



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

TEMA:

**Análisis de propuesta de obtención de energía eléctrica utilizando biogás para el
camal de Jipijapa en la provincia de Manabí.**

Autor:

Morán Correia, Alex Justiniano.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

Ingeniero en Eléctrico-Mecánica

Tutor:

Ing. Orlando Philco Asqui, MSc.

Guayaquil, Ecuador

17 de septiembre del 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por,
Morán Correia, Alex Justiniano como requerimiento para la obtención de Título de

Ingeniería en Eléctrico Mecánica

TUTOR

ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, MSC.

DIRECTOR DE LA CARRERA

ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.SC.

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **MORÁN CORREIA, ALEX JUSTINIANO**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación: **Análisis de propuesta de obtención de energía eléctrica utilizando biogás para el camal de Jipijapa en la provincia de Manabí**, previo a la obtención del **Título de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecutivamente este trabajo es de mi total autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2020

EL AUTOR

MORÁN CORREIA, ALEX JUSTINIANO



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **MORÁN CORREIA, ALEX JUSTINIANO**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del trabajo de titulación: **Análisis de propuesta de obtención de energía eléctrica utilizando biogás para el camal de Jipijapa en la provincia de Manabí**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 días del mes de septiembre del año 2020

EL AUTOR

MORÁN CORREIA, ALEX JUSTINIANO

REPORTE URKUND

URKUND

Documento: CORRECCIÓN FINAL-TESIS DE GRADO - ALEX MORAN CORREIA - 2020.docx (D78639014)

Presentado por: alexmc_23@hotmail.com

Presentado el: 2020-09-04 17:13 (-05:00)

Recibido por: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje: Adjunto mi tesis de grado final corregida, saludos. [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de estas 39 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

TEMA: Análisis de propuesta de obtención de energía eléctrica utilizando biogás para el canal de Jipijapa en la provincia de Manabí.

Autor: Morán Correia, Alex Justiniano.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Eléctrico-Mecánica

Tutor: Ing. Orlando Philco Asqui, MSc. Guayaquil, Ecuador

INCLUDEPICTURE "http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/99/Logo_UCSG.svg/2000px-Logo_UCSG.svg.png" (* MERGEFORMATINET)

INCLUDEPICTURE "http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/99/Logo_UCSG.svg/2000px-Logo_UCSG.svg.png" (* MERGEFORMATINET)

INCLUDEPICTURE "

Reporte Urkund del trabajo de titulación en ingeniería Eléctrico Mecánica denominado: “Análisis de propuesta de obtención de energía eléctrica utilizando biogás para el canal de Jipijapa en la provincia de Manabí” perteneciente al estudiante Morán Correia, Alex Justiniano. Una vez efectuado el análisis antiplagio el resultado indica 1 % de coincidencias.

Atentamente.

Ing. Orlando Philco Asqui M. Sc.

Revisor

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación es dedicado con mucho amor, a mis padres (Justiniano y Cinthia) que me han inculcado buenos valores, formando la persona que soy hoy en día y apoyándome en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, los amaré por siempre.

A mis hermanos (Juan Carlos y Christian) que siempre han estado conmigo y me han aconsejado a lo largo de mi vida para tomar buenas decisiones; y a mis sobrinos (Reginaldo, Andreia y Enzo) que son la alegría del hogar y que deseo que se esfuercen siempre para que lleguen a conseguir grandes cosas.

A mi abuela Leonor que me ha brindado todo ese afecto y cariño siempre, de igual manera, a mis abuelos (Briccio, Antonio y Luisa) que a pesar de que no están con nosotros los llevo siempre conmigo, estoy seguro que estarían orgullosos de mí y muy felices al ver lo que he logrado.

A mis tíos, primos, grandes amistades, y seres fundamentales en mi vida, que me han brindado su apoyo en lo que he necesitado y me han aconsejado gracias a sus experiencias vividas.

Los amo y les agradezco por todo, este logro es dedicado para cada uno de ustedes.

Alex Justiniano Morán Correia.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por haberme dado las ganas de superarme y la inteligencia para poder culminar mi carrera universitaria, por haberme cuidado y acompañado siempre al tomar cada decisión, y por haberme bendecido con las personas que tengo en mi vida.

Le agradezco a mi tutor de tesis el Ingeniero Orlando Philco Asqui por brindarme su ayuda y apoyo para poder culminar mi tesis de grado, y a todos mis profesores que de una manera u otra sacrificaron su tiempo para poder compartir sus conocimientos conmigo a lo largo de mi carrera universitaria.

El logro que he llegado conseguir no hubiera sido posible si no fuera por todas las personas que considero importantes en mi vida, mi amor y mi gratitud es infinito hacia ustedes.

Alex Justiniano Morán Correia



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO - MECÁNICA CON MENCIÓN
EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS
DECANO

f. _____

M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO
COORDINADOR DEL ÁREA

M. Sc. BASTIDAS CABRERA, TOMAS GASPAR
OPONENTE

Índice General

Dedicatoria	VI
Agradecimientos	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
TABLA DE ANEXOS	XV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
CAPÍTULO I.....	2
Introducción.....	2
Planteamiento del problema.....	3
Justificación.....	4
Objetivos	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos.....	5
Metodologías de investigación	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Energía.....	6
2.1.1 Energía eléctrica	6
2.1.2 Energía química.....	7
2.1.3 Energía térmica.....	8
2.1.4 Energía mecánica	8
2.1.5 Energía nuclear.....	9
2.1.6 Energía magnética.....	9
2.1.8 Energía radiante	10
2.2 Fuentes de energía	11
2.3 Energías no renovables.....	11
2.3.1 Carbón	12
2.3.2 Petróleo y gas natural	13
2.4 Energías renovables.....	13

2.4.1	Energía solar.....	14
2.4.2	Energía eólica	19
2.4.3	Energía hidráulica	22
2.4.4	Energía mareomotriz	26
2.4.5	Energía geotérmica.....	29
2.5	Energía por biomasa	31
2.5.1	Biomasa líquida.....	33
2.5.2	Biomasa sólida.....	35
2.5.3	Biomasa gaseosa	37
2.6	Biodigestores.....	39
2.7	Tipos de biodigestores	40
2.7.1	Carga continua.....	40
2.7.2	Carga discontinua o de régimen estacionario (Batch)	41
2.7.3	Carga semicontinua (Fed-Batch)	41
2.8	Partes del biodigestor	45
2.8.1	Entrada	45
2.8.2	Reactor	45
2.8.3	Salidas	46
2.8.4	Aislamiento del reactor.....	46
2.9	Proceso de conversión de la biomasa en energía.....	47
2.9.1	Procesos termoquímicos.....	49
2.9.2	Procesos físicos.....	51
2.9.3	Procesos bioquímicos.....	51
2.10	Purificación o acondicionamiento del biogás.....	57
2.11	Eficiencia energética	58
CAPÍTULO III.....		61
DISEÑO Y CÁLCULOS PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BIOGÁS.....		61
3.1	Información de la zona donde se aplicará el sistema de generación por biogás	61
3.2	Selección del sitio de implementación.....	62

3.4	Análisis de cargas para la generación de energía eléctrica utilizando biogás	69
3.5	Cálculo del volumen del Digestor	70
3.6	Cálculo del volumen de la cámara de fermentación	73
3.7	Cálculo del volumen de la cúpula	73
3.8	Cálculo del volumen total del digestor	74
3.9	Cálculos de los parámetros constructivos del biodigestor	74
3.9	Análisis de resultados en los parámetros constructivos del digestor	80
3.10	Tipo de Generador	81
3.11	Cálculo de eficiencia energética.....	83
3.12	Costo beneficio de energía eléctrica utilizando biogás para la empresa	85
3.13	Costo de implementación de la propuesta	87
3.14	Diagrama PID.....	89
CAPÍTULO IV		90
4.1	Conclusiones	90
4.2	Recomendaciones.....	91
Referencias bibliográficas		92
Anexos		96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Producción de Energía e Importaciones (GWh)	14
Figura 2. 2 Proyectos de Energía Renovable en Galápagos	16
Figura 2. 3 Sistema Solar Térmico	18
Figura 2. 4 Energía Producida en los Últimos Años	20
Figura 2. 5 Aerogenerador de Eje Vertical.....	21
Figura 2. 6 Aerogenerador de Eje Horizontal	21
Figura 2. 7 Producción de Energía por Tipo de Fuente.....	23
Figura 2. 8 Represa Hidroeléctrica.....	26
Figura 2. 9 Producción de Bioetanol (Serrano, 2018).....	34
Figura 2. 10 Proceso de Obtención del Biogás	38
Figura 2. 11 Proceso Químico Desarrollado en el Reactor	40
Figura 2. 12 Biodigestor de Domo Flotante	42
Figura 2. 13 Biodigestor de Domo Fijo.....	43
Figura 2. 14 Biodigestor de Estructura Flexible.....	44
Figura 2. 15 Biodigestor con Tanque de Almacenamiento Tradicional.....	44
Figura 2. 16 Partes del Biodigestor	47
Figura 2. 17 Proceso de Biomasa	48
Figura 2. 18 Tipos de Procesos Bioquímicos	55
Figura 2. 19 Características de Biogás	56
Figura 2. 20 Esquema de un Sistema Energético	59
Figura 3. 1 Centro de Faenamiento	61

Figura 3. 2 Diagrama unifilar de la empresa	64
Figura 3. 3 Plano eléctrico de equipos del centro de faenamiento	65
Figura 3. 4 Generador.....	82
Figura 3. 5 Propuesta de diagrama eléctrico del sistema de generación por biogás ...	86
Figura 3. 6 Diagrama PID	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Folleto de mantenimiento de equipos del centro de faenamiento.	66
Tabla 3. 2 Levantamiento de consumo eléctrico de la empresa	68
Tabla 3. 3 Cantidad de animales sacrificados en la empresa y su relación de estiércol producida diariamente	71
Tabla 3. 4 Relación estiércol agua por animal bovino.	71
Tabla 3. 5 . Tabla de tiempos de retención de varios tipos de animales.	72
Tabla 3. 6 Cuadro de parámetros constructivos del digestor que serán tomados en cuenta para el cálculo en el programa Excel.	77
Tabla 3. 7 Valores resultantes de los cálculos de los parámetros constructivos del digestor cuando el volumen de la cámara de fermentación V_{cf} ocupa el 75% del volumen del digestor y el volumen de la cúpula V_c ocupa el 25% del volumen del digestor	78
Tabla 3. 8 Valores resultantes de los cálculos de los parámetros constructivos del digestor cuando el volumen de la cámara de fermentación V_{cf} ocupa el 80% del volumen del digestor y el volumen de la cúpula V_c ocupa el 20% del volumen del digestor	79
Tabla 3. 9 Cuadro de valores calculados de parámetros constructivos del digestor. ..	80
Tabla 3. 10 Cuadro de valores constructivos de digestor ya implementado en la empresa EPMISR-SLJ.	81
Tabla 3. 11 Características del generador GENERAC ECOGEN.	82
Tabla 3. 12 Características mecánicas del generador.	83
Tabla 3. 13 Cuadro de costo para la implementación del sistema.	87

TABLA DE ANEXOS

Anexos A Ubicación de la empresa EPMISR-SLJ	96
Anexos B Generador Bi-Fuel serie ECOGEN 15KW	96
Anexos C Biodigestor de estructura flexible o taiwanés	97
Anexos D Panel de breakers del generador Bi-Fuel serie ECOGEN 15KW	97
Anexos E Laguna de desinfección	98
Anexos F Colocador automático de maneas	98
Anexos G Teclé eléctrico para transferencia de patas	99
Anexos H Sierra para corte de esternón con balanceador.....	99
Anexos I Sierra para corte de esternón con balanceador	100
Anexos J Teclé eléctrico principal para izado de porcinos móvil	100
Anexos K Lava suelas eléctrico	101
Anexos L Sierra para dividir canales con balanceador	101
Anexos M Teclé para transferencia de porcinos	102
Anexos N Sistema hidroneumático	102
Anexos O Aturdidor eléctrico para cerdos.....	103
Anexos P Vista externa del biodigestor y laguna de desinfección	103
Anexos Q Ganado bovino	104
Anexos R Ecuilizador.....	104
Anexos S Diagrama unifilar completo.....	105

RESUMEN

La energía por biomasa transforma el biogás almacenado en un biodigestor en energía eléctrica. El biogás es producido por medio de los residuos de animales en el camal de la empresa EPMISR-SLJ, los cuales son enviados y son almacenados en un biodigestor de estructura flexible o taiwanés, donde se realizará una fermentación anaeróbica. Existen varios tipos de procesos hoy en día para alimentar de energía eléctrica partes de la zona, tal es el caso de la empresa EPMISR-SLJ que cuenta con los recursos necesarios para generar energía eléctrica mediante el uso de biomasa extraído de los desechos que se produce con el sacrificio de animales de uso comestible, esta energía para su bien puede alimentar ciertas sectores de la empresa. Cabe recalcar que el beneficio será en ciertos sectores de la empresa ya que de acuerdo a la cantidad de desechos que se produce no abarca la generación para toda la zona, sin embargo, se evidenciará una reducción en gastos por consumo de energía eléctrica convencional. El uso de este sistema requiere una inversión mínima para que sea habilitada, y de igual manera su mantenimiento es mínimo para que operen correctamente. El Generador Bi-Fuel serie ECOGEN 15KW con el que cuenta la empresa EPMISR-SLJ usará el biogás obtenido para producir energía eléctrica y así destinar esta energía a un sector específico, representando un ahorro significativo para la empresa.

Palabras Claves: Energía Por Biomasa, Biodigestor, Epmisr-Slj, Generador, Biogás.

ABSTRACT

Biomass energy transforms the biogas stored in a biodigester into electrical energy. Biogas is produced by means of animal waste in the slaughterhouse of the EPMISR-SLJ company, which is sent and stored in a biodigester with a flexible or Taiwanese structure, where anaerobic fermentation will take place. There are several types of processes today to feed parts of the area with electrical energy, such is the case of the company EPMISR-SLJ, which has the necessary resources to generate electricity through the use of biomass extracted from the waste that is produced. With the slaughter of animals for edible use, this energy for their good can feed certain sectors of the company. It should be noted that the benefit will be in certain sectors of the company since, according to the amount of waste that is produced, it does not include the generation for the entire area, however, there will be a reduction in expenses for consumption of conventional electricity. The use of this system requires a minimum investment for it to be enabled, and in the same way its maintenance is minimal so that they operate correctly. The ECOGEN 15KW Series Bi-Fuel Generator that the company EPMISR-SLJ has will use the biogas obtained to produce electrical energy and thus allocate this energy to a specific sector, representing significant savings for the company.

Key Words: Energy By Biomass, Biodigester, Epmisr-Slj, Generator, Biogas.

CAPÍTULO I

Introducción

En este trabajo de titulación se aspira aportar con un estudio y diseño de un sistema de generación de energía renovable, a partir del ganado de la empresa pública municipal del cantón Jipijapa, usando biogás como fuente de energía renovable, suministrada de una forma limpia y sostenible, en aprovechamiento de recursos.

La biomasa, es una de las fuentes renovables de energía con mayor evolución en el planeta, esta es la más antigua de las fuentes de energía que el ser humano conoce. Con el pasar de los años las tecnologías que se dedican a aprovechar estos recursos conocidos por biomasa que son contaminantes para el planeta tierra, han permitido desarrollar combustibles para transporte y también la generación de energía eléctrica.

Esta fuente renovable de energía conocida por biomasa, por sus potencialidades y su impacto ambiental mínimo en comparación con combustibles fósiles, sus perspectivas a nivel mundial son mayores. Con sus diferentes procesos y su tecnología para convertir a energía eléctrica, se puede llegar a obtener combustibles en forma sólida, líquida y gaseosa por medio de cualquier tipo de biomasa.

Este proyecto presenta principalmente el caso del área del biodigestor de la Empresa de Rastro en el cantón Jipijapa, único en la zona, donde se busca contar con energía renovable, reducir gastos eléctricos en la empresa y de esta manera también proteger el medio ambiente.

Planteamiento del problema

La empresa municipal de faenado vacuno de la ciudad de Jipijapa es una entidad dedicada al sacrificio de animales para luego ser disponibles en el consumo de alimentos para personas, tal motivo, la empresa cuenta con equipos electromecánicos que cumplan normas de seguridad establecidas, además tiene área administrativa y área de alumbrado exterior, los desechos que se generan en el proceso de faenamamiento es en su mayoría pueden ser aprovechados para la generación de biomasa, esta que a su vez es combustible principal para la generación de energía eléctrica.

Los residuos que genera la empresa son constantemente desechados al exterior, esto provoca contaminación y malestar en los sectores aledaños, siendo un constante problema a la sociedad, además, está latente la proliferación de enfermedades perjudicables para la población, es necesario que los desechos que se producen tengan un mejor uso o que estos sea tratados y utilizados para disminuir la contaminación provocada, debido a que la mayoría de estos desechos son orgánicos tiene gran ventaja para ser tratados como gases para la generación de biomasa.

El aprovechamiento de este combustible natural es algo beneficioso ya que además de evitar la contaminación serviría para compensar la demanda energética en la empresa. Los biodigestores productores de gas metano refinado son equipos que permiten producir el combustible para una máquina electromecánica generadora de corriente y voltaje eléctricos de una manera segura, limpia y constante, de manera que la puesta en marcha de uno de estos permitiría aprovechar toda la biomasa disponible para la producción de energía eléctrica sustentable.

Justificación

La Empresa de Rastro en el cantón Jipijapa genera gran cantidad de estiércol vacuno debido al almacenamiento de este animal para luego ser consumido como alimento, estos desechos biodegradables, pueden ser utilizados como recursos para generar energía eléctrica de una manera limpia y sustentable.

Los desechos aprovechados, se someten a un proceso de gasificación de la biomasa, de tal manera se convertirá a este gas ideal para que pueda ser utilizado en la producción de energía eléctrica mediante un generador Bi-Fuel ya existente en la empresa, pero de acuerdo al inventario se encuentra en bodega.

Se aprovecharán esta energía limpia para beneficiar en un porcentaje al sector de alumbrado exterior de la empresa, esto quiere decir que las iluminarias trabajaran de manera autónoma, pudiendo ser útiles en casos de emergencia y además se estaría ahorrando económicamente un valor porcentual que podría ser destinado a otro sector de la empresa, contribuyendo con el crecimiento social, cultural y tecnológico de la zona.

La implementación del sistema de generación de energía eléctrica por biogás permitirá que el gasto monetario que se ocupa para la alimentación de electricidad de algún sector, pueda ser utilizado para otros fines en pro del desarrollo de la empresa, contribuyendo con el crecimiento social, cultural y tecnológico de la zona.

Objetivos

Objetivo general

Analizar una propuesta para obtener energía eléctrica utilizando un sistema de generación de energía renovable mediante biogás.

Objetivos específicos

1. Investigar la cantidad de biomasa que produce la empresa.
2. Realizar el levantamiento del consumo eléctrico en los diferentes sectores en la Empresa de Rastro.
3. Calcular el ahorro energético y la eficiencia energética con el uso de bioenergía.

Metodologías de investigación

El tipo de metodología que será utilizada en este trabajo de titulación es documental y descriptivo.

El trabajo de titulación será documental ya que se va a obtener información de la variedad de fuentes que tiene la biomasa, también se obtendrá información del uso de la bioenergía para lograr obtener energía eléctrica, con el objetivo de lograr el estudio y el desarrollo de la energía mediante la biomasa.

El trabajo de titulación será documental, debido a que se realizará con la ayuda revistas científicas, libros, documentales y tesis realizadas. Todo relacionado con el tema que se tratará.

El trabajo de titulación utilizará metodología descriptiva porque se determinará la capacidad que tendrá el generador, la cantidad de cargas que alimentará, las características de las cargas eléctricas que serán alimentadas, y también se indicará las actividades que se realizaran a partir del generador.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 Energía

La energía en forma general es definida como toda causa que es capaz de producir un trabajo, un movimiento o también producir algún cambio. La energía se presenta en dos formas, sus dos formas son la energía cinética y energía potencial. La energía cinética es conocida porque esta se encuentra en movimiento y la energía potencial es conocida porque esta se encuentra almacenada.

La energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma. Por lo tanto, sea el proceso que sea, lo que se obtendrá de las energías iniciales de los elementos que se conocen tendría que ser igual al resultado de las energías de los elementos finales del proceso. Siendo así, al expresarnos o hablar de energía consumida, da referencia a que se ha utilizado energía para llegar a conseguir otra forma de energía. La unidad de medida de la energía es el Joule (J) (Sardón, 2003).

La energía es producida de varios tipos de fuentes y esta también es almacenada de varias formas. Las fuentes se clasifican en primarias y secundarias, de tal manera se pueda obtener la energía directamente de ellas o se tenga que recurrir a otra fuente. Por ejemplo, Una fuente secundaria de energía viene a ser la energía eléctrica, porque para que esta sea producida se necesita acudir a otra fuente de energía para su producción (Sardón, 2003).

2.1.1 Energía eléctrica

Un tipo de energía que se conoce es la denomina electricidad, esta influye mucho por parte de las cargas eléctricas cuando estas se atraen o se repelen. Se conocen a dos clases de electricidad. La electricidad estática es dada cuando existe la presencia de cargas

estáticas, como la misma palabra lo dice, estas son cargas que inmóviles o estáticas que no tienen movimiento. Por otro lado, existe la corriente eléctrica que es dada, en caso contrario a la estática, ya que son cargas en movimiento.

