



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

**SECRETARÍA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE ENERGÍA, DIRECCIÓN DE
ENERGÍA RENOVABLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN ENERGÍA

PRESENTADO POR:

JOSUÉ DANIEL NÚÑEZ LÓPEZ

11641132

ASESOR METODOLÓGICO: ING. RAFAEL AGUILAR.

CAMPUS TEGUCIGALPA; JUNIO, 2022

Dedicatoria

A mi familia quienes han sido siempre el pilar de mi vida y el apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria, a todos mis maestros que me han enseñado lo que hoy se basado en buenos valores y prácticas y mis amigos que me ha acompañado a lo largo de toda mi carrera

Agradecimiento

A mi madre Mirian López quien siempre creyó en mí, a mis abuelos y tíos quienes gracias a sus sacrificios, consejos y valores inculcados yo he tenido la oportunidad de gozar los beneficios de una gran educación y de formación tanto académica como personalmente. A todos mis amigos quienes me apoyaron con horas de estudios y desvelos y amigos como quienes siempre me han apoyado y a todos mis maestros que se han esmerado en brindarnos una educación de calidad.

RESUMEN EJECUTIVO

En el informe presente se describen todas las actividades realizadas durante la práctica profesional en la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía (SEN), en la Dirección General de Energía Renovable y Eficiencia Energética, ejerciendo el cargo de Analista Técnico de Energía Renovable.

En la actualidad el 80% de las necesidades energéticas de nuestro planeta son suplidas con la utilización de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) todos ellos son fuentes no renovables por lo que sus fuentes se pueden acabar, también son fuentes contaminantes y utilizados de forma ineficiente.

“(Nations, ONU s. f.)”

Por lo que en la Dirección de Energía Renovable y Eficiencia Energética se han realizado varios estudios y proyectos en los cuales he tenido participación. Dentro de los diferentes estudios y proyectos están: estudio potencial geotérmico, desarrollo de hoja de ruta del biogás, desarrollo de normas técnicas de iluminación, programa de educación en eficiencia energética entre otros. Estos proyectos y estudios están siendo coordinado por la SEN.

De parte de la secretaría, se firmó un acuerdo de confidencialidad, por lo que muchos de los entregables relacionados con los proyectos, la Propuesta de Política de Geotermia, la Propuesta de Política Energética, Informes Técnicos entre otros no podrán ser presentados en este informe, solo van a ser mencionados.

Índice de contenido

Índice de ilustraciones.....	10
I. INTRODUCCION.....	13
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	14
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	14
2.2. SECRETARÍA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE ENERGÍA.....	14
2.1.1. MISIÓN.....	14
2.1.2. VISIÓN.....	14
2.1.3. OBJETIVO ESTRATÉGICO	15
2.1.4. DIRECCIONES	15
2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	16
2.3. OBJETIVOS DE PUESTO.....	16
III. Marco Teórico	18
3.1. Introducción a las energías renovables	18
3.2. Energía en Biomasa.....	19
3.3. Aplicaciones de la Biomasa.....	20
3.3.1. Generación de Calor y Vapor.....	20
3.3.2. Generación de calor y vapor: Hornos Industriales.....	21
3.3.3. Generación Eléctrica.....	21
3.3.4. Cogeneración.....	22
3.4. Proceso de Producción de Biogás.....	22
3.4.1. Biogás	22
3.4.2. CONVERSIÓN BIOQUÍMICA.....	23
3.5. METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR LA CANTIDAD DE BIOGÁS DE UN SUSTRATO O PROYECTO	24
3.6. Biodigestores	26
3.7. IMPORTANCIA DE LOS BIODIGESTORES.....	26
3.8. Parámetros Ambientales y Operacionales de la Biodigestión	27
3.8.1. Valores de pH	27
3.8.2. Rangos de temperatura.....	27
3.8.3. Proporción entre excretas y agua.....	28
3.8.4. Tiempo de retención.....	28
3.9. VENTAJAS DE LOS BIODIGESTORES	28
3.10. Energía GEOTÉRMICA.....	29

3.10.1.	GENERALIDADES DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA	29
3.10.2.	MANIFESTACIONES GEOTERMALES	32
3.10.3.	CLASIFICACIÓN DE LAS MANIFESTACIONES GEOTERMALES.....	34
3.11.	Potencial GEOTÉRMICO PRESENTE EN LA ZONA SUR DE HONDURAS.....	36
3.11.1.	PROYECTO PILOTO DE NACAOME	36
IV.	DESARROLLO.....	37
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO Y DESARROLLO	37
4.1.1.	Fomento de Geotermia en Honduras	37
4.1.2.	Fomento del Biogás	38
4.1.3.	Eficiencia Energética en Honduras	38
4.2.	Bitacora de Trabajo	39
4.2.1.	Semana1	39
4.2.2.	Semana 2.....	39
4.2.3.	Semana 3.....	39
4.2.4.	Semana 4.....	40
4.2.5.	Semana 5.....	40
4.2.6.	Semana 6.....	40
V.	CONCLUSIONES.....	41
VI.	RECOMENDACIONES	42
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	43

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 - Logo de la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía	14
Ilustración 2-Matriz Energética de Honduras	19
Ilustración 3 – Tipos de Biomasa.....	20
Ilustración 4 – Secador Rotativo para Café	21
Ilustración 5- Proceso de Generación de Energía Eléctrica.....	22
Ilustración 8 - Capas de la tierra.....	30
Ilustración 9 - Ciclo de generación de los sistemas hidrotermales.....	31
Ilustración 10 - Estructura interna de la tierra.	32
Ilustración 11 - Aguas termales en Islandia	32
Ilustración 12 - Géiser en Islandia.....	33
Ilustración 13 - Fumarolas en Chile.....	34
Ilustración 14 - Principales usos de la energía geotérmica en función de la temperatura.	35
Ilustración 15 - Mapa de distribución de municipios del departamento de Valle.	36

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

ODS: Objetivos del Desarrollo Sostenible.

OHN: Organismo Hondureño de Normalización.

PNFG: Política Nacional de Fomento a la Geotermia.

SEN: Secretaría de Estado en el Despacho de Energía.

DNPEPES: Dirección Nacional de Planteamiento Energético y Política Sectorial.

ENEE: Empresa Nacional de Energía Eléctrica.

DGEREE: Dirección General de Energía Renovable y Eficiencia Energética.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

ER: Energía Renovable.

RTCA: Reglamento Técnico Centroamericano

Eficiencia Energética: capacidad para obtener los mejores resultados en cualquier actividad empleando la menor cantidad posible de recursos energéticos. (REPSO, 2022)

Energía Renovable: energía que se obtienen a partir de fuentes naturales inagotables y generan electricidad sin contribuir al calentamiento global. (acciona 2020).

Energía en Biomasa: la energía obtenida de la materia orgánica constitutiva de los seres vivos, sus excretas y sus restos no vivos. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2018)

Energía Geotérmica: la energía que se encuentra en el subsuelo, la cual es considerada renovable e interminable. (Dickson & Fanelli, 2015)

h	Hora.
hrs	Horas.
K	Kelvin
Kg	Kilogramo.
kW	Kilovatio.
kWh	Kilovatio hora.
m	Metro.
MW	Mega Watts.
W	Watts.
°C	Grados Celsius.
CO2	Dióxido de Carbono

I. INTRODUCCION

El siguiente informe detalla el trabajo realizado en la práctica profesional en la Dirección de Energía Renovable y Eficiencia Energética en la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía del Estado de Honduras. Durante el desarrollo de la práctica profesional, se pretende apoyar en todas las actividades que se realicen con referencia a las energías en biomasa, Geotermia y fotovoltaica-termsolar y a su implementación en los diferentes proyectos en el país. Así mismo se apoyará en todos los proyectos que tengan que ver con eficiencia energética.

