



Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico on grid, off grid e hibrido en la Compañía Energysoft S.A.S Ibagué – Tolima.

Juan Pablo Bernal Mora

Estudiante Programa de Ingeniería Electrónica

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Ibagué, Colombia

2020

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico on grid, off grid e hibrido en la Compañía Energysoft S.A.S Ibagué – Tolima.

Juan Pablo Bernal Mora

Trabajo de grado para optar al título de:

Ingeniero Electrónico

Director (a):

Julián Enrique Ospina Viña

Ingeniero Electrónico y Magíster en Ingeniería Electrónica

Línea de Investigación:

Instrumentación

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Ibagué, Colombia

2020

Dedicatoria

Primeramente, doy gracias a Dios por ser mi guía, mi fuerza y por conducirme en este camino, brindándome sabiduría para culminar con éxito mis metas trazadas sin desfallecer.

A mi madre Martha Patricia Mora Arenas, quien me mostró que incluso la labor más grande se puede alcanzar si se hace un paso a la vez, disfrutando del proceso y poniéndole amor y pasión a cada cosa que se realice; se lo dedico a ella porque se todo el sacrificio que ha hecho para verme culminar esta etapa de mi vida, por ser una mujer emprendedora que me enseñó a luchar por mis sueños y que aun en mis momentos de debilidad ha sido mi bastón para seguir adelante.

A mis hermanos, Miller Augusto Bernal Mora y Camila Andrea Bernal Mora por ser los motores de mi vida junto a mi madre y por llenar mis días de alegría, porque sé que este es un logro compartido y que gracias a su amor y apoyo incondicional hicieron más fácil y ameno este camino, impulsándome a ser mejor cada día.

A mi novia Daniela Fernanda Velásquez Colmenares, quien me mostró que el mayor saber que se puede tener es el que se adquiere a base de prácticas vividas, en las que cada una de ellas dejara un aprendizaje para la vida; por su amor, dedicación y por hacer de mí una mejor persona, acompañándome en este proceso.

Más que ser mi compañera de vida, es mi amiga, mi cómplice y una de las mayores motivaciones que me impulsa a cumplir mis sueños y metas encaminados al éxito.

Agradecimientos

Esta Pasantía, que, si bien ha demandado empeño y mucha entrega, no hubiese sido posible sin el apoyo desinteresado de todas las personas que me acompañaron en este proceso y muchas de las cuales han sido mi sostén en momentos de angustia, ansiedad, preocupación y desesperación.

Nuevamente, agradezco a Dios por acompañarme en cada paso que doy, por hacer de mí una mejor persona, por confortar mi corazón y esclarecer mi mente, y por colocar en mi camino a personas que fueron mi motivación, a lo largo de mi carrera profesional.

A mi director y tutor Julián Enrique Ospina Viña, primeramente, agradezco por la confianza que depositó en mí para la construcción de esta gestión empresarial, porque gracias a su profesionalismo, su amplia experiencia y a la forma empática y apasionada en que transmite sus conocimientos, me orientó en el proceso y me ayudó a concluir con éxito este proyecto para la obtención del título de Ingeniero Electrónico.

A todos mis docentes, quienes me han visto crecer como persona y profesional a lo largo de mi carrera, agradezco por compartir sus conocimientos y por brindarme su apoyo incondicional, ya que esto me ayudó a alcanzar de mejor manera mis metas, y porque a través de su asesoramiento, de su ejemplo, y tolerancia me ayudaron a culminar esta etapa, siendo pilares fundamentales en mi aprendizaje.

Gracias a todos mis docentes por su orientación y motivación, porque más que formar un profesional, han formado una mejor persona.

A mi familia, quienes son mi mayor tesoro y parte fundamental en mi vida, les doy gracias infinitas porque con sus oraciones, lecciones y voces de aliento, hicieron de mí una mejor persona y me han acompañado en cada paso que doy, compartiendo mi sueño de culminar mi carrera profesional.

A mis compañeros que se convirtieron con el pasar del tiempo en personas importantes para mi vida, formando una valiosa amistad, llena de risas, anécdotas, lagrimas, complicidad, tristezas, agradezco por contribuir con su grano de arena a mi crecimiento personal y profesional; dicen que “si siembras una buena y sincera amistad, muy probablemente el tiempo te permitirá disfrutar de una agradable cosecha”.

Resumen

En el presente documento se describen las gestiones que se realizaron durante la gestión empresarial, en el área de diseño y emplazamiento de un sistema fotovoltaico on grid, off grid e híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S Ibagué – Tolima. El principal objetivo propuesto en este proyecto, se orientó en la aprobación de procesos y en el desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico, rigiendo bajo las normas, parámetros y funciones establecidas por la compañía, en cada una de las industrias del sector avícola, agrónomo e industrial, donde se realizaron los proyectos.

Esta gestión empresarial, estuvo también centrada en la aplicación de todos los conocimientos adquiridos por el pasante Juan Pablo Bernal Mora, en cuanto a los procesos de formación como profesional en ingeniería electrónica y los conocimientos adicionales adquiridos a través de las capacitaciones brindadas por la compañía. Por lo descrito anteriormente, el pasante formo parte en la planificación de estos sistemas fotovoltaicos, dividiendo su trabajo en dos métodos opuestos: el primero, se dio por medio de trabajos realizados en oficina, enfocados a la planificación de diseños, la creación de planos y cubicación de materiales; el segundo método se dio por medio de trabajos realizados en campo, enfocados en la interpretación de planos y el emplazamiento de las plantas solares fotovoltaicas.

Inicialmente se realizó un reconocimiento a las zonas, teniendo en cuenta todos los criterios técnicos correspondientes para el emplazamiento de los sistemas fotovoltaicos. Posteriormente se realizaron los cálculos necesarios para cada diseño, teniendo en consideración los factores de

consumo y área a instalar, para así poder determinar los equipos que fueron instalados en cada uno de los proyectos. Por último, se realizó la instalación y configuración de los sistemas, verificando que la corriente nominal de entrada no generara ninguna sobrecarga que pudiera interrumpir en el funcionamiento de los equipos, así mismo que el voltaje de salida fuera el deseado. El mantenimiento y la operatividad del sistema fotovoltaico ya instalado correspondieron por su parte a los usuarios, dándoles a conocer las acciones a desarrollar en el tiempo que se estableció por la compañía.

A la luz de lo expuesto anteriormente, los diseños realizados en cada una de las instalaciones respectivas de los sistemas fotovoltaicos on grid, off grid e híbrido, lograron cumplir satisfactoriamente las necesidades de los clientes, obteniendo como resultados la mitigación en consumo de energía, fallas a la red eléctrica y la generación de una conciencia amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: Sistema fotovoltaico, energía solar, energía renovable, energía eólica.