La corriente eléctrica significa el flujo de cargas que son dadas cuando electrones libres en un conductor no están estáticas, más bien es movimiento. En el campo eléctrico se dan estos movimientos ya que son dados en la zona o en la parte alrededor de la carga que es el lugar en donde la fuerza es dada. Las cargas eléctricas tienen una muy fácil conducción en materiales como los metales, oro, plata, cobre y aluminio.

En las baterías se da una transformación de energía química en energía eléctrica. La energía química es dada por medio de la reacción entre los electrodos y el electrolito al ser conectadas en el polo positivo con el polo negativo de ella.

La unidad de medida de la energía potencial por carga en una batería es el voltio.

2.1.2 Energía química

La energía química es una forma de energía potencial almacenada en los enlaces entre átomos, como resultado de las fuerzas de atracción entre ellos.

Durante una reacción química, uno o más compuestos llamados reactantes se transforman en otros compuestos, llamados productos. Estas transformaciones se deben a que se rompen o se forman enlaces químicos, lo que causa cambios en la energía química (Zita, 2020).

La energía se libera cuando los enlaces se rompen durante las reacciones químicas. Es lo que se conoce como reacción exotérmica. Por ejemplo, los automóviles usan la energía química de la gasolina para generar energía térmica que se usa para mover el auto. Así

mismo, los alimentos almacenan energía química que utilizan los seres vivos para funcionar.

2.1.3 Energía térmica

La energía térmica (energía interna) es un tipo de energía cinética producto del movimiento o vibración interna de las partículas en los cuerpos. Cuando se mide la temperatura con el termómetro, se está midiendo ese movimiento de los átomos y moléculas que forman un cuerpo. A mayor temperatura, mayor movimiento, y, por lo tanto, mayor energía térmica.

Además, la energía térmica se mueve entre los cuerpos a través del calor. Cuando pones un objeto caliente junto a uno frío, existe una transferencia de energía desde el más caliente hasta el más frío, hasta el punto en que tienen la misma temperatura. Este proceso se llama conducción. También se transfiere calor a través de radiación infrarroja o por el movimiento de líquidos o gases calientes (Zita, 2020)

2.1.4 Energía mecánica

La energía mecánica engloba el movimiento y la posición de un objeto, es decir, es la suma de la energía cinética y potencial de ese objeto (Zita, 2020). Cuando una persona se columpia, transforma energía cinética en potencial y viceversa, así conseguimos movernos más rápido y más alto.

2.1.5 Energía nuclear

La energía nuclear es una forma de energía potencial que se almacena en el núcleo del átomo, proveniente de las fuerzas que mantienen unidas las partículas subatómicas. Una reacción nuclear es parecida a una reacción química en que los reactantes se transforman en productos. Se diferencian en que, en la reacción nuclear, un átomo se transforma en otro diferente.

Existen tres tipos de reacción nuclear: desintegración radiactiva, fusión y fisión. En la desintegración radiactiva, el núcleo de un átomo radiactivo libera energía de forma espontánea. En la fisión nuclear, un núcleo es bombardeado con un neutrón, produciendo la formación de dos nuevos átomos. En la fusión nuclear, núcleos ligeros se combinan para formar un núcleo pesado (Zita, 2020).

2.1.6 Energía magnética.

La capacidad de un objeto para hacer trabajo debido a su posición en un campo magnético es la energía potencial magnética. Los imanes tienen un campo magnético y dos regiones llamadas polos magnéticos. Los polos iguales se rechazan y polos diferentes se atraen. Los materiales magnéticos más usados son el hierro y sus aleaciones (Zita, 2020).

2.1.7 Energía sonora

La energía sonora es energía mecánica de partículas que vibran en forma de ondas por un medio de transmisión. El medio por donde viajan las ondas sonoras puede ser el aire, el agua u otros materiales. Cualquier cosa que provoque ruido genera energía sonora (Zita, 2020).

2.1.8 Energía radiante

La energía radiante se la conoce en forma de luz o de calor, y es más popular normalmente denominarlas como radiaciones. Estas son ondas electromagnéticas que se desplazan sin necesitar un medio como normalmente lo hacen las ondas sonoras, siendo así estas viajar sin inconveniente por medio del espacio exterior.

Las ondas electromagnéticas tienen sus orígenes que estos son conocidos como electrones los cuales realizan una vibración y así esos van creando un campo eléctrico y también un campo magnético.

Estos son ordenados por aquellos niveles de energía que tienen o existen en el espectro electromagnético y la velocidad con la que van atravesando el espacio es igual a la velocidad luz que la velocidad con la que se desplaza es de 300 millones de metros por segundo.

2.2 Fuentes de energía

Existe dos subgrupos mediante los cuales se pueden dar las fuentes de energía, estos son: temporales (que son los no renovables) y permanentes (que son los renovables). Principalmente, se debe tener en cuenta que las fuentes renovables son aquellas las cuales su origen es solar, estudios científicos demuestra que el Sol estará por muchos más años que la propia Tierra, siendo este el lugar donde habitan seres vivos. Aun así, la renovabilidad conocida normalmente influye de la escala de tiempo en la que esta se utilice y también del ritmo de uso que se le dé a los recursos. Siendo así a los combustibles fósiles se los conoce normalmente como fuentes no renovables, ya que la tasa de utilización es incluso superior al ritmo de formación del mismo recurso. Por otro lado, la energía como la solar, eólica, hidráulica, biomasa y la que es dada por las mareas, olas y gradientes térmicos permanentes se las conoce como fuentes renovables. (Sardón, 2003).

2.3 Energías no renovables

Las energías no renovables son aquellas reservas no son ilimitadas y se acaban poco a poco por el uso que se les da. La energía nuclear es una de las principales, de la misma manera que los combustibles fósiles como el petróleo, el gas natural y el carbón.

Los combustibles fósiles se los conoce como fuentes no renovables ya que no puede ser repuesto aquello que ha sido consumido o gastado antes. Terminaran desapareciendo en algún momento, y es probable que se necesiten millones de años de evolución similar

para poder volver a contar nuevamente con ellos. Estos se utilizan normalmente de manera sólida (como lo es el carbón), líquida (como lo es el petróleo) o gaseosa (como es también gas natural). Estas son acumulaciones de seres vivos que existieron hace millones de años atrás y que se han fosilizado formando carbón o hidrocarburos (Sardón, 2003).

Estas fuentes de energía fósiles no son renovables, fueron creadas hace millones de años atrás y al ser utilizadas su agotamiento en algún momento, tarde o temprano sucederá. De tal manera, el mundo se ha visto obligado a ir desarrollando tecnología y procedimientos para la utilización de otras fuentes de energía renovables, mediante la cual estará condicionado por razones geopolíticas y medioambientales siendo estas muy importantes (Sardón, 2003).

2.3.1 Carbón

La formación mediante la cual se da el carbón, ha sido dada en medio ácido y saturado de agua, principalmente de materia vegetal, y así obteniendo a turba principalmente, y que luego será transformada en carbón. Este es un combustible fósil el cual es extremadamente abundante en el planeta y a su vez el más distribuido. Fundamentalmente es caracterizado por el azufre que este contiene (Toledo, 2008, pág. 21).

Casi en todas las regiones del mundo se puede encontrar el carbón, pero los únicos depósitos de importancia comercial hoy en día están en Europa, Asia, Australia, Suráfrica y América del Norte (Martínez y Caro, 2010, pág. 26)

2.3.2 Petróleo y gas natural

El petróleo y el gas natural van asociadas en su formación. El material de origen principalmente es el sedimento marino que están a una profundidad muy grande o amplia, los cuales sobrepasan los 500 metros y son llevados a temperatura extremadamente alta. Al ser sus condiciones a alta presión y temperatura se consigue como resultado procesos químicos de descomposición, que llegarían a obtener la producción de gas natural (conocido como metano) y su residuo que es conocido normalmente como el petróleo (Toledo, 2008, pág. 21).

2.4 Energías renovables

Las energías renovables son aquellas que su producción es de una forma continua y son inagotables; son renovadas continuamente, en comparación con los combustibles fósiles, ya que existen unas determinadas cantidades o reservas, que en cierto momento estas serán agotadas. Las formas de energías renovables que existen principalmente son: la solar, geotérmica, eólica, biomasa, hidráulica y las energías marinas (ITC, S.A., 2008, pág. 46).

El Gobierno Nacional ha presentado una inversión significativa ante los ecuatorianos, poniendo en marcha obras emblemáticas, contribuyendo de esta manera la sustitución de consumo de combustibles fósiles por un 51,78% en la producción de energía renovable,

esto representa la distribución de 13.638,89 gigavatios hora (GWh) para que la sociedad ecuatoriana sea beneficiada (ARCONEL, 2015).

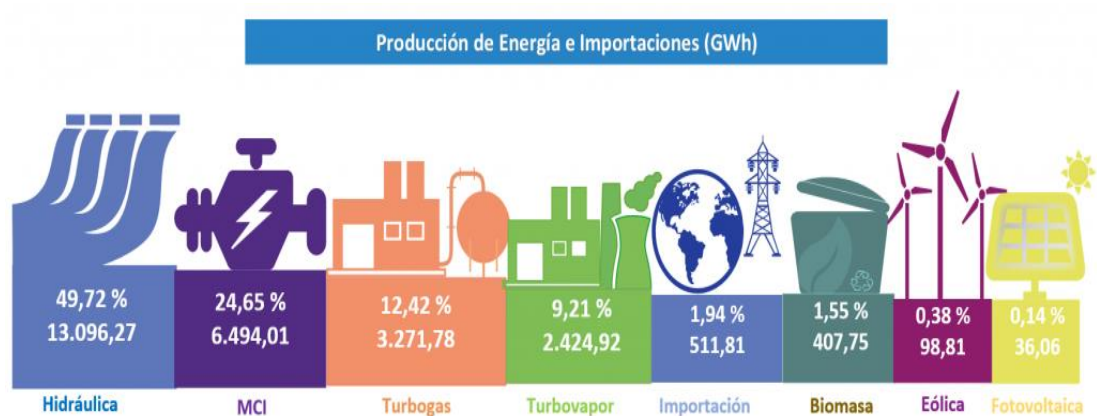


Figura 2. 1 Producción de Energía e Importaciones (GWh)

Fuente: (ARCONEL, 2015)

El propósito que se desea es alcanzar el 93% de energía limpia y renovable, de esta manera se aprovecha el potencial de los recursos naturales sean estos los hídricos, solares, eólicos, y de manera gradual la producción de energía contaminante sea desechada; y así también permitiendo un incremento en la capacidad instalada de generación a 6.009,83 megavatios (MW) (ARCONEL, 2015). De acuerdo con los datos elaborados por la (ARCONEL, 2015) hasta el 2015 el Ecuador supera el 97% de cobertura de suministro de servicio de energía eléctrica.

2.4.1 Energía solar

El Sol es la fuente de energía que mantiene con vida al planeta Tierra. La potencia que emite continuamente es de 62 mil 600 kilowatts por cada metro cuadrado de su superficie.

A lo largo de 4 mil 500 millones de años esto es lo que ha venido pasando, y lo que se tiene estimado es que continuará así de esta manera por otros 5 mil millones de años, de tal manera, que es ilimitado prácticamente (Arancibia *et, al.* 2010).

En un periodo de dos días únicamente, La cantidad de energía que recibe el planeta es equivalente a todas las reservas probadas de petróleo, gas y carbón existentes. Por lo tanto, cerca de 60 veces el consumo anual de la sociedad humana, es lo que equivale; esto da una idea de la capacidad que tiene la energía del Sol para satisfacer las demandas energéticas del mundo (Arancibia *et, al.* 2010).

En la provincia de Galápagos (Santa Cruz, Baltra, San Cristóbal, Isabela y Floreana) se ha invertido más de USD 55 millones en la construcción de proyectos de energías renovables para la generación eléctrica, con el único fin de llegar a reemplazar el uso de combustibles fósiles, para que de esta manera sean beneficiados más de 25 mil habitantes del Archipiélago (Ministerio de energía y recursos naturales no renovables, 2019, pág. 1).

La inversión realizada en esta provincia forma parte de la “Iniciativa Cero Combustibles Fósiles en Galápagos” que impulsa el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, a través de la empresa eléctrica ELECGALAPAGOS, para erradicar el uso de combustibles derivados del petróleo y la emisión de CO₂ al ambiente (Ministerio de energía y recursos naturales no renovables, 2019, pág. 2).

La energía total generada en las Islas en el 2018 fue de 56.897,64 MWh/año. De aquella cifra 9.112,41 MWh/año, siendo esta equivalente al 16 %, corresponden a fuentes renovables. Hasta el 2025, está previsto que las Islas: San Cristóbal, Santa Cruz, Isabela y Floreana, incorporen 9,1 MW, 15 MW, 1,8 MW y 0,17 MW de energía renovable proveniente del sol y del viento, para que el ecosistema de Galápagos sea beneficiado (Ministerio de energía y recursos naturales no renovables, 2019, pág. 3 y 5).

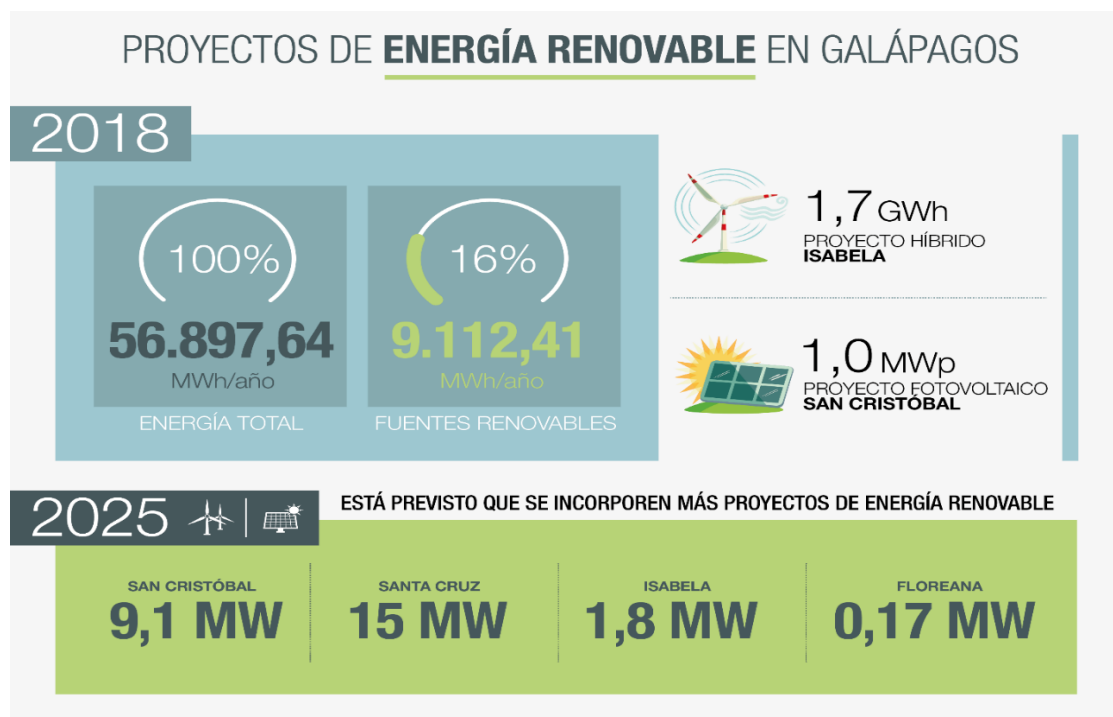


Figura 2. 2 Proyectos de Energía Renovable en Galápagos

Fuente: (Ministerio de energía y recursos naturales no renovables, 2019)

La energía solar requiere de la utilización de dispositivos que capturen la energía proveniente del sol y la transformen en otra forma de energía compatible con la demanda que se pretende satisfacer. Existen dos alternativas posibles para realizar estas transformaciones: la conversión fototérmica y la conversión fotovoltaica (Coordinación

de Energías Renovables; Dirección Nacional de Promoción; Subsecretaría de Energía Eléctrica, 2008).

2.4.1.1 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es una tecnología mediante la cual genera corriente continua (vatios o kilovatios) mediante semiconductores cuando por un haz de fotones son iluminados. El elemento fotovoltaico individual es denominado célula fotovoltaica, y cuando la luz incide en este elemento, se genera potencia eléctrica; en el momento que la luz desaparece la electricidad se pierde. Ciertas células solares se han mantenido en operación aproximadamente desde hace 30 años, y estas no necesitan ser cargadas como en el caso de las baterías (GNAP, 2015).

2.4.1.2 Energía solar térmica

La energía solar térmica es aquella que aprovecha la energía radiante del sol para llegar a calentar agua o cualquier otro fluido que se utilizará en varias aplicaciones.

La energía solar térmica tiene varias ventajas, por ejemplo:

- Su fuente primaria de energía es el sol, este es abundante y gratuito.
- Entre las diferentes energías renovables, el rendimiento de conversión que presenta los sistemas solares térmicos es uno de los más altos factores de conversión siendo su conversión energética de radiación disponible a energía útil superior al 50%.

- Reemplaza el uso de combustibles fósiles que utilizan otras tecnologías, por lo tanto, los gases de efecto invernadero son nulos.

Existen dos componentes esenciales en cualquier sistema solar térmico: el colector y el tanque acumulador. El colector es aquel que transforma la energía solar en calor y que calienta el fluido que en su interior está circulando. El tanque acumulador almacena el fluido caliente para que luego sea usado ya sea este un proceso industrial o cualquier tipo de uso. A continuación, en la figura 2.3 se apreciarán los tipos de sistemas solares térmicos que existen (Secretaría de gobierno de energía, 2019).

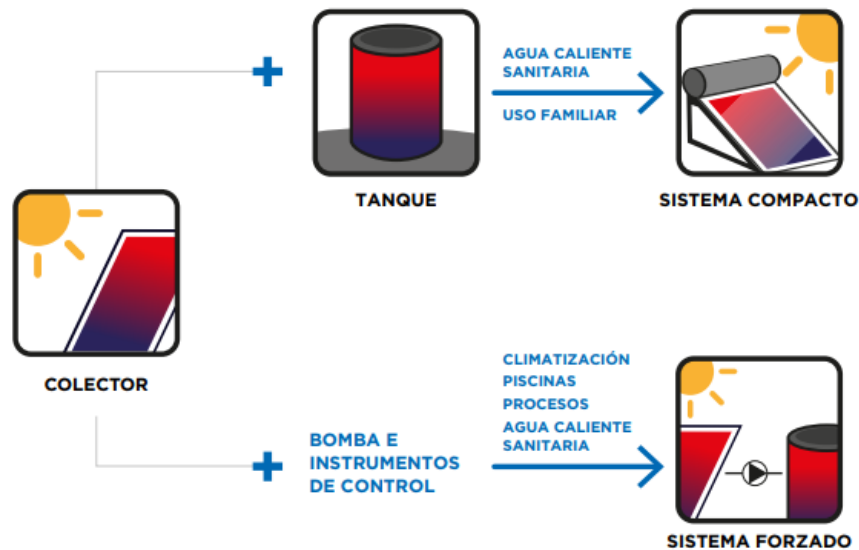


Figura 2. 3 Sistema Solar Térmico

Fuente: (Secretaría de gobierno de energía, 2019)

El colector y el tanque acumulador son componentes principales que para cada uso o aplicación que será realizada, forman un sistema cuyo acoplamiento se define de forma

específica. Depende de la clasificación o el tipo del sistema solar térmico (circulación natural o forzada, abierto o cerrado, directo o indirecto), se puede alimentar una o varias aplicaciones con ellos (Secretaría de gobierno de energía, 2019).

2.4.2 Energía eólica

Energía eólica es la energía que se obtiene mediante el viento, con esto se quiere decir que, la energía cinética que es generada por efecto de las corrientes de aire, para luego ser transformada en otras formas útiles para las actividades humanas. La energía eólica al ser un recurso abundante, renovable, limpio, estaría ayudando y contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y llegaría a reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, por lo que esto la convertiría a la energía eólica en un tipo de energía renovable (Cajia y Ernesto, 2013).

La energía eólica convierte el empuje de masas de aire en movimiento en un impulso mecánico para luego convertirlo a electricidad. Para llegar a obtener esta conversión se necesitan máquinas denominadas aerogeneradores que, mediante una superficie aerodinámica expuesta al viento, llega a producir trabajo mecánico (Bucheli, 2017).

Según (Global Wind Energy Council, 2018) la energía eólica instalada en el mundo creció un 9,6% en 2018, hasta situarse en 591.000 MW. China, Estados Unidos, Alemania, India y España son los primeros productores mundiales.

En la figura 2.4 se aprecia la evolución de la potencia instalada en el mundo (MW) hasta el 2018.