Dentro de las actividades que se proyectan, se encuentra el apoyo con la coordinación del desarrollo de los prototipos de sonda térmica y su implementación en el proyecto geotérmico, apoyo en la revisión y reestructuración de la Política Nacional de Fomento a la Geotermia, la presentación de los proyectos de investigación de uso directo de la geotermia, también se trabajara en la hoja de ruta del biogás y en los distintos proyectos que se pretende implementar con esta tecnología. A su vez, en la práctica profesional se pretende apoyar en todos los proyectos de eficiencia energética.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



Ilustración 1 - Logo de la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía
(SEN, 2014)

2.2. SECRETARÍA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE ENERGÍA

La secretaría de Estado en el Despacho de Energía es una empresa estatal que se dedica a construir un marco institucional de estrategias para el aprovechamiento sostenible de los recursos nacionales en material de energía. Se dedica a fomentar el desarrollo del mercado energético para beneficio del pueblo hondureño de manera sostenible.

2.1.1. MISIÓN

“La secretaría de Energía es la Institución rectora del sector energético nacional a cargo de las estrategias y políticas públicas en materia de energía, que garantiza el aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos y suministro asequible a toda la población como un habilitador del desarrollo socioeconómico del país” (SEN, 2014).

2.1.2. VISIÓN

“Ser la institución rectora del sector energético nacional altamente especializada que establezca una política energética sostenible e integral, atendiendo en el corto, mediano y largo plazo, las necesidades energéticas de la población bajo los lineamientos socioeconómicos del Plan Nación y Visión del País” (SEN, 2014).

2.1.3. OBJETIVO ESTRATÉGICO

“Desarrollar política energética nacional sostenible e integral que fomente la participación de recursos energéticos renovables y su aprovechamiento eficiente, que permita el desarrollo del subsector eléctrico y el acceso de servicios eléctricos de calidad” (SEN, 2014).

2.1.4. DIRECCIONES

- DIRECCIÓN NACIONAL DE PLANEAMIENTO ENERGÉTICO Y POLÍTICA SECTORIAL

“Nosotros, la DNPEPES, somos la dirección responsable de impulsar el desarrollo y aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos, a través de la formulación y seguimiento de las estrategias y políticas energéticas con validación social, institucional y técnica. Entre nuestras otras funciones están proporcionar, de manera oficial, las estadísticas energéticas del país y proveer de escenarios y planes de desarrollo del sector” (SEN, 2014).

- DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA RENOVABLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

“Contribuir al desarrollo socioeconómico del país impulsando la formulación y el cumplimiento de políticas públicas que favorecen el desarrollo de la energía renovable y el uso eficiente, racional y sostenible de la energía, en armonía con el medio ambiente y bajo un marco legal incluyente y participativo” (SEN, 2014).

- DIRECCIÓN GENERAL DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

“Somos la entidad encargada de regular y controlar todas las actividades relacionadas con los usos pacíficos de la Energía Nuclear y de las Radiaciones Ionizantes, en sus aplicaciones en los campos de la salud, la industria, la agricultura, la investigación, la docencia, la generación de energía eléctrica u otras actividades mitigando mediante la evaluación y supervisión para reducir y controlar la exposición y disminuir posibilidad daño a las personas, la sociedad y el medio ambiente propiciando el desarrollo tecnológico de Honduras en materia de energía atómica” (SEN, 2014).

- DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD Y MERCADOS

“La DGEM es una unidad técnica especializada perteneciente a la Subsecretaría de Estado de Energía Renovable y Electricidad. Sus funciones básicas son planificar, organizar, dirigir, asesorar las labores relativas a la formulación, coordinación, ejecución y evaluación de políticas, estrategias, y medidas relacionadas al desarrollo y modernización del subsector electricidad, fomento a la competitividad y eficiencia del mercado eléctrico nacional y acceso universal a la energía eléctrica. También colabora en la elaboración y emisión de dictámenes técnicos en su ámbito de competencia, estudios e informes relativos a su labor y asiste como soporte a la autoridad superior en materia de electricidad, y en cualquier otra actividad relacionada con la conducción de la política energética nacional de acuerdo con la normativa vigente del país” (SEN, 2014).

- *DIRECCIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES*

“La Dirección de Hidrocarburos y Biocombustibles es la responsable de regular, supervisar y controlar la cadena de comercialización tanto de los Hidrocarburos como de los Biocombustibles mediante la aplicación de leyes y acuerdos que la rigen.

Así mismo, velar celosamente por el cumplimiento para el correcto funcionamiento de cada uno de los eslabones de la cadena de los combustibles y de las empresas productoras de Biocombustibles para beneficio de Honduras y de toda su población” (SEN, 2014).

2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

La dirección de Energía Renovable y Eficiencia Energética se encarga de fomentar políticas que permitan la explotación de manera sostenible y sustentable de los recursos energéticos renovables que se encuentran en el país. La práctica se realizará con base en la especialidad de la energía geotérmica.

2.3. OBJETIVOS DE PUESTO

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

Apoyar las actividades que se desarrollan en la Dirección General de Energía Renovable y Eficiencia Energética vinculadas al tema de energía biomasa y todo relacionado a eficiencia energética.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Apoyo y seguimiento a las actividades dos proyectos piloto en el sur de Honduras. (Nacaome y Estufa Geotérmica).
2. Revisión de documentos de consultorías y proyectos en desarrollo.
3. Apoyar en las actividades del Grupo Investigación Técnico de Geotermia
4. Apoyo en traducción de Normas y manejo de base de datos de la Dirección de Energía renovable y Eficiencia Energética.
5. Apoyar en la elaboración de perfiles de iniciativas de proyectos de energía renovable.
6. Proponer a la institución una acción de cambio que permitan el fomento de las energías renovables, conforme a su experiencia de su proyecto de investigación.
7. Seguimiento a los planes de trabajo de los proyectos en gestión por la Dirección.
8. Cualquier otra actividad asignada por su jefe inmediato.

III. Marco Teórico

3.1. Introducción a las energías renovables

Las energías renovables son fuente de energía limpias, inagotables y competitivas. se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo por no producir gases de efecto invernadero principal causante del cambio climático. (*La importancia de las energías renovables | ACCIONA | BUSINESS AS UNUSUAL, s. f.*)

Actualmente se cuenta con diferentes tipos de energías renovables entre ella tenemos: Energía Fotovoltaica, Energía Eólica, Energía Hidráulica, Energía, Energía Geotérmica y Energía de Biomasa. Honduras es un país que apuesta a la transición a energías limpias por lo que hace la implementación a estas fuentes de generación. Actualmente nuestra matriz energética cuenta con todas estas energías y aunque en algunas su generación es baja contando con un 66% de generación de energía a partir de fuente renovables se espera en los siguientes años hacer la transición completa contar con una matriz 100% renovable como lo hacen ciertos países vecinos.

