

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO FOTOVOLTAICO-BIOMASA
PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL
SECTOR CAFETALERO DE CAMPO REDONDO-AMAZONAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

YONER IVAN HERRERA SILVA

ASESOR

HUGO WALTER MUNDACA GUERRA

<https://orcid.org/0000-0002-8210-9581>

Chiclayo, 2021

**DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO FOTOVOLTAICO-
BIOMASA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA EN EL SECTOR CAFETALERO DE CAMPO
REDONDO-AMAZONAS**

PRESENTADA POR:

YONER IVAN HERRERA SILVA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR:

Jony Villalobos Cabrera

PRESIDENTE

Luis Alberto Gonzales Bazan

SECRETARIO

Hugo Walter Mundaca Guerra

VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mis padres, a mi novia Rubí. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. A mi novia que día tras día me motivo para seguir adelante con la culminación de esta Tesis. Los amo con mi vida.

AGRADECIMIENTO

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I INTRODUCCIÓN.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
JUSTIFICACIÓN.....	14
OBJETIVOS.....	15
II MARCO TEÓRICO	16
Antecedentes:.....	16
2.1 Energía eléctrica:	16
2.1.1 Generación:.....	16
2.1.2 Trasmisión:	17
2.1.3 Distribución:	17
2.2 Consumo Eléctrico:.....	17
2.2.1 Definición:	17
2.2.2 Medición:.....	17
2.3 Energía Renovable:.....	18
2.3.1 Definición:	18
2.3.2 Tipos de Energías:	18
2.4 Sistema Híbrido Fotovoltaico -Biomasa:.....	21
2.4.1 Definición:	21
2.4.2 Biomasa:	21
2.4.3 Biogás:.....	22
2.4.4 Sistema Fotovoltaico:	24
III MARCO METODOLÓGICO:	26
3.1 Tipo y nivel de investigación:.....	26
3.1.1 Enfoque.....	26
3.1.2 Tipo.....	26
3.1.3 Nivel	26
3.2 Diseño de investigación	26
3.3 Población y muestra.....	26
3.4 Criterios de selección.....	26
3.5 Operación de variables.....	26
3.5.1 Variable Independiente:.....	26
3.5.2 Variable Dependiente:	26

3.6	Técnicas e instrumentación de recolección de datos:	27
3.7	Procedimiento de recolección de información.....	27
3.8	Procesamiento y análisis de datos.....	28
3.9	Matriz de consistencia.....	28
IV	RESULTADOS	30
4.1	Determinar el consumo eléctrico de las viviendas en el sector cafetalero:.....	30
4.1.1	Ubicación:.....	30
4.1.2	Características:.....	30
4.1.3	Descripción del tipo de usuario:	30
4.1.4	Cálculo del crecimiento poblacional:	31
4.2	Evaluación del recurso solar y del recurso biomásico del sector cafetalero:...	36
4.2.1	Evaluación del recurso solar:.....	36
4.2.2	Evaluación del Recurso Biomásico:	39
4.2.3	Tratamiento de los residuos del café:	42
4.3	Diseño del sistema híbrido y planos constructivos:	42
4.3.1	Análisis del Potencial eléctrico de los residuos de Café:	42
4.3.2	Dimensionamiento del Biodigestor:	44
4.3.3	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico:	51
4.3.4	Cálculo del Conductor:.....	53
4.3.5	Conexión de ambos sistemas:.....	55
4.3.6	Materiales.	56
4.4	Evaluación Económica del Sistema Híbrido y su Viabilidad:	58
4.4.1	Presupuesto del Biodigestor:	58
4.4.2	Presupuesto del Sistema Fotovoltaico:.....	59
4.4.3	Presupuesto para Generadores Eléctricos:.....	60
4.4.4	Presupuesto para Barras Colectoras:	60
4.4.5	Costo Total para la inversión del Sistema Híbrido:.....	60
4.4.6	Costos de Mantenimiento:	61
4.4.7	Ingresos:.....	61
4.4.8	Valoración del Proyecto:	62
V	CONCLUSIONES.....	65
VI	RECOMENDACIONES	66
VII	BIBLIOGRAFÍA	67
VIII	ANEXOS	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Consumo anual de energía por "N" número de personas.....	17
Tabla 2: Consumo Anual kWh/año por electrodomésticos.	18
Tabla 3: Consumo Eléctrico	31
Tabla 4: Población del año 2005-2015	31
Tabla 5: Crecimiento Poblacional 2020-2040	34
Tabla 6: Datos obtenido del Software Retscreen.....	38
Tabla 7: Producción de café por Regiones	39
Tabla 8: Residuos por cada proceso de un 1kg café.....	41
Tabla 9: Porcentaje de pérdidas por 1kg de café.....	41
Tabla 10: Residuos obtenido en 100 Hectáreas.....	42
Tabla 11 Selección del Biodigestor	44
Tabla 12: Parámetros de Selección.....	44
Tabla 13: Valores Comerciales del Polietileno Tubular.....	45
Tabla 14: Sección Eficaz	46
Tabla 15: Selección de Polietileno Tubular.....	46
Tabla 16: Selección de la Longitud	47
Tabla 17: Sección de la Zanja.....	47
Tabla 18: Dimensión de la Zanja.....	48
Tabla 19: Materiales de Construcción del Biodigestor	50
Tabla 20: Caídas de tensiones recomendadas para un Sistema Fotovoltaico.....	53
Tabla 21: Materiales del Sistema Híbrido	56
Tabla 22: Costos de construcción del Biodigestor	58
Tabla 23: Costos de Mano de obra	59
Tabla 24: Costos de Equipos del Sistema Fotovoltaico.	59
Tabla 25: Costos de Construcción para el Sistema Fotovoltaico	59
Tabla 26: Costos de Equipos e Instalación de los generadores eléctricos.....	60
Tabla 27: Costos e Instalación de Barras Colectoras.	60
Tabla 28: Inversión Total del Sistema Híbrido.	60
Tabla 29: VAN y TIR.....	63

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Esquema de Energía Solar Termoeléctrica.....	18
Imagen 2:Proceso de la Biomasa.....	19
Imagen 3:Celdas solares	19
Imagen 4: Turbinas Eólicas	20
Imagen 5: Representación de Energía Geotérmica.....	20
Imagen 6: Central Hidroeléctrica	20
Imagen 7: Instalación de las turbinas y generadores	21
Imagen 8: Aplicaciones y productos del proceso de digestión anaeróbica	22
Imagen 9: Planta tipo globo.....	23
Imagen 10: Biodigestor Domo fijo.....	23
Imagen 11: Biodigestor del Tipo Flotante.....	24
Imagen 12: Sector Cafetalero CampoRedondo	30
Imagen 13: Energía Solar incidente diaria promedio anual.	36
Imagen 14: Energía Solar incidente diaria en Setiembre.	37
Imagen 15: Producción de Café.....	40
Imagen 16: Válvula de control	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comportamiento Lineal del Crecimiento Poblacional.....	32
Gráfico 2: Desarrollo Exponencial del Crecimiento Poblacional	32
Gráfico 3: Desarrollo Logarítmica del Crecimiento Poblacional.....	33
Gráfico 4: Comportamiento Polinómica del Crecimiento Poblacional.....	33
Gráfico 5: Comportamiento de las tres variables T, P, V.....	38
Gráfico 6: Plano del Sistema Híbrido.....	57
Gráfico 7: Diagrama de Importes.	61

RESUMEN

En el departamento de Amazonas en el distrito de Luya, se encuentra el sector cafetalero del Campo Redondo con una extensión superior a las 40 hectáreas de café; donde todos los residuos producidos en la cosecha de café son desechados en la intemperie. Dicha localidad presenta un clima cálido. El problema que surge en esta localidad es el hecho que no cuentan con energía eléctrica para las viviendas. Hasta la fecha no se ha intentado solucionar el problema, debido a que la concesionaria determinó que era muy costoso brindarles el servicio eléctrico. Por consiguiente, se plantea diseñar un sistema híbrido para la generación de energía eléctrica para compensar el consumo eléctrico en la localidad de campo redondo. Para conseguir esto, primero determinaremos la demanda máxima de la localidad, en segundo lugar, se hará un estudio de la radiación solar de la zona, determinando el lugar donde se llevará a cabo la instalación del sistema y también con los datos obtenidos poder diseñar el sistema fotovoltaico, que mediante esta tecnología se podrá generar energía eléctrica en corriente continua y mediante un inversor se convertirá en corriente alterna para el uso doméstico. A continuación, se hará un estudio de la cantidad de residuos orgánicos obtenidos a partir de un 1kg de café para realizar una interpolación y estimar la cantidad total de desechos orgánicos producidos en el sector cafetalero. Con estos datos diseñaremos la cámara del biodigestor, convirtiendo los desechos orgánicos del café, en biogás y el cual también lo convertiremos en energía eléctrica por medio de un generador de combustión del tipo metano con 3,5kW de potencia. A continuación, se realizó un análisis económico para determinar la valoración del proyecto y el costo de inversión que se empleara. Finalmente se espera obtener un suministro eléctrico que satisfará el consumo eléctrico durante el día como en la noche para el sector cafetalero de CampoRedondo de manera constante.

Palabras Claves:

Biomasa de Café, Celdas Fotovoltaicas, Inversor, Sistema Híbrido, Generación Eléctrica.

ABSTRACT

In the department of Amazonas in the district of Luya, there is the coffee sector of Campo Redondo with an extension of more than 40 hectares of coffee; where all the residues produced in the coffee harvest are disposed of in the open. This town has a warm climate. The problem that arises in this town is the fact that it does not have electricity for the homes and equipment used to treat coffee. To date, no attempt has been made to solve the problem, because the concessionaire determined that it was very expensive to provide them with electrical service. Therefore, it is proposed to design a hybrid system for the generation of electrical energy to compensate the electrical consumption in the round field location. To achieve this, first we will determine the maximum demand of the locality, secondly, a study of the solar radiation of the area will be made, determining the place where the installation of the system will be carried out and also with the data obtained to be able to design the photovoltaic system, which through this technology will be able to generate electrical energy in direct current and an inverter will be converted into alternating current for domestic use. Next, a study will be made of the amount of organic waste obtained from 1 kg of coffee to carry out an interpolation and estimate the total amount of organic waste produced in the coffee sector. With these data we will design the biodigester chamber, converting the organic coffee waste into biogas and which we will also convert into electrical energy by means of a 3,5kW power methane type combustion generator. Next, an economic analysis was carried out to determine the valuation of the project and the investment cost to be used. Finally, it is expected to obtain an electricity supply that will satisfy electricity consumption during the day and at night for the CampoRedondo coffee sector on a constant basis.

Keywords:

Coffee Biomass, Photovoltaic Cells, Inverter, Hybrid System, Electric Generation.

I INTRODUCCIÓN

En la actualidad la energía eléctrica se puede considerar como una necesidad indispensable para las personas, ya que día a día están en contacto con ella ya sea al usar la Tv, refrigeradora, licuadora, computadora entre otros equipos que se encuentran en el hogar. Creando una dependencia por la energía eléctrica. Por tanto, nos lleva a la necesidad de proponer nuevas ideas para generar energía eléctrica de manera económica y amigable con el ambiente.

El tema de investigación será realizado en el departamento de Amazonas, en la Provincia de Luya en el distrito de Campo Redondo, donde se enfocará en los sectores cafetaleros de la localidad, donde dicho sector carece de energía eléctrica por una interrupción de la concesionaria debido al elevado costo que tiene brindarles el servicio. Con la situación explicada se propone diseñar un sistema híbrido fotovoltaico-biomasa para la generación de energía eléctrica donde se usará dos tipos de energías renovables para formar un solo sistema que brindará energía eléctrica.

El departamento de Amazonas está ubicado en el quinto lugar en producción de café de todo el Perú, de esto nace una necesidad para crear nuevas ideas donde su busca mejorar la producción de café del departamento, haciendo uso de todas las fuentes energéticas que pueda brindar la localidad de estudio. En Colombia-Chocó se desarrolló un sistema híbrido que se probó satisfactoriamente demostrando que de la combustión de las cascarillas de desechos orgánicos propios de la zona se pueden genera gases combustibles PCI que podrán ser usados en motores de combustión interna. Y que la radiación solar promedio para implementación debe ser superior a 4kWh/m^2 [1]. Con esta premisa se espera diseñar un sistema híbrido fotovoltaico – biomasa para la generación de energía eléctrica para el sector cafetalero de Campo Redondo, buscando satisfacer su demanda máxima proyectada para los próximos 20 años.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

- Realidad Problemática:

El sector cafetalero de Campo Redondo se dedica a la siembra de café donde por vivienda tienen una cosecha de 1-1.5 ha de café. Esta comunidad presenta problemas como la ausencia de energía eléctrica y la contaminación producida por el desperdicio generado en los tratamientos de café, generando contaminación de los suelos. Con estos datos se crea la problemática planteada en este trabajo de investigación.

Con este proyecto se busca una solución usando los recursos disponibles de la comunidad que permita generar energía eléctrica y a la vez ayude de disminuir la contaminación presente, planteando un sistema híbrido que usara energía fotovoltaica y un biodigestor que en conjunto funcionara con un generador de combustión para la generación final de energía eléctrica.

- Formulación de Problema:

¿Es posible generar energía eléctrica a partir de residuos de Café usados en un generador, adicionándolo con un sistema fotovoltaico para compensar el consumo eléctrico de la comunidad?

- Delimitación de la investigación

La investigación se centrará en la generación de energía eléctrica mediante el diseño de un sistema híbrido fotovoltaico-biomasa, para el uso de la comunidad como suministro eléctrico.

JUSTIFICACIÓN

La carencia de energía eléctrica en el sector cafetalero de Campo Redondo ha provocado que la producción de café disminuya, afectando la calidad de vida de las personas habitantes del lugar y como la localidad cuenta con recursos energéticos naturales para la generación de energía eléctrica se ha realizado este trabajo de investigación que consta con el diseño de un sistema híbrido para la generación de energía eléctrica.

Justificación Económica

Con el desarrollo de la propuesta de investigación, se generará energía eléctrica para el sector cafetalero a un precio accesible y de bajo precio por el empleo de los recursos naturales presentes en la localidad. Generando un ahorro en los pobladores ya que no tendrían que comprar combustible para generar su propia energía por medio de un generador de combustión. El sistema híbrido puede ser construido con materiales de bajo costo siendo una construcción cacerera.

Justificación Ambiental

La localidad para producir su energía eléctrica a empleado un generador de combustión que usa como insumo los combustibles fósiles, ocasionando la contaminación del ambiente que puede afectar a los pobladores de la localidad, por esto se espera que con el desarrollo del sistema híbrido se minimizara estos contaminantes al medio ambiente beneficiando la salud para los habitantes de la zona.

Justificación Social

El presenta proyecto se justifica socialmente pues las viviendas no tendrán los desechos del café esparcidos en sus propiedades pues ahora se recolectará para usarlo como combustible para el biodigestor, además las personas ya no tendrán que usar generadores en base a combustibles fósiles en su remplazo se usara Biogás producido en el biodigestor.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Diseñar un Sistema Híbrido Fotovoltaico-Biomasa para la generación de Energía eléctrica en la localidad de Campo Redondo-Amazonas.