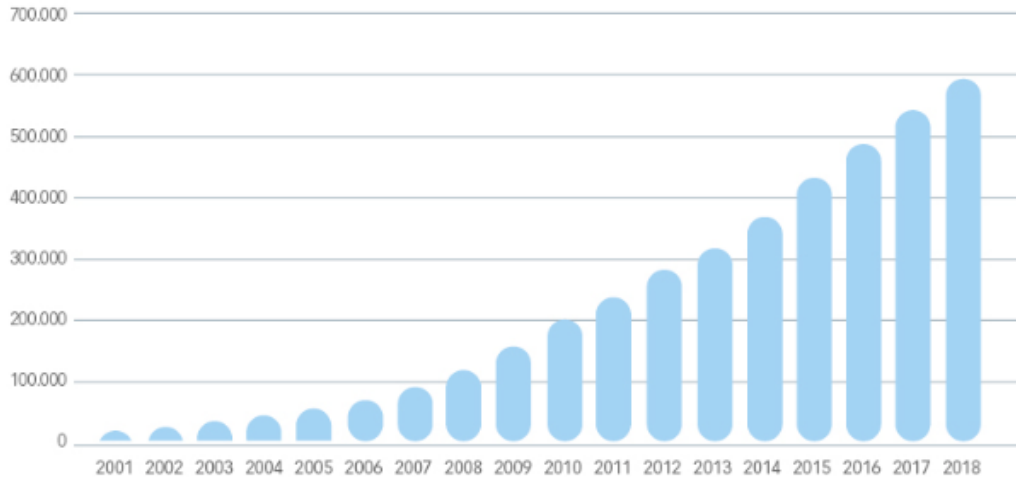


Figura 2. 4 Energía Producida en los Últimos Años

Fuente: (Global Wind Energy Council, 2018)

2.4.2.1 Aerogeneradores de eje vertical

Los aerogeneradores de eje vertical no necesitan orientarse respecto a la dirección de donde sopla el viento, por lo tanto, llegan a ser instalados en entornos urbanos. Sea cualquier dirección a la que sopla el viento, sobre su rotor son accionadas de la misma forma. También, los equipos de generación y control están localizados al pie de la estructura, de esta manera el acceso a los mismo es más simple (Turcan, 2015).



Figura 2. 5 Aerogenerador de Eje Vertical

Fuente: (Turcan, 2015)

2.4.2.2 Aerogeneradores de eje horizontal

La hélice del rotor de estos aerogeneradores está montada sobre un eje horizontal, se conoce que la dirección del viento se orienta mediante algunos dispositivos electrónicos o colas.

Los aerogeneradores de eje horizontal son instalados en espacios abiertos, en lugares en el cual no existen obstáculos y con flujos de viento suaves. De tal manera que el control del aerogenerador debe estar situado a una gran altura y la estructura que exista debe soportar el peso (Bucheli, 2017).



Figura 2. 6 Aerogenerador de Eje Horizontal

Fuente: (Turcan, 2015)

2.4.3 Energía hidráulica

La energía hidráulica también es llamada Energía Hídrica o Hidro-Energía, es obtenida mediante el aprovechamiento de las energías cinética de la corriente del agua y/o energías potenciales de los saltos de agua o mareas y usa la fuerza hídrica sin represarla de tal manera que es considerada como una Energía verde o también ecológica pura, debido a que los efectos contaminantes suelen ser muy bajos (ceranos a cero) y el impacto ambiental que existe es relativamente nulo, por lo que es una opción muy favorable para que sea aprovechado a gran escala (Huiracocha, 2015, pág. 18).

El uso que se trata de realizar es un cruce o cauce de agua sin modificarlo con el objetivo de no perjudicar a sus Cuencas Hidrográficas tampoco al medio ambiente ni a sus habitantes, con el fin de que se aproveche y de igual manera optimizar el uso que se le da a cierta agua en cierto sector, su principio se trata en aprovechar la altura del recorrido del agua que este es siempre descendente y también se busca deshacer las pérdidas de energía cinética que son producidas por fricción con el suelo, remolinos, en mover partículas de tierra, arena, piedra u otras partículas que lo que hacen, es que a la velocidad a la que descienda el agua sea baje casi constante y de esta manera darle a la masa de agua una caída de agua que se asemeje lo más posible a un cuerpo en caída libre, por la aceleración de las partículas transforman la energía potencial debido a la altura en velocidad que es energía cinética, se puede apreciar de una mejor manera este balance de energía por medio del Principio de Bernoulli que indica que la energía que posee un fluido en cualquier momento consta de tres partes cinética, potencial y de presión la cual

permanece constante a lo largo de su recorrido en un ducto aunque para ello se considera un fluido ideal sin pérdidas, ni compresibilidad, ni rozamiento en régimen de circulación por un conducto cerrado (Huiracocha, 2015, pág. 19).

El Gobierno Central ha puesto en marcha diversos programas a nivel estatal, como el “Plan Maestro de Electricidad (2016-2025)”, el “Plan Maestro de Electrificación (2013-2022)” o el “Plan Nacional de Eficiencia Energética (2016-2035)”, los objetivos que se tienen en cuenta son aumentar la potencia o capacidad de generación de energía eléctrica de forma eficiente y limpia para el medioambiente, lo que se ha venido llamando el “Cambio de la Matriz Energética” (Nieto, 2018, pág. 1).

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA POR TIPO DE FUENTE



Figura 2. 7 Producción de Energía por Tipo de Fuente

Fuente: (ARCONEL, 2015)

La producción eléctrica del país en 2017 fue de 28.049,846 GWh según la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL). Por origen, alrededor de un 71,6% (20.084,37 GWh) se obtuvo de fuente hidráulica, un 26,3% (7.377,40 GWh) de térmica, correspondiendo el 2,1% restante a otras fuentes como biomasa, eólica, solar, etc. La

evolución ha sido siempre positiva desde 1999, con crecimientos superiores al 10% algunos años. En el periodo 2007-2017, la generación nacional de electricidad aumentó un 54,1%. Esto ha supuesto que la cobertura anual del servicio eléctrico fuese del 97,24% en 2016 (frente al 93,35% en 2007) (Nieto, 2018, pág. 1).

El incremento obtenido por medio de la energía de fuente hidráulica en 1999-2017 fue mayor al 179%, pasando de generar el 69,4% del total de energía eléctrica del país en 1999 al 71,6% en 2017 (Nieto, 2018, pág. 1).

El consumo per cápita de electricidad en 2016 fue de 1.143,31 kWh/habitante, frente a los 637,79 kWh/habitante de 1999, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (Nieto, 2018, pág. 1).

2.4.3.1 Central hidroeléctrica

Desde el siglo XVII es conocida como la primera forma de energía renovable desde su aplicación generalizada, donde se puso en marcha con el aprovechamiento antiguo de las primeras ruedas de madera de paletas hidráulicas para molinos especialmente de trigo. Debido al ingeniero civil John Smeaton su mayor contribución fue la construcción por primera vez de grandes ruedas hidráulicas de hierro colado que impulsó la revolución industrial sobre todo de textiles y cuero, es cierto que las máquinas de vapor ya eran existentes, pero estas usaban el carbón por combustibles y no satisfacían en su totalidad. La construcción de grandes presas no fue totalmente exitosa ya que en ese tiempo no eran

posibles unido al bajo caudal de verano y otoño, de igual manera como las heladas en invierno, por lo se regresó a las máquinas de vapor en una época en su mayoría cuando el carbón bajó de precio (Huiracocha, 2015, pág. 19).

La energía del cauce de agua puede ser transformada a diferentes escalas, desde explotaciones pequeñas en las que una rueda de palas en dada en movimiento por la corriente de un río y lo que se obtiene de esta es un movimiento, hasta la utilización más significativa con las grandes centrales hidroeléctricas, donde utilizan el salto geodésico que viene a ser la energía potencial gravitatoria de la masa de agua entre dos niveles para obtener como resultado el movimiento de una turbina que a su vez mueve al generador de energía eléctrica, debido a que el alto impacto ambiental que estas tienen, no son consideradas como energía verde.

La potencia y la energía son las primordiales características al momento de hablar de la capacidad de generación de electricidad de una central hidroeléctrica. La potencia requiere del caudal máximo y de la altura que existe entre el nivel intermedio de las aguas debajo de la central el nivel intermedio del embalse. En cambio, la energía es la que se garantiza en un lapso de tiempo determinado, por lo general en un año, que está en función de la capacidad del volumen útil del embalse y también de la potencia instalada de los generadores existentes si son mayores de uno aquellos instalados en la misma casa de máquinas.

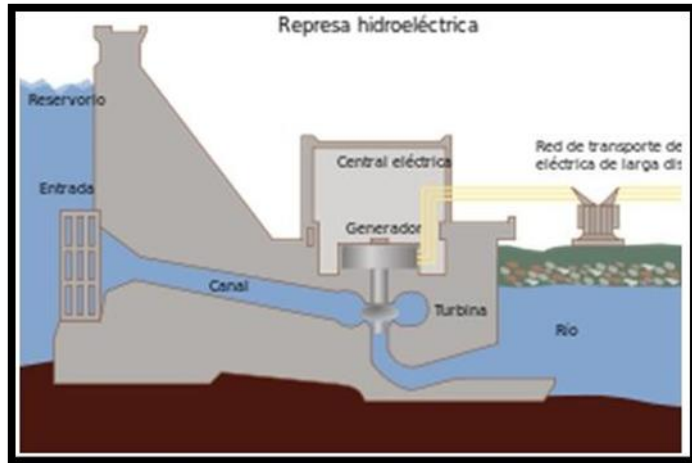


Figura 2. 8 Represa Hidroeléctrica

Fuente: (Huiracocha, 2015)

2.4.4 Energía mareomotriz

La energía mareomotriz es producida por medio de los grandes cuerpos de agua y recursos hídricos que estarían siendo aprovechados, y específicamente por medio del beneficio de la energía potencial que es adquirida por las turbinas que se ponen en movimiento cuando el paso de agua circula a través de ellas, siendo provocado por el movimiento de las mareas en las zonas costeras. Se requiere idear un punto estratégico marítimo en donde las mareas lleguen a tener un alto grado de diferencia de alturas. Debido a la atracción gravitacional presente entre la Luna y la Tierra, aquella que también cumple la función de hacer que el satélite siga girando alrededor de esta (González y González, 2015).

El efecto de atracción es creado cuando la Luna se encuentra a distancias más cercanas de la Tierra, que se aprecia en mayor medida en los mares, debido a la estructura física

del agua, de esta manera en los continentes, aunque esté involucrado el efecto de atracción, no se puede apreciar sin ayuda de instrumentos de estudio geológico. El fenómeno que se lo conoce como mareas, es ocasionado por este efecto, mediante el cual la extracción mareomotriz es la adecuada (González y González, 2015).

Las ventajas que tienen las estaciones mareomotrices son varias, entre ellas se encuentra su eficiencia, la generación de contaminantes baja o nula y para la producción energética se tiene un recurso inagotable y sin costo alguno que nos brinda la naturaleza que son las mareas y las olas. Una estación mareomotriz genera energía limpia, renovable y sustentable en el tiempo. Aun así, se debe hacer un estudio de las desventajas de las energías alternativas; en el caso de la energía mareomotriz se cuentan el tonelaje de red de turbinas, el ensamblaje de turbinas, la inestabilidad del oleaje en el océano, la conexión al sistema general, la mano de obra altamente calificada, la inversión inicial elevada, la modelización a escala local y, obviamente, los impactos ambientales que serían generados en el ecosistema y de igual manera en sus zonas costeras (González y González, 2015).

2.4.4.1 Centrales de turbinas mareomotrices.

El rotor de la conversión de la corriente en la energía de rotación de entrada es un componente esencial de un dispositivo de corriente eléctrica por mareas (Tidal Current Power TCP). Es de gran importancia la optimización del diseño del rotor para que la producción de energía sea mayor. Los parámetros que influirán en el rendimiento del rotor, son aquellos que incluyen el número de cuchillas, la forma, el tamaño en sección,

el cubo, diámetros, etc. La cuchilla del rotor es un componente primordial que pueden transformar la energía corriente de marea en energía de rotación para que de esta manera se obtenga electricidad. El rendimiento, la eficiencia y la estabilidad del sistema de turbina son aquellas que determinan las propiedades de la hoja variable (González y González, 2015).

2.4.4.2 Centrales de barreras mareomotrices

Según (González y González, 2015), señala que un evento de marina en el Reino Unido, se elogió el Centro Europeo de Energía Marina (EMEC por sus siglas en inglés) en Orkney, al norte de Escocia, lugar en el que una serie de tecnologías puede funcionar en el medio marino difícil como modo de prueba. Se denominó a una de estas como Oyster Aquamarine Power, siendo un dispositivo emplazado en el lecho marino cerca de la costa, que sería un gigante marino montado con bisagras que sustrae energía de la marea, siendo específicos, de la componente horizontal del movimiento elíptico de una ola.

Una varia cantidad empresas a nivel mundial en el año 2010 estaban preparando pruebas exhaustivas de ciertos proyectos de plantas piloto comerciales, por otro lado, otras empresas especializadas comenzaron su funcionamiento de manera normal. Para poder conseguir el mejoramiento técnico de los dispositivos y poder reducir los costos de instalación se realizaron grandes sacrificios. Aun así, los proyectos en eso periodo de tiempo, fueron enfrentados a la incertidumbre de la evaluación de los recursos y también

al bajo conocimiento del impacto que tienen sobre la vida marina aquellos dispositivos de producción de energía mareomotriz (González y González, 2015).

2.4.5 Energía geotérmica

La energía geotérmica es aquella la cual se obtiene por medio del aprovechamiento de calor del interior de la tierra. La corteza terrestre contiene el calor en la roca y el fluido que llena las fracturas y poros en la roca. También, la temperatura varía y se determina el aprovechamiento energético (Solares, 2019).

Los tipos de geotermia son variados, entre ellos se tiene de entalpía baja, media o alta. (Solares, 2019).

La geotermia de baja entalpía es aquella que en el uso domésticos se genera calefacción, refrigeración o agua caliente sanitaria. El calor se encuentra a una profundidad muy baja, cuando se quiere aprovecharlo para climatización, para ser exactos se lo encuentra justo por debajo de la corteza terrestre.

Esta energía geotérmica de baja entalpía, sus aplicaciones se basan en la capacidad que el subsuelo posee de acumular calor y de mantener una temperatura sensiblemente constante, esto por lo general a lo largo de todo el año, entre 10 y 20 metros de profundidad. Para la climatización de los edificios, la geotermia de baja entalpía es la ideal, siendo así, por medio de varios sistemas de intercambio de calor (o llámese también

colectores) es captada. A partir de los colectores, el calor se transfiere a las bombas geotérmicas, y estas actúan como intermediarias entre el sistema de intercambio con el subsuelo y el sistema de distribución, siendo así el responsable de climatizar el conjunto del edificio.

La geotermia puede suministrar calefacción y agua caliente sanitaria, así como también puede hacerlo con refrigeración, por medio del proceso inverso; el proceso inverso se refiere a la transferencia del calor ambiental hacia el subsuelo. Para producir energía eléctrica se requiere un contenido de calor mayor, siendo así los recursos geotérmicos de baja entalpía son insuficientes, pero estos recursos con temperaturas que están bajo los 50° e incluso hasta 15°C, se podrían utilizar para producir agua caliente sanitaria y también para climatización, mediante un sistema de bomba de calor.

Por otro lado, la energía geotérmica de alta entalpía que normalmente esta es extraída de grandes profundidades. En diferencia a la energía de baja entalpia que su uso es doméstico, y también es usada para la climatización, esta energía más bien es usada para la generación de electricidad y para la calefacción de edificios.

La producción de energía eléctrica consta por un lado del subsuelo, lugar donde son desarrollados los sondeos o las perforaciones, la finalidad es acceder hasta el reservorio geotermal para que de esta manera sea extraído el calor a la superficie en forma de vapor a presión o de agua caliente; también, en la superficie se obtiene la planta geotérmica,

mediante la cual se generará electricidad a partir de la transformación del calor que se extrae del subsuelo en energía mecánica por medio de un ciclo termodinámico.

La producción de calor directo consta en el intercambio directo del calor del subsuelo con otro circuito secundario en superficie (red de distrito) de esta manera los edificios serán calentados directamente. El uso del fluido de agua caliente puede ser dado tanto para calefacción como también para agua caliente sanitaria. Mediante un convertidor, su proceso puede ser invertido en verano para que de esta forma pueda generar frío.

2.5 Energía por biomasa

La biomasa en términos energéticos, se conoce como un combustible que proviene de productos y residuos naturales, siendo estos aquellos que provienen de la agricultura (sustancias vegetales y animales), los que provienen de la actividad forestal e industrias que son ligadas al bosque, y de igual manera la fracción biodegradable de aquellos residuos industriales y así también como los urbanos (Peña, 2016).

La Biomasa es una fuente de energía limpia que batalla contra el cambio climático, su impacto ambiental es muy bajo, y la contribución que ofrece es la mejora de la competitividad, el empleo y el desarrollo regional (Peña, 2016).

Las siguientes ventajas de la biomasa de acuerdo a su uso:

- El balance de CO₂ que emite es neutro.

- No existen contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni siquiera partículas sólidas.
- La producción de Biomasa es totalmente descentralizada, que se basa en un recurso disperso en el territorio, este puede tener en la parte rural una gran incidencia social y económica.
- El abastecimiento de combustibles disminuirá su dependencia externa. La tecnología con la que cuenta para su aprovechamiento es con un buen grado de desarrollo tecnológico que sirve para muchas aplicaciones.
- Los riesgos de incendios y plagas forestales bajan, ya que como consecuencia reducen la carga de combustible de las masas forestales.
- Los vertidos y riesgos ambientales son menores (al valorizar los residuos de origen industrial).

Esta es una fuente renovable que se la considera la más común y generalizada en el mundo, ya que el potencial que tiene es abundante. Existe una gran cantidad en todo el mundo y sin duda alguna de una manera sostenible ayudará con la contribución de suministro de demanda futura.

La bioenergía tiene una variedad de virtudes que la hacen una alternativa real, las cuales son:

- Existen varias fuentes de energías, pero la biomasa se la reconoce como la cuarta mayor fuente de energía en la Tierra, esta le sigue al carbón, petróleo y

gas natural, también se conoce que es uno de los recursos más comunes y extendidos que existen.

- La bioenergía o energía por biomasa, es una fuente de energía renovable que su funcionamiento se da en todos los mercados energéticos, esto quiere decir que por lo tanto nos permite producir calor, electricidad y biocarburantes líquidos.
- Si se desarrolla de manera sostenible, nos proporciona grandes beneficios ambientales y a su vez es la energía renovable más barata de producir.

2.5.1 Biomasa líquida

Los biocarburantes se los conocen como combustibles líquidos que su origen es biológico, y por sus características físico químicas son adecuadas para que la gasolina o el gasóleo sean reemplazados completamente, como una mezcla de estos últimos o también como aditivo. Hoy en día, los biocarburantes principales son el biodiesel y el bioetanol, el biodiesel se lo utiliza en motores de gasoil y el bioetanol en motores de combustión de gasolina (Serrano, 2018).

El biodiésel se lo consigue en su gran mayoría por medio de plantas oleaginosas que son estas la soja o el girasol, a su vez también los aceites de fritura que ya han sido usados y las grasas animales que pueden ser utilizados. El bioetanol un biocarburante, que se produce por lo general mediante la fermentación de granos ricos en azúcares o almidón (Serrano, 2018).

Según (Serrano, 2018), dentro del contexto europeo, en la figura 2.9, se muestra que España es el país líder en la producción de bioetanol.

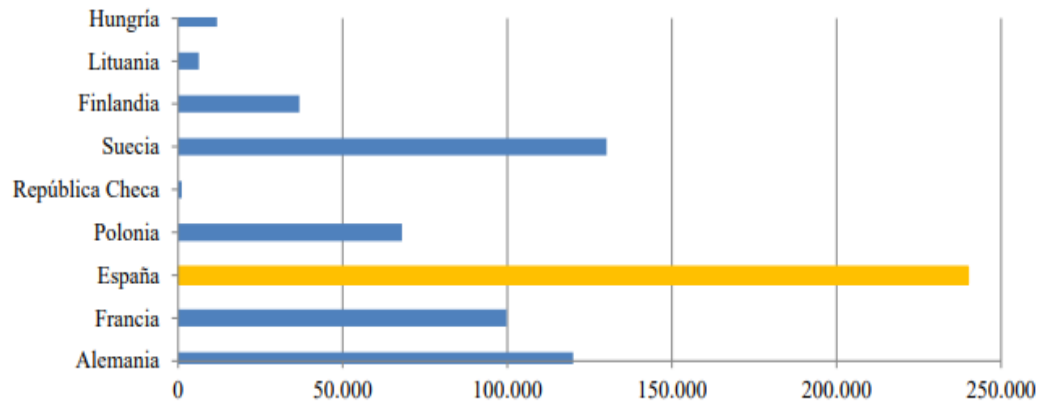


Figura 2. 9 Producción de Bioetanol

Fuente: (Serrano, 2018)

2.5.1.1 Bioetanol

Para poder fabricar el bioetanol lo principal son los azúcares contenidos en diversas plantas. Existe una fuente que es la biomasa lignocelulosa, esta se da por hidrólisis, siendo así que, de la celulosa, se puede llegar a adquirir glucosa fermentable. Los primeros casos que se conocieron son los más extendidos hoy en día, pero el último es el que más conviene ya que su coste es bajo y existe una gran abundancia. Cualquiera sea el proceso de los que se observó, lo que se consigue es un mosto azucarado cuya fermentación que es en ausencia de oxígeno convierte la glucosa en etanol hasta que se consiga un líquido que tenga un grado de alcohol entre el 10 y 15%, que es destilado para adquirir un alcohol hidratado y que su cantidad de agua sea del 4-5%. El producto conseguido al final es capaz

de reemplazar a la gasolina en motores de explosión convencionales, aunque para esto se requiera realizar algunas modificaciones mecánicas (Serrano, 2018).