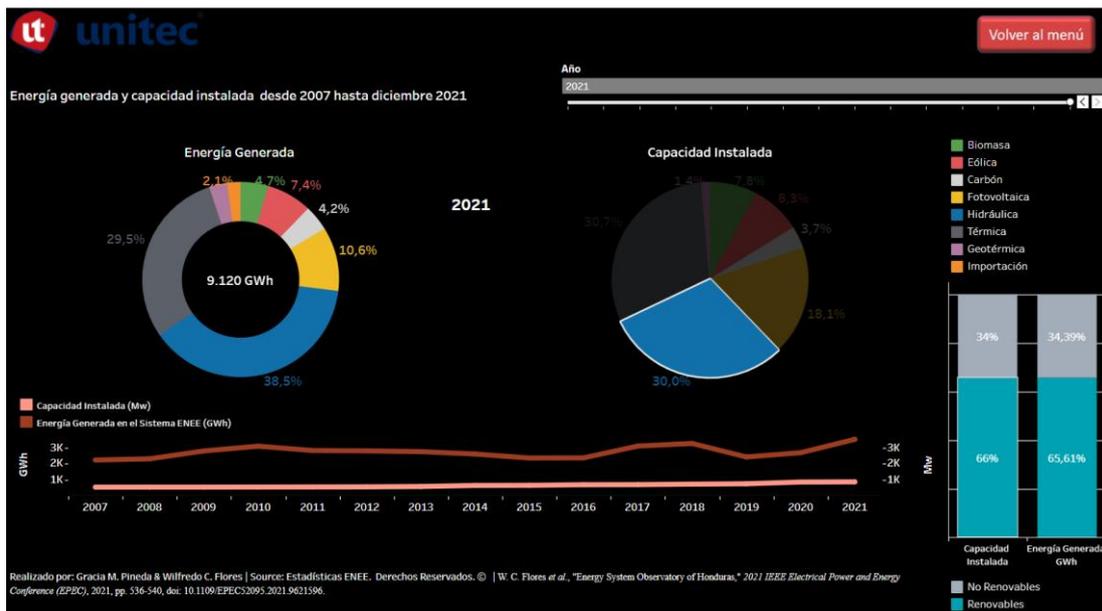


Ilustración 2-Matriz Energética de Honduras

Fuente de la ilustración: observatorio de la energía

3.2. Energía en Biomasa

Se considera biomasa a un grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se originan a partir de materia orgánica formada por vía biológica. El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que puede ser convertida en energía y que proviene de:

- Árboles, plantas y desechos animales.
 - Agricultura(residuos de maíz, café, arroz,caña, palma)
 - Aserraderos(podas, ramas,aserrín, cortezas)
 - Residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros)
- (energía en biomasa y biocombustibles, s.f.)



Ilustración 3 – Tipos de Biomasa

fuentes de la ilustración: Presentaciones de clase energía en biomasa y biocombustibles

3.3. Aplicaciones de la Biomasa

3.3.1. Generación de Calor y Vapor

Es posible generar calor y vapor mediante la combustión de biomasa o biogás.

El calor puede ser el producto principal para aplicaciones en calefacción producción de agua caliente, cocción y secado de granos en el sector doméstico o industrial, también puede ser un subproducto de la generación de electricidad en ciclos combinados de electricidad y vapor.



Ilustración 4 – Secador Rotativo para Café

Fuente: Energía en Biomasa y Biocombustibles

3.3.2. Generación de calor y vapor: Hornos Industriales

Básicamente consiste en una cámara de combustión en la que se quema biomasa (leña, cascarilla de arroz, cascarilla de café, bagazo, casulla etc) para luego utilizar el calor liberado en forma directa o indirecta (intercambiador de calor) en el secado de granos, madera o productos agrícolas, así como para la cocción en la elaboración de productos.

3.3.3. Generación Eléctrica

En países industrializados se utiliza la biomasa a gran escala, para la red eléctrica interconectada. También se utiliza en combinación con otras fuentes convencionales como el carbón mineral

la electricidad generada a partir de los recursos biomásicos pueden ser comercializada como "energía verde", pues no contribuye con gases de efecto invernadero por estar libre de emisiones de dióxido de carbono.

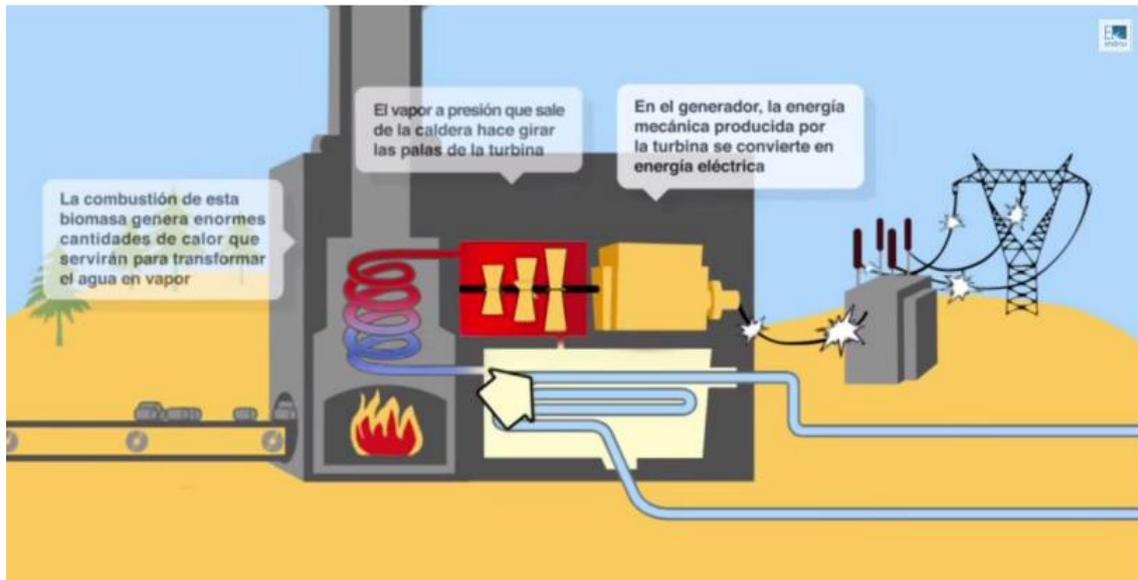


Ilustración 5- Proceso de Generación de Energía Eléctrica

Fuente: energía en biomasa y biocombustibles

3.3.4. Cogeneración

Esta aplicación se refiere a la generación simultánea de calor y electricidad, lo cual considerablemente más eficiente que los dos sistemas separados. Se utiliza en industrias que requieren las dos formas de energía.

en Honduras este proceso es muy común en las industrias azucareras, donde es posible aprovechar los desechos del proceso de producción del azúcar, principalmente el bagazo.

Por alta fiabilidad de bagazo disponible, tradicionalmente la cogeneración se realiza de una forma bastante eficiente. Sin embargo, existe la posibilidad de mejorar el proceso para generar más electricidad y vender el excedente a la red eléctrica.