Abstract

This document describes the steps that were taken during the business management, in the area of design and location of a photovoltaic system on grid, off grid and hybrid in the Energysoft S.A. Company Ibagué - Tolima. The main objective proposed in this project, was oriented in the approval of processes and in the development of preventive, corrective siting and tuning of a photovoltaic system, governing under the standards, parameters and functions established by the

company, in each one of the industries of the poultry, agronomist and industrial sector, where the projects were carried out.

This business management was also focused on the application of all the knowledge acquired by the intern Juan Pablo Bernal Mora, regarding the training processes as a professional in electronic engineering and the additional knowledge acquired through the skills provided by the company. As described above, the intern was part of the planning of these photovoltaic systems, dividing his work into two opposite methods: the first, was carried out through work carried out in the office, focused on design planning, creating plans and material cubing; The second method was carried out by means of field work, focused on the interpretation of plans and the location of photovoltaic solar plants.

Initially, a survey of the areas was carried out, taking into account all the corresponding technical criteria for the location of the photovoltaic systems. Subsequently, the necessary calculations were made for each design, taking into account the consumption factors and the area to be installed, in order to determine the equipment that should be installed in each of the projects. Finally, the installation and configuration of the systems was carried out, verifying that the nominal input current did not generate any overload that could interrupt the operation of the equipment, as well as that the output voltage was as desired. The maintenance and operability of the photovoltaic system already installed corresponded to the users, informing them of the actions to be carried out at the time established by the company.

In light of the above, the designs carried out in the respective installation of the on-grid, off-grid and hybrid photovoltaic systems managed to satisfactorily meet the needs of the clients, obtaining as a result the mitigation of energy consumption, failures in the electrical network and the generation of an environmentally friendly conscience.

Key words: Photovoltaic system, solar energy, renewable energy, wind energy.

Tabla de contenido

Introducción	15
1. Estudios preliminares.....	17
1.1. Planteamiento del Problema	17
1.2. Objetivos del Proyecto.....	20
1.2.1. Objetivo General.....	20
1.2.2. Objetivos Específicos.....	20
1.3. Marco Teórico	21
1.3.1. Antecedentes sobre la energía solar	21
1.3.2 Descubrimiento del efecto fotovoltaico a la primera célula solar	22
1.3.3. Energías renovables en Colombia	23
1.4. Alcance	24
1.5. Justificación	24
2. Metodología	26
3. Reseña histórica	29
3.1. Razón social.....	29
3.2 Estado actual de la empresa.....	29
3.3 Misión.....	30
3.4 Visión.....	30
3.5 Portafolio Energysoft S.A.S	30
4. MARCO REFERENCIAL.....	32
4.1 Radiación Solar.....	32
4.2 Energía solar fotovoltaica.....	34
4.3 Sistema fotovoltaico	35
4.3.1. Tipos de sistemas	35
4.4. Componentes para un sistema fotovoltaico	40
4.4.1 Modulo solar	41
4.4.2. Células Solares	41
4.4.3. Protección y encapsulación de módulos fotovoltaicos.....	43
4.5. Inversor solar	43
4.5.1. Inversor Monofásico:	44
4.5.2. Inversor Bifásico	44

4.5.3. Inversor Trifásico:	45
4.6. Regulador solar	45
4.7. Acumuladores (baterías).....	46
4.8 Irradiación solar	47
4.8.1. (HSP) Horas solares pico	48
5. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	49
5.1 Proyecto avícola San Isidro	49
5.1.1. Desarrollo técnico del proyecto fotovoltaico	49
5.1.2. Planos	50
5.1.3. Cubicación.....	53
5.1.4 Instalación estructura.....	55
5.1.5 Diseño tablero de protección.....	55
5.1.6 Instalación módulos fotovoltaicos.....	56
5.1.7 Conexión entre módulos fotovoltaicos.....	57
5.1.8 Conexión entre inversores	57
5.1.9. Conexión entre acumuladores	57
5.1.10. Conexión transformadora de aislamiento.....	58
5.1.11. Canalización y distribución.....	58
5.1.12 instalación sistema eléctrico y puesta en marcha	59
5.2 Proyecto finca el silencio vereda Martínez.....	60
5.2.1. Desarrollo técnico del proyecto fotovoltaico	61
5.2.2. Planos	61
5.2.3. Cubicación.....	63
5.2.4. Instalación estructura.....	66
5.2.5. Diseño tablero de protección.....	67
5.2.6 Instalación módulos fotovoltaicos.....	67
5.2.7. Conexión entre módulos fotovoltaicos.....	68
5.2.8. Conexión entre acumuladores	68
5.2.9. Canalización y distribución.....	69
5.2.10 instalación sistema eléctrico y puesta en marcha	69
5.3 Proyecto Autocentro Ltda.	70

5.3.1. Descripción del lugar	71
5.3.2. Desarrollo técnico del proyecto fotovoltaico	72
5.3.3. Planos	73
5.3.4. Cubicación.....	75
5.3.5 Instalación estructura.....	77
5.3.6. Diseño tablero de protección.....	77
5.3.7. Instalación módulos fotovoltaicos.....	79
5.3.8. Conexión entre módulos fotovoltaicos.....	80
5.3.9. Conexión de red y protección entre inversores	80
5.3.10 Protección para sobretensiones en corriente continua.....	82
5.3.11 Conexión transformadora de acoplamiento.....	83
5.3.12 Canalización y distribución.....	83
6. Análisis de Resultados	85
6.1 Resultados obtenidos en el proyecto avícola San Isidro.....	85
6.2 Resultados obtenidos en la finca el Silencio	88
6.3 Resultados obtenidos en la compañía Autocentro Ltda.....	90
7. CONCLUSIONES	93
8. RECOMENDACIONES.....	95
Bibliografía	96