2.5.1.2 Biodiesel

Para la elaboración de biodiesel, se distinguen dos tipos de materia prima. El primer grupo incluyen los aceites que son de mayor utilidad en fritura o los aceites vegetales (como lo es el aceite de oliva). Sin embargo, este tipo de residuos contienen un volumen limitado y por esta razón, la tendencia lógica nos lleva hacia una incrementación en la utilización de los aceites vegetales puros cultivados con el fin de uso energético. Estos aceites vírgenes se los consiguen a partir de las semillas de plantas como la soja, o el girasol, y a su vez también la palma oleífera. De la palma oleífera no existe un nivel de cultivo común, pero por su alto nivel productivo hoy en día se están realizando cultivos experimentales con el fin de llegar a determinar las posibilidades que podría ofrecer. En el momento que la materia prima haya sido conseguida, se comienza el proceso de fabricación que resulta ser que no es algo compuesto si se lo ve desde el punto de vista técnico. Para realizar este proceso hay que hacerlo en presencia de un catalizador, y debe ser a una temperatura aproximada de unos 60 °C (Serrano, 2018).

2.5.2 Biomasa sólida

En la biomasa solida se conoce que los residuos que tienen menor importancia son los residuos de tipo primario, que son dados por materias que son procedentes del sector agrícola, forestal y también de las industrias de transformación (Serrano, 2018).

Para su aprovechamiento energético se toman en cuenta tres grupos para fuentes de biomasa sólida:

2.5.2.1 Biomasa natural

Estas son las masas vegetales elaboradas sin la intervención humana, aquellas forman parte de la flora terrestre (Serrano, 2018).

2.5.2.2 Biomasa residual

La biomasa residual es aquella que es producida en cualquier actividad que utilice como materia prima recursos orgánicos, que provengan de procesos productivos de ciertos sectores agrícolas, forestales, industriales o ganaderos, de igual manera como la que es producida en los núcleos urbanos por la población (Serrano, 2018).

2.5.2.3 Biomasa producida por cultivos energéticos

La biomasa producida por cultivos energéticos la cual es producida esencialmente con el objetivo de generar energía. Por las grandes expectativas que tienen los cultivos energéticos, hay una gran variedad de regulaciones que se están redactando, que influyen de manera inadecuada a la sostenibilidad de la biomasa energética primordialmente en materia de cultivos energéticos, con el objetivo de demostrar que en el equilibrio natural

no será una amenaza y más bien demostrar que el uso que se le dará representa una mejora en el balance energético, en el balance de emisiones (Serrano, 2018).

En el sector eléctrico y en el sector de la calefacción comúnmente son utilizadas la biomasa sólida y el biogás, por otro lado, en el sector de transportes son utilizados los biocarburantes (Serrano, 2018).

2.5.3 Biomasa gaseosa

Los biocombustibles gaseosos se los denomina a los combustibles que tienen un origen no fósil que son obtenidos cuando la materia orgánica en ausencia de oxígeno es descompuesta. El biogás es el más conocido y su generación es dada en dispositivos específicos o también en medios naturales que partes de la variedad de reacciones de biodegradación en la que la materia orgánica es procesada, por medio de la acción de microorganismos, de igual manera como con otros factores que están en ausencia de aire (Serrano, 2018).

El gas de estas reacciones que ha sido obtenido está compuesto por dióxido de carbono (que es conocido químicamente como CO_2), también monóxido de carbono (que se lo conoce químicamente como CO), y también el metano (conocido químicamente como CH_4) y otros tipos de gases los cuales sus cantidades son inferiores. Los residuos ganaderos y agroindustriales, los lodos que se obtienen en las depuradoras y también la

fracción orgánica de los residuos domésticos, son las principales fuentes de las que podemos obtener este gas (Serrano, 2018).

Una forma útil para el tratamiento de residuos biodegradable es que se produzca biogás por descomposición sin oxígeno, ya que este nos brinda un combustible útil y a su vez genera una corriente de agua, que es denominada digestato y este puede ser utilizado también como abono orgánico para el suelo. Por lo general este gas es utilizado principalmente para alimentar un generador y este produce electricidad, pero de igual manera su utilización no es únicamente para esto, sino que también su uso puede ser dado como combustible en cocinas o en iluminación (Serrano, 2018).

El uso del biogás es muy parecido al de cualquier gas que ha sido obtenido de minerales fósiles, pero la ventaja que este tiene es que su fuente es inagotable, trae muy buenos beneficios para el ecosistema y a su vez, les brinda una adicional fuente de ingresos a una explotación ganadera, agrícola o alimentaria (Serrano, 2018).

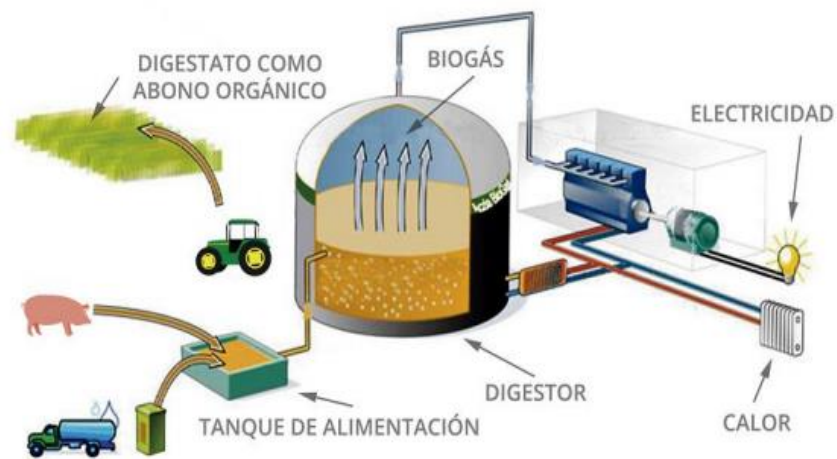


Figura 2. 10 Proceso de Obtención del Biogás

Fuente: (Serrano, 2018)

Para llegar a obtener energía a partir de biogás se optó por la siguiente forma:

1. Un digestor recibe los desechos orgánicos y estos luego son mezclados, a partir de eso, se evita la entrada de oxígeno encerrándolos en un depósito que tiene que ser herméticamente cerrado.
2. Un gas con un nivel alto en metano es producido debido a la acción de las bacterias en los desechos orgánicos.
3. El gas que obtenido se lo extrae de aquel depósito y para que este pueda ser útil, debe ser limpiado de impurezas.

Esto a su vez tienen ciertas desventajas ya que su almacenamiento y distribución puede llegar a ser complejo, y también tiende a ser peligroso debido a que es inflamable.

2.6 Biodigestores

El biodigestor es un reactor en el cual se adhieren desechos orgánicos que, a través de la digestión anaerobia (fermentación) y la falta de oxígeno que existe en ellos, es producido el biogás y a su vez el fertilizante orgánico, que se lo denomina como “biol” (Brusi y Navaz, 2016).

En el biodigestor se desarrollan ciertos beneficios que se deben a un seguido de procesos químicos en el cual son producidas estas 4 fases:

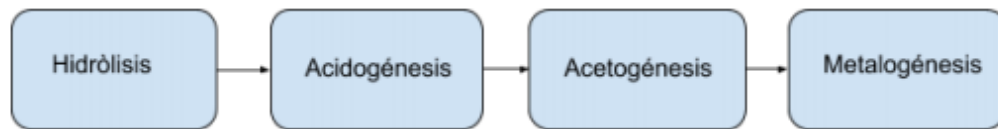


Figura 2. 11 Proceso Químico Desarrollado en el Reactor

Fuente: (Brusi y Navaz, 2016)

Principalmente, los compuestos orgánicos que existen como los azúcares, se despolimerizan (hidrólisis) y luego se transforman en ácidos grasos (acidogénesis) y también en ácidos acéticos (acetogénesis). Y para concluir, los ácidos son convertidos en CH₄ y CO₂ (metanogénesis) (Brusi y Navaz, 2016).

2.7 Tipos de biodigestores

Existe una variedad de maneras para clasificar los biodigestores. Una de ellas es según el tipo de proceso que sea empleado, esto quiere decir, según el sistema en el que la materia prima sea abastecida:

2.7.1 Carga continua

Es aquella en la cual el biogás y el fertilizante es fijo, siendo así estos son cargados y descargados de forma regular y periódica (Brusi y Navaz, 2016).

2.7.2 Carga discontinua o de régimen estacionario (Batch)

Para poder llevar a cabo el ciclo de producción de gas y fertilizante es primordial la materia prima, esto significa que, entre su carga y descarga, el proceso con una nueva carga se reinicia. El digestor es sellado y así la fermentación que existe puede ser entre 30 y 180 días, para un contenido en sólidos orgánicos del 6 al 10%. Se recomienda que su uso debe ser dado cuando existe materia prima disponible (Brusi y Navaz, 2016).

2.7.3 Carga semicontinua (Fed-Batch)

Es agregada una primera carga de materia prima en gran cantidad, y cuando se nota que el rendimiento del gas disminuye, son agregadas de forma gradual nuevas cargas de materia prima, y así se obtiene efluente en igual cantidad (Brusi y Navaz, 2016).

A los digestores también se los clasifica según la forma de construcción:

Biodigestor de domo flotante

El biodigestor de domo flotante se lo conoce también como cúpula móvil o hindú, este tipo de digestor tiene un tambor de acero o de fibra de vidrio reforzado con plástico (FRP), también consta con un tambor con paredes y fondo de ladrillo, y la construcción que tiene es vertical. El gas es almacenado bajo una tapa flotante en el cual se desplaza por una viga transversal. Este tipo de digestor trabaja a presión constante y la manipulación que se le

puede dar es sencilla. Su alimentación puede ser continua o semicontinua (Brusi y Navaz, 2016).

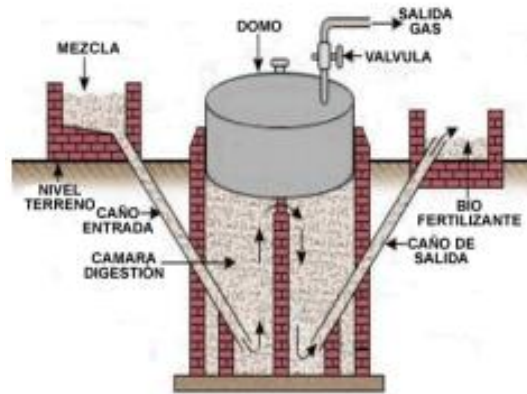


Figura 2. 12 Biodigestor de Domo Flotante

Fuente: (Brusi y Navaz, 2016)

Biodigestor de domo fijo

Este digestor consiste en una cámara de gas de volumen fijo el cual es construido de ladrillo, piedra, hormigón o adobe y es también recubierto por capas de mortero. La cúpula y el fondo son hemisféricos y la forma de las paredes que los unen es cilíndrica. El gas es almacenado debajo del domo y este suele tener presiones muy altas (1-1.5 mH₂O) debido a que no es flexible, por este motivo, su forma es redondeada y diseñada con materiales de gran calidad, por esta razón su construcción tiene un costo mayor, también por la mano de obra que se necesita. Al digestor no le afectan los cambios de temperatura debido a que esta enterrado (Brusi y Navaz, 2016).

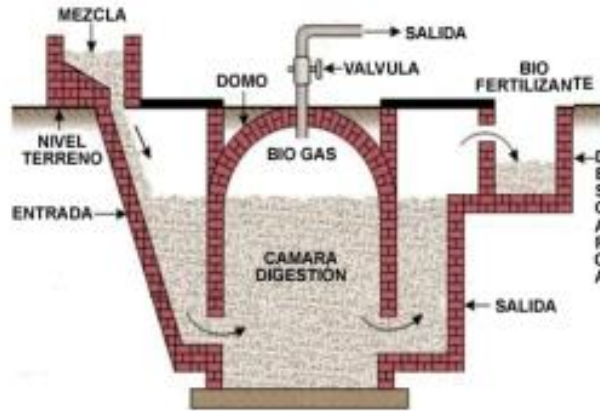


Figura 2. 13 Biodigestor de Domo Fijo

Fuente: (Brusi y Navaz, 2016)

Biodigestor de estructura flexible o taiwanés

Este tipo de biodigestor es aquel que existe en la empresa de rastro del cantón Jipijapa, el cual, en comparación con los otros tipos de biodigestores, la inversión que se realiza con este tipo de biodigestor es inferior y mucho más conveniente. Es ideal para pequeños granjeros, y por esta razón han sido desarrollados estos digestores que son hechos de materiales flexibles más económicos y accesibles, sobre todo con polietileno. Con el biodigestor de estructura flexible o taiwanés, el gas es acumulado en la parte superior con una baja presión de operación, y así no superando la presión máxima del material. Para encontrar la membrana de PVC (la que presenta mejores características) puede resultar más complejo, por lo tanto, lo que se recomienda es comprarla ya preparada como biodigestor. Ciertos digestores pueden ubicarse en cualquier superficie de agua, debido a que son flotantes, en el caso de la empresa de rastro en el cantón Jipijapa no ha sido necesario, pero de esta manera sería gran solución si el lugar en donde quiere ser ubicado posee un espacio de tierra firme es limitado (Brusi y Navaz, 2016).

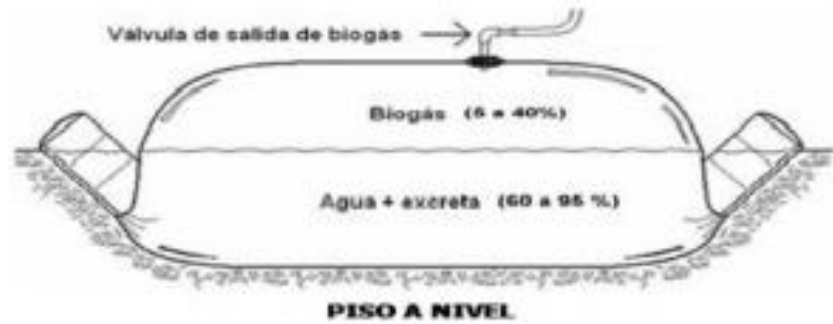


Figura 2. 14 Biodigestor de Estructura Flexible

Fuente: (Brusi y Navaz, 2016)

Biodigestor con tanque de almacenamiento tradicional y cúpula de polietileno

El biodigestor con tanque de almacenamiento tradicional y cúpula de polietileno es una nueva tecnología en la cual mezcla soluciones tradicionales con innovadoras, con la finalidad de que los costos sean reducidos hasta un 30%.

La forma de la cúpula es semiesférica de polietileno la cual es sostenida en un tanque de piedra o ladrillo (Brusi y Navaz, 2016).



Figura 2. 15 Biodigestor con Tanque de Almacenamiento Tradicional

Fuente: (Brusi y Navaz, 2016)

2.8 Partes del biodigestor

El modelo de biodigestor es de tipo “Taiwanés”, con bolsa de geomembrana de PVC tubular, alimentado por una mezcla (de proporciones a determinar) de residuos del ganado bovino y porcino en modo semicontinuo. Del proveedor se puede obtener directamente un reactor, que ya incorpora la entrada de materia prima y las salidas de biogás, lodos y efluente.

2.8.1 Entrada

En la entrada, para poder medir de manera adecuada la cantidad de estiércol y desechos a introducir precisa un tanque de entrada, con un volumen ligeramente superior al de la Carga Diaria. Entre el tanque y la entrada del biodigestor debe haber una válvula de paso o una compuerta para controlar el ingreso de la materia al reactor.

2.8.2 Reactor

La geomembrana de polietileno puede ser compradas prefabricadas, siendo así ya incorpora la entrada de materia prima y las salidas de biogás, lodos y efluente. Sus medidas son $D= 18m$, $L=30$.

2.8.3 Salidas

Existen 3 salidas por las cuales saldrán los productos derivados de la fermentación del reactor que son el biogás, el biol y los lodos que vendrán ya incorporadas en el biodigestor.

2.8.3.1 Salida de lodos

Pueden ser ubicados en un balde o algo similar para recoger los lodos.

2.8.3.2 Salida de biol

Se requiere un tanque para que se pueda almacenar el biol. Puede comprarse un tanque de PVC o también puede ser construido con ladrillos o concreto.

2.8.3.3 Salida del biogás

La salida del biodigestor es de 1”.

2.8.4 Aislamiento del reactor

La protección del reactor es algo delicado ya que al ser una geomembrana de polietileno y estar ubicado en el suelo, podría llegar a dañarse y a su vez tener fugas.

Para que no existan daños en el reactor de piedras y lo que pueda existir en la fosa, se ubican sacos de arena, paja, hojas, y cualquier otro material el cual pueda amortiguar o ablandar el piso en la base de la fosa, y por encima de todos estos materiales se coloca una lona de plástico.

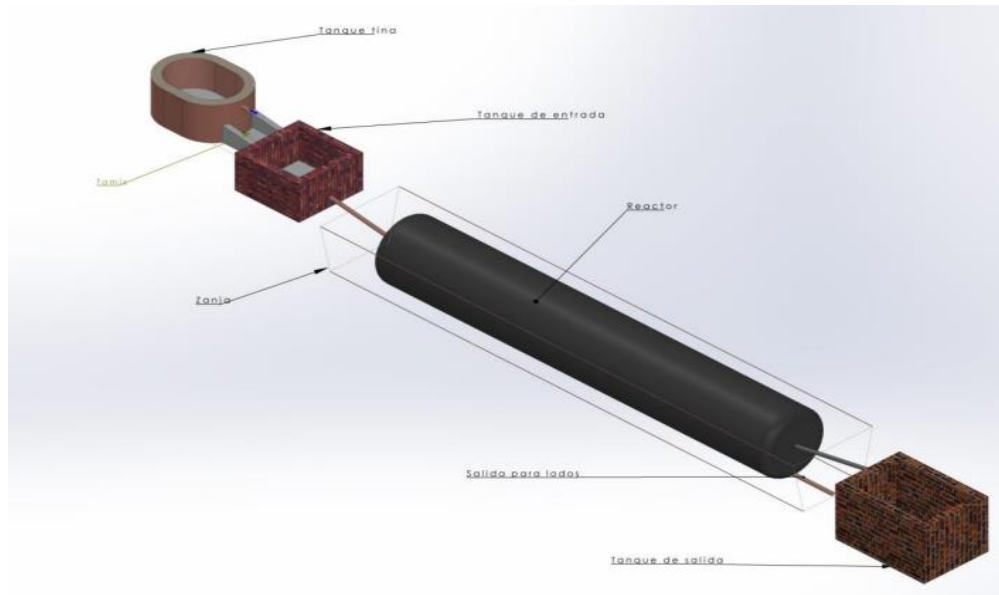


Figura 2. 16 Partes del Biodigestor

Fuente: (Brusi y Navaz, 2016)

2.9 Proceso de conversión de la biomasa en energía

Analizándolo desde el punto de vista del aprovechamiento energético, por lo que la biomasa es caracterizada es por su bajo contenido de carbono que posee, también el contenido de oxígeno que posee es alto y por sus compuestos volátiles. Los compuestos volátiles se los conoce a los que acumulan una parte elevada del poder calorífico de la biomasa (Serrano, 2018).

Analizándolo de una manera energética, la biomasa forma parte de dos grupos:

- **Biomasa seca:** esta es aquella que se consigue de forma natural y la humedad que posee es inferior al 60%, como la paja, la leña, etc. Para que su uso sea utilizado energéticamente esta biomasa es la indicada para darse en procesos termoquímicos o fisicoquímicos, en los cuales producirían energía térmica o productos secundarios en la forma de combustibles de una manera directa (Serrano, 2018).
- **Biomasa húmeda:** A esta se la denomina de esta forma en el momento que la humedad superior al 60%, los cuales podrían ser los residuos animales, restantes vegetales, vegetación acuática, etc. El tratamiento dado para este tipo de biomasa, es mediante procesos químicos, pero también puede darse por medio de simples procesos físicos, y así se llegaría a conseguir combustibles gaseosos y líquidos (Serrano, 2018).

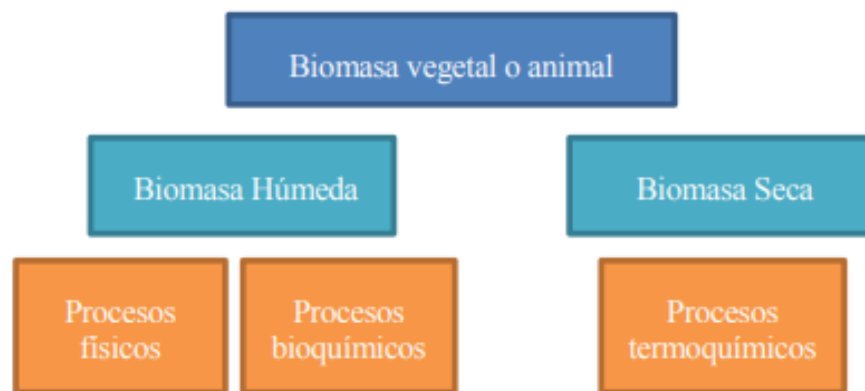


Figura 2. 17 Proceso de Biomasa

Fuente: (Serrano, 2018)

2.9.1 Procesos termoquímicos

En los procesos termoquímicos principalmente son comprendidos por la combustión, gasificación y pirolisis. La licuefacción directa aún se la encuentra en etapa de desarrollo. La licuefacción quiere decir que al quebrar las moléculas de celulosa y también la lignina, es suprimido el oxígeno y así se puede añadir átomos de hidrógeno en ella. Lo que se llega a obtener de esta reacción química es una mezcla de hidrocarburos que en el momento de enfriarse se condensan en un líquido (Serrano, 2018).

