valdés D;, R. González, Lázaro R;, P. García, Carlos R; y y H. García **2016**. "Análisis de los parámetros de funcionamiento de una celda de combustible de óxido sólido regenerativa." **Ingeniería Energética XXXVII(3: 228-238,**.
- 38.- Rafael, C. 2011. "Energía Nuclear y Medio Ambiente." *Trilogía Ciencia y Tecnología Sociedad.*: 83-103.
- 39.- Rafael;, S., S. Rodolfo;, M. Edgar; y y. G. Guadalupe. 2012. "Hidrogeno del mar." *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas.* Vol. 15, No. 1: 49-61.
- 40.- Ramírez, M., María,Victoria;, S. Martínez, Ana,Milena; y H. Botero, Sebastián. 2013. "Analysis of the effect of water storage in hydrothermal systems on the energy cost and reservoirs using AMPL." *Scientia et Technica Año XVIII, Vol. 18, No 3,:* 447-454.
- 41.- Rifkin, J. 2002. "La economía del hidrógeno." *Universidad Pública de Navarra:* 165.175.
- 42.- Rodríguez, A., F. Fuentes, D; y G. Fúnez, C. 2015. "El hidrógeno: vector energético del futuro." *actualidad tecnológica | energía:* 21- 30.
- 43.- Rodríguez, C., E. Reguera y R. Cabrera 2011. "DIFUSIÓN DE HIDRÓGENO EN SÓLIDOS NANOPOROSOS CON SITIOS DE ADSORCIÓN FUERTEMENTE LOCALIZADOS." *REVISTA CUBANA DE FÍSICA, Vol. 28, No. 1*
- 44.- Rost, E., P. G, Susana; y M. Carstens, Rosa, y B,Pérez, Laura. 2017. "Modeling of Microalgae Biomass Production in a Variable Configuration Annular Bubbling Photobioreactor." *Información Tecnológica vol. 28 N° 2:* 95-104.

- 45.- Ruwen, Q., G. Scott E., L. Suzanna y L. Yaqin, y Mathew, thomas. 2012. "A Framework of Cost-Effectiveness Analysis for Alternative Energy Strategies." *Engineering Management Journal*, 24 No. 4 18-28.
- 46.- Shing, W. y D. Lesmana 2012. "Quantum effects and anharmonicity in the H₂-Li⁺-benzene complex: A model for hydrogen storage materials." *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*. 7 (1),: 27 – 42.
- 47.- toledo, C., y. telye y S. Ainzúa 2014. "Estimación de la huella de carbono de la universidad tecnológica metropolitana para el año 2010." *Trilogía. Ciencia - tecnología - sociedad*, : 48-66.
- 48.- Valencia, M. y C. Cardona 2013. "Análisis del ciclo de vida para la producción de hidrógeno comocombustible del futuro." *Revista Cubana de Química*, Vol. XXV, N° 2,: págs. 165-179.
- 49.- Vargas, P., Miguel,A. 2006. "Introducción a las energías alternativas." *energías*.: 1,8.
- 50.- Vashchenko; y Afonin. 2014. "COMPARATIVE ESTIMATION OF THE ENERGIES OF INTRAMOLECULAR C–H...O, N–H...O, AND O–H...O HYDROGEN BONDS ACCORDING TO THE QTAIM ANALYSIS AND NMR SPECTROSCOPY DATA." *Structural Chemistry*. Vol. 55, No. 4, : 636-643,.
- 51.- Vázquez, G., m. Rojas, j. y. Gómez y o. Solorza 2012. "Desarrollo de una celda de combustible tipo pem alimentada con oxígeno del aire e hidrógeno parcialmente purificado.
." *Revista Cubana de Química* Vol. XXIV, N° 3: págs. 212-214.
- 52.- Velásquez, V., Olga.; y R. Abanto, Marco. 2013. "Efecto del peróxido de hidrógeno al 35% con y sin la activación de lámpara de diodos en la micro dureza del esmalte." *KIRU* 10(1): 56 – 64.
- 53.- Wimshurst james 2001. "reseña de la histórica de la energía eléctrica." *Institute of Electrical Engineers Journal*, xxxii,: 1157-1159.