Tabla de figuras

Figura 1. Logo de la empresa.....	29
Figura 2. Espectro electromagnético.	33
Figura 3. Ejemplo radiación directa, difusa y reflejada en un módulo fotovoltaico.....	34
Figura 4. Ejemplo de efecto fotovoltaico.....	35
Figura 5. Ejemplo de sistema fotovoltaico interconectado a la red On grid estación de servicio Terpel Los Ocobos Ibagué.....	36
Figura 6. Sistema On grid.....	38
Figura 7. Sistema híbrido On grid.....	38
Figura 8. Ejemplo de sistemas fotovoltaicos aislados a la red Off grid área rural.	40
Figura 9. Tipos de módulos o células fotovoltaicos.....	42
Figura 10. Plano de emplazamiento de módulos fotovoltaicos.	50
Figura 11. (Continuación).....	51
Figura 12. Estudio de terreno para la implementación de los paneles solares.....	51
Figura 13. Descomposición Estructural.....	52
Figura 14. Esquema instalación completa.....	52
Figura 15. Tablero de protección.....	56
Figura 16. Cableado.....	59
Figura 17. Puesta en marcha del sistema eléctrico.....	60
Figura 18. Estudio de terreno para la implementación de los paneles solares.....	62
Figura 19. Esquema de instalación completa.....	63
Figura 20. Estructura de techumbre de la finca el silencio.....	66
Figura 21. Tablero de protección.....	67
Figura 22. Acumulador de baterías.....	69
Figura 23. Instalación sistema eléctrico y puesta en marcha.....	70
Figura 24. Gráfico estadístico del consumo kWh Autocentro.....	72
Figura 25. Plano de emplazamiento de módulos fotovoltaicos.	74
Figura 26. Vista superior del emplazamiento de los módulos fotovoltaicos.....	74
Figura 27. Tablero de protección.....	79
Figura 28. Diseño inicial de sistema fotovoltaico interno.....	86
Figura 29. Resultado final de sistema fotovoltaico interno.....	87
Figura 30. Diseño Inicial de estructura tipo pérgola - parqueadero.....	87
Figura 31. Resultado final de estructura tipo pérgola - parqueadero.....	88
Figura 32. Instalación de sistema fotovoltaico Off - Grid.....	89
Figura 33. Resultado final de sistema fotovoltaico Off - Grid.....	89
Figura 34. Proceso de instalación del sistema On - Grid.....	91
Figura 35. Resultado final de la instalación del sistema On - Grid.....	91
Figura 36. Recibo de energía de la compañía Autocetro Ltda. (Se comparan los meses de noviembre y diciembre 2019).....	92

Lista de tablas

Tabla 1. Cubicación	53
Tabla 2. Cubicación	64
Tabla 3. Datos de consumo promedio de energía	71
Tabla 4. Cubicación	75
Tabla 5. Protecciones	81

Tabla de símbolos

Símbolo	Termino
PV	Fotovoltaico
CC - DC	Corriente continua
CA- AC	Corriente alterna
IPV	Corriente del panel fotovoltaico
VPV	Voltaje del panel fotovoltaico
MPPT	Búsqueda del punto de máxima potencia
PWM	Modulación por ancho de pulso
ISC	Corriente de cortocircuito del panel
HSP	Hora solar pico
Lmd	Consumo medio diario Wh/día
Lmd,DC	Consumo medio de energía diario de las cargas en continua
Lmd,AC	Consumo medio de energía diario de las cargas en alterna

Nbat	Rendimiento de la batería
Ncon	Rendimiento de los conductores
Nin	Rendimiento del inversor
QAh	Consumo medio diario Ah/día
Vbat	Voltaje de la batería
Nt	Número total de módulos solares
Lmdcrit	Consumo medio diario mensual para el mes crítico
PMPP	La potencia pico del módulo en condiciones estándar
HPScrit	Horas de sol pico del mes crítico
PR	El factor global de funcionamiento que varía entre 0.65 y 0.90
PDmax,e	Profundidad de Descarga Máxima Estacional
PDmax,d	Profundidad de Descarga Máxima Diaria
N	Número de días de Autonomía
Cnd (Wh)	Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria

Cnd (Ah)	Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria
Cne (Wh)	Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional
Cne (Ah)	Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional
Ientrada	Corriente de entrada al regulador
IMOD,SC	La corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito
NP	El número de ramas en paralelo
Isalida	Corriente de salida
PDC	Potencia de las cargas en continua
PAC	Potencia de las cargas en alterna
Pinv	Potencia del inversor

Introducción

Hoy en día se ha potenciado el uso de energías renovables a nivel mundial por el alza en costos de energía convencional y el daño que se está generando al medio ambiente, por ende, se han implementado energías fotovoltaicas, eólicas, biomasa entre otras. La energía solar es una fuente de energía que tiene considerables ventajas sobre otras y que, para su explotación también presenta varios impedimentos.

Entre sus ventajas sobresale su naturaleza inagotable, renovable y su aprovechamiento libre de cualquier contaminación, sin embargo, para su producción se presentan algunos inconvenientes, tales como su naturaleza intermitente, su inestabilidad fuera del control del ser humano y su baja concentración de potencia. Dichas dificultades conllevan a transformar esta energía en otra, para una mayor acumulación y su posterior empleo (Humberto, 2008).

Las energías renovables pueden contribuir al desarrollo social y económico. En condiciones favorables, es posible economizar costos en comparación con el uso de las energías no renovables, particularmente en zonas apartadas y en medios rurales pobres que carecen de acceso centralizado a la energía (IPCC, 2011).

Para el caso colombiano, se hace frente a una demanda energética creciente, dado a que se encuentra un gran desarrollo poblacional e industrial, que necesita consumo energético y que trae consigo problemas económicos, sociales y ambientales. Una eventual solución para suplir esta demanda y mitigar los problemas causados por la generación eléctrica actual, es la energía solar fotovoltaica, dado a que Colombia cuenta con un buen nivel de potencial de irradiación solar en

todo su territorio, pudiendo sacar provecho de esta fuente energética con diferentes tecnologías (Jhonnatan Gómez, 2017).

Por su parte, la energía solar fotovoltaica es apreciada como una de las fuentes de energía limpia más competentes, debido a su gran disponibilidad en cualquier zona del mundo y a la insuficiencia de efectos contaminantes. El funcionamiento de una célula fotovoltaica o agrupación de las mismas, para conformar un panel está definido por sus curvas características I-V y P-V, que muestran cómo se comporta dicho elemento ante las diferentes condiciones de trabajo (Maissa Farhat, Oscar Barambones b, Jose A. Ramos , Eladio Duran , Jose M. Andujar, 2015).

En consecuencia a lo expuesto anteriormente, este documento expone las actividades empleadas para cada uno de los diseños a partir de energías renovables, teniendo como objetivo de estudio, el análisis y el respectivo emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico on grid, off grid e híbrido en zonas rurales y urbanas, ubicadas a lo largo del territorio nacional Colombiano; con la finalidad de atender una fracción de la demanda de energía en zonas no interconectadas y adicionalmente reducir costos en el servicio de energía, debido a que estas zonas poseen condiciones climáticas favorables para el desarrollo de sistemas fotovoltaicos, basados en energía solar. Cabe destacar, que estos proyectos trajeron consigo la generación de una conciencia ecológica, donde se logró concientizar a las personas acerca de los beneficios que tiene el uso de este tipo de energía.

1. Estudios preliminares

De igual manera, la energía solar siempre ha sido imprescindible para el desarrollo de la vida del ser humano. A pesar de ello, la forma en que la sociedad la ha ido aprovechando, al implementar nuevas estrategias y herramientas, permitió una larga evolución (Planas, 2015).