Objetivos Específicos

- Determinar el consumo eléctrico de las viviendas en el sector cafetalero CampoRedondo-Amazonas.
- Evaluar el recurso solar y el recurso biomásico del sector cafetalero CampoRedondo-Amazonas.
- Calcular y Seleccionar los componentes del sistema híbrido fotovoltaico-biomasa.
- Realizar la evaluación económica de la operación y funcionamiento del sistema híbrido fotovoltaico-biomasa.

II MARCO TEÓRICO

Antecedentes:

Rojas, M (2019) “Dimensionamiento de un sistema eólico-biomasa “Al nivel nacional se desarrolló un trabajo de investigación de un sistema híbrido que consiste en la unión de un biodigestor y un aerogenerador para la generación de energía eléctrica para la localidad de Chacó. Cuya localidad tiene un consumo de energía promedio de 52,38 kWh que será suministrador por un grupo electrógeno que trabaja con biogás y por el ENAIR de 3 kW. Que abastecerá a 25 unidades de viviendas y al alumbrado público. El costo referencial del sistema propuesto es de S/. 254589,74.

Mosquera, A (2016) “Estudio de sistema Híbridos de energía renovable (Solar - Gasificación de gases)” En el caso de Colombia donde expone que un 4.2 % de su población no cuenta con servicio de energía eléctrica al no estar conectados al sistema interconectado del país, naciendo la necesidad de investigar sobre nuevas tecnologías o procesos que puedan generar energía eléctrica a partir de las características de la zona. Con esta necesidad se determinó la posibilidad de aprovechar el recurso solar y recursos de biomasa de Chocó. Diseñando un sistema híbrido que está constituido por un conjunto de paneles solares y un gasificado de biomasa como fuentes renovables de generación, un motor de combustión interna, un banco de baterías para el almacenamiento de energía e inversores DC/AC.

Marti, H. (2008) "Biodigestor doméstico. Guía de diseño y manual de instalación". Este documento tiene como objetivo difundir la tecnología de los biodigestores domésticos, incluido su diseño, instalación y funcionamiento. Se basa principalmente en siete años de experiencia laboral práctica y académica. La experiencia más relevante es el biodigestor doméstico operado a 4.100 metros sobre el nivel del mar en Pongo (Bolivia).

2.1 Energía eléctrica:

Es actualmente una de las formas de energía que se utilizan en la industria, los hogares, el comercio o el transporte. Sus características son su contabilidad, su versatilidad y su limpieza. Se puede producir en serie en algunos lugares de manera centralizada, y se puede transmitir de manera confiable y económica a largas distancias, y finalmente se puede adaptar de manera fácil y eficiente, y se utiliza principalmente para trabajos de iluminación y mecánicos. [1]

2.1.1 Generación:

La electricidad se genera en centrales que pueden aprovecharse de las fuentes primarias. Las denominadas fuentes de energía primaria renovables son la energía eólica, la radiación solar, las mareas. Las fuentes de energía primaria no renovables son el carbón, el gas natural, el petróleo. La empresa o estado construye un centro de generación de energía y es propietaria. Las denominadas plantas de energía e infraestructura, venden la energía que producen a la empresa comerciante que los vende. [2]

2.1.2 Trasmisión:

Una vez que la energía se obtiene y se convierte en energía eléctrica, se transmite desde la central eléctrica a la subestación a través de una línea aérea de trasmisión o línea subterránea. Hay otros componentes, denominados transformadores, cuya función es garantizar una tensión suficiente para evitar pérdidas de tensión al trasportar energía a grandes distancias que pueden ocasionar caídas de tensión. Las subestaciones son necesarias para manejar la energía y mantener la tensión ideal, y generalmente están ubicadas cerca de plantas de energía y/o al aire libre en las afueras de las ciudades. Si no son grandes, puedes encontrarlos en edificios de la misma ciudad. [2]

2.1.3 Distribución:

La electricidad se transmite desde la subestación a la vivienda en el área más cercana. Como receptor y consumidor de energía, no puedes elegir cuál es tu empresa de reparto, porque dependiendo de donde vivas tendrás una u otra. La empresa con la que se ponga en contacto será responsable de asegurarse de que la electricidad llegue correctamente a su hogar y de solucionar los problemas. También es el propietario de su medidor de electricidad y envía sus lecturas a su empresa comercial (es decir, la empresa que le cobra). [2]

2.2 Consumo Eléctrico:

2.2.1 Definición:

Es la demanda de energía de un punto de suministro específico dentro de un cierto período de tiempo, que se denomina período de facturación. Los consumos se facturan y valoran en kilovatios-hora, dependiendo de las empresas que hayan contratado con nosotros, y sus precios variarán. El cliente es quien finalmente pagará el precio de estos kWh de consumo de energía.

2.2.2 Medición:

2.2.2.1 Según núcleo familiar:

La estimación se llevó a cabo en una casa de 90 metros cuadrados con una potencia de contrato de 4,6 kW. Es la residencia habitual del núcleo de distintas familias, y la mayor parte de su energía se consume por la noche o los fines de semana. En todos los casos, el equipo eléctrico (horno, estufa, lavadora, lavavajillas, TV, computadora y aire acondicionado) es el mismo. El sistema de calefacción y la producción de agua caliente dependen del suministro de gas natural. [3]

Tabla 1: Consumo anual de energía por "N" número de

Nº Personas	Consumo Anual
1	2.198 kWh/año
2	2.450 kWh/año
3	2.703 kWh/año
4	2.956 kWh/año
5	3.208 kWh/año

2.2.2.2 Por electrodomésticos:

El gasto eléctrico de cada dispositivo en un período de tiempo determinado permite calcular el mismo consumo medio de luz. En la mayoría de los hogares, los electrodomésticos más utilizados suelen ser los mismos. Un ejemplo obvio es una lavadora, un horno, una estufa, un televisor o una computadora. A continuación, se muestran los kilovatios-hora aproximados consumidos por cada uno de ellos. [3]

Tabla 2: Consumo Anual kWh/año por

Consumo anual por electrodomésticos	
Electrodomésticos	Consumo Anual
Nevera	662 kWh/año
Congelador	563 kWh/año
Lavadora	255 kWh/año
Secadora	255 kWh/año
Lavavajillas	246 kWh/año
Horno	231 kWh/año
Televisión	263 kWh/año
Ordenador	172 kWh/año

2.3 Energía Renovable:

2.3.1 Definición:

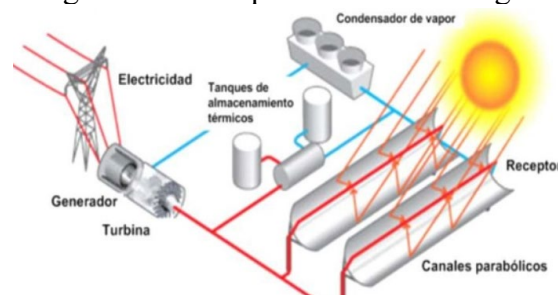
Es el producto generado por el uso de fuentes renovables que están presentes de manera inagotables en la naturaleza, y se diferencian de los combustibles fósiles por su poco impacto ambiental que ocasiona al generar energía eléctrica. Dan solución a muchos problemas ambientales como el cambio climático, lluvias acidas y el efecto invernadero. [3]

2.3.2 Tipos de Energías:

2.3.2.1 Energía Solar Termoelectrónica:

Conocida como energía termosolar, centra su principio físico de trabajo en concentrar la radiación solar sobre el foco de un receptor por el cual trasiega un fluido caloportador. Tal fluido es sometido a un incremento alto de temperatura desde 400 C hasta 2000 C para describir posteriormente un ciclo termodinámico que es aprovechado para generar energía eléctrica, que suele ser inyectada al sistema nacional de transporte y distribución de electricidad.[4]

Imagen 1: Esquema de Energía Solar



Fuente: Revista Energy

2.3.2.2 Energía Biomasa:

Es el conjunto de materia orgánica que puede ser empleado con fines energéticos a través del proceso de combustión. Hasta el principio de la Revolución Industrial, la biomasa fue la fuente de energética que sirvió para cubrir las necesidades de calor e iluminación de los habitantes, tanto en su vida habitual como en las incipientes aplicaciones industriales.[4]

Imagen 2:Proceso de la Biomasa



Fuente: Revista Energy

2.3.2.3 Energía Solar Fotovoltaica:

La radiación lumínica sobre determinados materiales semiconductores produce un flujo de electrones dentro del mismo, de manera tal que, bajo las circunstancias adecuadas, aparece un voltaje aprovechable para generar electricidad. Las celdas solares fotovoltaicas, artificios de la generación de tal energía, son principalmente de silicio mono-policristalino. [4]

Imagen 3:Celdas solares



Fuente: Revista Energy

2.3.2.4 Energía Eólica

Se centra en el aprovechamiento de la energía cinética del aire a través de aerogeneradores. Estos no son más que maquinas rotativas de variados tamaños en las cuales el elemento de captaciones de energética esta unido solidariamente a unos alabes, girando el conjunto en torno a un eje. Constatan adicionalmente de un sistema de trasformación de energía mecánica en eléctrica a través de un conjunto de engranes (multiplicadores) y un generador eléctrico.[4]

Imagen 4: Turbinas Eólicas



Fuente: Revista Energy

2.3.2.5 Energía Geotérmica:

Consiste en capturar el calor existente bajo la superficie de la tierra a través de la perforación de acuíferos o la impulsión de agua fría entre rocas calientes o secas hasta obtener agua caliente incluso vapor. Dicho vapor es conducido a la superficie para su ulterior aprovechamiento en aplicaciones industriales o para generar energía eléctrica mediante un grupo turbogenerador.[4]

Imagen 5: Representación de Energía

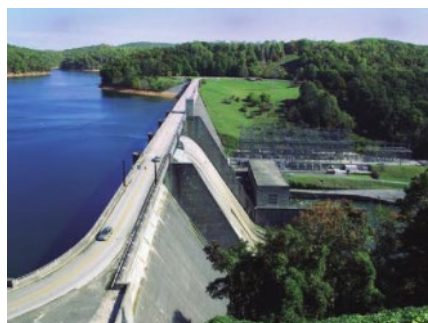


Fuente: Revista Energy

2.3.2.6 Energía Hidráulica:

Es la consecuencia de la transformación de la energía cinética de corrientes fluviales, en energía eléctrica gracias a turbinas hidráulicas y generadores. Su versatilidad es tal que se pueden aprovechar no solo los grandes caudales o saltos de agua, sino también pequeños caudales o desniveles.[4]

Imagen 6: Central Hidroeléctrica

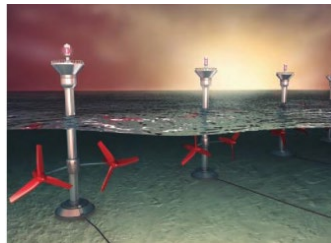


Fuente: Revista Energy

2.3.2.7 Energía Mareomotriz:

Se basa en el aprovechamiento cinético de las olas y corrientes submarinas, en las diferencias térmicas existentes entre distintos estratos del agua de mar o en los ascensos de las mareas. La forma de generar energía se basa posteriormente en la activación de grupos turbinas-generadores, ya sea mediante ciclos termodinámicos o simplemente por principios hidráulicos.[4]

Imagen 7: Instalación de las turbinas y generadores



Fuente: Revista Energy

2.4 Sistema Híbrido Fotovoltaico -Biomasa:

2.4.1 Definición:

Un sistema híbrido es la combinación de dos o más tipos de tecnologías en un mismo sistema para la generación de energía eléctrica.

2.4.2 Biomasa:

Es una fuente del tipo renovable que se encuentra en todos los residuos de origen animal o vegetal. Para la liberación de esta energía se rompe los enlaces de los compuestos mediante el proceso de combustión, es por esto por lo que la biomasa es considerada un biocombustible que puede variar en sus estados.

2.4.2.1 Tipos de Biocombustibles:

- Biocombustibles Sólidos:

Son aquellos procedentes del sector agrícola como cascarilla del arroz, cascaras de café, leñas, corteza y todo residuo que tenga origen natural.[5]

- Biocombustibles Líquidos:

Se habla de productos de origen biológico utilizables como combustible de sustitución para el petróleo y aditivos que se usan en motores de combustión.[5]

- Biocombustibles Gaseosos:

Son generados después de un proceso de combustión de residuos sólidos y líquidos.

-Gas de Gasógeno [5]:

-Biogás:

-Hidrogeno:

2.4.2.2 Fuentes de Biomasa:

- Biomasa Natural:

Es lo que se puede encontrar de manera natural sin que el hombre haya intervenido, como el excremento de algunos animales.[2]

- Biomasa Residual:

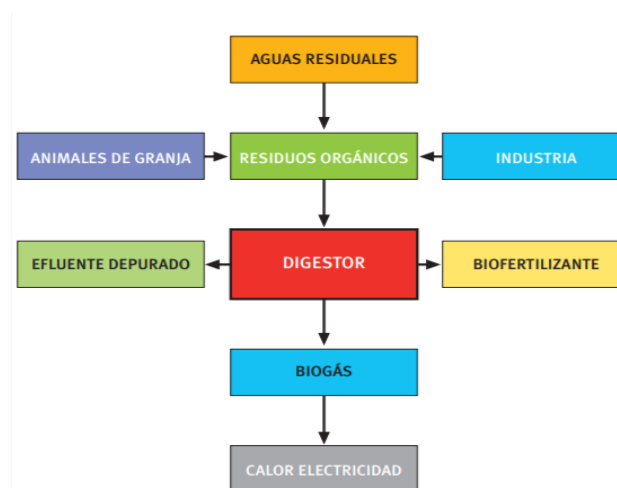
Es lo que se obtiene después de un proceso en el que haya intervenido el hombre como las actividades agrícolas generando residuos de cascaras de semillas, el secado del café y en las industriales el bagazo producido por la producción de azúcar. [2]

2.4.3 Biogás:

Es el producto de la digestión anaeróbica, donde la materia orgánica en ausencia de oxígeno y con la acción de bacterias orgánicas se descomponen en productos gaseosos o llamado también Biogás. La composición del Biogás es de aproximadamente 50-70 % metano, siendo este hidrocarburo lo aprovechable del Biogás para el energético en motores,

turbinas, calderas etc. [6]

Imagen 8: Aplicaciones y productos del proceso de digestión



Fuente: <https://esf-cat.org/>

2.4.3.1 Aprovechamiento del Biogás:

Se emplea en las calderas para la generación de energía eléctrica o Térmica.

Las plantas generadoras de Energía Eléctrica de tipo turbinas o de combustión usan el Biogás como materia prima.

Al ser combinado con ciertos aditivos pueden ser usados por usuarios como gas natural.

Sirve para la síntesis de otras sustancias como el Metanol.