2.9.1.1 Combustión

Este es el proceso que más lo utilizan y a su vez es el más sencillo el más sencillo, siendo utilizado en la actualidad, así como también lo fue en el pasado. Este proceso nos permite obtener energía térmica, siendo utilizado como para usos domésticos o como para usos industriales. Las tecnologías que son usadas para la combustión se dan desde un fogón abierto hasta algo más complejo como calderas el cual el rendimiento que tienen es alto y se usan en la industria (Serrano, 2018).

2.9.1.2 Gasificación

La gasificación se refiere a la quema de biomasa la cual es dada en presencia de oxígeno de forma controlada, siendo así esto emite un gas combustible llamado “gas pobre”, este

gas es denominado así ya que tiene un bajo contenido calórico, no como el gas natural (Serrano, 2018).

Este proceso es realizado en un recipiente cerrado, que se lo conoce como gasógeno, en este recipiente cerrado el combustible es introducido y una cantidad de aire menor a la que se necesitaba para que su combustión sea completa. El gas pobre que se ha adquirido puede ser quemado después en un quemador para poder obtener energía térmica, en una caldera para producir vapor, o también que sea enfriado y acondicionado para que sea usado en un motor de combustión interna mediante el cual produzca energía mecánica (Serrano, 2018).

2.9.1.3 Pirólisis

El pirólisis es un proceso de oxidación parcial y también controlada, siendo quemado a una temperatura elevada (230°C) y siendo casi en ausencia de aire, esto permite conseguir una combinación variable de combustibles sólidos (carbón vegetal), combustibles gaseosos y líquidos (Serrano, 2018).

La pirólisis se fue produciendo, siendo uno de estos el metanol. Hoy en día, la producción de carbón vegetal es aquella que tiene cierta importancia, siendo así, los productos líquidos y gaseosos son considerados como subproductos del proceso (Serrano, 2018).

El carbón vegetal siendo este combustible sólido tiene un poder calorífico mayor que el de la biomasa. Aun así, se requiere tener en cuenta que en la materia prima existe una pérdida elevada por la carbonización, debido a que el consumo de materia prima en el proceso es grande (Serrano, 2018).

2.9.2 Procesos físicos

El proceso más importante en este es la producción de aceites vegetales que es adquirido de plantas oleaginosas como lo es la soja, también la semilla de algodón, comúnmente el conocido girasol, la palma, etc. Comúnmente, para extraer el aceite, estas semillas son prensadas mecánicamente. El fin de estos aceites es que permiten la sustitución del gasoil en los motores de combustión interna, siendo así su gran importancia energética (Serrano, 2018).

2.9.3 Procesos bioquímicos

Según (Gallino, 2015) los procesos bioquímicos se basan normalmente en la degradación o descomposición de la biomasa por la acción que se dan de los microorganismos, y estos se los conoce en dos grupos, como lo son los que se llevan a cabo en ausencia de aire (que son los anaeróbicos) y los que se realizan con la presencia de aire (que son los aeróbicos).

2.9.3.1 Digestión anaeróbica

La digestión anaeróbica es utilizada comúnmente con residuos animales o vegetales de baja relación carbono / nitrógeno, en la cual es llevada a cabo en un recipiente cerrado que se lo denomina “digestor” y este recipiente cerrado nos da origen a la producción de un gas combustible que es conocido como biogás (Gallino, 2015).

Adicionalmente, la biomasa que ha sido degradada en el proceso de producción de biogás queda como residuo, y este residuo viene a ser un gran fertilizante para los cultivos agrícolas. Existen una gran diversidad de tecnologías disponibles para que su producción sea óptima, sin embargo, el común denominador de todas las tecnologías disponibles es que el diseño es su simplicidad y la construcción de aquello es bastante asequible (Gallino, 2015).

El biogás constituye principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), el uso de este combustible se puede dar de igual manera que el uso que se le da al gas natural. A su vez, puede llegar a dar uso a vehículos de transporte si es comprimido, pero para esto se necesita primero remover su contenido de CO_2 (Gallino, 2015).

Las 4 etapas principales de la digestión anaeróbica en el interior de un reactor biológico o digestor son: hidrólisis, ácido-génesis, aceto-génesis y metano-génesis (Carrasco, 2015).

Hidrólisis

La hidrólisis enzimática se la conoce como el primer paso del proceso de descomposición anaeróbica que existe y esto se da debido a la acción de enzimas hidrolíticas extracelulares las cuales hidrolizan moléculas de cadena larga siendo estas las grasas, carbohidratos y proteínas para llegar a obtener ácidos grasos, azúcares simples y aminoácidos, en orden para que de esta manera pueda ser dada la siguiente etapa (Carrasco, 2015).

Ácido-génesis

Después del primer proceso de descomposición anaeróbica los microorganismos existentes en el reactor tratan los compuestos orgánicos y de esta manera forman ácidos orgánicos y gases siendo estos el dióxido de carbono (CO₂), hidrógeno (H₂) y pequeños volúmenes de amoníaco (NH₃), ácido sulfhídrico (H₂S) y alcoholes como lo es el glicerol (Carrasco, 2015).

Aceto-génesis

Las bacterias acetogénicas son aquellas que metabolizan los ácidos orgánicos y así lo que producen es acetato e hidrógeno. La temperatura adecuada que se debe tener presente en esta fase es de 30°C, para que sea más probable el contacto entre las bacterias y el sustrato debe ser necesaria la agitación y la mezcla (Carrasco, 2015).

Metano-génesis

El metano-génesis es la última etapa del proceso de descomposición anaeróbica en el cual se lleva a cabo la producción de metano por microorganismos metanogénicos el cual son arqueas primordialmente. La cantidad total de metano corresponde un estimado del 70% al formado a través del metabolismo de ácidos grasos volátiles, el cual es dado por microorganismos acidótrofos. El otro 30% que resta es de hidrógeno y el dióxido de carbono metabolizados a través de la acción de microbios hidrogeno tróficos. Éstos últimos son de gran importancia para el proceso general, ya que controlan la acidez del medio y de esta manera van metabolizando los protones que existen. En el caso de que no fuera así, las bacterias acetogénicas no podrían continuar con su metabolismo y así lo que se produciría de metano sería en menor cantidad (Carrasco, 2015).

Esta última etapa se la conoce como la más lenta de todo el proceso y a su vez la más susceptible a cambios en las condiciones del ambiente en el reactor, de esta manera si la alimentación de sustrato, la temperatura o la posible entrada de oxígeno aumentasen, la posibilidad de causar el cese del proceso será más alta. El proceso de óxido-reducción que se da en esta etapa final, quiere decir la transportación de electrones que existe entre las varias moléculas que se involucran, una molécula inorgánica viene a ser el aceptor final de éstos (Carrasco, 2015).

2.9.3.2 Digestión aeróbica

La digestión aeróbica de biomasa la cual tiene una cantidad azúcares o almidones elevada, siendo así es formado el alcohol (etanol), a este se lo conoce por su gran uso en medicina y licorería, pero aun así sirve como un combustible líquido con características parecidas a los combustibles líquidos que se consiguen a través de la refinación del petróleo. Las materias primas como la caña de azúcar, mandioca, sorgo dulce y maíz son las comunes en su uso para que se llegue a obtener alcohol (Gallino, 2015).

El proceso que se lleva a cabo incluye una etapa de trituración y molienda con el fin de que se obtenga una pasta homogénea, una etapa de fermentación, una de destilación y también una de rectificación (Gallino, 2015).

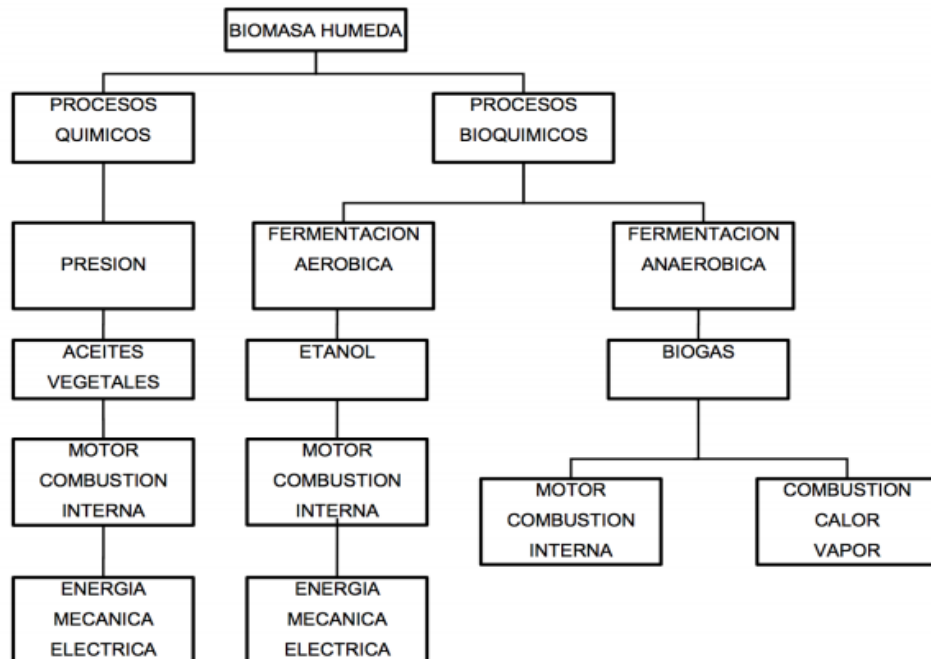


Figura 2. 18 Tipos de Procesos Bioquímicos

Fuente: (Gallino, 2015)

2.9.3.3 Biogás

Según (Cuervo y Alzate, 2017), el biogás es el producto obtenido a partir de un proceso de descomposición orgánica, el cual es compuesto por metano y dióxido de carbón, y a su vez este contiene impurezas las cuales influyen en la calidad del gas como combustible. La composición del biogás va a depender únicamente del material digerido y también del funcionamiento del proceso el cual sea llevado. Se puede llegar a determinar que el biogás es inflamable si su contenido de metano es mayor al 45%. En la siguiente tabla se pueden apreciar las características generales del biogás.

Composición	55 – 70 % metano CH₄ 30 – 45 % dióxido de carbono CO₂ Trazas de otros gases
Contenido energético	6 - 6.5 kW/hm ³
Equivalente de combustible	0.6 – 0.65 L petróleo/m ³ biogás.
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire.
Presión crítica	74 – 88 atm.
Temperatura crítica	-82.5 °C
Densidad normal	1.2 Kg/m ³
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16.043 kg/kmol

Figura 2. 19 Características de Biogás

Fuente: (Cuervo y Alzate, 2017)

2.10 Purificación o acondicionamiento del biogás

El biogás que ha sido adquirido gracias a la digestión anaeróbica o fermentación de la materia orgánica (residuos animales y vegetales) los usos energéticos los cuales pueden brindar son variados, pueden darse en calefacción, alumbrado o electricidad. La composición de esta mezcla gaseosa, combustible, es dada por metano (55-70%), anhídrido carbónico (30-45%), sùmese a su vez otros elementos traza siendo estos el oxígeno (200 ppm - 1%), nitrógeno (menor a 5%), vapor de agua y también el sulfuro de hidrógeno (50 ppm - 3%).

Los sulfuros y los tioles son compuestos que contiene el azufre, de tal manera que se presentan en el biogás. Los compuestos con azufre en presencia de agua o de humedad del biodigestor pueden llegar a ser corrosivos.

El H₂S es un gas que presenta muchos inconvenientes debido a que es tóxico, tiene un olor poco agradable y es corrosivo, este es dado cuando se reduce azufre bajo condiciones aeróbicas a partir de ciertos microorganismos reductores.

Para poder obtener biometano es necesario eliminar el CO₂, H₂S, vapor de agua, nitrógeno y oxígeno del biogás, de tal manera que se obtendría con una concentración de gas metano mayor al 95%, siendo así su poder calorífico incrementaría.

Si lo que se desea es que sea utilizado para la generación de electricidad, el H₂S es el elemento que más afectaría, porque presenta un alto poder de corrosión, y esto afectaría en gran parte en los motores, convertidores y distintas maquinarias ya que disminuiría su vida útil o podría terminar dañándolos totalmente y así presentaría gran dificultad debido a que estos son necesarios para la producción, transferencia y suministro de energía eléctrica.

Si existe algún tipo de filtro y/o ciclón en la totalidad de las plantas se podrían evitar daños ya que disminuirían las partículas que existen. La ventaja que tienen dichos filtros es que a la vez que eliminan las partículas también disminuye el contenido de gotas de agua o aceite existente.

El CO₂ es uno de los componentes que se encuentran en cantidades mayores, por lo tanto, se debe eliminar necesariamente ya que siendo así, el poder calorífico del biogás incrementaría y de esta manera se convertiría en un equivalente al gas natural.

2.11 Eficiencia energética

La eficiencia energética se refiere a que sea la misma calidad al satisfacer la demanda pero que la cantidad de energía que se necesite sea mínima; se refiere a un equipo sea reemplazado por otro que presente iguales prestaciones y a su vez consuma menos electricidad. Esto no quiere decir que los hábitos de consumo habituales cambien, el usuario continúa realizando el mismo consumo, lo que influye es que consume menos

energía, esto se debe a que será menor el consumo energético pero el servicio será el mismo (ITC, S.A., 2008).

Hoy en día la sociedad, no se imagina la ausencia de los recursos energéticos suficientes los cuales mantienen los estándares de calidad de vida, la capacidad de producción o también llegar a mantener la compleja red de movilidad actual (Gómez, 2013).

En el actual el marco energético global, es primordial plantearse la implantación generalizada que al consumo de energía se le debe dar un uso racional, ya que existen preocupaciones acerca del encarecimiento de las materias primas energéticas, la sostenibilidad y seguridad en el abastecimiento y el control de las emisiones de gases a la atmósfera (Gómez, 2013).

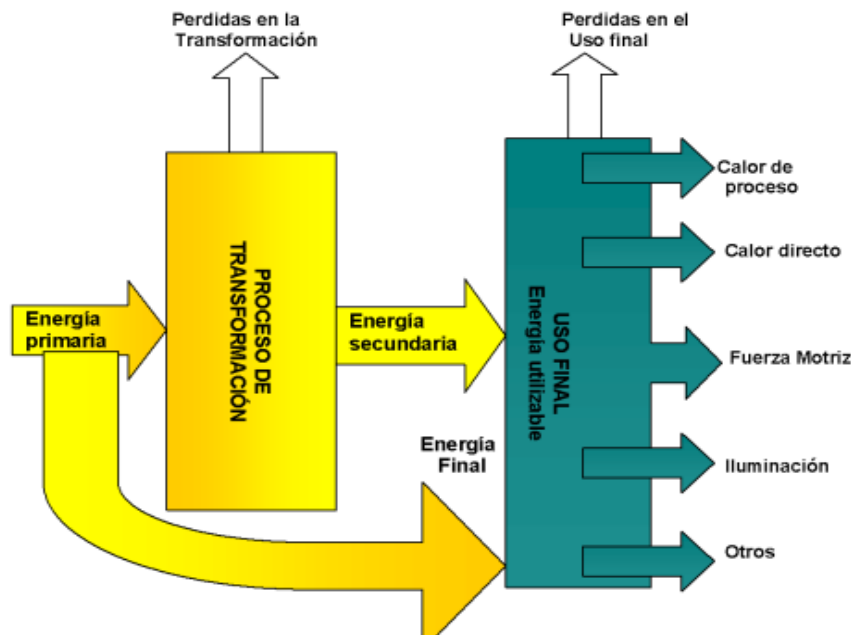


Figura 2. 20 Esquema de un Sistema Energético

Fuente: (Gómez, 2013)

En la figura 2.20 podemos apreciar un balance energético el cual el uso que se le puede dar, puede ser tanto como para representar un sistema individual, una vivienda, o incluso una industria.

Se puede llegar a darle como concepto a esta, como la razón la cual sería entre el producto útil y la energía que es entregada a un sistema. El sistema viene a ser un elemento individual de transformación de energía (una caldera), un edificio, una empresa, un proceso industrial, un sector, o incluso a toda una economía (Gómez, 2013).

La medida de la eficiencia energética en todo caso va a influir en cómo se midan los productos y en lo que signifique el concepto de “útil”. En términos termodinámicos o físicos se lo reconoce con el término Eficiencia Energética, en cambio, en términos económicos lo más conocido es que se utilice el término “Productividad Energética” y su razón inversa que es conocida con el término de “Intensidad energética” (Gómez, 2013).

La Eficiencia Energética es conocida como una herramienta fundamental para la evolución del consumo de energía y así se pueda llegar a cambiar la tendencia, de esta manera se da paso a que el país crezca económicamente y exista un desarrollo, y que de ser así, no influyan y perjudiquen a otras variables que puede ser la productividad o el bienestar social (Gómez, 2013).

CAPÍTULO III

DISEÑO Y CÁLCULOS PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE BIOGÁS.

3.1 Información de la zona donde se aplicará el sistema de generación por biogás

El diseño del sistema que se está dimensionando, será dirigido para el centro de faenamiento EPMISR SLJ administrado por el Ilustre Municipio de Jipijapa, donde la principal funcionalidad del centro es el sacrificio del ganado acuno y porcino que se destina para el abasto público en general, este proceso da un incremento en los volúmenes de desechos del cual solo queda como subproducto inadecuado y desaprovechado, la idea de revertir este proceso es aprovechar todos los recursos que se arrojan para transformarlos en materia prima de generación de energía eléctrica conjunto a esto se tendría menos conflictos socio ambientales en el lugar donde se está implantando cumpliendo con la visión de la empresa que redacta ser una empresa referente en la región, autosustentable y de excelencia, brindando servicios de calidad, cooperando al desarrollo sustentable del cantón Jipijapa, innovando su oferta de acuerdo a las demandas del mercado.



Figura 3. 1 Centro de Faenamiento

Fuente: Autor

El centro de faenamiento EPMISR SLJ de Jipijapa está localizado a las afueras de la ciudad exactamente en la Avenida 17 de Junio kilómetro 1 del carretero E483 vía a Puerto Cayo, (Ver figura), la empresa produce grandes cantidades de desechos provenientes de animales como vacas y cerdos, pastos y basura doméstica, recursos también denominados biomasa que es materia prima para la composición de biogás la cual se utiliza para la generación de energía eléctrica la cual se consumiría en el mismo sector, siendo autosustentable y amigable con el medio ambiente, teniendo una optimización de recursos reutilizando los materiales de desechos reincorporándolos al principio de una línea de producción que este caso sería en forma de energía eléctrica.

El ecuatoriano promedio basa su dieta alimenticia el consumo de carnes rojas provenientes de diferentes tipos de animales por lo tanto estos centros son muy útiles para la generación de productos alimenticios derivado en sus productos y subproductos, dando un apoyo socio-económico al sector.

3.2 Selección del sitio de implementación

Para el diseño de generación de biogás, es necesario tener en cuenta ciertas consideraciones que a la postre tornan importantes decidiendo el éxito o fracaso en la funcionalidad de un sistema.

1. Debe ser de acceso fácil durante todo el año
2. Verificar de no estar expuesto a fuertes y continuas corrientes de vientos

3. Evitar áreas de posibles inundaciones
4. Que posibilite un retirado completo de la carga (en caso de limpieza)
5. Evitar sitios con nivel freáticos, alto
6. Se debe ubicar al digestor en un punto más próximo al sitio de colocación del estiércol y a los puntos de consumo del gas "Es preferible llevar el gas por tubería que el estiércol por carretilla"
7. El digestor no debe ubicarse a más de 30 - 40 metros del corral o establo; distancias superiores perjudican el trabajo de carga al digestor
8. Debe procurarse un sitio con bastante insolación
9. Se ubicará a por los menos 15 metros de distancia de la fuente de agua
10. Se aprovecharán sitios con cierto declive, para que facilite la posible carga y descarga automática.

3.3 Levantamiento del consumo eléctrico en el centro de faenamiento y otras áreas de la empresa EPMISR-SLJ

Se tomó datos técnicos de los diferentes sectores que conforman la empresa en su totalidad, para el levantamiento del consumo eléctrico se tomó los datos técnicos de los sectores de faenado, sector administrativo y sector de alumbrado exterior, esto con el fin de analizar los posibles sectores donde se entregaría la energía generada por el sistema de biogás, los valores determinados se obtuvieron de acuerdo a documentos técnicos de la empresa (ver ANEXOS), donde muestra las cargas que ocupan los

equipos eléctricos, electromecánicos y electrónicos de uso administrativo de la empresa.