Hoy en día es de gran importancia, contribuir a la construcción de edificaciones preservando el medio ambiente, teniendo en cuenta la sustentabilidad que este nos ofrece. Claro está que, para la conservación del medio ambiente, se debe tener presente que, para construir de manera sustentable, se debe de hacer optimizando los recursos naturales y respetando los principios ecológicos.

En el desarrollo de este apartado se determinaron las variables influyentes que han sido responsables del cambio climático, suponiendo como principal causa la producción, el uso de energía y el transporte.

1.1. Planteamiento del Problema

Con el Acuerdo para el Cambio Climático de París en (2015), 195 países firmaron el primer vinculante mundial, para evitar un cambio climático peligroso, donde fue evidente que el desarrollo económico del mundo debe moverse a partir de energías limpias, para dejar a un lado su producción a partir de combustibles fósiles.

Debido a esto en los últimos años se ha buscado mitigar estos altos niveles de contaminación e impactos ambientales que se han venido desarrollando en el proceso de generar energía eléctrica por medio de fuentes no convencionales de energía, se trata de promover el desarrollo de proyectos

en los cuales la generación sea por algún otro medio, en el cual la energía se aproveche de recursos renovables.

Actualmente la mayor parte de la energía de nuestro país es producida por generación hidroeléctrica debido a los grandes recursos hídricos de nuestro país, aunque no es algo que simplemente nos pueda atar a solo este tipo de generación.

En Colombia la utilización de energía solar se ha transformado en una disyuntiva que cada vez tiene más partidarios, sobre todo para producir electricidad. La localización geográfica es afortunada para la irradiación energética, el adelanto de nuevas tecnologías, el crecimiento de nuevos mercados de energías renovables y el provecho tributario de la Ley 1715 del 2014, ocasiono un entorno ideal para el desarrollo de pequeños y grandes proyectos basados en este tipo de energía. (CELSIA, Todo lo que debes saber sobre la energía solar en Colombia, s.f.).

Por su parte, Energysoft S.A.S es una compañía precursora en importar, asignar e implementar energías renovables en todo el territorio nacional, desarrollando proyectos de instalación energética con responsabilidad y cumplimiento, siempre alineando los objetivos económicos de sus consumidores, a través de la implementación de los protocolos establecidos por la empresa, en cada uno de los procedimientos que se realizan para el montaje de cada uno de los proyectos energéticos y así brindando siempre la mejor calidad en cada uno de sus trabajos donde se vean beneficiados los usuarios en cuanto al buen funcionamiento, cumplimiento según las normas establecida en el Retie resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 en el sector eléctrico.

Los procesos de emplazamiento preventivo y correctivo de este sistema fotovoltaico están sujetos al constante mejoramiento, es ahí donde se integra este proyecto para apoyar profesionalmente con métodos y estrategias para alcanzar un elevado nivel.

Esta empresa en la actualidad cuenta con su prestación de servicios de emplazamiento y asesoramiento mediante el montaje de energía renovable llamado sistema fotovoltaico, al cual se realizan procesos preventivos, correctivos y puesta a punto, en las diferentes industrias del sector educativo, petrolero, agrónomo e industriales.

Es por esta razón que se requiere un apoyo profesional a los procesos de emplazamiento que son ejecutados por la empresa. Donde se llevan a cabo parámetros para la instalación de un montaje excelente que cuenta con un recurso de energía infinito, fruto de una fuente de energía limpia que asegura el buen funcionamiento y suministro constante, de igual forma se planifica el proyecto teniendo en cuenta el espacio de instalación que se ajusta a las necesidades y tiempos de los consumidores, donde se ofrece una amplia garantía en cada uno de los productos y procesos implementados.

Para corregir el mal funcionamiento de estas instalaciones, se realizará mantenimiento preventivo y correctivo dentro de las fechas estipuladas por la empresa, donde generalmente se realizan cada mes de forma sistemática y continua. El mantenimiento se hace mediante verificación, ajuste y reparación de fallas en el sistema fotovoltaico, en el sector donde se encuentra el montaje, bajo la normatividad Código Eléctrico Colombiano NTC 2050.

1.2. Objetivos del Proyecto

Con la idea de poder resolver la cuestión previa, se ha definido un objetivo general que ha sido alcanzado tras el cumplimiento de una serie de actividades intermedias, tal y como se muestra a continuación.

1.2.1. Objetivo General

Avalar los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico on grid, off grid e híbrido acorde con las normas, parámetros y funciones establecidas por la empresa en la Compañía Energysoft S.A.S Ibagué – Tolima.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de carga y consumo en las diferentes industrias del sector avícola, agrónomo e industrial, para el posterior emplazamiento de sistemas fotovoltaicos.
- Calcular el número de paneles, así como el tipo de panel más adecuado de acuerdo a las características de la zona, del mismo modo determinar, que tipo de inversor es el más conveniente para el sistema.
- Realizar un estudio de irradiación en la zona donde se va realizar el proyecto en las diferentes industrias del sector avícola, agrónomo e industrial.
- Estudiar las normas recientes del sector eléctrico que sean compatibles en la implementación de energías renovables a los contratos de interconexión de sistemas fotovoltaicos.
- Determinar los elementos integrantes de una instalación solar fotovoltaica de conexión a la red de suministro o para electrificación aislada.

- Conocer nuevos materiales y nuevas metodologías que son ocupados en obra para optimizar un mejor trabajo.
- Aplicar todos los conocimientos adquiridos en el proceso de formación académica de la Universidad Antonio Nariño (Ibagué, Tolima) y ponerlos en práctica al momento de enfrentar situaciones de carácter técnico en terreno.

1.3. Marco Teórico

Es importante saber cómo ha sido aprovechada la energía solar a través de los años, y como surge la idea de crear paneles solares compuestos por los sensores que conocemos hoy en día. Por otro lado, es necesario también conocer los ciclos y los diseños que se han utilizado en el mundo, para la explotación de energía solar.

1.3.1. Antecedentes sobre la energía solar

La primera referencia histórica que se encuentra sobre la energía solar, es en la antigua Grecia con Arquímedes, donde varios estudios exponen como este físico aprovecho espejos hexagonales para reflejar rayos solares, enfocándolos en la flota romana con el fin de destruirla.

Por su parte, Leonardo da Vinci quiso también aprovechar la energía del sol, construyendo un concentrador de 6 kilómetros de diámetro a base de espejos cóncavos para producir vapor y calor industrial (Pandora, 2010).

A mediados del siglo XVIII, Georges-Louis Leclerc, continuo explorando en este campo, hasta que creo su concentrador de energía solar definitivo con 360 piezas de cristal de 20 centímetros (Programacion, 2017).