Reemplazo de los combustibles como el petróleo y la gasolina por su bajo costo en los automóviles. [6]

2.4.3.2 Producción del Biogás utilizando un Biodigestor:

- Biodigestor:

Es un contenedor cerrado herméticamente, donde se realiza la fermentación de la materia orgánica con el uso de bacterias anaeróbicas transformándose en biogás o bioabono.[7]

2.4.3.3 Tipos de Biodigestores:

- Plantas de Globo:

Presenta longitudes aproximadas de 20 y 30 metros, es un biodigestor sencillo de construir y de uso práctico. Este Biodigestor se compone de un tubular en material plástico (polietileno, PVC, entre otros) completamente sellado, la entrada y la salida están sujetas directamente a las paredes de la planta.[7]

Imagen 9: Planta tipo globo

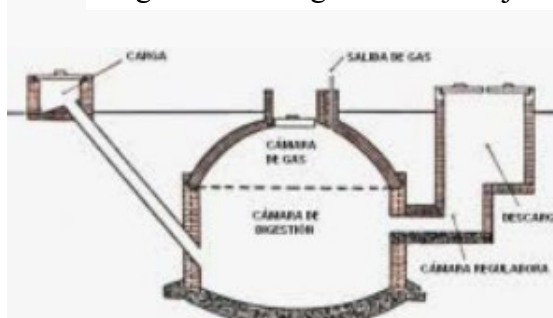


Fuente: [Clasificación de Biodigestores \(ecoinventos.com\)](http://ecoinventos.com)

- Plantas de Domo Fijo:

Es un tipo de biodigestor inmóvil que se construyen de manera subterránea protegiéndolo de los cambios de temperatura. Su cámara de gas se encuentra en la parte superior de la construcción. Las ventajas de este diseño es el bajo costo de construcción y la larga vida útil. Como desventajas tiene la poca permeabilidad para gases. Por ende, este tipo de construcción son recomendables cuando será supervisado por un personal especializado. [2]

Imagen 10: Biodigestor Domo fijo



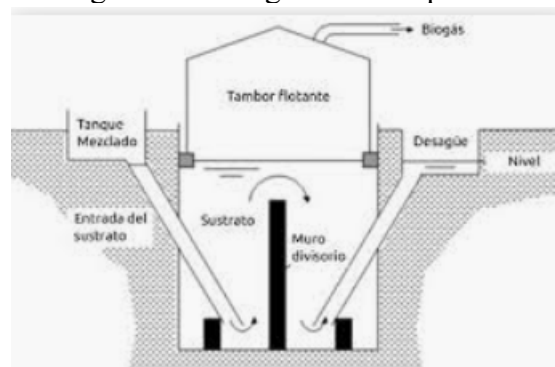
Fuente: [Clasificación de Biodigestores \(ecoinventos.com\)](http://ecoinventos.com)

- Plantas de Tambor Flotante:

Este tipo de biodigestor está constituido por dos partes, el digestor que se encuentran en la parte subterránea y donde se realiza toda la fermentación de los residuos orgánicos, mientras que la segunda parte es un recipiente flotante denominado tambor móvil que esta armado por partes de acero y es aquí donde se almacena todo el gas generado.

La principal desventaja que posee este tipo de construcción es el alto costo de los materiales, como el acero y genera también otro problema que es la corrosión haciendo que este biodigestor tenga una vida útil más corta.[2]

Imagen 11: Biodigestor del Tipo Flotante



Fuente: [Clasificación de Biodigestores \(ecoinventos.com\)](http://ecoinventos.com)

2.4.4 Sistema Fotovoltaico:

2.4.4.1 Componentes de un sistema fotovoltaico:

2.4.4.1.1 Radiación Solar:

Es un flujo de energía que se trasmite del sol en forma de ondas electromagnéticas en diferentes frecuencias. En el sol se realiza una fusión nuclear donde el hidrogeno se convierte en helio, este calor producido por este proceso llega a la Tierra con una energía aproximada de 1365 W/m². Esta energía pasa por las diferentes capas de la atmosfera disminuyéndola en forma efectiva entre 100 y 400 W/m². [8]

2.4.4.1.2 Modulo Fotovoltaico:

Equipo que se encarga de transformar la radiación solar en energía eléctrica por el efecto fotoeléctrico. Sus materiales de construcción son del tipo semiconductor, monocristalinos o policristalinos. El de mejor precio o disponibilidad a nivel internacional es el policristalino; ya que se caracterizan por su potencia máxima que puede generar en condiciones ideales como la radiación de 1kW/m² y temperatura de 25°C. [9]

2.4.4.1.3 Regulador de carga:

Para que la instalación funcione correctamente, debe haber un sistema de regulación en la unión entre los paneles solares y las baterías. Cumpliendo su misión de evitar cargas y descargas de la batería, para alargar su vida útil. [10]

2.4.4.1.4 Inversor 12Vcc/220 Vca:

Dispositivo encargado de convertir la energía generada del módulo fotovoltaico de corriente directa que generalmente es de 12-24 V a corriente alterna de 220 V en el caso de Perú. [10]

2.4.4.1.5 Baterías:

La energía eléctrica producida por los paneles solares y regulada por el regulador de carga se transportan a las baterías. Estas baterías sirven para almacenar la electricidad para poder usarla en cualquier momento.[9]

2.4.4.2 Beneficios del uso de energía fotovoltaica:

La energía eléctrica producida por los paneles solares es de fuentes inagotables y no contamina, mejorando el desarrollo sostenible y favoreciendo a la sociedad dando empleos. Son ideales para zona aisladas que no cuentan con energía eléctrica donde el tendido no llega o es dificultosa o costosa para su instalación. Para este tipo de instalación se requiere únicamente una inversión inicial y de pequeños gastos de operación, una vez instalada el sistema el combustible empleado es gratuito y de por vida.

III MARCO METODOLÓGICO:

3.1 Tipo y nivel de investigación:

3.1.1 Enfoque

Mixto: La propuesta para la generación de energía eléctrica empleará datos cualitativos como cuantitativos.

3.1.2 Tipo

Aplicada: El desarrollo de la investigación será realizada con información real de la zona cafetalera Campo Redondo para la generación de energía.

3.1.3 Nivel

Exploratoria y Descriptiva: Se realizará el análisis de información para describir de la manera más completa para investigaciones posteriores.

3.2 Diseño de investigación

Esta investigación será de clase cuantitativa, los datos obtenidos con el estudio serán evaluadas de manera estadística en un tiempo determinado comparando el antes y después del estudio realizado.

3.3 Población y muestra

Población: Todas las viviendas ubicadas en el sector cafetalero de CampoRedondo.

Muestra: Todas las viviendas ubicadas en el sector cafetalero de CampoRedondo.

3.4 Criterios de selección

Proximidad a la extracción de materia prima

Potencial energético solar

Proximidad a las viviendas

Espacio llano para la Instalación del sistema

3.5 Operación de variables

3.5.1 Variable Independiente:

Diseño de sistema Híbrido Fotovoltaico-biomasa

3.5.2 Variable Dependiente:

Generación de Energía Eléctrica

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
Diseño de un sistema híbrido fotovoltaico y biomasa	<p>Energía Fotovoltaica: Es el aprovechamiento de la radiación solar por medio de celdas fotovoltaicas.</p> <p>Biomasa: Es todo aquel residuo de origen natural que puede ser aprovechada como material de combustión anaeróbica.</p>	Diseño de un sistema híbrido fotovoltaica biomasa.	<p>*Data de radiación solar.</p> <p>*Selección de tipo de celda solar.</p> <p>*Cuantificación de residuos. *Selección del tipo de biodigestor.</p>
Energía Eléctrica	Es una forma de energía que resulta de la existencia de una variación de potencial entre dos puntos.	Determinar la demanda máxima de la localidad	<p>* Energía Consumida por mes (kWh).</p> <p>*Tensión del suministro (V)</p> <p>*Potencia (W)</p>

3.6 Técnicas e instrumentación de recolección de datos:

Encuestas Realizadas a los pobladores de la localidad.

Revisiones de Papers en Revistas académicas.

Valores estadísticos en SENAMHI

Valores de fichas técnicas.

Cotizaciones en equipos.

3.7 Procedimiento de recolección de información

La recolección de datos de la radiación solar se obtendrá del SENAMHI junto con la geografía idónea para la instalación del sistema y usando las fuentes bibliográficas se estimará la cantidad de residuos orgánicos generados en la localidad para la cuantificando de la biomasa que será empleada en el biodigestor.

Consultas a la INEI para analizar la cantidad de familias que habita la localidad junto a sus trabajos para la estimación de la demanda máxima de energía eléctrica requerida. Revisión de Papers de investigación que sirvan como evidencia y sustento para el desarrollo de la investigación. Las fórmulas empleadas en esta investigación son extraídas de investigaciones pasadas garantizando la confiabilidad de los resultados.

3.8 Procesamiento y análisis de datos

Teniendo toda la data recolectada, se analiza los parámetros obtenidos para la selección del tipo de biodigestor que se empleara y el tipo de celda solar a usar para la unión de los dos sistemas. La selección se realizará en base al costo de instalación, mantenimiento y la durabilidad frente clima donde será instalado.

3.9 Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis General	Modelo de Diseño
¿Por qué diseñar un sistema híbrido Fotovoltaico-biomasa?	Diseñar un Sistema Híbrido Fotovoltaico-Biomasa para la generación de Energía eléctrica en la localidad de Campo Redondo-Amazonas.	Para generar energía eléctrica para un sector que emplea generadores con combustibles fósiles.	Se opto por un diseño híbrido
Problema Especifico	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	Fases
¿Qué se espera obtener al conocer la demanda máxima?	Determinar el consumo eléctrico de las viviendas en el sector cafetalero CampoRedondo-Amazonas.	Se espera diseñar el sistema para que pueda satisfacer esa demanda.	Cuantificación de casas. Cuantificación de equipos con alto consumo. Determinar la potencia por casa.
¿De qué sirve evaluar los recursos de la comunidad?	Evaluación del recurso solar y del recurso biomásico del sector cafetalero CampoRedondo-Amazonas.	Para determinar la disponibilidad que tendremos para la realización del diseño del sistema híbrido.	2.1. Evaluación del recurso Biomásico. 2.1.1. Cualificación de residuos generado. 2.2. Evaluación del recurso solar

<p>¿Qué beneficios tendría diseñar un sistema híbrido?</p>	<p>Diseño del sistema híbrido fotovoltaico-biomasa para una vivienda.</p>	<p>Se generaría energía eléctrica limpia para la comunidad reduciendo también los residuos contaminantes.</p>	<p>3.1. Selección del tipo de Biodigestor. 3.2 Parámetros de Biodigestor. 3.3. cálculos para el sistema fotovoltaico. 3.4. Cálculo de barras colectoras.</p>
<p>¿Para qué sirve este análisis?</p>	<p>Análisis Económico del sistema híbrido Fotovoltaico -biomasa.</p>	<p>Para hallar el valor del proyecto, con respecto a su inversión y viabilidad en el plazo de 15 años.</p>	<p>4.1. Costos Unitario de los materiales. 4.2. Gastos de mantenimiento. Costo de kWh.</p>

IV RESULTADOS

4.1 Determinar el consumo eléctrico de las viviendas en el sector cafetalero:

Imagen 12: Sector Cafetalero CampoRedondo



Fuente: Municipalidad de Campo Redondo

4.1.1 Ubicación:

El distrito de CampoRedondo pertenece a la provincia de Luya, que está ubicado en el departamento de Amazonas. Limita al Norte con Utcubamba, al este con Ocalli y Conilla, al oeste con Cajamarca y por el sur con Providencia.

4.1.2 Características:

- Superficie: 376,01 km
- Altitud Media: 376,01 m.s.n.m
- Población: 430 Hab Densidad: 17,21 hab/km²
- Huso Horario: UTC-5
- Ubigeo: 010502

4.1.3 Descripción del tipo de usuario:

Para determinar el consumo eléctrico de estas viviendas, se describirá un tipo de usuario en base a una encuesta realizada a un poblador de la localidad, la información estará adjuntada en el (Anexo A).

El usuario en cuestión es una persona que se dedica a la siembra de café y al comercio de este. Cada vivienda cuenta con un aproximado de 4-5 integrantes; su consumo de energía es basada en electrodomésticos básicos del hogar.

Tabla 3: Consumo Eléctrico

Equipo	Potencia Unitaria(W)	Cantidad	Cantidad Horas(H)	Potencia (W)	Energía (kWh)	Energía Diaria (kWh)	Energía Mensual (kWh)	Energía Anual (kWh)
Radio	10	1	1	10	10	0	0	4
Televisión	80	1	2	80	160	0	5	58
Computadora	200	1	3	200	600	1	18	216
Carga de Celular	10	2	3	20	60	0	2	22
Luminarias	10	4	5	40	200	0	6	72
Total	310	9	14	350	1 030	1	31	371

Fuente: Propia

Con la calificación eléctrica identificada se valida la información calculada. Donde se obtiene el consumo eléctrico de una vivienda con 1 030 Wh y con una potencia de 350 W. Para las 40 viviendas se obtiene 14 kW como potencia demandada y energía de 41,2 kWh.

4.1.4 Cálculo del crecimiento poblacional:

Analizando los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Tabla 4: Población del año

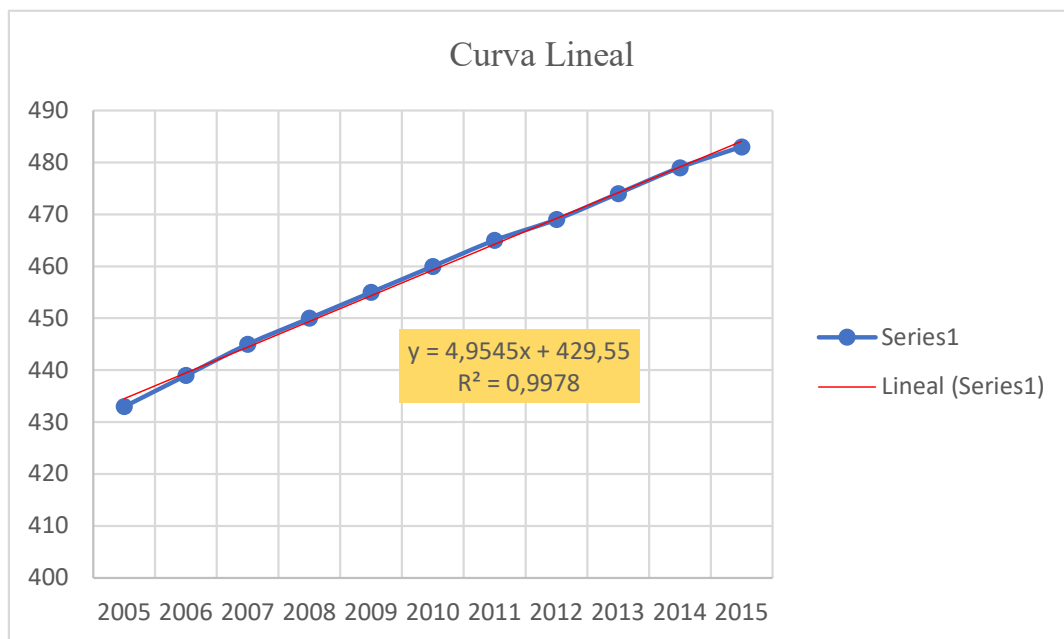
Año	Población
2005	433
2006	439
2007	445
2008	450
2009	455
2010	460
2011	465
2012	469
2013	474
2014	479
2015	483