3.4. Proceso de Producción de Biogás

3.4.1. Biogás

Se trata de una mezcla de gases con un elevado contenido de metano. Puede emplearse para cocinar, en sustitución de otros combustibles como el gas propano, la leña y la

electricidad. La llama de un quemador alimentado por esta clase de gas tiene un color azul. Además, unas cuantas modificaciones en ciertos equipos convierten el biogás en una fuente de energía para lámparas de camisa de asbesto, motores de combustión, bombas de agua y generadores. (Aqua Fundación, 2008)

3.4.2. CONVERSIÓN BIOQUÍMICA

La digestión anaeróbica es la forma en la que ciertos microorganismos, en una atmósfera deficiente de oxígeno, descomponen la biomasa y la transforman en biogás. Para que esta transformación pueda llevarse a cabo es necesario el uso de mecanismos adecuados, estos son llamados biodigestores o plantas de biogás. Dependiendo de la materia prima y la calidad del proceso, la composición del biogás es:

Tabla 1 Composición del biogás

Componente	Fórmula química	Porcentaje
Metano	CH ₄	60 – 70
Dióxido de carbono	CO ₂	30 – 40
Hidrógeno	H ₂	1
Nitrógeno	N ₂	0,5
Monóxido de carbono	CO	0,1
Oxígeno	O ₂	0,1
Ácido sulfhídrico	H ₂ S	0,1

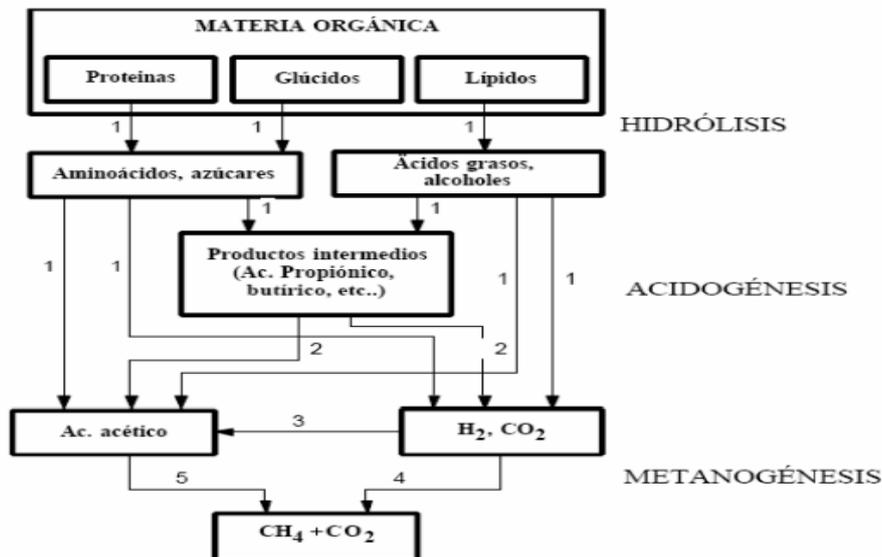
FUENTE: Adopción de R. Botero y T. Preston, 1987, fuente original Instituto de Investigaciones Eléctricas, México (1980)

Fuente: R. Botero y T. Preston, 1987

- Hidrólisis, en esta fase las enzimas de los microorganismos actúan sobre la materia orgánica, la bacteria descompone las largas y complejas cadenas de carbohidratos, proteínas y lípidos. En esta etapa se obtienen tres sustratos orgánicos complejos: Ácido butírico, ácido propiónico y ácido láctico.
- Acidificación, durante esta etapa las bacterias convierten los sustratos orgánicos productos de la hidrólisis y los transforman en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono. Estas bacterias no son totalmente anaeróbicas y producen reacciones endotérmicas.

- Formación de metano, durante este tercer paso, las bacterias trabajan en condiciones anaeróbicas y utilizan parte del hidrógeno, dióxido de carbono y ácido acético para la formación de metano. Las bacterias metanogénicas son muy sensibles a cambios ambientales, contrarias a las bacterias acidogénicas y acetogénicas.

Tabla 2 Fases de Fermentación Anaerobica



Fases de fermentación anaerobia y poblaciones bacterianas: 1) Bacterias hidrolíticas – acidogénicas; 2) Bacterias acetogénicas; 3) Bacteria homoacetogénicas; 4) Bacterias metanogénicas hidrogenófilas; 5) Bacterias metanogénicas actoglásticas.

Fuente: (Flotats, X., Campos, E., Bonmatí, A, s.f.)

3.5. METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR LA CANTIDAD DE BIOGÁS DE UN SUSTRATO O PROYECTO

La estimación de la cantidad de biogás en un proyecto puede ser categorizada como un arte, pues depende de tantos factores que se debe tener bastante experiencia para lograr hacer una estimación bastante acertada. La cantidad que se puede potencialmente generar es base para determinar si un proyecto vale o no la pena construirlo, por lo que una sobreestimación (o lo opuesto) es claramente no deseado.

La cantidad de biogás que efectivamente se puede generar puede variar según la temperatura del biodigestor (mientras más caliente las bacterias trabajan más rápido, y lo opuesto a más frío), del estado del biodigestor (un biodigestor enfermo generará menos biogás que uno saludable), de la presencia o ausencia de tóxicos (tóxicos pueden inhibir la producción de metano), pero indudablemente, la cantidad de biogás va a depender en su mayoría del sustrato que se utiliza.

$$V^0 = V \frac{P \cdot T_0}{P_0 \cdot T}$$

Ecuación 1 Para Estimación de Volumen

FUENTE: Energía en Biomasa y Biocombustibles

Donde:

V0: Volumen en condición normal;

V: Volumen en condiciones reales;

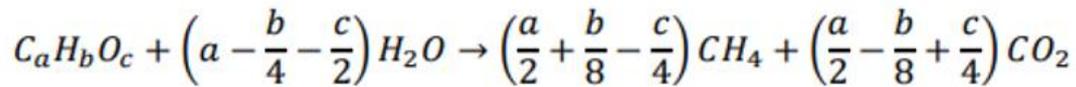
P: Presión en condiciones reales;

P0: Presión en condiciones normales (1013 hPa);

T: Temperatura en condiciones reales (273,15 k);

T0: Temperatura en condiciones normales (en Kelvin; recuerde que K = °C + 273,15).

La cantidad de biogás que efectivamente se puede generar puede variar según la temperatura del biodigestor (mientras más caliente las bacterias trabajan más rápido, y lo opuesto a más frío), del estado del biodigestor (un biodigestor enfermo generará menos biogás que uno saludable), de la presencia o ausencia de tóxicos (tóxicos pueden inhibir la producción de metano), pero indudablemente, la cantidad de biogás va a depender en su mayoría del sustrato que se utiliza.



Ecuación 2 Permite Estimar la Cantidad de Biogás si se conoce la composición molecular del sustrato

Fuente: Presentaciones de clase energía en biomasa y biocombustibles

3.6. Biodigestores

un biodigestor es un contenedor cerrado de forma hermética que contiene residuos orgánicos de origen vegetal o animal (carne en descomposición, excremento etc) un grupo de microorganismos presentes en los desechos orgánicos producen una reacción conocida como fermentación anaeróbica, de la que se puede obtener energía.