En 1913 Frank Schuman, construyó en Meadi, a 25 km del Cairo la que se puede considerar como primera planta de canal parabólico de la historia. Este ingeniero estadounidense instaló 5 artesas con espejos parabólicos dispuestos en estructuras semicirculares para seguir la trayectoria del sol, donde cada artesa medía unos 60 metros, con esta irradiación solar el agua llegó en la línea focal de los espejos casi hasta el punto de ebullición, estas instalaciones eran la antecesora de las actuales instalaciones solares en California, de las que solo se diferencia por el hecho de generar directamente energía eléctrica. Las instalaciones de Schuman en Egipto fueron destruidas durante la primera guerra mundial y después de la guerra ya no fueron reconstruidas (technology, 2011).

1.3.2 Descubrimiento del efecto fotovoltaico a la primera célula solar

La evolución de las celdas solares ha permitido generar sistemas fotovoltaicos más eficientes, dentro de los acontecimientos más relevantes para el descubrimiento y desarrollo de las Celdas Solares se destacan:

Alexander Edmon Becquerel, fue el físico que estudió el espectro solar, el magnetismo, la electricidad y la óptica. Se le atribuye el descubrimiento del efecto fotovoltaico en 1838, luego de constatar que la corriente subía en uno de los electrodos de una pila electrolítica cuando esta se exponía al sol, (Energía P. , 2017). También es conocido por su trabajo en la luminiscencia y fosforescencia.

Posteriormente en 1883 Charles Fritts creó la primera celda solar con una eficiencia del 1%. La primera celda solar fue construida utilizando como semiconductor el Selenio con una muy delgada capa de oro (Energiza, 2018).

Por su parte, los estudios realizados en el siglo XIX por Faraday, Maxwell, Tesla y Hertz, sobre inducción electromagnética, fuerzas eléctricas y ondas electromagnéticas, suministraron la base teórica al efecto fotoeléctrico.

En este sentido, en 1953 Gerald Pearson de Bell, creó accidentalmente una célula fotovoltaica usando como material principal el silicio. A partir de este descubrimiento, otros científicos como Daryl Chaplin y Calvin Fuller, reformaron este invento y produjeron células solares de silicio capaces de proporcionar suficiente energía eléctrica (Estremera Pedriza, 2016).

1.3.3. Energías renovables en Colombia

En la actualidad, el crecimiento industrial y económico de la mayoría de las empresas implica una clara expansión de los sistemas eléctricos de potencia.

La energía solar presenta un gran impedimento en cuanto al difícil acceso al mercado eléctrico debido al elevado costo MWh, no obstante, se estima que se presentará una reducción del 18% cada que la producción se duplique. Las distintas tecnologías de fabricación, así como la producción a gran escala han contribuido de manera significativa a la reducción de los precios de los módulos fotovoltaicos.

Por su parte, Colombia se determina como uno de los principales países generadores de energía solar debido a su radiación. La mayor parte del territorio nacional cuenta con un recurso de brillo solar (horas de sol), alrededor de 4, 8 y 12 horas de Sol al día en promedio diario anual, valores altos en comparación de países como Alemania el cual cuenta con 3 horas de brillo solar. Lo anterior equivale a una radiación promedio uniforme de 4,5 kWh/m² durante el año, la cual supera

el valor promedio mundial de 3,9 kWh/m²/d (CELSIA, Energía solar en Colombia: así es el panorama en cifras, 2018).

1.4. Alcance

El desarrollo de esta gestión empresarial, pretende realizar el proceso, desarrollo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico on grid, off grid e híbrido en las diferentes industrias del sector avícola, agrónomo e industrial. Así mismo el emplazamiento preventivo y correctivo está dirigido a sistemas fotovoltaicos bidireccionales, donde se tiene en cuenta la norma RETIE y NTC 2050.

En cumplimiento de los requerimientos de la compañía Energysoft S.A.S, se realizará un proceso de inducción, a cargo de los ingenieros de esta área a quienes se les capacita realizando la presentación y dando a conocer las actividades de cada uno de los empleados de los diferentes cargos que se encuentran trabajando en los procesos de instalación del sistema fotovoltaico.

1.5. Justificación

La energía solar fotovoltaica se conoce como una de las energías limpias con más futuro debido a que es ilimitada y económica. Junto con la energía eólica se espera que en unos años sustituya el mal funcionamiento de las energías fósiles puesto que son limitadas y se están agotando, mientras que la demanda de consumo de energía cada vez aumenta más.

Desde el punto de vista energético los módulos solares son eficientes, porque generan electricidad en el mismo lugar que se consume, atenuando significativamente las pérdidas por distribución. En este sentido, las cubiertas ofrecen mayor potencial de integración en términos de producción energética, por ser las superficies mejor situadas y de mayor extensión, libres de

obstáculos y restricciones. En este contexto, han tenido especial desarrollo los sistemas Fotovoltaicos.

Como se ha podido evidenciar en la revisión hecha, hoy en día se ha potenciado el uso de energías renovables a nivel mundial por el alza en costos de energía convencional y el daño que estamos generando al medio ambiente por ende se está implementando energías fotovoltaicas, eólicas, biomasa entre otras.

Por lo descrito anteriormente, surge la importancia de realizar estos procesos de emplazamiento preventivo y correctivo de los sistemas fotovoltaico por parte de un profesional con su equipamiento respectivo, para llevar a cabo una ayuda al fortalecimiento de la prestación y seguridad del servicio.

Con el desarrollo de esta gestión empresarial, se busca aplicar los conocimientos adquiridos en cuanto a procesos de formación en ingeniería a lo largo de la carrera cursada en la Universidad Antonio Nariño Sede Ibagué, con el fin de brindar apoyo y soluciones profesionales en la empresa Energysoft S.A.S. Así mismo adquirir experiencia y conocimientos en el amplio tema de energías renovables que hoy en día es de suma importancia en las entidades prestadoras de servicios de energía.

2. Metodología

En Cumplimiento a los lineamientos institucionales, se realizó un proceso de inducción a cargo del ingeniero electrónico Julián Camilo Leal Zuluaga, quien fue el directo encargado de guiar, enseñar y supervisar el trabajo en oficina y campo.

Posteriormente, el ingeniero oriento un recorrido a través de las instalaciones de la compañía, y realizo la respectiva presentación entre los empleados y el pasante, dando a conocer principalmente las funciones a cargo que tiene cada uno, dentro del área de diseño y emplazamiento de sistemas fotovoltaicos en la compañía Energysoft S.A.S., dado a que dicha área fue la asignada al pasante.

Durante la inducción, se describió de forma detallada las funciones que debían ser realizadas dentro del área establecida, donde se trabaja con una determinada cantidad de equipos para sistemas fotovoltaicos. Junto a los manuales técnicos y la explicación de los operarios, se procedió a conocer a fondo el funcionamiento de cada uno de los equipos.