Fuente: INEI

4.1.4.1 Calculando la tasa de crecimiento poblacional Usando Tendencias:

4.1.4.1.1 Lineal

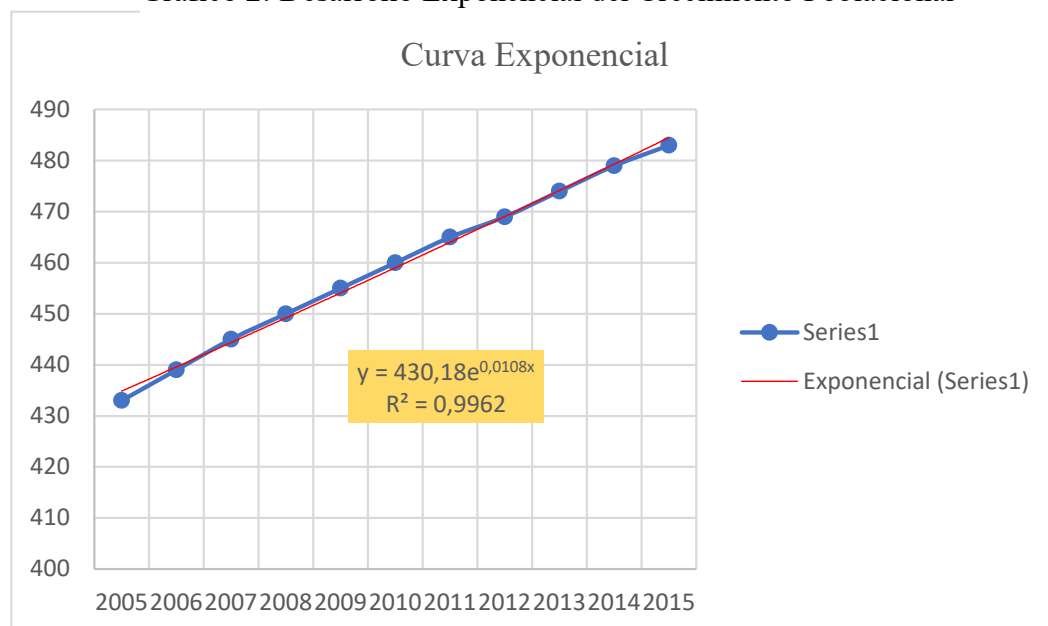
Gráfico 1: Comportamiento Lineal del Crecimiento Poblacional



Fuente: [Propia]

4.1.4.1.2 Exponencial

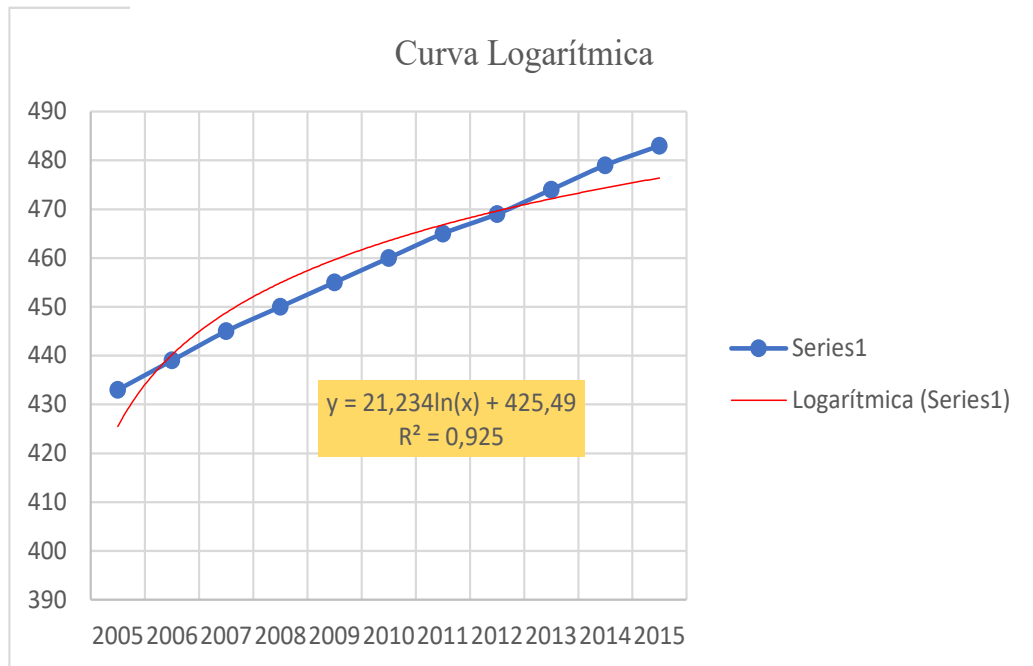
Gráfico 2: Desarrollo Exponencial del Crecimiento Poblacional



Fuente: [Propia]

4.1.4.1.3 Logarítmica

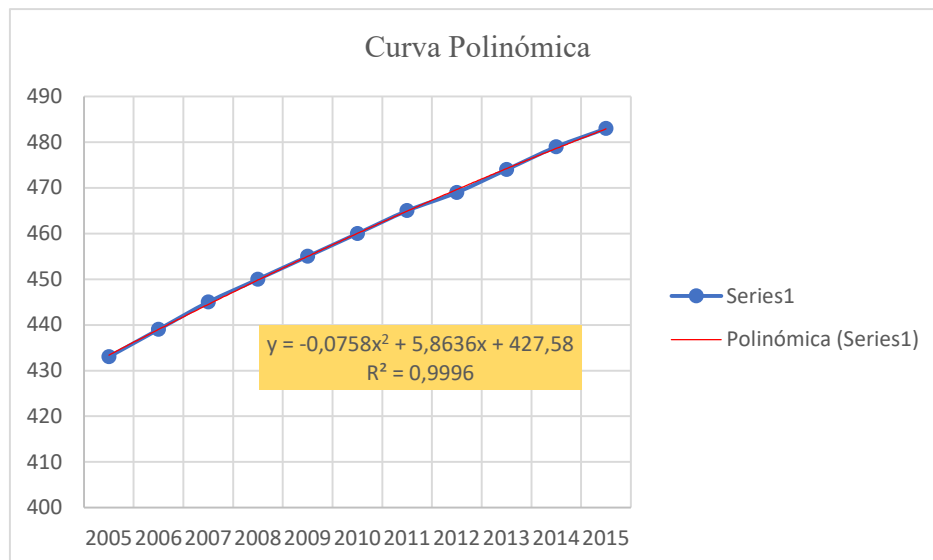
Gráfico 3: Desarrollo Logarítmica del Crecimiento Poblacional



Fuente: [Propia]

4.1.4.1.4 Polinómica

Gráfico 4: Comportamiento Polinómica del Crecimiento Poblacional



Fuente: [Propia]

Identificando que la curva Polinómica su contaste R es más cercano al valor de la unidad, se tomara como la ecuación del crecimiento Poblacional.

$$Y = -0.0758X^2 + 5,8636X + 427,58$$

Con esta Ecuación se hallará la población proyectada junto con la tasa de crecimiento poblacional para dentro de 20 años:

Tabla 5: Crecimiento Poblacional 2020-2040

Año	Curva Polinómica		
2015	1	433,37	
2016	2	439,00	1,30%
2017	3	444,49	1,25%
2018	4	449,82	1,20%
2019	5	455,00	1,15%
2020	6	460,03	1,11%
2021	7	464,91	1,06%
2022	8	469,64	1,02%
2023	9	474,21	0,97%
2024	10	478,64	0,93%
2025	11	482,91	0,89%
2026	12	487,03	0,85%
2027	13	491,00	0,81%
2028	14	494,81	0,78%
2029	15	498,48	0,74%
2030	16	501,99	0,70%
2031	17	505,36	0,67%
2032	18	508,57	0,64%
2033	19	511,62	0,60%
2034	20	514,53	0,57%
2035	21	517,29	0,54%
2036	22	519,89	0,50%
2037	23	522,34	0,47%
2038	24	524,65	0,44%
2039	25	526,80	0,41%
2040	26	528,79	0,38%
Promedio(2020-2040)			0,72%

Fuente: Propia

Con los datos obtenido como la potencia eléctrica y la tasa de crecimiento poblacional se obtendrá la demanda máxima proyectada:

Tasa de Crecimiento Obtenida: 0,72 %

$$P_{max} = P_0(1 + T.C\% * \text{Años})$$

$$P_{max} = 14kW \left(1 + \left(\frac{0,72}{100}\right) * 20\right)$$

$$P_{max} = 15,144kW$$

Por lo tanto, la demanda máxima proyecta para un tiempo de 20 años será de 15,14 kW con un consumo eléctrico diario de 44.6 kWh para las 40 viviendas del sector cafetalero.

4.2 Evaluación del recurso solar y del recurso biomásico del sector cafetalero:

4.2.1 Evaluación del recurso solar:

La magnitud que se obtendrá tendrá unidades de kWh/m². Donde esta es la energía emitida por el sol en la forma comúnmente llamada radiación solar o radiación electromagnética. Es medido en la superficie horizontal por medio de un piranómetro. Antes de esto primero se identifica si el departamento de la localidad presenta las condiciones necesarias para realizar el proyecto de diseño del sistema híbrido fotovoltaico biomásico. Para esto se usará un atlas solar del Perú de la página “Delta Solar”.

Imagen 13: Energía Solar incidente diaria



Fuente: https://deltavolt.pe/phocadownload/radiacion_anual.jpg

Imagen 14: Energía Solar incidente diaria en



Fuente: https://deltavolt.pe/phocadownload/radiacion_setiembre.jpg

Con ambos mapas identificados, se determina que la zona presenta radiaciones solares que oscilan de 4-4,5 kWd/m² cumpliendo con uno de los requisitos para el estudio del recurso solar.

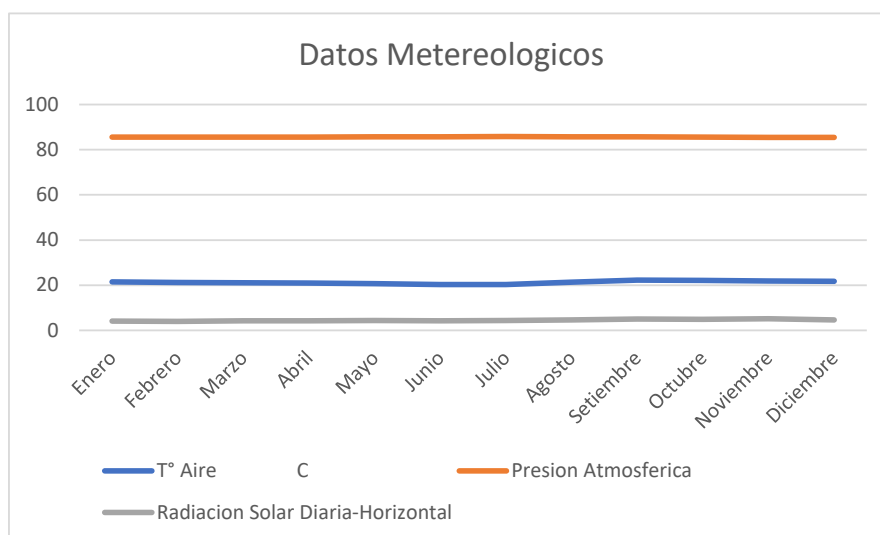
El sector que se va a estudiar y donde se realizara el proyecto es mostrado en la Imagen 12, los datos obtenidos serán desde la instalación meteorológica de Jaén siendo la más cercana a la localidad. Se empleó el software Demo Retscreen diseñado por la NASA.

Tabla 6: Datos obtenido del Software

Mes	T° Aire C	Presion Atmosferica	Radiacion Solar Diaria- Horizontal
Enero	21,5	85,6	4,16
Febrero	21,2	85,6	3,93
Marzo	21,1	85,6	4,25
Abril	20,9	85,6	4,24
Mayo	20,7	85,7	4,31
Junio	20,3	85,7	4,22
Julio	20,3	85,8	4,31
Agosto	21,3	85,7	4,62
Setiembre	22,2	85,7	4,95
Octubre	22,1	85,6	4,94
Noviembre	21,9	85,5	5,15
Diciembre	21,7	85,5	4,63

Fuente: [Propia]

Gráfico 5: Comportamiento de las tres variables



Fuente: [Propia]

Los resultados que se obtiene con el estudio del recurso solar son:

- Radiación Solar Media Horizontal (Mínima): 3,93 kWh/m²
- Radiación Solar Media Horizontal (Promedio): 4,48 kWh/m²
- Radiación Solar Media Horizontal (Máxima): 5,15 kWh/m

El dato que se empleará para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico será la radiación solar media horizontal promedio: 4,48 kWh/m².

4.2.2 Evaluación del Recurso Biomásico:

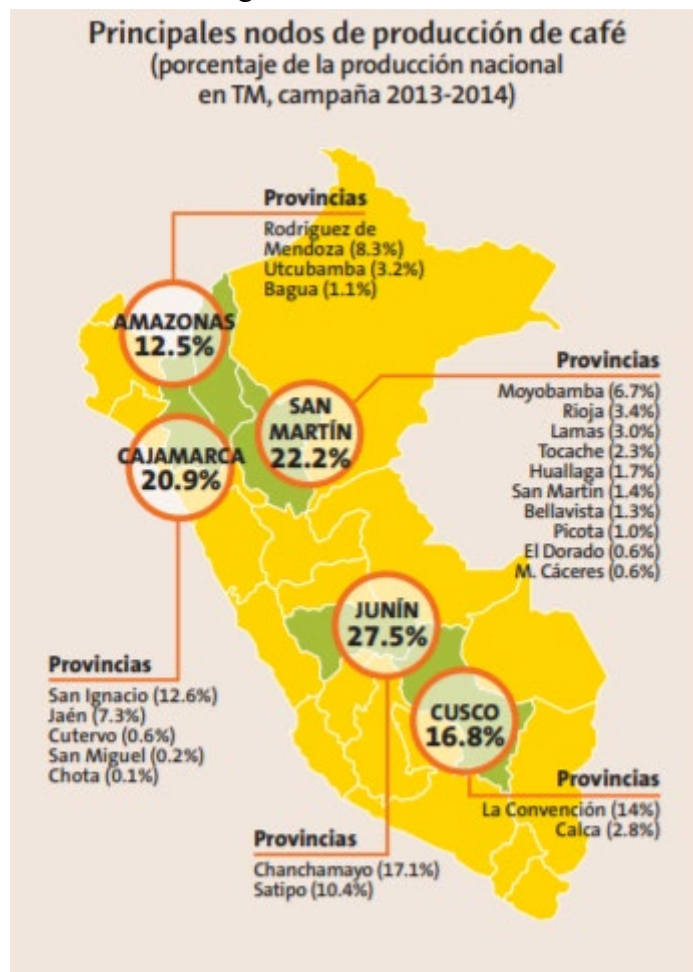
El recurso biomásico que se usara son los desechos producidos en la cosecha de café, para esto se identifica si la región cuenta con alto índice de producción de café:

Tabla 7: Producción de café por

Regiones Cafetaleras	Números de Productores	Superficie(ha)	Número de Provincias	Número de Distritos
Junín	56 792	107 904	7	24
San Martín	49 309	93 688	10	71
Cajamarca	38 473	73 098	12	83
Cusco	27 846	52 223	6	16
Amazonas	22 497	42 744	7	71
Huánaco	8 852	16 819	9	39
Pasco	6 015	11 429	2	10
Ayacucho	4 622	8 782	2	9
Puno	4 323	8 213	2	11
Piura	2 462	4 678	5	27
Ucayali	1 039	2 026	3	13
Loreto	861	1 591	6	23
Lambayeque	836	1 588	3	8
La libertad	281	535	8	20
Madre de Dios	19	37	3	8
Otros	36	61	10	17
TOTAL	223 903	425 416	95	450

Fuente: <https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/Linea-base-del-sector-cafe-en-Peru.pdf>

Imagen 15: Producción de



Fuente: Direcciones Agrarias Regionales Perú

Con esta tabla identificamos la región de Amazonas como las 5 primeras a nivel nacional en producción de café dando sustento de que la biomasa que se usara no presentara escases para el desarrollo del proyecto.