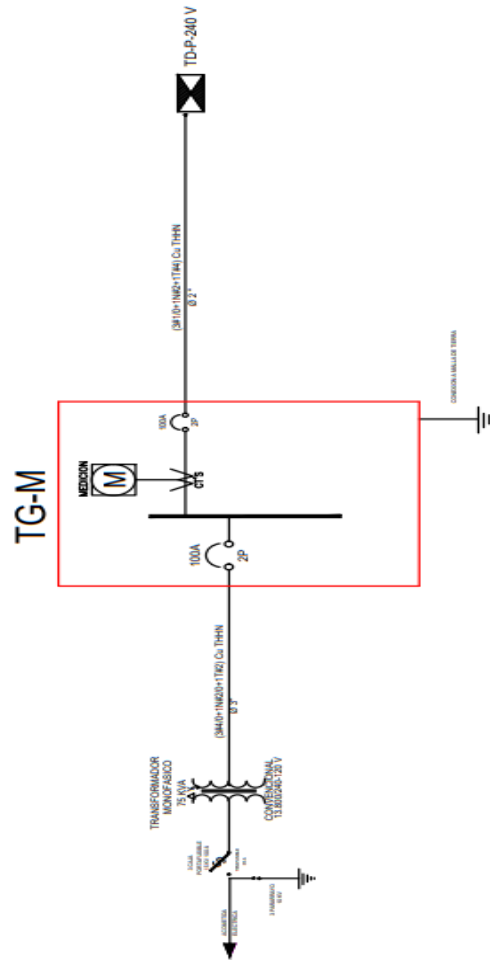


Figura 3. 2 Diagrama unifilar de la empresa

Fuente: Autor

La figura 3.2 representa el diagrama unifilar de la acometida principal, línea eléctrica que viene de la subestación de transformación de la zona sur de la ciudad, cuenta con un transformador reductor de 6.9 KV a 220V ya que los equipos del sector de faenamiento trabajan con ese voltaje nominal.

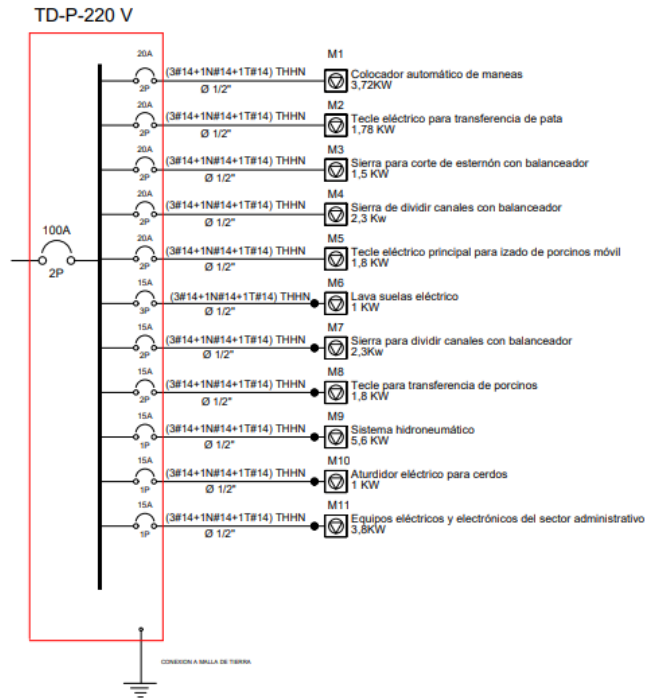


Figura 3. 3 Plano eléctrico de equipos del centro de faenamiento


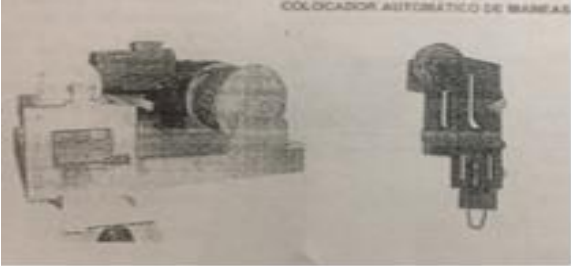


Fuente: Autor





La figura 3.3 muestra el plano eléctrico del sector de faenamiento, el cual cuenta con diferentes máquina y equipos electromecánicos que son utilizado para el sacrificio del animal, estos equipos trabajan con un voltaje nominal de 220 V, razón por la cual poseen un transformador independiente de la línea principal a diferencia del sector administrativo de la empresa.

La siguiente tabla (tabla 3.1) muestra los datos tecnicos de los equipos para el proceso de faenamiento que se ocupan en el sector establecido, se tomo estos datos y que entre sus caractéristicas tecnicas indican la potencia de funcionamiento, este dato es importante para

determinar la fiabilidad de que el sistema de generación de energía eléctrica por biogas pueda ser utilizado para la alimentación de estas máquinas.

Tabla 3. 1 Folleto de mantenimiento de equipos del centro de faenamiento.

Equipo	Característica Técnica
<p data-bbox="310 464 846 495">Tecele eléctrico para transferencia de patas</p> 	<p data-bbox="997 541 1276 678">Velocidad: 14 FPM Motor Potencia: 2.4 HP Voltaje: 208/230/460 V Freno eléctrico</p>
<p data-bbox="310 804 732 835">Colocador automático de manead</p> 	<p data-bbox="997 867 1333 1035">Motor reductor de 5 hp con freno, tambor, enrollador de cadenas, polea para guía de cadena Voltaje: 230 V - trifásico</p>
<p data-bbox="310 1161 889 1192">Sierra para corte de esternón con balanceador</p> 	<p data-bbox="997 1245 1341 1381">Motor de 2 HP Sistema de hoja recíprocate de 250 cortes por hora Voltaje: 220 V - trifásico</p>
<p data-bbox="310 1476 837 1507">Sierra de dividir canales con balanceador</p> 	<p data-bbox="997 1539 1292 1633">Potencia motor: 3 HP Voltaje: 220 V - trifásico Hoja de cinta 131 grados</p>

<p>tecle eléctrico principal para rizado de porcinos móvil</p> 	<p>Voltaje: 230 V Potencia: 3 HP Frecuencia: 60 Hz Freno de disco</p>
<p>Lava suelas eléctrico</p> 	<p>Potencia: 0,5 HP Voltaje: 380 V - trifásico Cepillo rotativo con núcleo de polietileno diámetro 150 m X 190 mm de largo con cerdas grillón</p>
<p>Sierra para dividir canales con balanceador</p> 	<p>Potencia motor: 3 HP Voltaje: 220 V - trifásico Potencia eléctrica: 2240 Watts Disco de corte de 16"</p>
<p>Tecele para trasferencia de porcinos</p> 	<p>Capacidad máxima: 1000 Kilos Longitud máxima de cadena: 6000 mm Voltaje: 230 V Potencia: 3 HP Frecuencia: 60 Hz</p>

Fuente: EMPSIR SL-J

La siguiente tabla (tabla 3.1) indica los datos técnicos mecánicos y eléctricos de cada equipo utilizado en el sector de faenamiento, para el levantamiento de consumo eléctrico

de la empresa es necesario la potencia que de cada motor que ocupan las máquinas, es por esto que de los datos de la tabla 3.1 toman los caballos de fuerza (HP) de los equipos convirtiéndolos a potencia eléctrica (KW) con la relación de que 1HP equivalen 0,76 KW, este dato es significativo para analizar el aporte de consumo eléctrico con la posibilidad de dirigir la energía que se generara en el sistema de biogás.

Tabla 3. 2 Levantamiento de consumo eléctrico de la empresa

Equipo	Vol taje	Can tida d	Potenci a (KW)	Potencia Total (KW)	H rs	Energía Consumida (KW/h)
Colocador automático de manead	220	1	3,72	3,72	8	29,76
Tecele eléctrico para transferencia de pata	220	1	1,78	1,78	8	14,24
Sierra para corte de esternón con balanceador	220	1	1,49	1,49	8	11,92
Sierra de dividir canales con balanceador	220	1	2,23	2,23	8	17,84
Tecele eléctrico principal para izado de porcinos móvil	220	1	1,86	1,86	8	14,88
Lávaselas eléctrico	220	1	0,37	0,37	8	2,96
Sierra para dividir canales con balanceador	220	1	2,24	2,24	8	17,92
Tecele para transferencia de porcinos	220	1	1,86	1,86	8	14,88
Sistema hidroneumático	110	1	5,59	5,59	8	44,72
Aturdidor eléctrico para cerdos	110	1	0,74	0,74	8	5,92
Equipos eléctricos y electrónicos del sector administrativo	110	13	0,29	3,77	8	30,16
Lámparas de alumbrado exterior de la empresa	110	6	0,25	1,5	1 2	18
TOTAL DE ENERGÍA CONSUMIDA DIARIAMENTE						223,2

Fuente: Autor

La empresa está dividida dos sectores; el sector de faenamiento el cual cuenta con máquinas electromecánicas utilizadas en el sacrificio de los animales que trabajan a voltajes medios 220 V, se une además el sector de alumbrado exterior ya que las mismas trabajan (de acuerdo a la tabla 3.2)

El sector administrativo cuenta con equipos eléctricos, electrónicos, dichos equipos tienen un voltaje nominal de 110 V lo que se considera baja tensión, por lo tanto no es posible ingresar nuestro sistema de generación a este sector debido a que el generador de biogás que cuenta la empresa tiene un voltaje nominal de 220V.

De acuerdo a la tabla anteriormente mostrada (ver tabla 3.1), se indica que la empresa tiene un consumo eléctrico diario de 223.2 KW/h.

3.4 Análisis de cargas para la generación de energía eléctrica utilizando biogás

Una vez realizado el levantamiento de toda la información de consumo de potencia, posible de recabar, es oportuno mencionar la correcta disposición de la energía eléctrica generada por biogás.

Para este análisis de cargas es importante conocer que el generador existente en la empresa y a utilizarse tiene dimensiones de generación de 15 KW y su voltaje nominal es de 110 voltios por lo cual se descarta la opción de poder generar energía eléctrica para el sector de faenamiento ya que sus equipos trabajan con un voltaje nominal de 220 V tal como se muestra en la tabla 3.1, el sector administrativo igualmente supera las dimensiones de generación, teniendo al alumbrado exterior como opción más viable a desarrollar nuestro sistema.

El consumo eléctrico del sistema de alumbrado exterior es de:

$$\textit{Electricidad consumida por alumbrado exterior diariamente} = 1.5kW * 12hr = 18 \textit{ kWh}$$

El valor de 18 KWh es superior a la cantidad de generación sin embargo debido a que el sistema de iluminación la conforman 6 postes de iluminación (como lo indica la tabla 3.1) se selecciona dos postes de iluminación para ser beneficiados con nuestro sistema de generación con biogás.

$$\textit{Consumo eléctrico de dos lámparas de iluminación exterior} = 0.5KW * 12hr = 6 \textit{ kWh}$$

El valor de carga eléctrica (6 KWh) de consumo es óptimo para la energía generada del generador, por lo tanto, este análisis da como resultado el uso de nuestro sistema de generación para alimentar dos postes de alumbrado exterior.

3.5 Cálculo del volumen del Digestor

La metodología para calcular el volumen del digestor es tener como dato técnico la cantidad de materia orgánica (desechos del proceso) que se recoge diariamente en las horas laborales del centro de faenamiento de la empresa municipal EPMISR-SLJ, en este caso el dato obtenido de acuerdo a la cantidad de animales sacrificados se muestra en la

siguiente tabla donde se observa la cantidad de estiércol que deposita un animal vacuno y porcino.

Tabla 3. 3 Cantidad de animales sacrificados en la empresa y su relación de estiércol producida diariamente

Tipo de animal	Cantidad	kg estiércol/día
Bovinos	39	127
Porcinos	13	89

Fuente: Empresa EPMISR-SLJ

El valor total de Kg de estiércol que nota en la tabla anterior es de 216 kg cantidad que se contabiliza por cada jornada de faenación.

La siguiente tabla muestra la relación estiércol-agua consumida por los diferentes tipos de animales que se está analizando como materia prima.

Tabla 3. 4 Relación estiércol agua por animal bovino.

Tipo de animal	Estiércol - Agua
Bovinos	1: 1

Fuente: Empresa EPMISR-SLJ

Un parámetro importante a considerar es el tiempo de retención ideal para los reactores tipo batch el cual se utiliza en el diseño, el valor aproximado será el que se obtiene de dividir el volumen del reactor por el volumen de sustrato diario alimentado, los factores de diseño, la geometría del digestor, el mezclado etc. Todos estos tipos de condiciones pueden hacer variar este parámetro de forma notable para algunos contenidos concretos

del sustrato, de este modo, el tiempo de retención mínimo a aplicar dependerá de la temperatura de trabajo y de la naturaleza del sustrato.

La siguiente tabla se muestran los tiempos de retención en varios tipos de animales para un rango mesofílico, siendo similar a las condiciones climáticas donde está ubicada la empresa.

Tabla 3. 5 . Tabla de tiempos de retención de varios tipos de animales.

Estiércol líquido de vaca	20-30 días
Estiércol líquido de cerdo	15-2 días
Estiércol líquido de ave	20-40 días
Estiércol animal mezclado con residuos vegetales	50-80 días

Fuente: Empresa EPMISR-SLJ

Para nuestro caso la empresa trabaja con dos tipos de animales para el sacrificio, se tomará en cuenta el tiempo de retención del animal vacuno, representando el mayor número animal faenado.

Conociendo la cantidad de materia orgánica que se puede recoger diariamente, la relación de cantidad de agua que consume el animal y el tiempo de retención se puede calcular el volumen del digestor V_d (por sus siglas) como se muestra a continuación.

$$V_d = (kg_{(excreta)} + kg_{(agua)})T_y$$

$$V_d = (216 \text{ kg} + 127 \text{ kg bovinos} + 267 \text{ kg}) * 25 \text{ días}$$

$$V_d = 610 \text{ kg}$$

$$V_d = 15250 \text{ kg} = 15250 \text{ L}$$

$$V_d = 15,25 \text{ m}^3$$

El volumen del digestor es de 15,25 m³

3.6 Cálculo del volumen de la cámara de fermentación

El volumen de la cámara de fermentación V_{cf} (por sus siglas) constituye entre un 75% ~ 80% del volumen del digestor, considerando el volumen del digestor 15,25 m³, se calcula el volumen de la cámara de fermentación de la siguiente manera:

$$V_{cf} = V_d(0,75 \sim 0,80), m^3$$

$$V_{cf} = 15,25 (0,75 \sim 0,80)$$

$$V_{cf} = (11,43 \sim 12,2) m$$

3.7 Cálculo del volumen de la cúpula

La cúpula es un segmento de una esfera y su volumen V_c está en el rango de 20% ~ 25% del volumen digestor, se considera esta cantidad de acuerdo a que las características del generador son para usos domésticos, es decir, su potencia viene en un rango moderado

para alimentar iluminación y equipos eléctricos de consumo mediano, por tanto, se tendrá la expresión:

$$V_c = V_d(0,20 \sim 0,25)$$

$$V_c = 15,25 (0,20 \sim 0,25)$$

$$V_c = (3,05 \sim 3,81) \text{ m}^3$$

3.8 Cálculo del volumen total del digestor

El cálculo del volumen total del digestor V_d se lo representa con la sumatoria del volumen de la cámara de fermentación V_{cf} más el volumen de la cúpula V_c , como se muestra en la expresión siguiente, cabe acotar que la sumatoria que se realiza es expresada por los valores máximos de cada volumen anteriormente calculado, es decir, se toman los valores más altos considerando los mayores estándares para el diseño.

$$V_d = V_{cf} + V_c$$

$$V_d = (12,2 + 2,81) \text{ m}^3$$

$$V_d = 16,01 \text{ m}^3$$

3.9 Cálculos de los parámetros constructivos del biodigestor

El volumen de la cámara de fermentación y el volumen de la cúpula, de forma general, su uso en iluminación debe considerar que la cúpula sea capaz de almacenar el 60% de la

producción diaria de biogás en las jornadas laborables, de acuerdo a esto los principales parámetros constructivos del biodigestor son los siguientes:

- V_d – Volumen del digestor.
- V_{cf} – Volumen de la cámara de fermentación.
- h_{cf} – Altura de la cámara de fermentación.
- d_{cf} – Diámetro de la cámara de fermentación.
- r_{cf} – Radio de la cámara de fermentación.
- r_c – Radio de la cúpula.
- h_c – Altura de la cúpula.
- V_c – Volumen de la cúpula.

El cálculo operacional contempla la determinación de los parámetros constructivos que determinan la geometría de la cámara de fermentación y la cúpula, al modo que se concluye esta etapa se pasa a establecer la interrelación entre el digestor, el tanque de fermentación y la cúpula que responda a las condiciones preestablecidas. El cálculo se basa en determinar los valores del diámetro d_{cf} y la altura h_{cf} de la cámara de fermentación y el volumen de la cúpula V_c .

Inicialmente se empleó la expresión del volumen de un cilindro referente al volumen de la cámara de fermentación:

$$V_{cf} = \pi d_f^2 \frac{h_{cf}}{4}$$

Debido a que es una ecuación con dos incógnitas no es posible resolverla todavía, pues no se tiene los valores de diámetro y altura de la cámara, para esto se asume la relación d/h como un valor conocido, es decir:

$$X = \frac{d_{cf}}{h_{cf}}$$

Por consiguiente, se forma dos ecuaciones con dos incógnitas siendo viable su solución por el método de sustitución obteniendo los valores de la altura y el diámetro de la cámara, como se muestra a continuación:

$$h_{cf} = \sqrt[3]{\frac{4V_{cf}}{\pi X^2}} \quad d_{cf} = \sqrt{\frac{4V_{cf}}{\pi h_{cf}}} \quad r_{cf} = \frac{d_{cf}}{2}$$

Igualmente se obtienen los cálculos para el resto de los parámetros establecidos:

$$r_c = \sqrt{h_{cf}^2 + r_{cf}^2} \quad h_c = r_c - h_{cf} \quad V_c = \pi h_c \left(\frac{d_{cf}^2}{8} + \frac{h_c^2}{6} \right)$$

Teniendo todas las expresiones matemáticas, se le dan valores a X y así se determina los parámetros constructivos del digestor, el cálculo de los parámetros y su interrelación resulta una tarea compleja y tediosa, sin embargo, para facilitar el trabajo se elabora una hoja de cálculo con ayuda del software Microsoft Excel.

El desarrollo del programa en Excel para los cálculos de los parámetros constructivos del digestor, se lo explica en base a la tabla de parámetros que se requieren como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.6 Cuadro de parámetros constructivos del digestor que serán tomados en cuenta para el cálculo en el programa Excel.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X	V_d	V_{cf}	V_c	H_{cf}	D_{cf}	R_{cf}	R_c	H_c	V_c	V_d

Fuente: Autor

Para que el valor de X llegue a ser considerado ideal, se realiza como paso inicial agregar números enteros a X para tener una visión general de las posibles soluciones, seguidamente se elige el número entero que atine la condición que menciona; si el valor de V_d de la columna 11 es igual o semejante al valor de V_d de la columna 2 son los valores indicados. Una vez que se haya encontrado, se procede agregar al valor entero de X sus decimales respectivamente, esto con la finalidad de agrandar el panorama numérico y hallar valores más coincidentes entre la columna 11 y la columna 2, finalizando de esta manera eligiendo la casilla donde se ubique las condiciones mencionadas.

Las columnas 3 y 4 son las condiciones preestablecidas las cuales se muestra en los cálculos anteriores ya resueltos, y la 11 representa la interrelación entre V_d, V_{cf} y V_c .

Las columnas 5,6,7,8 y 9 son los restantes parámetros constructivos los cuales están representados en las fórmulas matemáticas expuestas anteriormente.

La columna 11 es la suma de la columna 3 y la columna 10.

Para identificar los valores óptimos ocupados en la construcción del digestor se seleccionan la fila donde el valor de V_d de la columna 11 sea igual o semejante al valor de V_d de la columna 2.

La siguiente tabla muestra los cálculos cuando el volumen de la cámara de fermentación V_{cf} ocupa el 75% del volumen del digestor ($V_{cf} = 0,75V_d$) y el volumen de la cúpula V_c ocupa el 25% del volumen del digestor ($V_c = 0,25V_d$), obtenidos en el software Microsoft Excel, los cuales indican los valores de los parámetros constructivos para el digestor que tiene un volumen de $15,25 \text{ m}^3$ que conforman el diseño del sistema de generación de energía eléctrica por medio de biogás.