En el desarrollo del proyecto de internado empresarial, se dio inicio a la evaluación de todos los equipos que se utilizaron en cada uno de los diseños de sistemas fotovoltaicos, por medio de un banco de pruebas que permitió la configuración y el análisis de funcionamiento de cada uno de los equipos. Además, se establecieron los tiempos de emplazamiento y mantenimiento dentro del portafolio de servicios de la empresa, con el fin de dar orden al desarrollo de las actividades propias en el proceso de instalación. Cada uno de estos procedimientos contribuyó, a que la ejecución del

trabajo propuesto, permitiera obtener resultados positivos y el cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados.

El desarrollo de la metodología del proyecto se estableció por segmentos, de acuerdo al orden cronológico en el que se desarrollaron las actividades en la compañía. Por esta razón, se plantearon procedimientos iniciales, intermedios y finales, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos descritos en el proyecto. Las actividades que se desarrollaron fueron:

Procedimientos iniciales:

- ✓ Planeación y realización del cronograma de actividades.
- ✓ Análisis de la información existente en la compañía sobre el estado de los equipos fotovoltaicos.
- ✓ Diagnóstico del estado funcional del equipamiento fotovoltaico.

Procedimientos intermedios:

- ✓ Configuración y programación de equipos a instalar.
- ✓ Cálculos de equipos fotovoltaicos a instalar.
- ✓ Reconocimiento a las zonas donde se instalaron los paneles solares, considerando el criterio de Ubicación, logrando instalarlos en lugares libres de obstáculos que pudiesen impedir el paso directo de los rayos solares.
- ✓ Visitas a las zonas donde se realizaron los proyectos, determinando el espacio a instalar, longitud, latitud y el consumo hora/día.

- ✓ Diseño de estructura de soporte para módulos fotovoltaicos y tipo de conexiones entre ellos.
- ✓ Diseño de tablero de protecciones cumpliendo con las normas NTC.

Procedimientos finales:

- ✓ Instalación y conexión respectiva de los paneles fotovoltaicos, los reguladores de carga, los inversores, las baterías, los tomacorrientes y los equipos de iluminación.
- ✓ Conexión directa del panel fotovoltaico al regulador de carga.
- ✓ Verificación del buen funcionamiento del sistema fotovoltaico instalado.
- ✓ Verificación del mantenimiento y operatividad del sistema.

3. Reseña histórica

En este capítulo, se muestra la descripción de la empresa en la que se está presentando actualmente el desarrollo de la gestión empresarial, para tener mayor claridad sobre los procesos que se realizan dentro de la misma.

Figura 1. Logo de la empresa.



Fuente: (Energysoft, 2020)

3.1. Razón social

ENERGYSOFT S.A.S

NIT: 901-075-594

Dirección: Calle 60 #5-75 Barrio Limonar – Ibagué, Tolima.

3.2 Estado actual de la empresa

Energysoft S.A.S es una empresa colombiana dedicada al diseño, mantenimiento, suministro e instalación de sistemas solares fotovoltaicos. Brindando la mejor asesoría, respaldo y

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S.
Ibagué – Tolima.

junio de 2020

acompañamiento profesional a todos sus clientes. Utilizando siempre equipos de última tecnología y excelente calidad que contribuyan con el mejoramiento del medio ambiente.

Cuentan con más de 5 AÑOS de experiencia en donde han satisfecho las necesidades energéticas de más de 80 clientes en las diferentes industrias del sector avícola, agrónomo e industrial.

3.3 Misión

Realizar proyectos de energía limpia en diversos sitios, mediante procesos productivos, innovadores y rentables. Ofreciendo sus servicios y entregando soluciones a sus clientes. Teniendo como principal prioridad proporcionar un suministro de energía respetuoso con el medio ambiente, sostenible y libre de conflictos.

3.4 Visión

Ser una empresa reconocida como un solucionador integral para el comercio de la energía sostenible y renovable. Destacando por la calidad de sus productos, servicios, imagen, conceptos y beneficio. Y así mismo crecer de forma sólida y progresiva creando valor y rentabilidad para el equipo de trabajo y los clientes.

3.5 Portafolio Energysoft S.A.S

- Energysoft cuenta con los siguientes insumos, mantenimientos y diseños de proyectos:
- Panel solar de 100W a 345W mono cristalino o poli cristalino.
- Inversor Off Grid Y On Grid.
- Regulador o Controlador de carga Mppt y Pwm.

- Conector Mc4, Mc4(y) y Mc4(y3)
- Cable Fotovoltaico de 4mm y 6mm.
- Soporte y grapas Alurak.
- Baterías o acumuladores estacionarios, Agm y Gel de 2AH hasta 200AH.
- Diseño de Proyectos solares Off Grid de 250W a 3KW
- Diseño de Proyectos solares Híbridos y On Grid de 3.5kva a 300kva
- Elaboración de cronogramas y planes de mantenimiento de proyectos solares.
- Mantenimiento preventivo de equipos solares.
- Mantenimiento correctivo de equipos solares.
- Calibración de equipos nuevos.
- Calibración y verificación metrológica.

4. MARCO REFERENCIAL

En el siguiente apartado, se encontrará una recopilación breve de la fundamentación teórica en la que se basó la presente gestión empresarial.

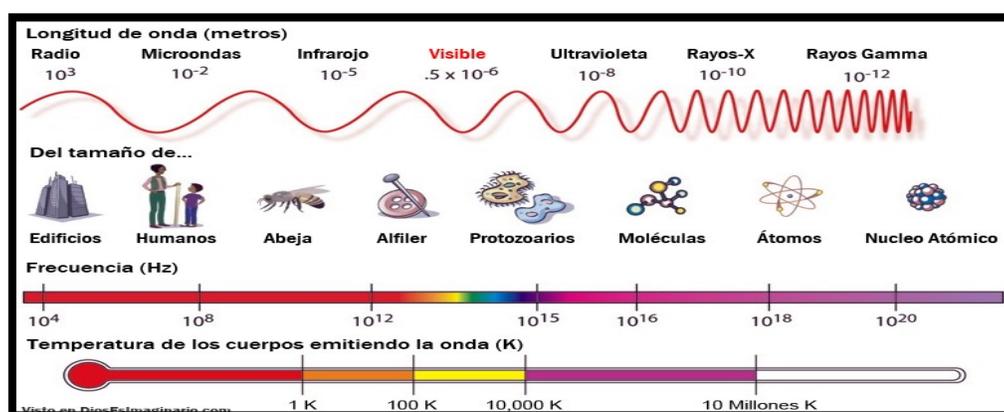
4.1 Radiación Solar

El sol es un astro que posee luz propia, centro del Sistema Solar por ende constituye el principal foco calorífico y energético; es decir, sin él no hubiera sido posible la vida en la Tierra, todo el alimento y el combustible procede de las plantas que utilizan la energía de la luz solar para poder vivir.