Los biodigestores constituyen una alternativa económica y efectiva en comunidades rurales de todo el mundo. Ya que permiten satisfacer la demanda energética de estas poblaciones y proporcionan un medio adecuado para manejar los residuos de humanos y animales. En resumen, son una alternativa eficaz para hacer frente a calentamiento global. (*Aquae Fundacion,2008. s.f.*)

3.7. IMPORTANCIA DE LOS BIODIGESTORES

Son componentes claves para la conversión de materia orgánica en energía y se incluyen en sistemas de depuración de aguas residuales. Existen distintos tipos y modelos de biodigestores, estos se adecuan al tipo de uso, espacio y financiamiento del que se dispone. El biodigestor de polietileno de baja densidad tiene como principales ventajas su bajo costo, fácil implementación, sencillo manejo y mantenimiento. Además, los materiales necesarios para su construcción están disponibles en zonas rurales. Adicionalmente, el efluente a través de los biodigestores reduce su contaminación hasta en un 80 % (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, 1998).

3.8. Parámetros Ambientales y Operacionales de la Biodigestión

Para que la biodigestión suceda de la mejor manera es deseable que los siguientes parámetros se cumplan:

3.8.1. Valores de pH

Los microorganismos encargados de la biodigestión presentan máxima actividad en diferentes rangos de pH, por ejemplo, las bacterias hidrolíticas trabajan mejor entre 7.2 y 7.4; acetogénicos entre 7 y 7.2 y metanogénicos entre 6.5 y 7.5. Por ello es deseable un pH de 6.5 a 7.5. Si el pH se torna muy ácido, la acción de las bacterias metanogénicas se inhibe, aumentando la proporción de gas carbónico en el biogás (Taiganides et al., 1963, citado por Botero, R. y Preston, T. 1987).

Según Botero y Preston T. factores que pueden acidificar la fase líquida que se encuentra en el biodigestor son:

- 1- Permanecer mucho tiempo dentro de la bolsa sin recibir carga.
- 2- Productos tóxicos (medicamentos, químicos y otros) presentes en la carga.
- 3- Cambios de temperatura repentinos y amplios.

3.8.2. Rangos de temperatura

la fermentación anaeróbica puede darse en un rango amplio de 3°C y 70°C. Se diferencian tres rangos de temperatura:

- 1- Psicrófilo: Menor a 20°C.
- 2- Mesófilo: 30°C y 40°C.
- 3- Termófilo: Entre 50°C y 70°C.

La producción de biogás incrementa con la temperatura, pero también la producción de amonio aumenta, lo que provoca una posible inhibición de la producción de gas. En general las plantas de biogás trabajan adecuadamente en el rango mesofílico.

3.8.3. Proporción entre excretas y agua

El estiércol contiene en promedio 15 % de materia seca y es necesario que al biodigestor ingresen en una proporción de 3 % como una suspensión en agua. Esto indica que por cada parte de estiércol fresco deben existir cuatro partes de agua de lavado para alimentar el biodigestor. (Botero, R. y Preston T ,1987).

3.8.4. Tiempo de retención

Se refiere al tiempo adecuado para la digestión más eficiente de la materia orgánica, distintos autores coinciden en afirmar que este tiempo óptimo es de 50 días pero esto puede variar por diferentes factores como la temperatura, tipo de sustrato que se use, presencia de sustancias inhibidoras de producción, etc. El tiempo de retención para sistemas de producción continua se calcula dividiendo el volumen del biodigestor entre la cantidad diaria de afluente que ingresará al biodigestor. (Botero, R; Preston, T, 1987)

En el rango mesofílico el tiempo de retención para diferentes sustratos son:

- Excretas de ganado vacuno: 20 a 30 días. 10
- Excretas de cerdos: 15 a 25 días.
- Excretas de aves: 20 a 40 días.
- La mezcla de excretas y material vegetativo: 50 a 80 días. Debe tomarse en cuenta que si el tiempo de retención es muy corto se estarían eliminando las bacterias productoras de metano sin darles tiempo para su reproducción. (Según Werner, U.Stöhr, U. Hees, N s.f.)

3.9. VENTAJAS DE LOS BIODIGESTORES

Los biodigestores son excelentes mecanismos para la producción de biogás, los beneficios que se obtienen son los siguientes:

- Reducción de la tala indiscriminada de árboles para suplir necesidades energéticas rurales.
- Ahorro de tiempo por acarreo y corte de leña.

- Reducción del riesgo en la transmisión de enfermedades al reciclar en conjunto las excretas animales y humanas en biodigestores que operen en rangos de temperatura interna entre 30 y 35 °C, es posible destruir hasta el 95% de los huevos de parásitos y casi todas las bacterias y protozoarios causantes de enfermedades gastrointestinales (R. Espinel y L. Solarte, 1995). •
- Reducción de emisión de gases contaminantes al ambiente, principalmente metano.
- Ahorro parcial de la compra de fertilizantes químicos, ya que el efluente es un excelente bioabono.
- Producción de energía limpia, evitando costos por adquisición de combustibles fósiles o leña.

3.10. Energía GEOTÉRMICA

3.10.1. GENERALIDADES DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

La geotermia se define como la energía que se puede encontrar en las capas interiores de la tierra. Se considera como una energía renovable que no se agota. Esta energía puede ser utilizada de manera directa en diversas actividades, y, a su vez, puede ser utilizada para generar energía eléctrica (Santoyo & Barragán, 2010).

El calor que se presenta en el interior de la tierra proviene de los fluidos magmáticos que se encuentran debajo de la superficie de la tierra. Estos fluidos cuentan con elementos radioactivos como ser el uranio, el torio y el potasio (Santoyo & Barragán, 2010). El flujo de calor que se puede encontrar debajo de la superficie del suelo cuenta con diferentes temperaturas a medida que cambian las profundidades, y a esto se le llama gradiente geotérmico (Gallup, 2009).

El calor que se encuentra en el interior de la tierra se divide dependiendo de la capa de la cual se esté estudiando o analizando. Azcarate (2009) afirma que el punto más caliente en la capa interior de la tierra se encuentra en el núcleo, con temperaturas mayores a los 4,000°C. Luego, se encuentra el manto, el cual cuenta con temperaturas de 800°C hasta los 4,000°C. Por último, se encuentra la corteza, siendo esta la capa más superficial, y en

ella se encuentra la vida terrestre. En esta última capa, las temperaturas tienen rangos bajos, desde 15°C hasta 800°C.

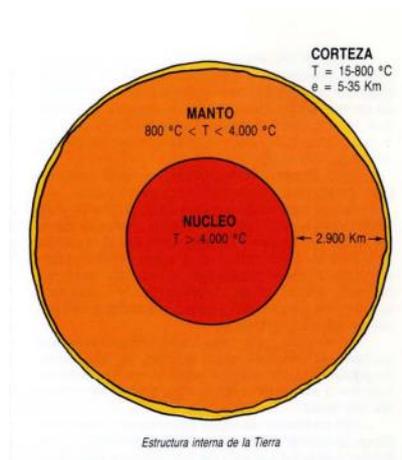


Ilustración 6 - Capas de la tierra.

Fuente: (Azcarate, 2009)

Para entender cómo funciona la energía geotérmica y como se puede dar uso de esta, es necesario entender los sistemas geotérmicos presentes en la capa de la corteza. Prol (2021) define los sistemas geotérmicos como aquellos sitios en los cuales existe una descarga concentrada de calor de la tierra y logra salir a la superficie de la corteza mediante un fluido; estos fluidos pueden ser agua, gases, vapor, rocas fundidas, etc., y se encargan de transportar el calor en forma de energía.