Usando la información obtenida de la encuesta realizada a un poblador de localidad. Anexo1. Se evidencia un promedio de 40 viviendas y cada una de ellas tiene en su propiedad 1-1,5 ha de café.

4.2.2.1 Producción de Café:

Se tomará los datos obtenidos del señor Elmer Silva Cieza de manera referencial para las 40 viviendas que presentan las mismas condiciones. Anexo1.

a). Condiciones de Cosecha Promedio:

- Se produce 35 sacos de Café fresco por cada Hectárea. Cada saco tiene un peso de 56 kg.

$$\text{Total de Café} = 1 \text{ ha} * (35 \text{ sacos} * 56 \text{ kg})$$

$$\text{Total de Café} = 1\,960 \text{ kg.}$$

b). Condiciones de Cosecha mínima:

- Se produce 20 sacos de Café fresco por cada Hectárea. Cada saco tiene un peso de 56 kg.

$$\text{Total de Café} = 1 \text{ ha} * (20 \text{ sacos} * 56 \text{kg})$$

$$\text{Total de Café} = 1\,120 \text{ kg.}$$

Para obtener datos confiables y saber cuánta energía se llegará a producir en las peores condiciones se trabajará con las condiciones mínimas, obteniendo 1.12 ton de Café verde producidos por cada vivienda o familia.

Según la información recopilada se expresa la cantidad de residuos que se obtendrán de un 1kg de café fresco.

Tabla 8: Residuos por cada proceso de un 1kg café

Proceso	Perdida (kg)	Residuo Obtenido
Despulpado	0,394	Pulpa Fresca
Desmucilaginado	0,216	Mucilago
Trilla	0,035	Pergamino
Secado	0,171	Agua
Torrefacción	0,022	Volátiles
Preparación bebida	0,104	Borra

[4]

El proceso final que tiene el producto vendido de esta localidad es el café seco.

Tabla 9: Porcentaje de pérdidas por 1kg de café.

Proceso	Perdida (%)
Despulpado	39,4%
Desmucilaginado	21,6%
Trilla	3,5%

[12]

Con las tablas anteriores se determinará la cantidad de residuos que se tendrá para el biodigestor.

Tabla 10: Residuos obtenido en 100 Hectáreas

Proceso	Perdida kg
Despulpado	441,28
Desmucilaginado	241,92
Trilla	39,2
Total	722.4

Fuente: [Propia]

El resultado obtenido puede llegar a variar por diversas circunstancias, obteniendo 722,4 kg residuos de café de 1 ha por cada vivienda. Entonces de manera conjunta utilizando los residuos del café entre las 40 viviendas se obtiene como residuos 28,896 ton que se generan por cada temporada.

4.2.3 Tratamiento de los residuos del café:

Para el proceso de recolección de residuos se necesita ciertas condiciones:

Punto de recolección: Los residuos obtenidos en cada terreno deben ser llevado para su almacenamiento en una zona en especifica coordinado con toda la comunidad que por cercanía estará ubicada de manera céntrica.

Trasporte: Para el trasporte se debe llevar estos residuos por medio de sacos de 50 kg para la fácil contabilización y control de los desechos entregados.

Calidad: Los residuos que llegan para el almacenamiento deben ser todo origen orgánico es decir puede existir además de residuos de café, otros productos como residuos de maíz entre otros parecidos, pero no materiales inorgánicos como botellas, plásticos o derivados.

Se tendrá en cuenta que la cantidad de residuos que se obtendrá tendrá un porcentaje de pérdidas del 30 % ocasionados en la recolección, también por efectos ambientales como lluvias y vientos. Entonces la cantidad residuos que se dispondrá para el desarrollo del proyecto es de 20,2272 ton.

4.3 Diseño del sistema híbrido y planos constructivos:

El diseño estará basado en una planta generadora hibrida con dos sistemas en funcionamiento, el sistema fotovoltaico y un biodigestor.

4.3.1 Análisis del Potencial eléctrico de los residuos de Café:

Se identificó que en el año se presenta dos temporadas, donde cada temporada es realizada en 180 días. Para este análisis se calcula los residuos diarios que dispondremos para el uso del biodigestor.

$$20\ 227,2\ \text{kg} \longrightarrow 180\ \text{días}$$

Diariamente se contará con $20\ 227,5/180 = 112,4\ \text{kg/día}$ (0,112 m³) de residuos de café.

4.3.1.1 Método de estimación del potencial del Biogás:

Carga Orgánica (CO):

$$CO = DQO * GTD$$

DQO = Concentración química de Oxígeno 6 kgDQO/m³

GTD = Gasto total diario

$$CO = 6 * 0,112$$

$$CO = 0,6744 \text{ kg DQO}$$

Potencial del biogás (PB):

$$PB = REB * CO * n$$

REB= Rendimiento Especifico de Biogás al 60 % Metano 0,38 Nm³/kg.

n = Calidad del café

$$PB = 0,38 * 0,6744 * 0.15$$

$$PB = 0,0384 \text{ Nm}^3$$

Energía Térmica (ET):

$$ET = PB * PCI$$

PCI= Poder calorífico 21,6 MJ/Nm³

$$ET = 0,0384 * 21,6$$

$$ET = 0,83 \text{ MJ}$$

Potencia Térmica (PT):

$$PT = ET / (24 * 3600)$$

$$PT = 0.83 / (24 * 3600)$$

$$PT = 0,96 \text{ MWt}$$

Potencia Eléctrica (PE):

$$PE = PT * 0,4$$

La eficiencia para la conversión de potencia térmica a eléctrica es de 0,4.

$$PE = 0,96 * 0,4$$

$$PE = 384 \text{ KW}$$

Con estos cálculos se determina que el potencial energético para generar energía eléctrica por medio un biodigestor empleando residuos de café es viable para el estudio.

4.3.2 Dimensionamiento del Biodigestor:

4.3.2.1 Identificación del tipo de Biodigestor:

El tipo de biodigestor que se selecciona es obtenido de un cuadro de toma de decisiones que se basa en costo, complejidad, operación y seguridad.

- Factores de construcción: Si se emplea técnicas especializadas o materiales en especial para la construcción que necesiten la presencia de un especialista.
- Factores de mantenimiento: Si necesita un control total o mínima durante el proceso.
- Factores de utilización: Su construcción es de manera experimental, demostrativa o productiva.
- Factores de operación: La dificultad para la puesta en marcha del sistema.
- Factores de seguridad: Los problemas que pueden suceder con el sistema.
- Factores económicos: El costo para la instalación del sistema.

Tabla 11 Selección del Biodigestor

Tipo de Biodigestor	Construcción	Mantenimiento	Utilización	Operación	Seguridad	Económicos	TOTAL
Biodigestor Tipo Globo	2	2	3	2	2	2	13
Biodigestor Tipo Domo	2	3	3	3	3	2	16
Biodigestor Tipo Flotante	3	3	3	3	3	3	18

Fuente [Propia]

Tabla 12: Parámetros de Selección

Parámetros	
Alto	3
Regular	2
Bajo	1
Mínimo	0

Fuente [Propia]

Con este cuadro se selecciona el biodigestor del tipo globo, donde su proceso de construcción, uso, mantenimiento es de la más económica, sencilla y eficiente.

4.3.2.2 Cálculo del Biodigestor:

Tiempo de retención: Para encontrar el tamaño o la dimensión del biodigestor que se planea diseñar se debe considerar el tiempo de retención que estará relacionado la temperatura máxima de la zona donde se instalará el sistema.[10]

$$Tr = (-51,227 * \ln(T^\circ) + 206,72)$$

$$Tr = -51,227 * \ln(22) + 206,72$$

$$Tr = 48,37 \approx 48 \text{ dias}$$

- Volumen del Biodigestor:

$$Vdig = C * Tr * 1,2$$

C= carga de masa que se tiene por día.

1,2= Volumen adicional de almacenamiento del biodigestor

$$Vdig = 0,1124 * 48 * 1,2$$

$$Vdig = 6,5 \text{ m}^3$$

Producción de Biogás (Pbs): Investigaciones pasadas demostraron que un biodigestor es capaz de producir biogás entre 0,3-0,4 m³ por el volumen del biodigestor, entonces se obtiene lo siguiente:

$$Pbs = 0,3 * 6,5 = 1,95 \text{ m}^3$$

$$Pbs = 0,4 * 6,5 = 2,6 \text{ m}^3$$

Finalmente, el volumen que tendrá el biodigestor es de 6,5 m³ que producirá biogás en un intervalo de 1,95 – 2,6 m³ de manera diaria.

4.3.2.3 Selección de Generador:

El potencial del biogás que se genera con el biodigestor nos da la libertad de seleccionar un generador que funcione con gas metano. Para esto se seleccionó 3 GENERADORES que funcionen con gas metano al 60 % con una potencia de 3,5 kW.

Tabla del 3: Valores Comerciales del Polietileno	Ancho de rollo(m)	Circunferencia(m)	Radio(m)	Diametro(m)
	1	2	0,32	0,64
	1,25	2,5	0,40	0,80
	1,5	3	0,48	0,95
	1,75	3,5	0,56	1,11
	2	4	0,64	1,27

Fuente [Propia]

4.3.2.4 Geometría del biodigestor:

4.3.2.4.1 Ancho de rollo y radio de la manga tubular:

El polietileno tubular se vende en rollos de 30-50 metros con un ancho que suele variar entre 1;1,25; 1,50; 1,75 y 2 metros. El ancho del rollo es igual a la mitad de la circunferencia total del plástico. Por lo general, este tipo de plástico se usa para carpas solares y su método de fabricación es el mismo. Se vende en tubos. Entonces el ancho de rollo determina el diámetro y radio del biodigestor, a continuación, se muestra los anchos más comunes del mercado.

4.3.2.4.2 Volumen de una manga, sección eficaz y longitud:

Para este tipo de biodigestor que su construcción es de polietileno tubular se amarra en ambos lados tanto la entrada y salida de la manga del plástico. Y el volumen de esta estructura es igual al volumen de un cilindro que viene siendo $r^2 * \pi * L$. Entonces al desconocer la longitud que tendrá el biodigestor se usará la sección eficaz $r^2 * \pi$ para estimar la longitud necesaria para alcanzar el volumen total deseado.

$$Vbg = \pi * r^2 * L$$

Tabla 14: Sección Eficaz

Ancho de rollo(m)	Sección Eficaz($r^2 * \pi$)
1	0,32
1,25	0,50
1,5	0,72
1,75	0,97
2	1,27

Fuente [Propia]

Para determinar la longitud óptima para el biodigestor despejamos L:

$$L = \frac{Vbg}{r^2 * \pi}$$

Tabla 15: Selección de Polietileno

Ancho de rollo(m)	Sección Eficaz($r^2 * \pi$)	Longitud del Biodigestor
1	0,32	$Vbg/0,32$
1,25	0,50	$Vbg/0,50$
1,5	0,72	$Vbg/0,72$
1,75	0,97	$Vbg/0,97$
2	1,27	$Vbg/1,27$

Fuente [Propia]

4.3.2.4.3 Relación entre longitud y diámetro del biodigestor:

Para el dimensionamiento del biodigestor se necesita una relación óptima entre la longitud y el diámetro, porque no se requiere un biodigestor demasiado largo ni muchos menos demasiado largo con respecto a su diámetro. Para esta situación existe una relación óptima de 5-10 donde 7 es lo ideal que se espera tener con el diseño del sistema.

Tabla 16: Selección de la Longitud

Ancho de rollo(m)	Radio(m)	Sección Eficaz	Longitud(m)	Factor
1	0,32	0,32	20,49	32,19
1,25	0,40	0,50	13,12	16,48
1,5	0,48	0,72	9,11	9,54
1,75	0,56	0,97	6,69	6,01
2	0,64	1,27	5,12	4,02

Fuente [Propia]

4.3.2.4.4 Dimensionamiento de la zanja para el biodigestor:

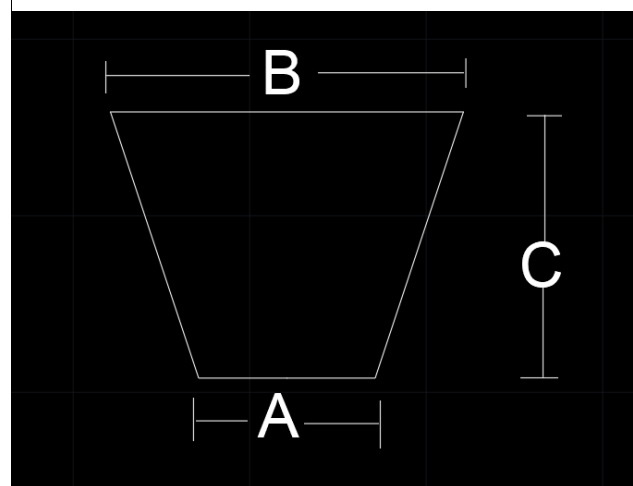
Según fuentes bibliográficas existe una relación entre el ancho de la manga plásticas y las dimensiones que tendrá la zanja.

Tabla 17: Sección de la Zanja

AR	1	1,25	1,5	1,75	2
A	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
B	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
C	0,6	0,7	0,8	0,9	1

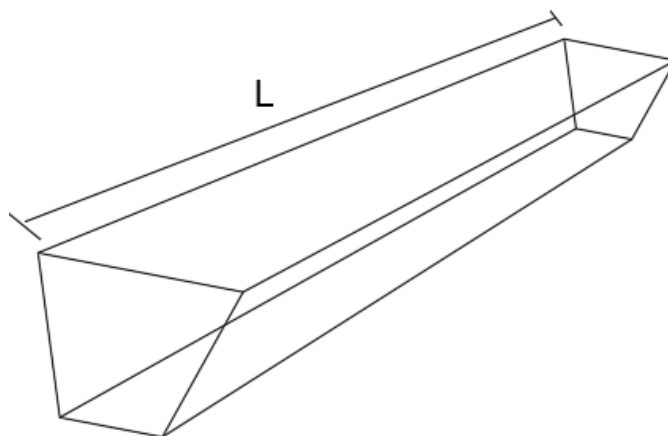
Fuente [Propia]

Ilustración 1: Sección Transversal de la Zanja



Fuente [Propia]

Tabla 18: Dimensión de la Zanja



Fuente [Propia]

El volumen que tiene el biodigestor es de 6,52 m³, el diseño del biodigestor cuenta con un largo de 6,69 metros, con un diámetro de 1,11 m, para esto se seleccionó un plástico tubular con ancho de 1,75 m. La zanja tendrá como dimensiones 0,6 metros como ancho de base, ancho superior con 0,8 metros y de altura 0,9 metros.