El sol es una fuente de energía que produce una radiación de 62600 kW/m² por este motivo la conversión de la energía solar es una gran fuente de energía eléctrica (Avila & Solis, 2019).

La radiación solar nace de una fusión nuclear en el sol por medio de compuestos químicos como el hidrogeno y el helio que se transmiten por ondas electromagnéticas que poseen diferentes longitudes de onda estas son generadas por el sol las cuales viajan por el espacio llegando a la tierra con una velocidad de 299.792.458 m/s. El conjunto de todas las longitudes de onda se denomina espectro electromagnético.

Figura 2. Espectro electromagnético.



Fuente: (física, 2012).

Los porcentajes de la radiación solar en las diferentes regiones del espectro son:

- Ultravioleta: 7%
- Luz visible: 43%
- Infrarrojo: 49%
- El resto: 1%

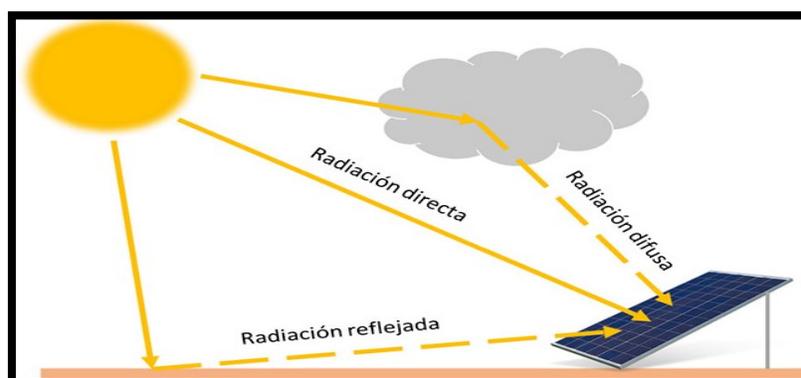
La tierra solo recibe una pequeña cantidad de radiación solar. Por esto la irradiación se divide en tres tipos:

- 1. Radiación directa:** llega a la tierra directamente del sol sin ningún cambio en su trayectoria.
- 2. Radiación difusa:** Es una radiación directa a nuestra atmosfera que, al llegar sufre cambios llamados dispersión por causa de las moléculas en la atmosfera.
- 3. Radiación reflejada:** Es aquella que se refleja en la superficie terrestre hacia una altura superior.

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S.
Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Figura 3. Ejemplo radiación directa, difusa y reflejada en un módulo fotovoltaico.



Fuente: (CPS, 2020).

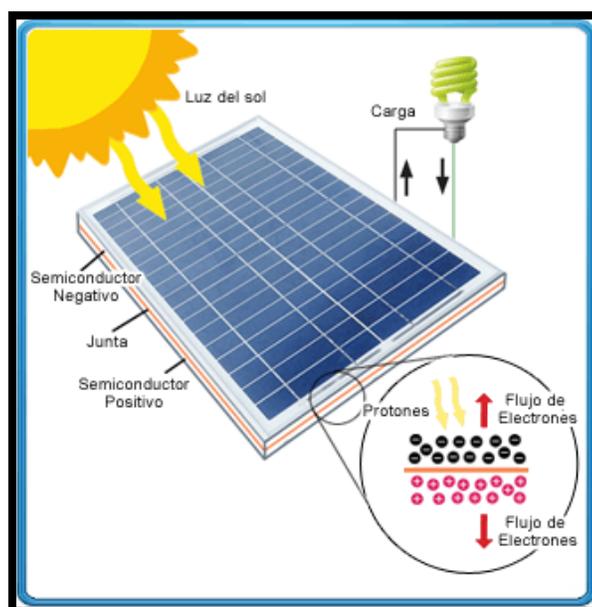
4.2 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es una de las fuentes con más futuro en el mundo debido a que no es contaminante, su instalación no necesita mucho tiempo para entrar en operación, los productores de energía pueden ser emplazados de una forma distribuida.

En resumen, la energía solar fotovoltaica es producida directamente de la radiación emitida por el sol. Los sistemas fotovoltaicos al carecer de partes móviles, no necesitan mantenimiento y sus celdas tienen una durabilidad extendida por décadas (Rodríguez, 2018).

Esta energía fotovoltaica consiste en la conversión directa de la radiación solar a electricidad convencional. Esta conversión se realiza por medio de un módulo o célula solar, esta es la unidad primaria para el efecto fotovoltaico. Ella va dirigida a cualquier campo de aplicaciones donde se requiera generar electricidad ya sea que tenga o no conexión a la red.

Figura 4. Ejemplo de efecto fotovoltaico



Fuente: (Wikidot, 2020)

4.3 Sistema fotovoltaico

Este efecto se produce debido a la transformación de la energía solar en energía eléctrica, para realizar este cambio, se utilizan los llamados módulos solares. Dichos módulos son unos conjuntos de componentes electrónicos, eléctricos, y mecánicos que trabajan en conjunto para captar la radiación solar y transformarla en energía convencional.

4.3.1. Tipos de sistemas

A continuación, se detallan los diferentes tipos de sistemas fotovoltaicos y de celdas solares, con la intención de dejar claro la disimilitud que existe entre estos dos criterios.

Los sistemas fotovoltaicos están compuestos por numerosas celdas solares que transforman la luz en electricidad. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía lumínica produce cargas positiva y negativa, creando así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

El uso que se le puede dar a los sistemas fotovoltaicos suelen ser muy variadas, y se divide en dos tipos:

➤ **Sistemas On – Grid o interconectados:**

Estos sistemas están conectados a la red eléctrica, generalmente se encuentran en centrales fotovoltaicas que funcionan como cualquier otra central de energía (nuclear, eólica, etc.) y se asigna directamente en la red eléctrica.

Figura 5. Ejemplo de sistema fotovoltaico interconectado a la red On grid estación de servicio Terpel Los Ocobos Ibagué.



Fuente: (Energysoft, 2020).

Este sistema solar fotovoltaico opera enlazado a la red convencional y no puede trabajar sin ella y no tienen sistema de acumulación de energía. Hay dos tipos de generación de ella:

✓ Generación fotovoltaica unidireccional

Este sistema On - Grid funciona para autoconsumo directamente lo que se genere por la radiación solar en el día eso mismo va a suplir el consumo interno del hogar, no requiere permisos para su instalación y no cuenta con acumuladores. Este sistema cuenta con falencias, esta tiene mucha pérdida de energía cuando hay un pico alto de radiación solar ella sobrepasa el consumo requerido, además si no hay radiación solar no se genera energía.