La energía geotérmica puede ser extraída mediante un flujo de agua lluvia que ingrese a la tierra por medio del ciclo del agua, ingresando por medio de rocas permeables a las cámaras magmáticas que se encuentran debajo de la corteza terrestre. Estas aguas lluvia contienen diferentes minerales, como sílices y carbonatos, ya que, al atravesar la superficie terrestre, entran en contacto con rocas. Estos sistemas de agua lluvia son denominados como hidrotermales (Prol, 2021).

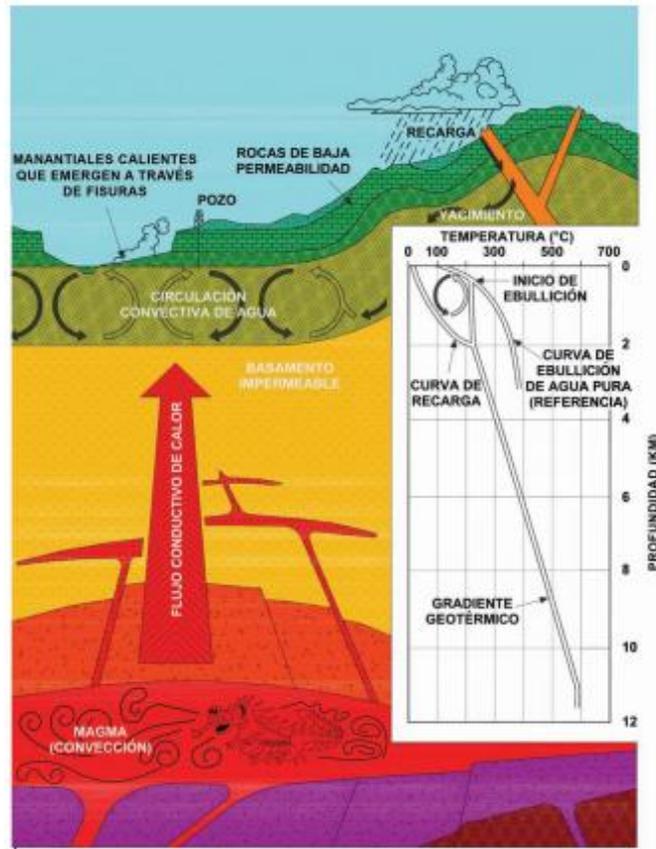


Ilustración 7 - Ciclo de generación de los sistemas hidrotermales.

Fuente: (Santoyo & Barragán, 2010)

Una vez que se almacena agua debajo de la superficie de la corteza, se empiezan a generar yacimientos geotérmicos que pueden ser explotados para el beneficio de las actividades de los humanos. Para utilizar estos yacimientos, se realizan perforaciones de 1m a 2km de extensión. Estos yacimientos pueden ser encontrados de la misma manera en el fondo del mar.

En algunos lugares del planeta, el flujo de calor existente es muy elevado. En estos puntos suelen existir manifestaciones volcánicas o actividades sísmicas. Todas estas actividades denotan actividades recientes, y por ello, se encuentran altas temperaturas en los yacimientos geotérmicos (Azcarate, 2009).

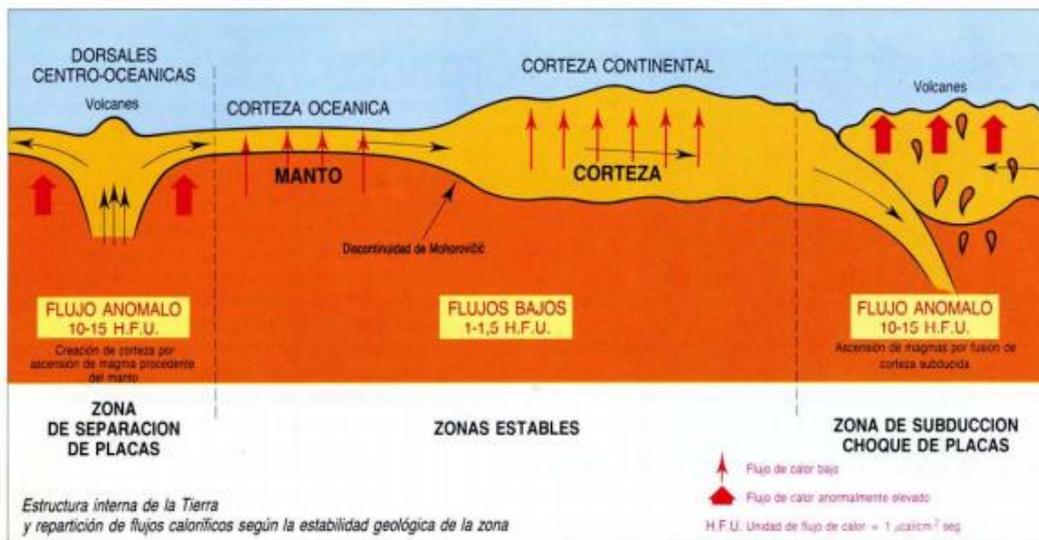


Ilustración 8 - Estructura interna de la tierra.

Fuente: (Azcarate, 2009)

3.10.2. MANIFESTACIONES GEOTERMALES

a. Aguas Termales

La manifestación de aguas termales se presenta como un manantial natural del cual surge agua más caliente que las temperaturas presentes en los cuerpos humanos. Este tipo de manifestaciones se presentan en lagunas, ríos o arroyos (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2019).



Ilustración 9 - Aguas termales en Islandia

Fuente: (Jorquera, 2018)

b. Géiser

Los géiser se caracterizan por ser surtidores de agua líquida mezclada con vapor, con temperaturas entre 70°C y 100°C. Estos fluidos salen de manera intermitente con un alto contenido de sales disueltas (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2019).



Ilustración 10 - Géiser en Islandia.

Fuente: (Lewin, 2015)

c. Fumarolas

Las fumarolas son sistemas geotermales que se caracterizan por la emisión de gases y vapores de agua con altas temperaturas, pueden alcanzar temperaturas de 500°C. Pueden ser carbónicas, sulfurosas, clorhídricas, entre otras. Este tipo de manifestación tiende a emitir diversos minerales a la superficie (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2019).



Ilustración 11 - Fumarolas en Chile.

Fuente: (Power, 2019)

3.10.3. CLASIFICACIÓN DE LAS MANIFESTACIONES GEOTERMALES

Los recursos geotérmicos se pueden clasificar dependiendo de la entalpía que presenta el recurso, la ubicación del recurso y de los fluidos que se presentan en el recurso. Las clasificaciones de las manifestaciones se han realizado por Muffler & Cataldi, Hochstein, Benderitter & Cormy y Haenel. Estos autores han clasificado los recursos de la siguiente manera:

- a. Por su entalpía: según la temperatura presente en los yacimientos geotérmicos, estos se pueden dividir en:
 - Alta entalpía: mayores a 150°C.
 - Media entalpía: entre 90°C y 150°C.
 - Baja entalpía: menores a 90°C.
- b. Por la ubicación del recurso: dependiendo de la ubicación y extracción del recurso, estos pueden dividirse en:
 - Continentales.
 - Submarinos.

- c. Por la presencia de fluidos: los fluidos presentes en los recursos dependen de los minerales que están presentes en ellos, y se pueden clasificar en:
- Hidrotermales.
 - Vapor dominante.
 - Líquido dominante.
 - Roca seca caliente.