4.3.2.4.5 Construcción del biodigestor:

- Excavación de la fosa:

Como la primera etapa, se necesita excavar la zanja con las dimensiones mencionadas anteriormente, este espacio debe presentar una superficie ideal para la colocación del plástico que servirá para nuestro biodigestor, entonces se debe colocar protección en las tres áreas de contacto para así evitar rasgaduras en el biodigestor ocasionando pérdidas y baja eficiencia del sistema.

- Preparación del plástico:

El plástico que se usará para el biodigestor también es usado en las carpas solares siendo resistentes al sol, lo que si genera complicaciones es la fragilidad que puede presentarse al estar en contacto con superficies no lisas, por lo tanto, para asegurar la autonomía del biodigestor se colocará un plástico dentro de otro, generando un biodigestor con doble capa y siendo más seguro que solo al poseer una única capa. Para este proceso se necesita de una persona pequeña lo menos pesada posible para que realiza la unión de ambos plásticos sin que rompa uno de los plásticos y también tiene que asegurarse que ambos plásticos tienen que estar alineados para evitar torcedores dentro de la bolsa plástica.

- **Instalación de tubo de salida del gas:**

Después del anterior paso se hará una perforación en ella de 1/2" colocando una rosca de perforación macho, la persona que este dentro del biodigestor debe colocar una arandela y un empaque de hule para que apriete por dentro y sea un cierre hermético. Finalmente, por fuera se coloca un adaptador hembra para que no se permitan fugas de gas, en este adaptador hembra se pega un tubo de 1/2" seguido por un codo.

- **Instalación del tubo de carga y descarga:**

Se procederá cortar dos tubos PVC con las dimensiones de 6" de diámetro y 1 m de largo, se procederá a colocar en ambos extremos usando hule para realizar un cierre hermético en las tuberías, en ambos lados de los tubos debe quedar sumergida en los residuos que llena hasta la mitad de la bolsa para que sirvan de sello y no exista fugas de gas.

- **Colocación de la bolsa de fosa:**

Se recomienda que una persona ingrese en la bolsa y con sumo cuidado se desplace y de forma al plástico en el lugar de su instalación, luego se llenará de agua hasta que la bolsa tome posición y forma dentro de la fosa, evitar la presencia de dobleces debajo ya que será imposible revertirlo.

- **Construcción de piletas de carga y descarga:**

En ambos extremos de del biodigestor se construirán dos piletas para el fácil llenado de la mezcla o para recibir los desechos después de su transformación que podrá ser usado como abono. Estas piletas sirven para sujetar ambos tubos, con la diferencia en que la piletta de la zona de descarga debe tener menos nivel con respecto a la piletta de entrada para facilitar el recorrido de la mezcla.

- **Primera válvula de control:**

Esta válvula se coloca unas pulgadas antes del tubo de salida, sirve para controlar el flujo de gas y como una válvula de alivio o control de presión.

Imagen 16: Válvula de



Fuente [5]

- **Filtro para eliminar el sulfuro de hidrogeno:**

Después de todo proceso anaeróbico estará presente el compuesto de sulfuro de hidrogeno, generalmente proceden de las descomposiciones de residuos orgánico y este acido ocasiona dificultades para hacer el uso de motores, refrigeradores, calentadores u otros dispositivos. Para la solución se usará trampa que funcionan como filtros a base de hierro que con ello es posible eliminar el azufre. Esta pieza tiene que ser revisada constantemente que en caso de que se agote el depósito de hierro tiene que ser sustituido.

- **Materiales de construcción:**

Se muestra los materiales necesarios para la construcción del biodigestor.

Tabla 19: Materiales de Construcción del Biodigestor

N°	Materiales	Cantidad
1	Plástico Tubular 1,75x 7 m	1
2	Tubo de PVC 6"x1 m	1
3	Válvula de control	1
4	Filtro para eliminar sulfuro de hidrogeno	1
5	Válvula de presión 1	1
6	Adaptador macho PVC 1"	4
7	Adaptador hembra PVC 1"	4
8	Codo 90° PVC 1"	6
9	Tapón liso PVC 1"	1
10	Tubería PVC 1/2"	2
11	Tubería PVC 1"	2
12	Limpiador de PVC	1
13	Pegamento para PVC	1
14	Tubería galvanizada 1/2" doble rosa	4
15	Abrazaderas metálicas 1-1/2"	8
16	Llave de paso de bronce 1/2"	1
17	Arandelas 10 cm	8
18	ladrillos	4
19	Cemento bolsas	25
20	Arena amarilla	2

Fuente [Propia]

4.3.3 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico:

La demanda eléctrica total que se necesita para el sistema híbrido es de 15,14 kW, con un consumo eléctrico de 44.6 kWh y la potencia que se generara por medio de los 3 generadores conectados al biodigestor es de 10,5 kW que puede ser suministrada aproximadamente para 30 viviendas, entonces la potencia que se busca compensar con el sistema fotovoltaico es de aproximadamente de 4.64 kW y 13.7 kWh para las viviendas restantes. [14]

4.3.3.1 Dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos:

Con los datos de la Tabla 6 obtenidos por el software RetScreen se conoce la radiación solar horizontal media, seleccionando la radiación minima para el cálculo del número de paneles fotovoltaicos. [12]

4.3.3.1.1 Cálculo de horas de sol Equivalentes en condiciones medias:

$$HSE = \frac{\text{Radicacion Solar Global Media}}{\text{Valor potencia de la irradiancia}}$$

$$HSE = 3,93/1 = 3,93$$

Horas de sol Equivalentes para el sistema fotovoltaico es de 3,93.

4.3.3.1.2 Cálculo de los paneles fotovoltaicos:

Para calcular el número de paneles fotovoltaicos (Np) se divide la energía requerida para el sistema con el facto de seguridad 0.9, la Potencia unitaria (Wp) que tendrá los paneles fotovoltaicos y las horas de sol equivalentes (HSE).

$$Np = \frac{E}{0,9 * Wp * HSE}$$

$$Np = \frac{13654,85 \text{ Wh}}{0,9 * 340 * 3,93}$$

$$Np = 11,35$$

El número de módulos fotovoltaicos serán de 12 con una potencia de 340 W y una tensión de 24 V. (Anexo C)

4.3.3.2 Dimensionamiento de las baterías:

En las condiciones que representan su funcionamiento en un sistema fotovoltaico, es lento y difícil realizar una prueba de ciclo de la batería. A pesar de los intentos de realizar estos ensayos, todavía no existe un procedimiento ampliamente aceptado y esta situación puede continuar durante varios años. Debido a esto, la solución más práctica es confiar en los estándares de baterías existentes y completos para el uso rutinario. Esto significa utilizar el valor correspondiente a 20 horas de descarga y el número de ciclos correspondiente a 50 profundidades de descarga. La primera etapa del ajuste de la capacidad de la batería es garantizar que la producción de energía supere la demanda en los peores meses. Para

lograrlo, la capacidad útil de la batería (capacidad nominal multiplicada por la profundidad máxima de descarga) debe permitir de 2 a 4 días de autonomía (el sistema solo puede utilizar el número de días que la batería proporciona energía sin radiación solar).[13]

$$C = \frac{\text{Consumo Electrico} * N}{V * Pd}$$

Esta ecuación permite calcular la capacidad del paquete de baterías C (kAh) en función del consumo de energía real; el número de días autónomos N es 2,5 días; el voltaje nominal de la batería V (24 V) y la profundidad de descarga permitida Pd. no debe exceder el 80% donde se seleccionó una batería de 150 A de la marca Bosch.

$$C = \frac{13654.85 * 2.5}{24 * 0,8} = 1777.97 \text{ Ah.}$$

Todos los valores de capacidad que se recomienda en el uso de baterías son de 20 horas.

$$\frac{C100}{150} = 1,25$$

$$C100 = 187,5 \text{ Ah}$$

- Para calcular el número de baterías:

$$Nb = \frac{1777.97}{187,5} = 9.48$$

Se concluye que se usara 10 baterías para el diseño. (Anexo D)

4.3.3.3 Calculo Regulador de Carga: ISF (Corriente de Cortocircuito)

La distribución de los paneles fotovoltaicos estará dividida en dos conjuntos de 6 paneles fotovoltaicos donde cada uno ellos, 3 estarán en paralelo. Al existir algunos módulos conectados en serie se dispondrá de un factor de corrección es 1,25

$$\text{ISC modulo } fv * n^{\circ} \text{ de modulo en paralelo} * 1,25 = \text{Corriente de Carga}$$

$$9,45 * 3 * 1,25 = 35,44 \text{ A}$$

Con este valor lo acercaremos a un valor comercial que es de 40 A. Entonces se empleará un regulador por cada 6 paneles fotovoltaicos. (Anexo E)

4.3.3.4 Elección de Inversor de Carga:

La potencia que se compensara es de 5,2kW y por lo tanto necesitamos sobre dimensionarlo por la posible situación de agregar más cargas al instalar más equipos.

Potencia pico: 4 000 W

Voltaje de trabajo: 48-220 V

Eficiencia: onda senoidal pura

Se hará uso de 2 inversores para el sistema fotovoltaico a instalar esto es debido a que da un amplio margen de crecimiento y el sistema se adapta correctamente. (Anexo F)

4.3.4 Cálculo del Conductor:

Para la selección de un conductor se necesita tener en cuenta que en cualquier sistema jamás existirá una eficiencia del 100% por tanto lo que se espera es reducir en la mayor posible estas pérdidas del sistema. Las pérdidas que se espera reducir son las caídas de tensiones donde existen un valor recomendado para cada del tramo del sistema.

Tabla 20: Caídas de tensiones recomendadas para un Sistema Fotovoltaico.

Tramo		Valor Recomendado	Valor máx. Admisible
Paneles Solares	Regulador	1%	3%
Regulador	Acumulador	0,50%	1%
Acumulador	Inversor	1%	1%

Fuente: [Manual de la instalación del regulador de carga]

La fórmula que se empleara para calcular la sección del conductor es el factor de conductividad $4,4 \times 10^{-2}$ multiplicado por la longitud del tramo (l) y la corriente máxima (i) dividida entra la tensión máxima en serie ΔV .

$$S(mm^2) = 4,4 \times 10^{-2} \left(\frac{li}{\Delta V} \right)$$

4.3.4.1 Tramo de Sistema fotovoltaico hacia el Regulador:

En la distribución de los paneles fotovoltaicos existen una tensión resultante máxima de $V_{max}=77$ V, la caída de tensión permisible para este tramo del sistema es del 1%. Contando con una longitud estimada para este tramo de $L=10$ metros y la corriente resultante del sistema fotovoltaico que es la corriente máxima $I_{mp}=8,84$ A multiplicado por 3 que son el número de paneles fotovoltaicos en paralelo $I_{mmp}=8,84 \times 3=26,52$ A.

$$S(mm^2) = \frac{4,4 \times 10^{-2} \times 10 \times 26,52}{0,01 \times 77} = 15,15 \text{ mm}^2$$

Con el diámetro del conductor calculado y de acuerdo a la tabla del conductor AWG el calibre correspondiente es de 4 con un diámetro de 21,1 mm². Para comprobar la validez del cálculo se hallará por medio de la misma fórmula la caída de tensión. [14]

$$\Delta V = \frac{4,4 \times 10^{-2} \times 10 \times 26,52}{21,21} = 0,55 \text{ V}$$

$$\%V = \frac{0,55}{0,77} = 0,71$$

Se comprueba de que la caída de tensión no supera el 1% de valor recomendado para el tramo del sistema fotovoltaico hacia el regulador. Por tanto, el calibre que se empleará es del 4 AWG.

4.3.4.2 Tramo del Regulador hacia el Acumulador:

La caída de tensión permisible para este tramo del sistema es del 1%. Contando con una longitud estimada para este tramo de L=6 metros y la corriente resultante del sistema fotovoltaico que es la corriente máxima $I_{mp}=8,84$ A multiplicado por 3 que son el número de paneles fotovoltaicos en paralelo $I_{mp}=8,84 \times 3=26,52$ A.

$$\Delta V = 0,01 \times 90 = 0,90 \text{ V}$$

$$S(\text{mm}^2) = \frac{4,4 \times 10^{-2} \times 6 \times 26,52}{0,01 \times 90} = 7,8 \text{ mm}^2$$

Con el diámetro del conductor calculado y de acuerdo a la tabla del conductor AWG el calibre correspondiente es de 8 con un diámetro de 8,4 mm². Para comprobar la validez del cálculo se hallará por medio de la misma fórmula la caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{4,4 \times 10^{-2} \times 6 \times 26,52}{8,4} = 0,83 \text{ V}$$

$$\%V = \frac{0,83}{0,9} = 0,92$$

Se comprueba de que la caída de tensión no supera el 1% de valor recomendado para el tramo regulador hacia el acumulador. Por tanto, el calibre que se empleará es del 8 AWG.

4.3.4.3 Tramo del Acumulador hacia el Inversor:

En la distribución de los paneles fotovoltaicos existen una tensión resultante máxima de $V_{max}=77$ V, la caída de tensión permisible para este tramo del sistema es del 1%. Contando con una longitud estimada para este tramo de $L=10$ metros y la corriente resultante del sistema fotovoltaico que es la corriente máxima $I_{mp}=8,84$ A multiplicado por 3 que son el número de paneles fotovoltaicos en paralelo $I_{mp}=8,84 \times 3=26,52$ A.

$$S(mm^2) = \frac{4,4 \times 10^{-2} \times 10 \times 26,52}{0,01 \times 77} = 15,15 \text{ mm}^2$$

Con el diámetro del conductor calculado y de acuerdo a la tabla del conductor AWG el calibre correspondiente es de 4 con un diámetro de 21,1 mm². Para comprobar la valides del cálculo se hallará por medio de la misma formula la caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{4,4 \times 10^{-2} \times 10 \times 26,52}{21,21} = 0,55 \text{ V}$$

$$\%V = \frac{0,55}{0,77} = 0,71$$

Se comprueba de que la caída de tensión no supere el 1% de valor recomendado para el tramo del acumulador hacia el inversor. Por tanto, el calibre que se empleara es del 4 AWG.

4.3.4.4 Tramo del Inversor hacia el Tablero:

Finalmente, en este tramo que viene siendo corriente alterna el sistema soportara una corriente de 35,44 A correspondientes a una tensión de 220 V y una potencia de 3kW. Se empleará un conductor calibre 12 AWG con una sección de 3,3 mm².

4.3.5 Conexión de ambos sistemas:

Para que dos sistemas pueden funcionar en conjunto, una de las opciones más sencillas es el uso de barras colectores que permitirán que ambos sistemas entreguen por la misma línea energía eléctrica en un determinado lugar.

4.3.5.1 Cálculo de las barras colectoras:

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

Para este proceso despejamos la corriente ya que es el parámetro que sirve para la selección de las barras colectoras. Se trabajará con un factor de potencia de 0,9.

- Barra colector para el Inversor:

$$P = 3 \text{ kw}$$

$$V = 220 \text{ v}$$

$$I = \frac{P}{V \times \cos\phi} = \frac{3000}{220 \times 0,9} = 15,15 \text{ A}$$

Se empleará 2 inversores por lo tanto la corriente de la barra colector es de 30,30 A.

- **Barra colectora para los generadores:**

$$P=3,5 \text{ kW}$$

$$V=220 \text{ V}$$

$$I = \frac{P}{Vx\cos\phi} = \frac{3\,500}{220 * 0,9} = 17,65 \text{ A}$$

Se empleará 3 generadores por lo tanto la corriente de la barra colectora es de 52,95 A.