Tabla 3. 7 Valores resultantes de los cálculos de los parámetros constructivos del digestor cuando el volumen de la cámara de fermentación V_{cf} ocupa el 75% del volumen del digestor y el volumen de la cúpula V_c ocupa el 25% del volumen del digestor

X	V_d	V_{cf}	V_c	H_{cf}	D_{cf}	R_{cf}	R_c	H_c	V_c	V_d
1	15,25	11,43	3,05	2,44	2,44	1,22	2,73	0,29	0,69	12,12
2	15,25	11,43	3,05	1,54	3,08	1,54	2,18	0,64	2,50	13,93
2,1	15,25	11,43	3,05	1,49	3,13	1,56	2,16	0,67	2,73	14,16
2,2	15,25	11,43	3,05	1,44	3,18	1,59	2,15	0,70	2,96	14,39
2,3	15,25	11,43	3,05	1,40	3,22	1,61	2,14	0,73	3,20	14,63
2,4	15,25	11,43	3,05	1,36	3,27	1,63	2,13	0,77	3,45	14,88
2,5	15,25	11,43	3,05	1,33	3,31	1,66	2,12	0,80	3,70	15,13
2,51	15,25	11,43	3,05	1,32	3,32	1,66	2,12	0,80	3,72	15,15
2,52	15,25	11,43	3,05	1,32	3,32	1,66	2,12	0,80	3,75	15,18
2,53	15,25	11,43	3,05	1,31	3,33	1,66	2,12	0,81	3,77	15,20
2,54	15,25	11,43	3,05	1,31	3,33	1,67	2,12	0,81	3,80	15,23
2,55	15,25	11,43	3,05	1,31	3,34	1,67	2,12	0,81	3,83	15,26
2,56	15,25	11,43	3,05	1,30	3,34	1,67	2,12	0,81	3,85	15,28
2,57	15,25	11,43	3,05	1,30	3,34	1,67	2,12	0,82	3,88	15,31
2,58	15,25	11,43	3,05	1,30	3,35	1,67	2,12	0,82	3,90	15,33
2,59	15,25	11,43	3,05	1,29	3,35	1,68	2,12	0,82	3,93	15,36
2,6	15,25	11,43	3,05	1,29	3,36	1,68	2,12	0,83	3,95	15,38

Fuente: Autor

Los valores ideales como cálculo de los parámetros constructivos del digestor de acuerdo a la tabla anterior son los valores agregados a X de 2,54 y 2,55; ambos datos cumplen las

condiciones que se ha establecido, por lo tanto, dichos parámetros serán tomados en cuenta para el diseño.

La siguiente tabla muestra los cálculos cuando el volumen de la cámara de fermentación V_{cf} ocupa el 80% del volumen del digestor ($V_{cf} = 0,80V_d$) y el volumen de la cúpula V_c ocupa el 20% del volumen del digestor ($V_c = 0,20V_d$), obtenidos en el software Microsoft Excel, los cuales indican los valores de los parámetros constructivos para el digestor que tiene un volumen de $15,25 \text{ m}^3$ que conforman el diseño del sistema de generación de energía eléctrica por medio de biogás.

Tabla 3. 8 Valores resultantes de los cálculos de los parámetros constructivos del digestor cuando el volumen de la cámara de fermentación V_{cf} ocupa el 80% del volumen del digestor y el volumen de la cúpula V_c ocupa el 20% del volumen del digestor

X	V_d	V_{cf}	V_c	H_{cf}	D_{cf}	R_{cf}	R_c	H_c	V_c	V_d
1	15,25	12,2	3,81	2,50	2,50	1,25	2,79	0,29	0,73	12,93
2	15,25	12,2	3,81	1,57	3,14	1,57	2,22	0,65	2,67	14,87
2,1	15,25	12,2	3,81	1,52	3,20	1,60	2,21	0,68	2,91	15,11
2,11	15,25	12,2	3,81	1,52	3,20	1,60	2,20	0,69	2,94	15,14
2,12	15,25	12,2	3,81	1,51	3,21	1,60	2,20	0,69	2,96	15,16
2,13	15,25	12,2	3,81	1,51	3,21	1,61	2,20	0,69	2,99	15,19
2,14	15,25	12,2	3,81	1,50	3,22	1,61	2,20	0,70	3,01	15,21
2,15	15,25	12,2	3,81	1,50	3,22	1,61	2,20	0,70	3,04	15,24
2,16	15,25	12,2	3,81	1,49	3,23	1,61	2,20	0,70	3,06	15,26
2,17	15,25	12,2	3,81	1,49	3,23	1,62	2,20	0,71	3,09	15,29
2,18	15,25	12,2	3,81	1,48	3,24	1,62	2,20	0,71	3,11	15,31
2,19	15,25	12,2	3,81	1,48	3,24	1,62	2,19	0,71	3,14	15,34
2,2	15,25	12,2	3,81	1,48	3,25	1,62	2,19	0,72	3,16	15,36
2,3	15,25	12,2	3,81	1,43	3,29	1,65	2,18	0,75	3,42	15,62
2,4	15,25	12,2	3,81	1,39	3,34	1,67	2,17	0,78	3,68	15,88
2,5	15,25	12,2	3,81	1,35	3,39	1,69	2,17	0,81	3,95	16,15
2,6	15,25	12,2	3,81	1,32	3,43	1,72	2,16	0,84	4,22	16,42

Fuente: Autor

Los valores ideales como cálculo de los parámetros constructivos del digestor de acuerdo a la tabla anterior son los valores agregados a X de 2,15 y 2,16; ambos datos cumplen las condiciones que se ha establecido, por lo tanto, dichos parámetros serán tomado en cuenta para el diseño.

3.9 Análisis de resultados en los parámetros constructivos del digestor

La siguiente tabla indica los valores correspondientes a los parámetros constructivos del digestor en referencia a la cantidad de kg de estiércol del animal con relación a la cantidad de agua que consume.

Tabla 3. 9 Cuadro de valores calculados de parámetros constructivos del digestor.

Parámetros constructivos del digestor	Cantidad
Volumen del digestor V_d	15,25 m ³
Volumen de la cámara de fermentación V_{cf}	11,43 m ³
Altura de la cámara de fermentación h_{cf}	1,31 m
Diámetro de la cámara de fermentación d_{cf}	3,33 m
Radio de la cámara de fermentación r_{cf}	1,67 m
Radio de la cúpula r_c	2,12 m
Altura de la cúpula h_c	0,81 m
Volumen de la cúpula V_c	3,80 m

Fuente: Autor

La empresa EPMISR SLJ cuenta con un digestor ya implementados en proyectos anteriores el cual sus datos constructivos son los que van a **mostrar en la siguiente tabla.**

Tabla 3. 10 Cuadro de valores constructivos de digestor ya implementado en la empresa EPMISR-SLJ.

Parámetros constructivos del Digestor (implementado)	Cantidad
Altura de la cámara de fermentación h_{cf}	2,60 m
Diámetro de la cámara de fermentación d_{cf}	5,70 m
Diámetro de la cúpula d_c	3,20 m
Altura de la cúpula h_c	2,6 m

Fuente: Empresa EPMISR-SL

Las dos tablas mostradas permiten concluir como análisis de resultados la semejanza que existe entre los datos calculados y establecidos por la empresa, por lo tanto, el procedimiento elaborado para calcular los parámetros constructivos del digestor es concordantes con relación a la cantidad (kg) de estiércol por la cantidad de animales que se procesan.

3.10 Tipo de Generador

De acuerdo a los tipos de generadores que existe en el mercado, lo generadores con motores de encendido por chispa, motores diésel y motores Bi-Fuel, el más recomendable en relación a los desechos generados por la empresa EPMISR-SLJ es el motor Bi-Fuel ya que este funciona con diésel y gas natural como combustible, así el biodigestor empleado produce el gas natural proveniente de los desechos residuales del proceso de faenamiento del animal.

Se utilizará un generador Bi-Fuel Generac serie ECOGEN 15KW, de acuerdo a los equipos obtenidos de la empresa, la principal característica del generador es que funciona con la mezcla de gas natural y diésel, otras características se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. 11 Características del generador GENERAC ECOGEN.

Generador	Valores
Capacidad nominal de potencia	15000 W
Voltaje Nominal	120V
Frecuencia Nominal	60 Hz
Factor de Potencia	1
Requisito de Batería	no incluida (arranque en frío)

Fuente: (Generac, 2015)

De acuerdo a sus condiciones de acabado de pintura en polvo es resistente a temperaturas y condiciones climáticas húmedas variables, considerando una carcasa resistente a la intemperie, su conexión e instalación es práctica y versátil para el usuario, en la figura se aprecia el tipo de generador que se va a utilizar en el diseño del sistema.



Figura 3. 4 Generador

Fuente: (Generac, 2015)

3.11 Cálculo de eficiencia energética

Los datos obtenidos en el levantamiento de la potencia consumida por la empresa definen que la potencia total consumida por el alumbrando externo (15kW) está bajo las características de potencia nominal entregada por el generador seleccionado (15 kW), sin embargo, se debe relacionar la cantidad de biogás que se almacena y el consumo de combustible que tiene el motor generador, la siguiente tabla muestra las principales características técnicas del motor generador seleccionado.

Tabla 3. 12 Características mecánicas del generador.

Motor

Tipo de Motor	Generac OHVI V-twin
Numero de Cilindros	2
Desplazamiento	999 cc
Sist. De Ignición	con magneto
Arrancador	12 V _{cd}
RPM del motor	2700 – 3600
Consumo de combustible	
1/2 carga	3,79 m ³ .hr
100% carga	7,96 m ³ .hr

Fuente: (Generac, 2015)

De acuerdo a la cantidad de potencia consumida (como se muestra en la tabla de potencia consumida) se estima que el generador trabajará a media carga de la potencia nominal, es decir, tendrá un consumo de combustible biogás de 3,79 m³ por hora de consumo, ocupando el 50% de carga.

El digestor ya implementado tiene 30 metros de largo, lo que obtiene un volumen de almacenamiento de 400 metros cúbicos (m³), esta cantidad es llenada en su totalidad por los días de jornada laboral que corresponde a los días viernes, sábados y domingos:

$$\textit{Horas de funcionamiento} = \textit{consumo de combustible del motor generador} / \textit{combustible almacenado}$$

$$\textit{Horas de funcionamiento} = 400 \text{ m}^3 / 3,79 \text{ m}^3.\textit{hr}$$

$$\textit{Horas de funcionamiento} = 105,54 \text{ horas}$$

Las iluminarias externas de la empresa trabajan en la tarde y noche, durante 12 horas diarias, lo que representa 84 horas de funcionamiento a la semana, quiere decir que ocupa el 79,5% del valor volumétrico total del digestor de combustible para el generador.

Se toma el valor de potencia eléctrica generada por dos unidades de iluminarias externas de la empresa, esto corresponde al siguiente consumo eléctrico diario a estudiar en el caso.

$$\textit{Electricidad de consumo} = 500 \text{ W} * 12 \text{ horas} = 6\text{kWh}$$

El valor eléctrico de consumo que representa el 60% de la potencia generada es óptimo para el funcionamiento del sistema a razón de que el generador instalado genera una potencia nominal de 15 kW.

La iluminación externa de la empresa trabaja por el lapso de 12 horas diarias durante 5 días, ocupando 84 horas a la semana lo que resulta un valor de consumo eléctrico siguiente.

$$\textit{Electricidad de consumo semanal} = 6 \textit{ kW} * 84\textit{hrs} = 504 \textit{ kWh}$$

El generador por su parte trabajaría generando la energía suficiente para alimentar las dos luminarias durante toda la semana.

$$\textit{Electricidad generada a la semana} = 7 \textit{ kW} * 84\textit{hrs} = 588 \textit{ kWh}$$

El generador produce la cantidad de energía suficiente para el consumo semanal de electricidad, optimizando los recursos de la empresa.

Hay que tomar en cuenta que no se toma en cuenta el consumo del área administrativa por que superaría el límite de potencia generada por el sistema.

La eficiencia eléctrica del sistema es:

$$\textit{Eficiencia energética del sistema} = \textit{electricidad consumida} / \textit{electricidad generada}$$

$$\textit{Eficiencia energética del sistema} = 504 \textit{ kWh} / 588 \textit{ kWh} = 85\%$$

3.12 Costo beneficio de energía eléctrica utilizando biogás para la empresa

Los costos que se aprovechan gracias a la obtención de energía eléctrica utilizando el sistema de biogás y digester de la empresa se calculan de la siguiente manera:

$$\text{Electricidad generada diariamente} = 7\text{kW} * 12\text{hr} = 84 \text{ kWh}$$

De acuerdo al pago tarifario de energía eléctrica de la CNEL EP, el precio por kilovatio hora es de 9 centavos de dólar.

$$\text{Costo diario de energía} = 84 \text{ kWh} * 0,09 \text{ \$. kWh} = \$7,56$$

El costo diario de energía por la iluminación de las luminarias seleccionadas es de 7,56 dólares americanos, con este dato se puede cuantificar el costo beneficio del sistema.

$$\text{Costo beneficio} = \$7,56 * 20 \text{ días laborables} = \$ 151,2$$

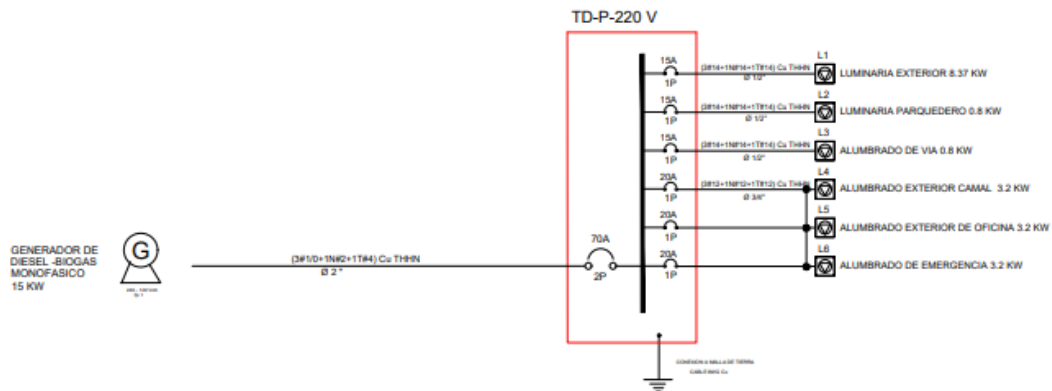


Figura 3. 5 Propuesta de diagrama eléctrico del sistema de generación por biogás

Fuente: Autor

La siguiente figura muestra la propuesta del plano eléctrico del diseño del sistema de generación de energía eléctrica por biogás, de acuerdo al análisis de cargas que se tomó anteriormente se concluyó que el sector que iba a ser beneficiado las lámparas de alumbrado exterior, dichos carga se adapta a el voltaje nominal que entrega el generador,

y tiene un consumo de potencia eléctrica ideal a las condiciones del equipo generador. El tablero de control será instalado a lado de la salida del generador para ahorrar espacio y tener el tablero de protección a la mano en caso de fallas posibles, los quipos de protección son los mismo que se utilizan para la conexión eléctrica normal de alumbrado exterior.

Se considera alimentar dos lampara de alumbrados exterior con el sistema de generación por biogás, ya que con las condiciones de generación las lámparas trabajaran de amanaera autosustentable durante los 5 días laborables.

3.13 Costo de implementación de la propuesta

El costo total para la implementación de la propuesta de la generación de energía utilizando biogás en la empresa se muestra en la siguiente tabla, la cual indica la descripción de la actividad a realizar, la cantidad, el valor unitario y el valor total, como se observa a continuación.

Tabla 3. 13 Cuadro de costo para la implementación del sistema.

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Mano de obra - Implementación	1	\$800,00	\$800,00
Cable conector	200	\$0,60	\$120,00
Protecciones fusibles	5	\$50,00	\$250,00
Tubería protectora de cable	200	\$0,40	\$80,00
Filtros	5	\$60,00	\$300,00
Tubería de conducción	50	\$0,80	\$40,00
		valor total	\$1.590,00

Fuente: Autor

Hay que tomar en cuenta que la ventaja principal de la propuesta es la mayoría de equipos presentes en la empresa para la implementación del sistema, lo que descarta gran a porte económico en temas de construcción y compra, por lo tanto, el valor calculado se lo representa como costo de arranque y funcionamiento.

3.14 Diagrama PID

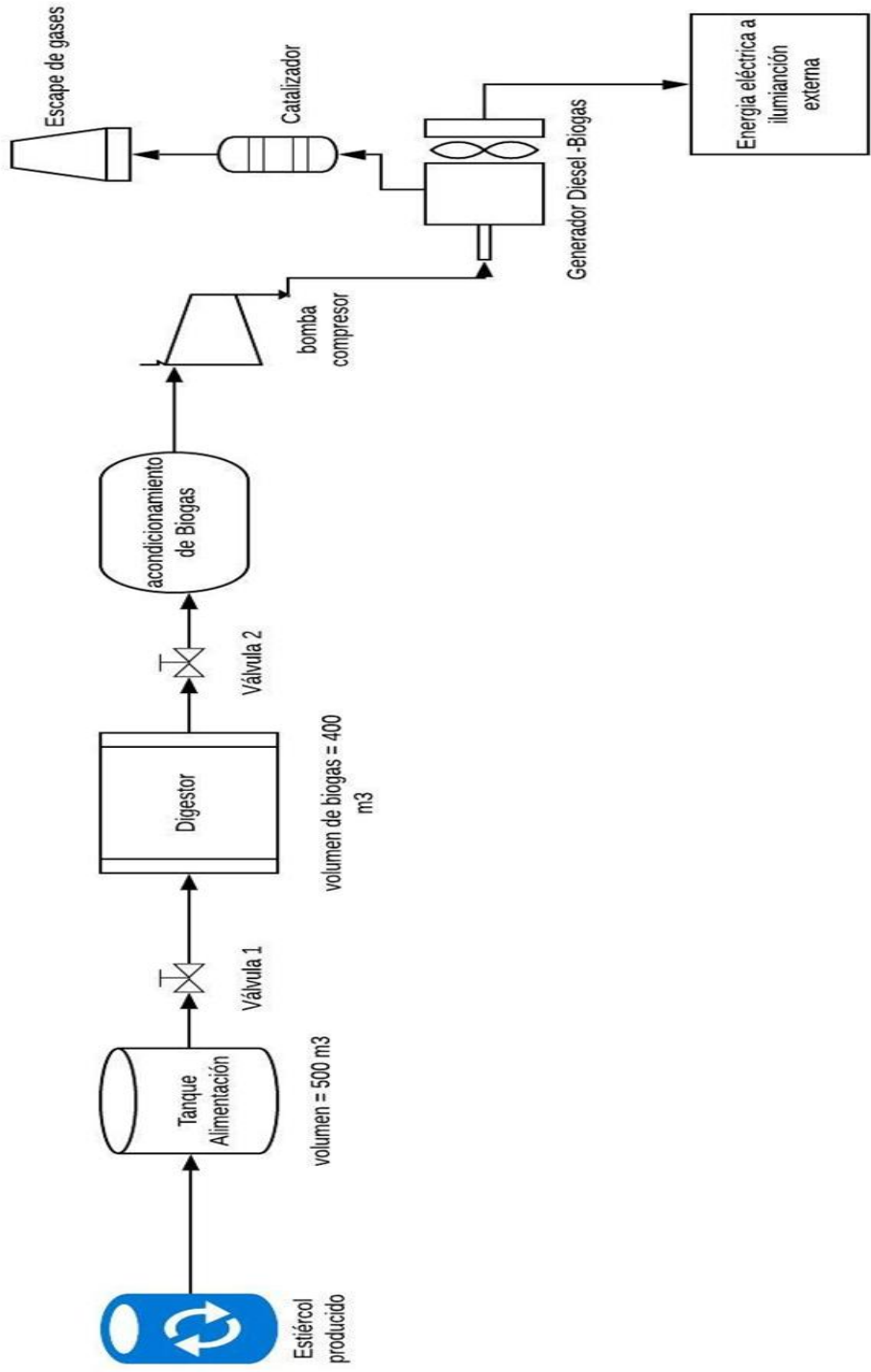


Figura 3. 6 Diagrama PID

CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones

- Se investigó la cantidad de biomasa que produce la empresa, pudiendo constatar que es favorable la cantidad de estiércol que se genera para poder suministrar de energía eléctrica a las tres luminarias de exterior durante sus horas de uso por el transcurso de una los 7 días de la semana continuamente.
- Se estudió y analizó el uso de generador de electricidad por biogás pudiendo remarcar el uso del generador marca GENERAC el mismo que funciona con combustible Diesel y Biogás, esto optimiza nuestro recurso de procesar los desechos producidos.
- Se realizó el levantamiento del consumo eléctrico en los diferentes sectores en la Empresa de Rastro y se destinó al sector de las luminarias externas como beneficiosas para abastecer de energía eléctrica producto del sistema de bio generación, ya que estas son de funcionamiento continuo y en su mayoría operan en horas nocturnas, lo cual se hacen representativas para que operen incluso en casos de cortes del suministro eléctrico de la empresa pública.
- Se calculó el ahorro energético y la eficiencia energética con el uso de bioenergía dando valores significativos que pueden ser destinados a otra actividad de la institución, además, el sistema bio generador cubre un 85 % al momento de alimentar todo el sistema de iluminación exterior, siendo beneficiosa su implementación.

4.2 Recomendaciones

Si se quiere poner en marcha el proyecto realizado en este trabajo de titulación, se deben tener en cuenta estas recomendaciones:

- Realizar un control por parte de empleados al momento de ingresar los desechos orgánicos para que no vayan con algún otro tipo de residuos que perjudiquen en la eficiencia de la biomasa.
- La ubicación del generador debe estar alejada del biodigestor ya que este es inflamable y si el generador presenta algún fallo, pueden ocurrir accidentes graves.
- Los materiales y componentes que se requieran para la instalación del sistema de generación de energía eléctrica a partir del biogás deben ser nuevos y de una gran calidad para que el sistema no tenga inconvenientes a corto plazo y años.
- Se necesita realizar un mantenimiento cada cierto tiempo a su generador, filtros, digestor, válvulas, etc.
- En caso de que la empresa requiera alimentar una mayor cantidad de cargas se requerirá cambiar el generador existente por uno de mayor capacidad para poder suministrar energía eléctrica en mayor cantidad y a su vez aumentar la cantidad de materia orgánica que proviene de los desechos de animales.
- Los costos que se aprovechan son dados gracias a la utilización del sistema de biogás y digestor de la empresa EPMISR-SLJ, mediante el cual se suministrará energía eléctrica para el alumbrado, por lo tanto, su ahorro energético es significativo.