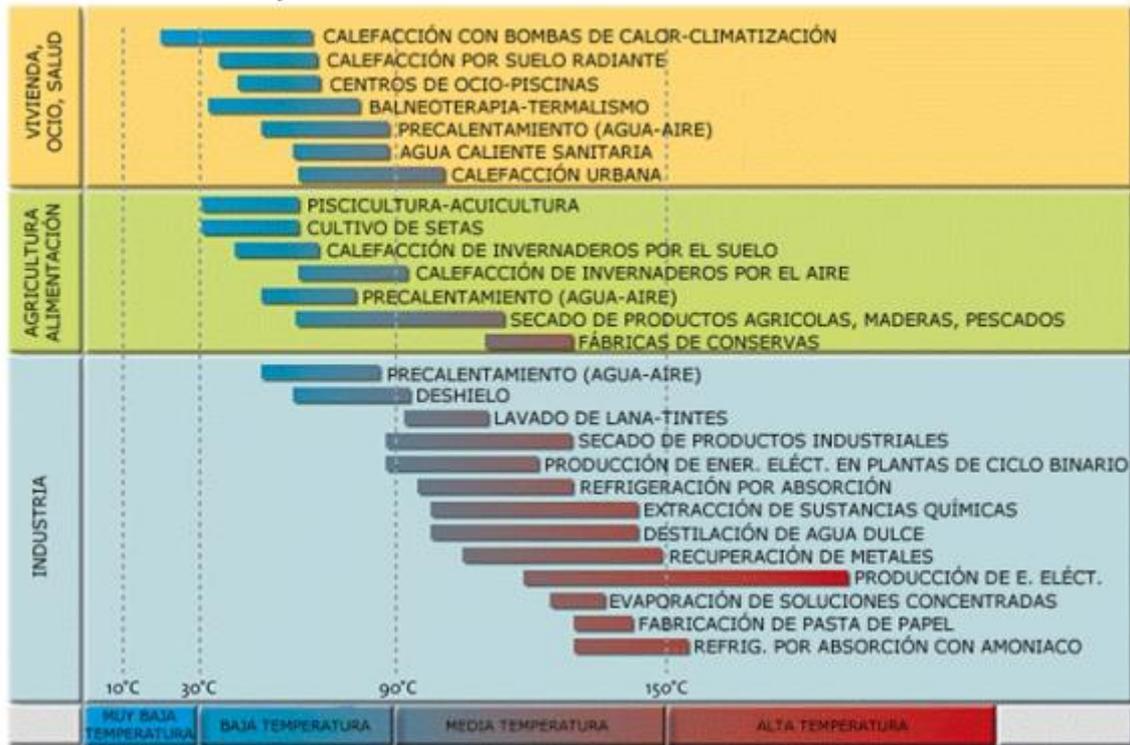


Ilustración 12 - Principales usos de la energía geotérmica en función de la temperatura.

Fuente: (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2019)

Al momento de desarrollar un proyecto que utilice la energía geotérmica como recurso, es necesario conocer las temperaturas que se presentan en el yacimiento para explotar, ya que, con esta información, se puede determinar el uso correcto del yacimiento sin agotarlo.

3.11. Potencial GEOTÉRMICO PRESENTE EN LA ZONA SUR DE HONDURAS

Nacaome es la cabecera municipal del departamento de Valle, y se encuentra en la zona sur del territorio hondureño. Fiallos (1989) afirma que el municipio se fundó en 1535, y su nombre significa "dos razas". Nacaome cuenta con una extensión territorial de 528 km² y se compone por 217 caseríos y 10 aldeas (INE - Instituto Nacional de Estadística , 2018).



Ilustración 13 - Mapa de distribución de municipios del departamento de Valle.

Fuente: (EspacioHonduras, 2020)

Según el reporte elaborado por la SEN et al. (2019), en Nacaome y en Pavana, Choluteca, se presentan varias manifestaciones geotérmicas que se pueden utilizar para brindar beneficio a las comunidades cercanas. Estos usos se relacionan a las actividades económicas presentes en esta ciudad, como ser la pesca, la agricultura, la producción de lácteos, entre otros. La implementación de esta energía en usos directos presenta una solución viable a diversos problemas presentes en la zona.

3.11.1. PROYECTO PILOTO DE NACAOME

La Secretaría de Energía, con apoyo de la Cooperación Alemana, ha desarrollado un estudio de demanda térmica presente en la ciudad de Nacaome. Este estudio tiene como objetivo implementar la energía geotérmica en diversos usos directos como ser la climatización, el secado de granos, secado de sal, acuicultura, entre otros.

IV. DESARROLLO

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO Y DESARROLLO

El trabajo se realizó para servir como apoyo y analista de energía renovable en la continuación de los distintos Proyectos para el fomento de Geotermia en Honduras y el fomento del Biogás. Así mismo también se sirvió de apoyo como analista en eficiencia energética en la ayuda de los proyectos de la dirección, como lo fue el Programa de Educación ene Eficiencia Energética, Revisión del RTCA de Iluminación entre otros.

4.1.1. Fomento de Geotermia en Honduras

Se le fue asignado al practicante los proyectos de fomento de la geotermia en Honduras. Dentro de estos proyectos estaba la revisión del Dictamen Técnico, la Política de Geotermia y los distintos Proyectos llevados a cabo en la Zona Sur del País. En esta revisión se encontraron varios datos desactualizados debido al cambio de gobierno por lo que se trabajó en la actualización tanto como del Dictamen Técnico como en la Política Nacional de Geotermia.

El objetivo de estos Proyectos es ver la factibilidad de los distintos proyectos de geotermia en el país, así mismo como la implementación de esta nueva tecnología. El desarrollo de esta tecnología renovable permite que nuestra matriz energética cambie y hagamos la transición de nuestra matriz energética a renovable con costos mínimos.

La Secretaría de Energía presentó una propuesta de Política de Fomento a la Energía Renovable, la cual fue revisada por la practicante. Al momento de realizar la práctica, este documento ya estaba finalizado y solamente faltaba la aprobación, en las cuales se defendió y se presentó la propuesta. Una vez analizada y revisada, se realizó la entrega de las correcciones a los supervisores para que las tomaran en cuenta. Esta revisión fue necesaria para enviarla. Esta política incluye todos los antecedentes legales, una justificación de la política, y los diversos puntos estratégicos que se quieren alcanzar con la implementación de esta.

4.1.2. Fomento del Biogás

La Secretaría De Energía tiene propuesto varios proyectos para lo que es la implementación del biogás e Honduras. Dentro de los distintos Proyectos el practicante trabajo en el desarrollo de la Hoja de Ruta del Biogás, la Iniciativa RAACE, así como el seguimiento al Proyecto: Planta Demostrativa de Biogás en el Centro de Genética Porcina de la Estación Experimental Playitas, Comayagua, Honduras.

Dentro de las distintas actividades propuestas por la Secretaría de Energía, El practicante participo en reuniones de trabajo, talleres y capacitaciones. En estas actividades realizadas se trabajó en los distintos proyectos para la fomentación del biogás el sector agropecuario del país, se elaboraron hojas de rutas, TDR, entre otras.

El objetivo principal de estos proyectos es fomentar la implementación de biogás a partir de los diversos desechos agrícolas del país, este como una medida de aprovechamiento del recurso y potenciar esta tecnología y implementarla en lo que es nuestra matriz energética de generación como medida de mitigar el impacto del cambio climático por las emisiones de gases de efecto invernadero.