Con las intensidades calculadas anteriormente tanto para los inversores como para los generadores se procede a seleccionar las barras que tendrán como capacidad la intensidad total de 83,25A.

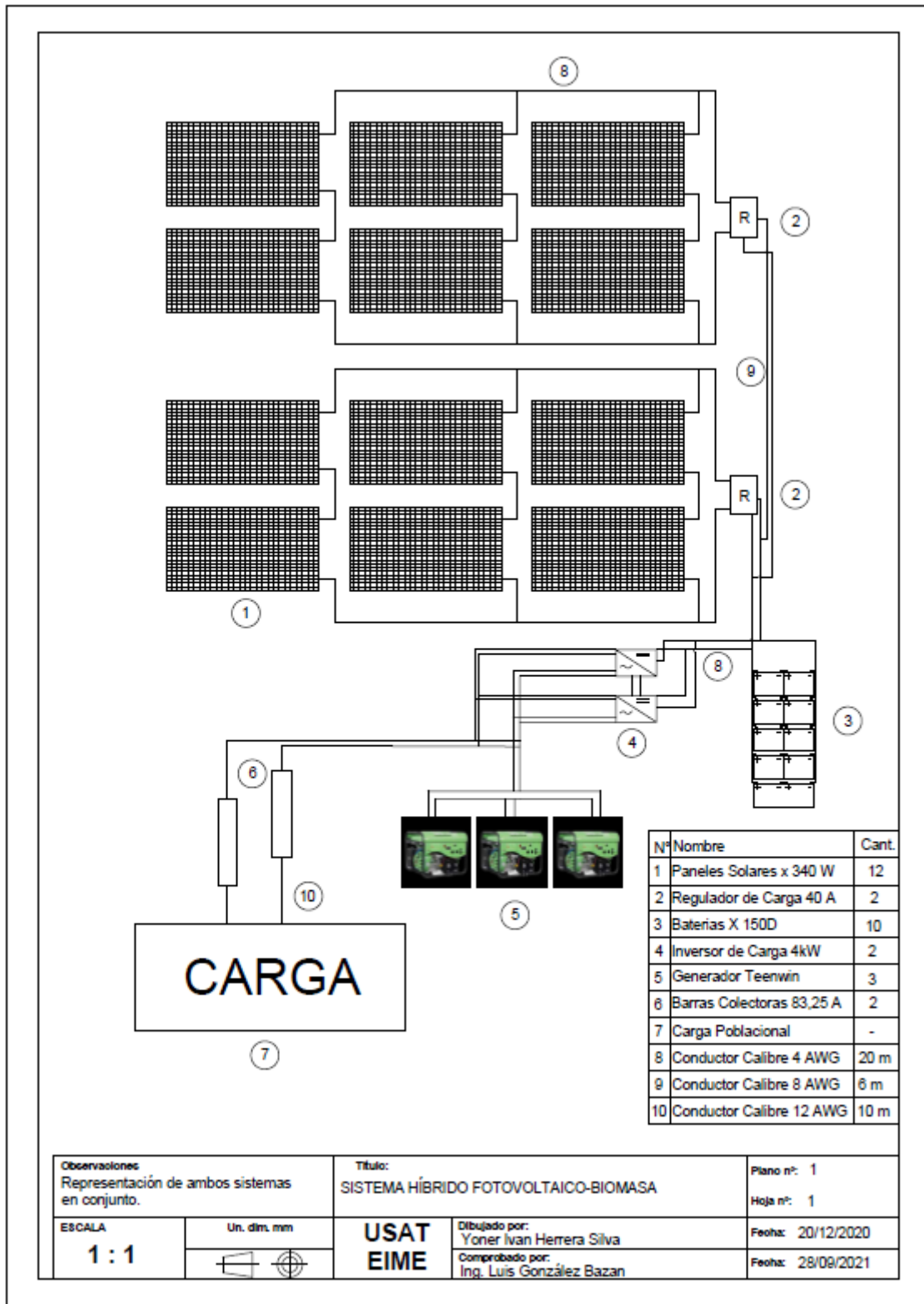
4.3.6 Materiales.

Tabla 21: Materiales del Sistema Híbrido

N°	Equipos y Materiales	Cantidad
1	Paneles Solares Era Solar x 340 W	12 und
2	Regulador Must 40 A	2 und
3	Inversor Must 4 kW	2 und
4	Batería N150 HD S3	10 und
5	Barras Colectoras	2 und
6	Calibre 4 AWG	20 m
7	Calibre 8 AWG	6 m
8	Calibre 12 AWG	10 m

Fuente: [Propia]

Gráfico 6: Plano del Sistema Híbrido



Fuente: [Propia]

4.4 Evaluación Económica del Sistema Híbrido y su Viabilidad:

Esta evaluación consistirá en los costos de equipos, construcción y la viabilidad que tendrá el sistema híbrido para la generación de energía eléctrica para el sector cafetalero de CampoRedondo-Amazonas, para un mejoramiento en la calidad de vida de esta localidad que no cuenta con un servicio eléctrico por parte de la concesionaria Electro Oriente, donde su única forma de generar energía eléctrica es por medio de generadores en base a combustibles fósiles que actualmente sus costos están elevados por la coyuntura que se viene viviendo en el país.

Los criterios que se van a analizar son el costo de inversión que tendrá este sistema, el costo unitario del kWh producido por el mismo sistema, la tasa de descuento, los costos de operación y mantenimiento.

4.4.1 Presupuesto del Biodigestor:

Costos aproximados de los materiales que se usaran para la construcción del biodigestor.

Tabla 22: Costos de construcción del Biodigestor

Nº	Materiales	Cantidad	Precio (Soles)	Importe (Soles)
1	Plastico Tubular 1,75x 7 m	1	S/ 230,00	S/ 230,00
2	Tubo de PVC 6"x1 m	1	S/ 45,00	S/ 45,00
3	Valvula de control	1	S/ 30,00	S/ 30,00
4	Filtro para eliminar sulfuro de hidrogeno	1	S/ 200,00	S/ 200,00
5	Valvula de presion 1	1	S/ 300,00	S/ 300,00
6	Adaptador macho PVC 1"	4	S/ 3,00	S/ 12,00
7	Adaptador hembra PVC 1"	4	S/ 3,00	S/ 12,00
8	Codo 90° PVC 1"	6	S/ 5,00	S/ 30,00
9	Tapon liso PVC 1"	1	S/ 3,00	S/ 3,00
10	Tuberia PVC 1/2"	2	S/ 30,00	S/ 60,00
11	Tuberia PVC 1"	2	S/ 40,00	S/ 80,00
12	Limpiador de PVC	1	S/ 20,00	S/ 20,00
13	Pegamento para PVC	1	S/ 30,00	S/ 30,00
14	Tuberia galvanizada 1/2" doble rosa	4	S/ 35,00	S/ 140,00
15	Abrazaderas metalicas 1-1/2"	8	S/ 4,00	S/ 32,00
16	Llave de paso de bronce 1/2"	1	S/ 15,00	S/ 15,00
17	Arandelas 10 cm	8	S/ 1,50	S/ 12,00
18	ladrillos	4	S/ 150,00	S/ 600,00
19	Cemento bolsas	25	S/ 25,00	S/ 625,00
20	Arena amarilla	2	S/ 150,00	S/ 300,00
TOTAL		78	S/ 1 319,50	S/ 2 776,00

Fuente [Propia]

Siguiente los costos de operación y mano de obra:

Tabla 23: Costos de Mano de obra

Nº	Mano de Obra	Cantidad	Precio (Soles)	Importe (Soles)
1	Mano de Obra 2 Obreros x Horas	20	S/ 30,00	S/ 600,00
2	Equipos de Seguridad	5	S/ 60,00	S/ 300,00
3	Tecnico de Instalacion x horas	12	S/ 150,00	S/ 1 800,00
4	Charlas de concientizacion x dia	1	S/ 100,00	S/ 100,00
5	Ingeniero Supervisor x horas	4	S/ 300,00	S/ 1 200,00
TOTAL		42	S/ 640,00	S/ 4 000,00

Fuente [Propia]

Para la construcción del biodigestor tendrá un gasto total de S/ 6 776 soles.

4.4.2 Presupuesto del Sistema Fotovoltaico:

Tabla 24: Costos de Equipos del Sistema Fotovoltaico.

Nº	Materiales	Cantidad	Precio (Soles)	Importe (Soles)
1	Paneles Solares Era Solar x 340 W (und)	12	S/ 696,00	S/ 8 352,00
2	Regulador Must 40 A (und)	2	S/ 500,00	S/ 1 000,00
3	Inversor Must 4 kW (und)	2	S/ 3 175,00	S/ 6 350,00
4	Bateria N150 HD S3 (und)	10	S/ 1 300,00	S/ 13 000,00
5	Calibre 4 AWG (m)	20	S/ 30,00	S/ 600,00
6	Calibre 8 AWG (m)	6	S/ 9,50	S/ 57,00
7	Calibre 12 AWG (m)	10	S/ 3,00	S/ 30,00
TOTAL			S/ 5 713,50	S/ 29 389,00

Fuente [Propia]

Siguiente los costos de operación y mano de obra para el sistema fotovoltaico:

Tabla 25: Costos de Construcción para el Sistema Fotovoltaico

Nº	Mano de Obra	Cantidad	Precio (Soles)	Importe (Soles)
1	Mano de Obra 1 Obreros x p Horas	13	S/ 30,00	S/ 390,00
2	Equipos de Seguridad	5	S/ 60,00	S/ 300,00
3	Tecnico de Instalacion x horas	10	S/ 150,00	S/ 1 500,00
4	Charlas de concientizacion x dia	1	S/ 100,00	S/ 100,00
5	Ingeniero Supervisor x horas	5	S/ 300,00	S/ 1 500,00
7	Otros	1	S/ 1 000,00	S/ 1 000,00
TOTAL		35	S/ 1 640,00	S/ 4 790,00

Fuente [Propia]

Para la construcción del sistema fotovoltaico se empleará una inversión de S/. 34 179 soles.

4.4.3 Presupuesto para Generadores Eléctricos:

Tabla 26: Costos de Equipos e Instalación de los generadores eléctricos.

Nº	Materiales	Cantidad	Precio (Soles)	Importe (Soles)
1	Generador Electrico x 3,5 kW	3	S/ 5 100,00	S/ 15 300,00
2	Mano de Obra	2	S/ 200,00	S/ 400,00
3	Equipos de Proteccion	1	S/ 100,00	S/ 100,00
4	Otros	1	S/ 500,00	S/ 500,00
TOTAL		7	S/ 5 900,00	S/ 16 300,00

Fuente [Propia]

Con un importe de S/. 16 300 soles.

4.4.4 Presupuesto para Barras Colectoras:

Tabla 27: Costos e Instalación de Barras Colectoras.

Nº	Materiales	Cantidad	Precio (Soles)	Importe (Soles)
1	Barras Colectoras	2	S/ 500,00	S/ 1 000,00
2	Mano de Obra	5	S/ 200,00	S/ 1 000,00
3	Equipos de Proteccion	1	S/ 100,00	S/ 100,00
4	Otros	1	S/ 1 500,00	S/ 1 500,00
TOTAL		9	S/ 2 300,00	S/ 3 600,00

Fuente [Propia]

El costo de inversión para las barras colectoras es de S/. 3 600 soles.

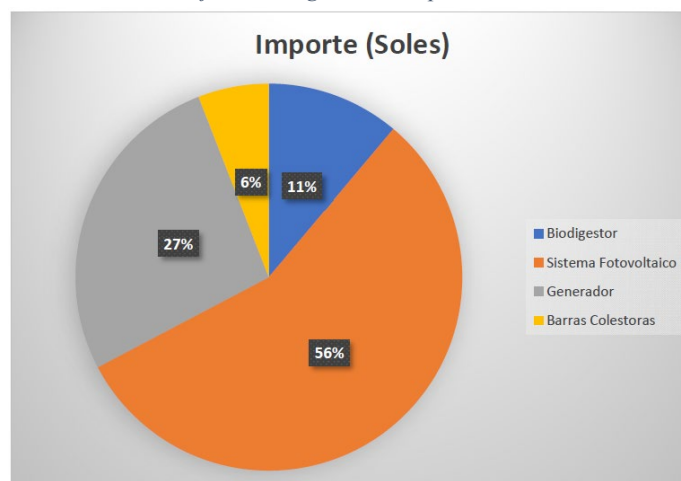
4.4.5 Costo Total para la inversión del Sistema Híbrido:

Tabla 28: Inversión Total del Sistema Híbrido.

Inversión	Importe (Soles)	Porcentaje
Biodigestor	S/ 6 776,00	11%
Sistema Fotovoltaico	S/ 34 179,00	56%
Generador	S/ 16 300,00	27%
Barras Colectoras	S/ 3 600,00	6%
TOTAL	S/ 60 855,00	100%

Fuente [Propia]

Gráfico 7: Diagrama de Importes.



Fuente [Propia]

Con este gráfico se observa que el sistema que demanda mayor costo para la instalación viene siendo el sistema fotovoltaico seguido por el biodigestor, entonces todo el costo total que tendrá el sistema híbrido es de S/ 60 855 soles.

4.4.6 Costos de Mantenimiento:

Para los costos de mantenimiento que se necesitan para el sistema híbrido equivale a 1% del costo de inversión que tendrá el proyecto.

$$1\% \text{ Costo de inversión} = 0,01 \times 60\,855 = \text{S/} \mathbf{608,55 \text{ Nuevos Soles}}$$

4.4.7 Ingresos:

4.4.7.1 Ahorro de Combustibles:

En el sector cafetalero se emplean 2 generadores Diesel que tienen como consumo 35 soles diarios de combustibles, con la construcción de este sistema híbrido se consigue un ahorro anual de S/ 12 600 Nuevos Soles.

4.4.7.2 Bonos de Carbono:

El Estado premia a las empresas privadas que realizan proyectos de reducción de emisiones de gases contaminantes. En este caso, ocurre durante la quema de combustibles fósiles. De esta manera, las empresas pueden contribuir a la mejora de la calidad ambiental. Esta recompensa es de \$ 27,4 por tonelada de CO₂.

	Consumo Anual	Factor de conversión	kg de CO ₂
Energía (kwh)	14832	0,385	5710,32
	1000 kg CO ₂		Cambio de moneda a Soles
Costo x 1 Ton	27,4		4,15
Pago Total	649,32		

Entonces la remuneración por parte del estado es de S/ 649,32 Nuevos soles por el proyecto realizado.

4.4.7.3 Pagos por Mantenimiento:

Los pagos de mantenimiento que recibirá serán distribuidos para las 40 viviendas, el costo de mantenimiento es de S/ 608,55 Soles restando el valor que se dará por el estado, se obtendrá un beneficio de S/ 40,77.

4.4.7.4 Coste de kWh generado del sistema Híbrido:

Utiliza el cálculo LCOE, que es el costo teórico de generación de energía, incluida la inversión inicial, la tasa de descuento y los costos de mantenimiento y operación. La fórmula para analizarlo es la siguiente.