Referencias bibliográficas

- Arancibia Bulnes, C., & Best y Brown, R. (2010). Energía del sol. *Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias*. Obtenido de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf
- ARCONEL. (2015). www.regulacioneolica.gob.ec. Obtenido de <https://www.regulacioneolica.gob.ec/ecuador-posee-un-5155-de-energia-renovable/>
- Brusi, E. R., & Navaz, M. (2016). *Biodigestores, biofiltros y pulperos*. Cajamarca : Ingeniería sin fronteras.
- Bucheli, M. E. (2017). *GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA APROVECHANDO RESIDUOS CALÓRICOS Y ENERGÍA EÓLICA*. UTE, Quito. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14666/1/68963_1.pdf
- Cajia Rivera, E. F., & Ernesto, E. L. (2013). *Aprovechamiento de la energía eólica para la generación de energía eléctrica para los accesorios en el automovil*. ESPE, Latacunga.
- Carrasco, J. L. (2015). *Evaluación técnica y económica de una planta de biogás para autoabastecimiento energético*. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Coordinación de Energías Renovables; Dirección Nacional de Promoción; Subsecretaría de Energía Eléctrica. (2008). *Energías Renovables 2008 - Energía Solar*. Argentina: Tecnología de la Información.

- Cuervo, J. A., & Alzate, J. P. (2017). *Desarrollo de un sistema de control para el acondicionamiento de gas de síntesis y biogás en la alimentación de un motor de combustión interna*. Universidad de América, Bogotá, Colombia.
- Gallino, A. (2015). *Estudio de Potencial de Mitigación*. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación; Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/4.-biocombustible-y-biomasa.pdf>
- Generac. (2015). *www.generac.com*. Obtenido de https://www.generac.com/generacorporate/media/library/content/all-products/generators/home-generators/ecogen-series/15kw-7034/010665_ecogen-15kw-sell-sheet.pdf
- Global Wind Energy Council. (2018). <https://gwec.net/>.
- GNAP. (2015). *Energía solar fotovoltaica*. Colegio oficial de ingenieros de telecomunicaciones .
- Gómez, C. D. (2013). *LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL USO DE LA BIOMASA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA Y EXERGÉTICA*. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Madrid.
- González, J. R., & González, L. E. (2015). Sistemas de producción y potencial energético de la energía mareomotriz. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*.
- Huiracocha, V. R. (2015). *Estudio y diseño de un sistema micro-hidroeléctrico para generación y abastecimiento de energía eléctrica mediante energía renovable*

para una vivienda típica del sector de Sinincay perteneciente al Cantón Cuenca.

Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.

ITC, S.A. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. Obtenido de <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

Martínez, A., & Caro, R. (2010). Fuentes energéticas. *La nueva geopolítica de la energía*. España.

Ministerio de energía y recursos naturales no renovables. (2019). www.rekursosyenergia.gob.ec. Obtenido de <https://www.rekursosyenergia.gob.ec/mas-de-usd-55-millones-se-han-invertido-en-proyectos-de-energia-renovable-a-traves-de-la-iniciativa-cero-combustibles-fosiles-en-galapagos/>

Nieto, A. G. (2018). Centrales hidroeléctricas. *ICEX*.

Peña, S. V. (2016). La biomasa: Importancia, tipos y características y formas de preparación. *Universidad Politécnica de Madrid*.

Sardón, J. M. (2003). *Energías renovables para el desarrollo*. España: Paraninfo. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=NyvcConR-xoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Secretaría de gobierno de energía. (2019). *Introducción a la energía solar térmica*. (C. Navntoft, & M. P. Cristófalo, Edits.) Argentina. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_introduccion_a_la_energia_solar_termica_final.pdf

- Serrano, B. M. (2018). *Aplicación de la biomasa a la generación de energía térmica. Análisis de instalaciones*. Universidad de Sevilla, Sevilla, España. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/81486/TFM-1148-MEMBRILLERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Solares, K. A. (2019). *USO DE ENERGÍA GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPÍA COMO ALTERNATIVA PARA SISTEMAS DE CALEFACCIÓN DE AGUA EN PISCINAS*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Toledo, Y. H. (2008). *Hormigón de muy alta densidad*. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8326/02.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Turcan, N. (2015). *Aerogenerador de viendo*. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.
- Zita, A. (22 de 04 de 2020). *Toda Materia*. Obtenido de <https://www.todamateria.com/tipos-de-energia/>

Anexos



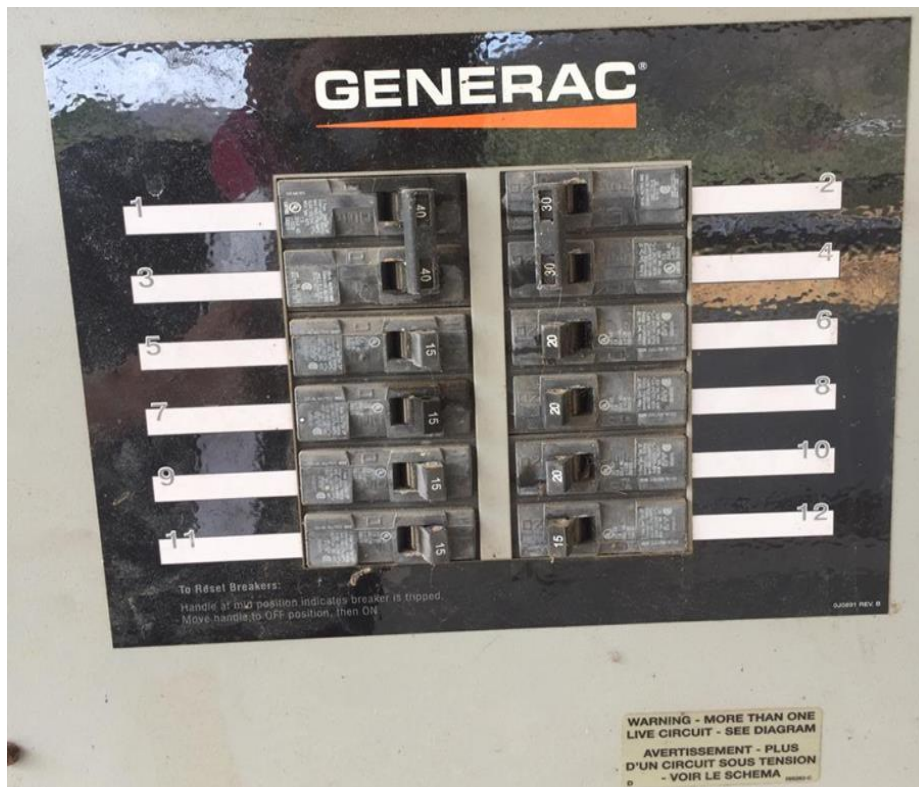
Anexos A Ubicación de la empresa EPMISR-SLJ



Anexos B Generador Bi-Fuel serie ECOGEN 15KW



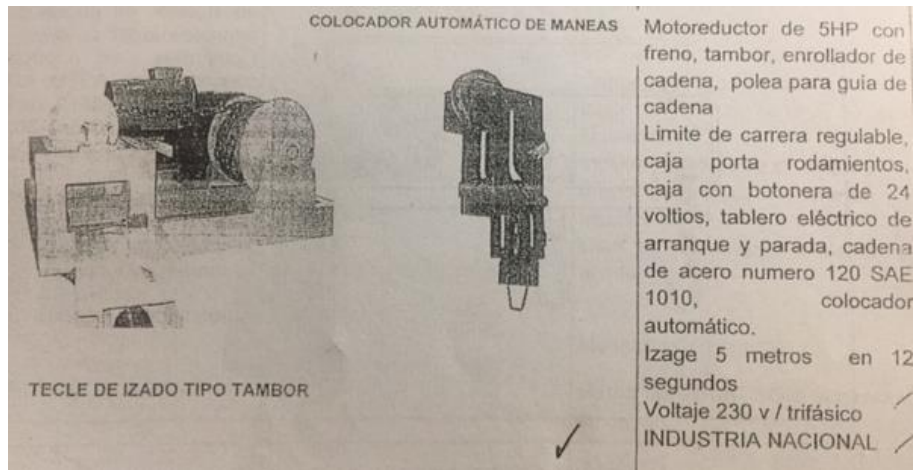
Anexos C Biodigestor de estructura flexible o taiwanés



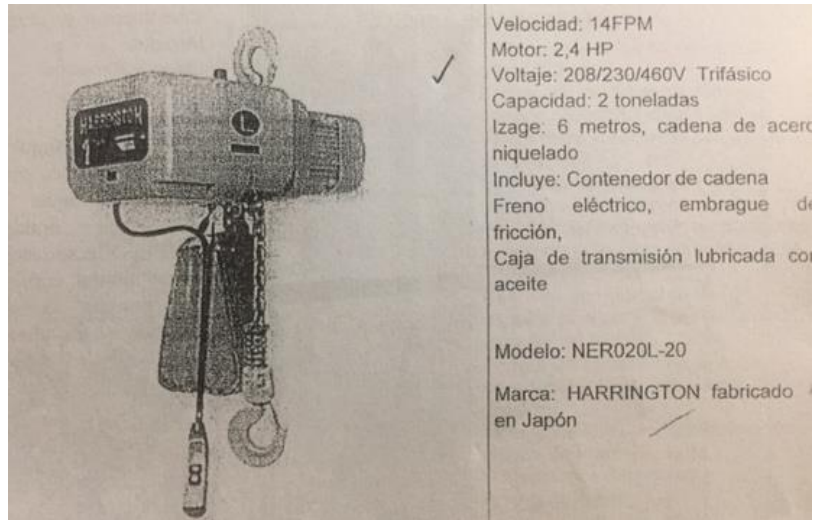
Anexos D Panel de breakers del generador Bi-Fuel serie ECOGEN 15KW



Anexos E Laguna de desinfección



Anexos F Colocador automático de manecas



Anexos G Tecele eléctrico para transferencia de patas



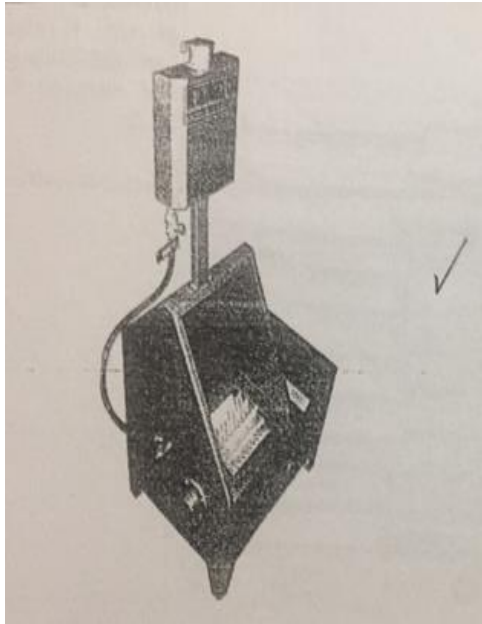
Anexos H Sierra para corte de esternón con balanceador



Anexos I Sierra para corte de esternón con balanceador



Anexos J Tecla eléctrica principal para izado de porcinos móvil



Construido totalmente en acero inoxidable AISI 304, con cuerpo de chapa de 2 mm de espesor, cubre motor en chapa de 1,2 mm de espesor, motor de 0,5 HP, trifásico de 380 volts, reductor relación 1:40, cepillo rotativo con núcleo de polietileno diámetro 150 mm X 190 mm de largo con cerdas de grilón, depósito de detergente con pie unido al cuerpo del equipo, cuatro patas en chapa de 2,5 mm de espesor, válvula solenoide para entrada de agua y detergente y tablero eléctrico con temporizador y botón de puesta en marcha en gabinete de polipropileno IP 56 con protección magneto térmica.

Medidas del equipo: 550 mm de largo X 420 mm de ancho X 700 mm de altura (+ depósito de detergente)

Soldaduras TIG en atmósfera inerte con gas argón.

Terminación: Sanitaria tipo blasting, granallado con micro esferas de vidrio.

Marca: CADE- ARGENTINA

Anexos K Lava suelas eléctrico



Sierra de disco de 16". Velocidad RPM. Para dividir canales de cerro construida en fundición de aluminio anodizado.

INCLUYE BALANCEADOR RESORTE ESPIRAL

CARACTERISTICAS:

- Potencia: Motor 3 HP.
- Voltaje: 220 V. trifásico
- 2240 Watts
- Disco de corte de 16" (407mm)

SIERRA PARA DIVIDIR CANALES
MODELO: KM-160

BALANCEADOR MECÁNICO
CON RESORTE ESPIRAL
CAPACIDAD: 50-60KG

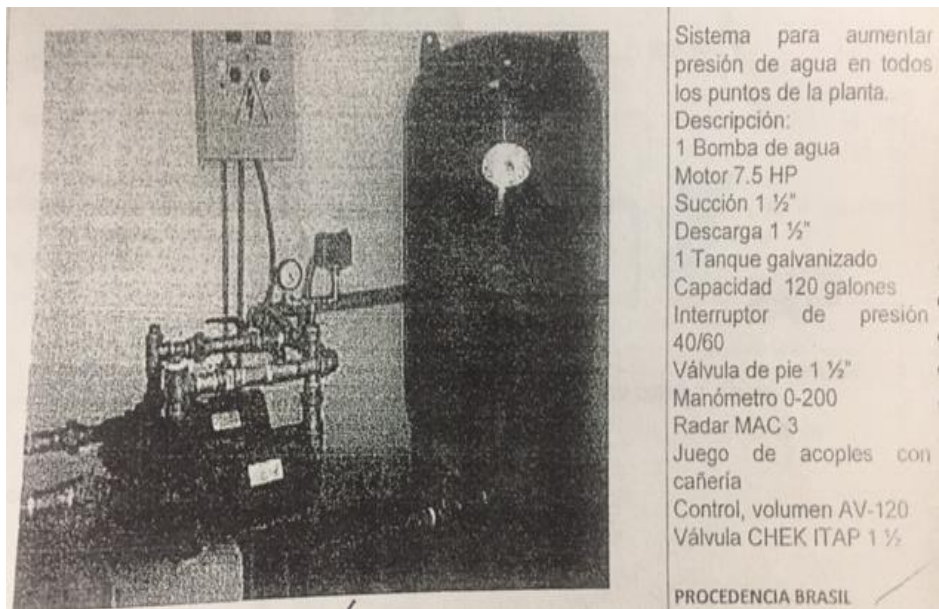
LO DE SIERRA: KM-160
LO DE BALANCEADOR: 7100430

MARKA DEL EQUIPO: KENTMASTER-USA

Anexos L Sierra para dividir canales con balanceador



Anexos M Tecla para transferencia de porcinos



Anexos N Sistema hidroneumático



Anexos O Aturdidor eléctrico para cerdos



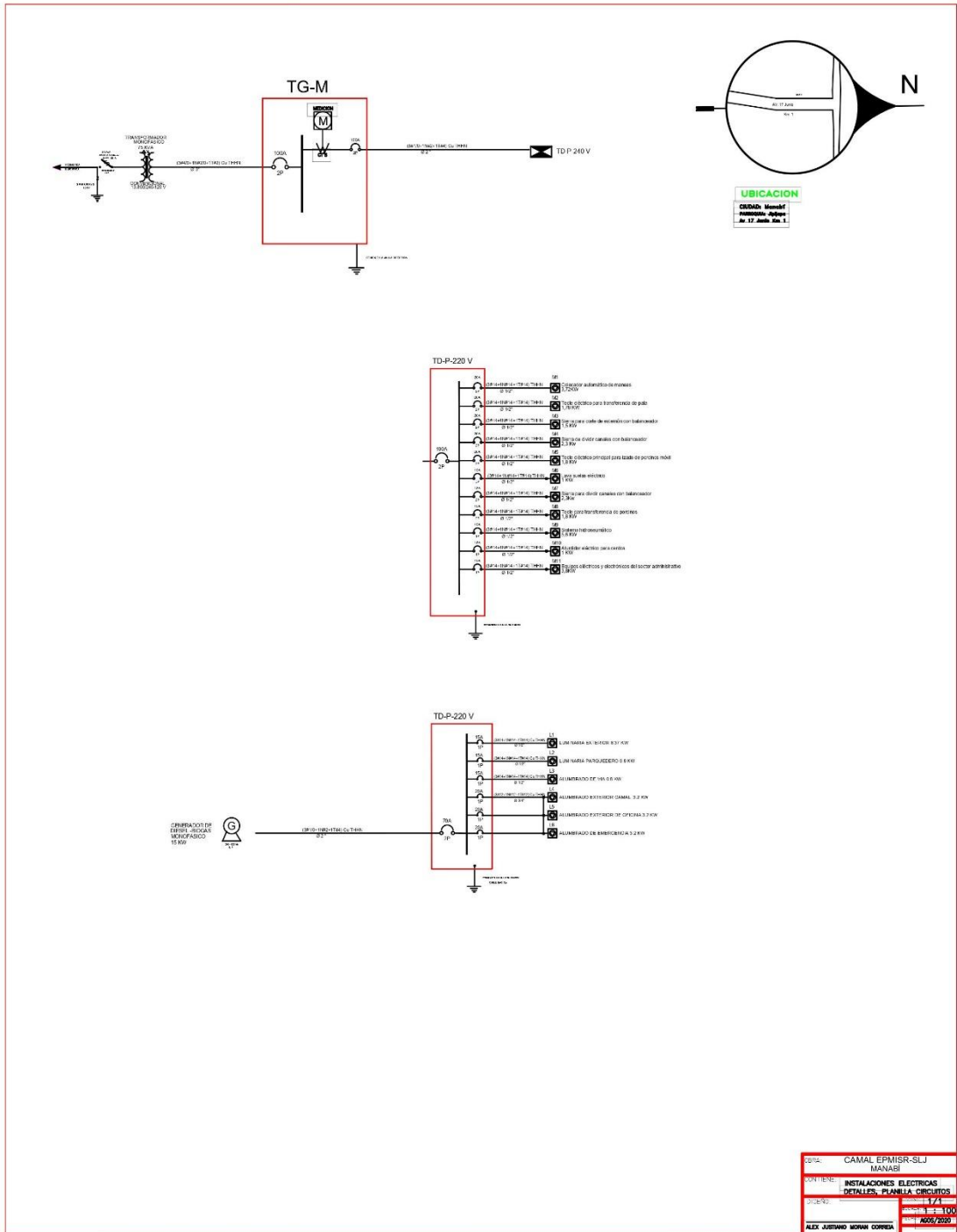
Anexos P Vista externa del biodigestor y laguna de desinfección



Anexos Q Ganado bovino



Anexos R Ecuilizador



Anexos S Diagrama unifilar completo



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Morán Correia, Alex Justiniano**, con C.C: # **1310506025** autor/a del trabajo de titulación: **Análisis de propuesta de obtención de energía eléctrica utilizando biogás para el camal de Jipijapa en la provincia de Manabí** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, 17 de septiembre de 2020

f. _____

Nombre: **Alex Justiniano Morán Correia**

C.C: **1310506025**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis de propuesta de obtención de energía eléctrica utilizando biogás para el camal de Jipijapa en la provincia de Manabí.		
AUTOR(ES)	Morán Correia, Alex Justiniano		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Philco Asqui, Luis Orlando, MSC.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Eléctrico Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico Mecánica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	17 de septiembre del 2020	No. DE PÁGINAS:	105
ÁREAS TEMÁTICAS:	Energías renovables, Bioenergía, conversión de energía.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Energía Por Biomasa, Biodigestor, Epmisr-Slj, Generador, Biogás.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>La energía por biomasa transforma el biogás almacenado en un biodigestor en energía eléctrica. El biogás es producido por medio de los residuos de animales en el camal de la empresa EPMISR-SLJ, los cuales son enviados y son almacenados en un biodigestor de estructura flexible o taiwanés, donde se realizará una fermentación anaeróbica. Existen varios tipos de procesos hoy en día para alimentar de energía eléctrica partes de la zona, tal es el caso de la empresa EPMISR-SLJ que cuenta con los equipos necesarios para alimentar mediante energía por biomasa ciertas partes de la empresa, los cuales reducirán gastos en el consumo de energía eléctrica convencional. El uso de este sistema requiere una inversión mínima para que sea habilitada, ya que cuenta con los equipos necesarios los cuales no están operando por su mal uso y se requiere de igual manera un mantenimiento mínimo en ellos para que operen correctamente. Siendo así, mediante el Generador Bi-Fuel serie ECOGEN 15KW con el que cuenta la empresa EPMISR-SLJ transformaríamos el biogás obtenido en energía eléctrica y así podríamos abastecer el alumbrado público, por lo tanto, esto implica un ahorro significativo para la empresa.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0993840708	E-mail: alex.moran04@cu.ucsg.edu.ec / alexmc_23@hotmail.com	
CONTACTO CON LA	Nombre: Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			