4.1.3. Eficiencia Energética en Honduras

Dentro de las diferentes Direcciones de la Secretaría de Energía, se encuentra la Dirección de Energía Renovable y Eficiencia Energética. Siendo esta donde se desarrolló la Práctica Profesional. El practicante fue asignado a esta dirección participando en los diferentes proyectos y propuestas de proyectos.

Dentro de la dirección de Eficiencia Energética el practicante apoyo en las diversas actividades como lo fue: Revisión de Tomos SEDENA, Reunión con personal de las Fuerzas Armadas de Honduras, así mismo se trabajó en el RTCA de Iluminación, la implementación del Comité de Ahorro para las distintas secretarias de estados y el apoyo total al Programa de Educación en Eficiencia Energética.

4.2. Bitácora de Trabajo

4.2.1. Semana 1

- Revisión de documentación acerca de producción de biogás en Comayagua
- Reunión de eficiencia en instituciones gubernamentales
- Normas técnicas de iluminación
- Revisión tomos de SEDENA programa de eficiencia energética
- Reunión con FFAA
- Reunión hoja de ruta de biogás, iniciativa RAACE
- Revisión del proyecto piloto, PLANTA DEMMOSTRATIVA DE BIOGÁS EN EL CENTRO DE GENÉTICA PORCINA DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL PLAYITAS COMAYAGUA, HONDURAS.
- Charla inductiva de eficiencia energética
- Revisión tomos fuerza aérea y marina

4.2.2. Semana 2

- Revisión del REGLAMENTO TÉCNICO XX CENTROAMERICANO
- Reunión con FFAA
- Entrega de tomos de liquidación
- Embalaje de cajas para el proyecto de focos led
- Coordinación para viaje de eficiencia
- Inducción - estadísticas energéticas DNPEPES
- Recolección de focos en las instalaciones de la ENEE y posteriormente entrega en las Oficinas de la alcaldía municipal.
- Capacitación a personal de entrega de focos en la alcaldía
- Lanzamiento del proyecto

4.2.3. Semana 3

- Reunión con el personal de la fuerza aérea y fuerza naval
- Discusión del POA
- Participación en la elaboración de la Hoja de Ruta

- Visita a la ENEE para brindar informe de tomos SEDENA
- Inclusión en el programa COAEE
- Participación en LATAM Future Energy Storage & Hydrogen Virtual Summit

4.2.4. Semana 4

- Actualización de datos COAEE.
- Videoconferencia Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores Electrodomésticos y finalizar la revisión de la propuesta.
- Trabajar en actualizar los datos de la hoja de ruta de biogás, convirtiendo a las unidades que tiene el documento.
- Reunión para trabajar en conjunto con el equipo de la LED LACS los comentarios a la hoja de ruta.
- Webinar - Experiencias Exitosas de Ciudades Energéticas Latinoamericanas
- Entrega final de tomos de sedeña.

4.2.5. Semana 5

- Actualización de política de geotermia
- Diálogo sobre la industria y el financiamiento del transporte público colectivo
- Actualización de tabla de gerencia administrativa por secretaria COAEE
- Visita a piscina Olímpica para ver avance del proyecto

4.2.6. Semana 6

- Revisión, registro y entrega de constancia de entrega y recepción de bombillos del programa en Educación en Eficiencia Energética.

V. CONCLUSIONES

1. Se realizó la revisión de la propuesta de Política Nacional de Fomento a la Geotermia como seguimiento a las actividades de los distintos proyectos piloto de Geotermia en Honduras.
2. Se realizaron varias revisiones de documentos como Política de Eficiencia Energética y se revisaron documentos en los proyectos como el Programa de Educación en Eficiencia Energética.
3. Se apoyó en todas las actividades realizadas por el Grupo Técnico de Geotermia.
4. Se logro trabajar con éxito en la traducción Norma Técnica ISO 16358-1,2013 que habla de Aires Acondicionados.
5. Se realizó la revisión de y mejora en la Hoja de Ruta para El fomento del biogás en Honduras como medida de mitigación de gases de efecto invernadero.
6. Se realizaron varias capacitaciones para el fomento de Biogás en Honduras.
7. Se realizaron diversas reuniones con personal de las Fuerzas Armadas, personal de la ENEE y otras instituciones para el apoyo y seguimiento al Programa de Educación en Eficiencia Energética. Se trabajo en la reintegración de los Comités de Ahorro y Eficiencia Energética
8. Se apoyó a la Secretaría de Energía en la Dirección de Energía Renovable y Eficiencia Energética con todas las actividades relacionadas con el desarrollo sostenible y la implementación de energías renovables para el desarrollo de Honduras.

VI. RECOMENDACIONES

1. Crear un grupo de trabajo especializado en temas de geotermia, los cuales puedan supervisar y trabajar en todos los proyectos que la Secretaría de Energía desee desarrollar.
2. Crear documentos y presentaciones que sean de interés para las comunidades donde se vayan a implementar los proyectos de geotermia, así las municipalidades están al tanto de cada aspecto importante de los proyectos.
3. Establecer un grupo de trabajo que se enfoque los distintos proyectos de Biogás en Honduras y así mismo establecer nuevos proyectos para el fomento de esta tecnología.
4. Conseguir financiamiento para implementar los diferentes proyectos propuestos por la Secretaría de Energía.

VII. BIBLIOGRAFÍA

El uso de biogás para producir energía aumenta la productividad agrícola. (2016, febrero 9). Impacto. <https://blogs.iadb.org/efectividad-desarrollo/es/biogas-residuos-desarrollo/>

Presentaciones de clase energía en biomasa y biocombustibles recupera 10 diciembre de 2021

Evaluación de la producción de biogás y biol a partir de la torta de *Jatropha curcas* L.(s.f.) recuperado el 20 de febrero de 2022 escuela agrícola zamorano

Evaluación de producción de biogás utilizando desechos porcícolas de Zamorano (S.F.)

SEN. (2014). <https://sen.hn/>. Obtenido de sen.hn: <https://sen.hn/mision/>

SEN. (2014). <https://sen.hn/>. Obtenido de sen.hn: <https://sen.hn/vision/>

SEN. (2014). <https://sen.hn/>. Obtenido de sen.hn : <https://sen.hn/objetivo-estrategico/>

SEN. (2014). <https://sen.hn/>. Obtenido de sen.hn : <https://sen.hn/direccion-nacional-de-planeamiento-energetico-y-politica-sectorial/>

SEN. (2014). <https://sen.hn/>. Obtenido de sen.hn: <https://sen.hn/direccion-general-de-energia-renovable-y-eficiencia-energetica/>

SEN. (2014). <https://sen.hn/>. Obtenido de sen.hn: <https://sen.hn/direccion-general-de-seguridad-radiologica/>

SEN. (2014). <https://sen.hn/>. Obtenido de sen.hn: <https://sen.hn/direccion-general-de-electricidad-y-mercados/>

SEN. (2014). <https://sen.hn/>. Obtenido de sen.hn: <https://sen.hn/direccion-de-comercializacion-de-hidrocarburos>

Nations, U. (s. f.). El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible | Naciones Unidas. United Nations; United Nations. Recuperado 4 de marzo de 2022