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{i + Mt}{(1 + r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E}{(1 + r)^t}}$$

- t = Vida estimada de la instalación
- i = Inversión inicial
- Mt = costes de operación y mantenimiento
- E = Energía generada durante la vida del sistema
- r = Tasa de descuento

$$LCOE = \frac{\frac{60\ 855 + 608,55}{(1 + 0,12)^1} + \dots + \frac{60\ 855 + 608,55}{(1 + 0,12)^{20}}}{\frac{296\ 640}{(1 + 0,12)^1} + \dots + \frac{296\ 640}{(1 + 0,12)^{20}}}$$

$$LCOE = 0,21 \text{ Soles } x \text{ kWh}$$

El costo que tendrá la energía por kWh es de 0,21 Nuevos Soles.

4.4.8 Valoración del Proyecto:

Para este análisis se realizará un VAN para determinar la viabilidad del proyecto a largo de los 20 años propuestos y un TIR para determinar a la rentabilidad que tendrá el proyecto.

Tabla 29: VAN y TIR

Año	0	1	2	3	4	5	6
Egresos	-S/ 60 855,00	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 14 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55
Inversion	-S/ 60 855,00						
Mantenimiento del Sistema Híbrido		-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55
Reposicion de Equipos					-S/ 14 000,00		
Ingresos	S/ -	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32
Ahorro en Combustibles		S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00
Cant. CO2		S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32
Beneficio	-S/ 60 855,00	S/ 12 640,77	S/ 12 640,77	S/ 12 640,77	-S/ 1 359,23	S/ 12 640,77	S/ 12 640,77

Año	7	8	9	10	11	12	13
Egresos	-S/ 608,55	-S/ 14 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 14 608,55	-S/ 608,55
Inversion							
Mantenimiento del Sistema Híbrido	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55
Reposicion de Equipos		-S/ 14 000,00				-S/ 14 000,00	
Ingresos	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32
Ahorro en Combustibles	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00
Cant. CO2	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32
Beneficio	S/ 12 640,77	-S/ 1 359,23	S/ 12 640,77	S/ 12 640,77	S/ 12 640,77	-S/ 1 359,23	S/ 12 640,77

Año	14	15	16	17	18	19	20
Egresos	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 14 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 14 608,55
Inversion							
Mantenimiento del Sistema Híbrido	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55	-S/ 608,55
Reposicion de Equipos			-S/ 14 000,00				-S/ 14 000,00
Ingresos	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32	S/ 13 249,32
Ahorro en Combustibles	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00	S/ 12 600,00
Cant. CO2	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32	S/ 649,32
Beneficio	S/ 12 640,77	S/ 12 640,77	-S/ 1 359,23	S/ 12 640,77	S/ 12 640,77	S/ 12 640,77	-S/ 1 359,23

VAN	S/ 11 684,41
TIR	15%

Los resultados que se obtiene es un VAN positivo con un valor de S/. 11 684,41 Nuevos Soles y el TIR mayor al 12% (15%) entonces confirma la viabilidad del proyecto y se puede llevar a cabo sin ningún problema.

V CONCLUSIONES

El sector cafetalero presenta una demanda eléctrica de 14 kW y en un estudio del crecimiento poblacional para los 20 años se obtiene un consumo eléctrico de 15,14 kW. Con una energía anual de 370,8 kWh para cada una de las 40 viviendas que lo conforman. Los recursos solares que presentan en esta localidad son determinados por el programa Demo Retscreen-Nasa, donde los datos obtenidos son una radiación mínima de 3,93 y con una radiación máxima de 5,15 kWh. Con una temperatura máxima de 22 °C.

Se determinó que el recurso masico de la localidad se puede obtener de manera continua y no se presentara escases para el uso del biodigestor, se contara con 112 kg de residuos de café que tendría una capacidad de producción de 2,6 m³ de biogás que se usaran para los generadores eléctricos que funcionan con metano al 60 %. Se empleará 3 generadores de 3,5 kW para generar aproximadamente 10,5 kW.

Para el dimensionamiento del sistema híbrido, el biodigestor seleccionado es del tipo hindú que será construido por un plástico de polietileno con forma tubular que son usados también en carpas solares, con 1,11 metros de diámetro y 7 metros de largo, las dimensiones que tendrá la zanja es una base inferior de 0,6 m, base superior de 0,8 m y una altura de 0,9 m. Con el Sistema fotovoltaicos se compensará la potencia que se necesita usando 12 paneles fotovoltaicos de 340 W, con un regulador de carga de 40 A, 2 inversores de 4 kW y 10 baterías C150. Para la conexión de ambos sistemas se usarán dos barras colectoras 83,25 A.

Para la implementación de este sistema se necesita una inversión de S/ 60 855 nuevos soles donde la energía eléctrica que se va a generar tendrá un costo de kWh de S/ 0,21 Nuevos Soles, el proyecto fue estudiado con los indicadores VAN y TIR dando un resultado positivo de S/. 11 684,41 y un 15 % de rentabilidad respectivamente, dando la confiabilidad que el diseño de este sistema híbrido será rentable y sin complicaciones.

VI RECOMENDACIONES

Para el cálculo de máxima demanda de un determinado sector se debe tener en cuenta el crecimiento poblacional que presenta esa localidad para que en el desarrollo del proyecto se diseñe en base a ese crecimiento para no presentar disminución de la potencia entregada.

Para determinar los residuos orgánicos generados en un determinado proceso se debe tener presente que existirán pérdidas adicionales tanto por el almacenamiento de este o la recolección, por esto es importante incluir un porcentaje de pérdidas.

En sistemas híbridos que se busquen emplear los sistemas fotovoltaicos, se tiene que considerar que su costo de diseño e instalación es mayor que otros sistemas por eso es recomendable usarlo para compensar una parte de la demanda eléctrica que se busca generar.

Para la selección de un tipo de biodigestor se debe tener en cuenta el tipo de ambiente, donde se realizará la instalación, que presupuesto se dispone ya que la integridad, eficiencia y seguridad que se requiere para un tipo biodigestor determinara el costo de inversión necesario.

VII BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. G. Fermín, *Sistemas de Energía Eléctrica*, Madrid: Paraninfo, 2004.
- [2] Endesa S.A, «Endesa,» [En línea]. Available: <https://www.endesa.com/es>. [Último acceso: 25 Abril 2020].
- [3] SELECTRA, «COMPARADORLUZ,» [En línea]. Available: <https://comparadorluz.com/faq/consumo-medio-casa>. [Último acceso: 26 Junio 2020].
- [4] N. R. Valencia, «Manejo de residuos en la agroindustria cafetera,» de Seminario internacional: Gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, siglo XXI, Colombia, 2010.
- [5] G. P. C. H. P. U. J. Schallenberg, *Energías Renovables y eficiencia energética*, Canarias: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A, 2008.
- [6] J. Díaz, *Sistemas de energías renovables*, España: Paraninfo , 2005.
- [7] J. Fernández, *Biomasa*, España: IBERDROLA, 2010.
- [8] M. Rojas, Artist, Dimensionamiento de un sistema eólico-biomasa para suministrar energía eléctrica al caserío el Chaco en Chota departamento de Cajamarca. [Art]. UNPRG, 2019.
- [9] Gobierno España, *Biomasa: Digestores Anaerobicos*, Madrid: BESEL, 2007.
- [10] A. G. David Alexander, Artist, Diseño y Contrucción de un biodigestor para la producción de Biogás a partir de heces caninas. [Art]. Universidad Francisco José Caldas, 2017.
- [11] V. H. Barros, Artist, Sistema Híbrido eólico-fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el departamento de turismo ilustre municipio de baños de agua Santa. [Art]. Universidad Técnica de Ampato, 2011.
- [12] R. Casablanca, Artist, Sistema Fotovoltaico. [Art]. UNTELS, 2019.
- [13] G. C. T. Diaz, *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*, España: McGraw-Hill, 2015, pp. 8-28.
- [14] D. B. A. Mosquera, Artist, Estudio de sistema Híbridos de energía renovable (Solar -Gasificación de gases) como alternativa para satisfacer necesidades energéticas en zonas no interconectadas del departamento de Chocó. [Art]. Universidad Nacional de Colombia, 2016.

VIII ANEXOS

Anexo A

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



ENCUESTA

ENCUESTADOR: YONER IVAN HERRERA SILVA

TESIS: DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO SOLAR-BIOMASA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR CAFETALERO DE CAMPO REDONDO-AMAZONAS.

NOMBRE: ELMER SILVA CIEZA

OCUPACIÓN: AGRICULTOR

EDAD: 37

1. ¿Cuántas personas viven en su vivienda?
6 personas
2. ¿Cuántas viviendas forman parte del sector?
40 casas
3. ¿Cuántas hectáreas de café tiene cosechado?
1 hectárea
4. ¿Cuánto de café cosecha por cada temporada en buenas condiciones y mínimas condiciones?
En Mínimas condiciones 20 sacos de café y buenos tiempos 35 sacos por hectárea.
5. ¿Qué sucede con los desechos generados por cada cosecha de café?
Son dejados a la intemperie de los caminos.
6. ¿Cuenta usted con energía eléctrica?
No
7. Si no cuenta con energía eléctrica ¿Cómo genera su energía eléctrica?
Usamos dos generadores a base de Petróleo y diariamente se paga S/. 35 Nuevos Soles.
8. ¿Qué equipos eléctricos tienen en su vivienda?
 - Televisión
 - Radio
 - Computadora
 - Focos

Fuente [Propia]

Anexo B

GENERADOR ELÉCTRICO DE METANO



Descripción general

Detalles rápidos

Lugar del origen: Guangdong, China

Número de Modelo: TY-5KW

Tipo de salida: Corriente alterna monofásica

Corriente nominal: 8.3A

Frecuencia: 50/60HZ

Displacement: 163cc

Engine oil capacity: 0.55L

Gas consumption: 1.4 m3/h

Bore X Stroke: 68 x 45mm

General Temperat... -5°C~40°C

Marca: Teenwin

Energía tasada: 3.5KW

Voltaje nominal: 400V/230V

Velocidad: 1500RPM,1500/1800rpm

Generator Type: Single-phase Brush Motor

Ignition System: T.C.I.

Suitable gas: Biogas/LPG

Engine Type: CC168F

HS CODE: 85022000

Fuente [Alibaba.com]

Anexo C

Panel solar 340 W 24 V Policristalino ERA



POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES

ELECTRICAL PERFORMANCE

Module type: ESPMC	340
Maximum Power(Wp)	340W
Open circuit Voltage(Voc)	46.4V
Short circuit Current(Isc)	9.45A
Maximum Power Voltage(Vm)	38.5V
Maximum Power Current(Imp)	8.84A
Module efficiency	17.5%
Maximum Series Fuse	15A
Watts positive tolerance	0~+3%
Number of Diode	3
Standard Test Conditions	1000W/M²,25°C,AM1.5
Maximum System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient Isc	+0.08558%/°C
Temperature-Coefficient Uoc	-0.29506%/°C
Temperature-Coefficient Pmpp	-0.38001%/°C
Normal Operating Cell Temperature	-40°C...+85°C
Load Capacity for the cover of the module (glass)	5400Pa(IEC61215)(snow)
Load Capacity for the front & back of the module	2400Pa(IEC61215)(wind)
Product Certificate	TUV(IEC 61215,IEC 61730),CE, ROHS,PID Resistant,INMETRO
Company Certificate	ISO9001,ISO14001,ISO18001

Fuente: [Panel Solar 340W 24V Policristalino ERA | al Mejor Precio en Perú \(autosolar.pe\)](#)

Anexo D

Batería N150 HD S3



Voltaje	12
Polaridad	- +
CCA -18°C (A)	880
CCA 0°C (A)	1050
CCA 27°C (A)	1260
Capacidad (Ah)	150
Reserva (Min)	250
Largo (mm)	508
Ancho (mm)	220
Alto (mm)	241
Tecnología	SLI - FB
Peso (Kg)	37.4
Categoría	Heavy Duty S3

Fuente [Baterías Bosch]

Anexo E

Regulador Must 40 A



Modelo		PC1500B-10-20	PC1500B-30-40	PC1500B-50-60	PC1500B-6048D		
Entrada	Voltaje FV	≤50V				≤100V	
	Intensidad nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A
Salida	Voltaje sistema	12/24V Auto				48V	
	Desconexión por alto voltaje	16.00V x 1/ x 2/ x 3/ x 4 (0.5V)					
	Intensidad descarga nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A
	Autoconsumo	≤13mA				≤25mA	
	Caída de tensión circuito carga	≤0.24V				≤0.25V	
	Caída de tensión circuito descarga	≤0.10V				≤0.10V	
	Modo de carga	PWM 4-etapas carga, absorción, flotación, ecualización					
	Voltaje Carga Flotación	13.8V (13V~15V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4					
	Voltaje Carga Absorción	2 horas duración	14.4V (13V~15V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4				
	Voltaje Carga Ecualización		14.6V (13V~15.5V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4				
	Protección Bajo Voltaje	10.7V (10V~14V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4					
	Reconexión Bajo Voltaje	12.6V (10V~14V) x 1/ x 2/ x 3/ x 4					
	Salida USB	5V, 1A x2		No tiene			
Características físicas	Sección cableado	≤6mm ²	≤16mm ²	≤16mm ²	≤16mm ²		
	Temperatura trabajo	-20°C~55°C					
	Tamaño (L x W x H)	188 x 95 x 46.5mm		196 x 111 x 54mm			
	Peso neto	355g		407g			

Fuente [<https://autosolar.pe/pdf/Controladores-Solares-PWM-Must-Solar.pdf>]

Anexo F

Inversor Must 4 kW



Especificaciones

MODELO		PV18-2024 VMPK	PV18-3024 VMPK
Voltaje de baterías del sistema		24VDC	
SALIDA INVERSOR	Potencia del inversor	2000W	3000W
	Pico de potencia	4000W	6000W
	Tipo de onda	Pure sine wave	
	Regulación de voltaje AC (modo baterías)	(220VAC ~ 240VAC)±5%	
	Eficiencia del inversor	93%	
Tiempo de transferencia	10ms (For Personal Computers) 20ms (For Home Appliance)		
ENTRADA AC	Voltaje	230VAC	
	Rango de voltaje de salida (seleccionable)	170~280VAC(para PCs), 90~280VAC(para electrodomésticos), 184~253VAC(VDE4105)	
	Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (Auto programado)	
BATERÍA	Voltaje nominal	24VDC	
	Voltaje carga flotación	27VDC	
	Protección sobrevoltaje	31VDC	
CARGADOR SOLAR & CARGADOR AC	Voltaje máximo FV circuito abierto	100VDC	
	Voltaje FV Rango MPPT	30~80VDC	
	Consumo en stand by	2W	
	Potencia entrada PV	1200W	
	Corriente máxima de carga solar	50A	
	Eficiencia máxima	98%	
	Corriente carga máxima AC	20A o 30A	
ESPECIF. MECÁNICAS	Corriente carga máxima	80A	
	Dimensiones (W*H*D)(mm)	272*355*100	
	Dimensiones caja (W*H*D)(mm)	540*395*241	
	Peso neto (kg)	10	11
OTROS	Peso paquete (kg)	11.7	12
	Humedad	5% a 95% Humedad relativa (sin condensación)	
	Tª funcionamiento	0°C -55°C	
Tª almacenamiento	-15°C -60°C		

Fuente [<https://autosolar.pe/pdf/Controladores-Solares-PWM-Must-Solar.pdf>]