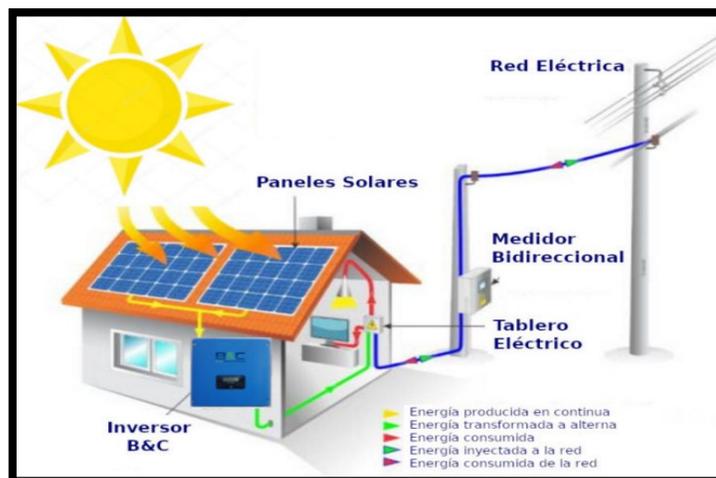
✓ Generación fotovoltaica bidireccional

Este sistema está diseñado para ahorro económico y energético, una vez generada la energía es llevada al consumo del hogar y el restante a la red eléctrica de la compañía electrificadora. En Colombia ya está regulada la generación energético solar bidireccional.

Estos sistemas On Grid se configuran para que:

- Durante el día, se consume la energía solar que fue producida por la instalación.
- Si excede los valores necesarios para el aprovisionamiento la energía producida es inyectada a la red eléctrica.
- Cuando no hay luz solar o ésta no es suficiente, el sistema no genera electricidad y como en este sistema no se emplea un almacenador de energía como la batería, se debe hacer uso de la energía convencional.

Figura 6. Sistema On grid

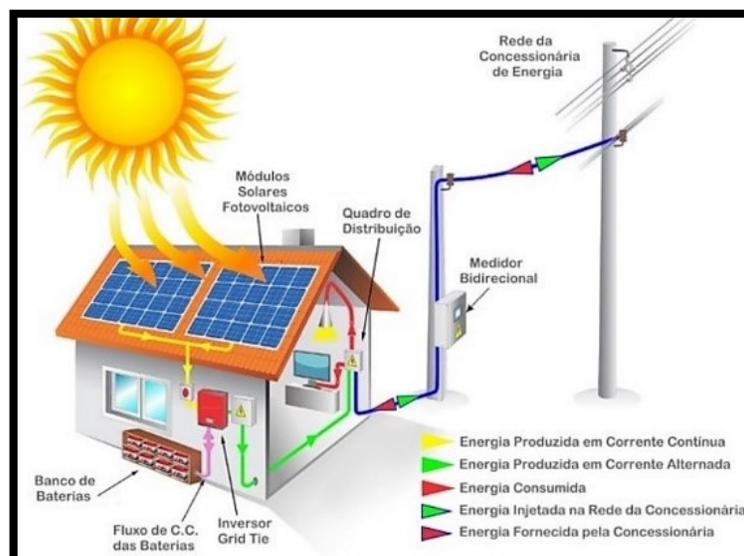


Fuente: (Innovation, 2020)

➤ **Sistema Fotovoltaico Híbrido On Grid**

Este tipo de Sistema Híbrido On Grid reúne una serie de complementos de cada sistema fotovoltaico, el cual funciona con acumuladores y puede ser aislado, unidireccional y bidireccional. Un hogar consume la energía solar que se requiera y la restante es almacenada en los acumuladores, una vez almacenada la energía en los acumuladores y hay un pico excesivo de radiación solar, ésta sobrepasa el consumo interno del hogar y la energía resultante será inyectada a la red eléctrica de la compañía electrificadora.

Figura 7. Sistema híbrido On grid



Fuente: (GridSolaris, 2020)

✓ Sistemas Off – Grid o autónomos

Este sistema aislado, generalmente se utiliza a pequeña escala ya que es designado a suplir consumos en el mismo lugar donde se instala. Comúnmente estos sistemas suelen instalarse en pueblos pequeños o viviendas que estén alejadas de la red eléctrica.

Dentro de los sistemas más comunes en este sistema Off – Grid se encuentran:

1. Bombeo de agua.
2. Calentadores de agua.
3. Señalización.
4. Seguridad.
5. Área rural.
6. Telecomunicaciones.

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Figura 8. Ejemplo de sistemas fotovoltaicos aislados a la red Off grid área rural.



Fuente: (Energysoft, 2020).

✓ Sistema fotovoltaico Off grid-multifuncional

Como su nombre lo indica es un sistema eléctrico para fines de autoconsumo aislado de la red convencional, pero a su vez puede trabajar con la red convencional complementando con acumuladores. Esto lo proporciona el inversor multifuncional capaz de conmutar y trabajar de la mano con la red convencional. Este sistema off grid multifuncional tiene como finalidad en transformar la corriente continua en corriente alterna.

4.4. Componentes para un sistema fotovoltaico

Existen múltiples configuraciones y diseños el cual con lleva a tener diferentes componentes para un sistema de energía solar fotovoltaico. El más importante para ello es el modulo fotovoltaico, sin él no existiría esta energía renovable.

4.4.1 Modulo solar

Los módulos solares fotovoltaicos producen electricidad en forma de corriente continua y suelen tener entre 20 y 144 células solares. En el paso del tiempo ha generado un desarrollo constante de la energía solar fotovoltaica, esto ha llevado a evolucionar nuevas tecnologías y avances en los módulos solares, utilizando muchas clases de semiconductores para encontrar más eficiencia en ellos.

4.4.2. Células Solares

Son dispositivos electrónicos que permiten transformar la energía lumínica en energía eléctrica, y están compuestas por materiales semiconductores como el silicio.

Existen diversos tipos de celdas solares para la creación de módulos solares tales como:

✓ Celdas Monocristalinas:

Estas celdas poseen una vida útil más de 30 años, además un rendimiento mayor debido a que están fabricados con silicio altamente puro, por ende, tienen más eficiencia que las celdas Policristalinas en escenarios de poca luz, pero también su eficiencia tiende a reducirse debido a altas temperaturas a diferencia de las celdas policristalinas.

✓ Celdas Policristalinas:

La fabricación de esta celda es simple, tienen una estructura no uniforme, por esto su costo de fabricación es menor; Poseen menos eficiencia que las células monocristalinas, sin embargo, en altas temperaturas no tienen pérdidas altas. Estos módulos solares policristalinos son los más

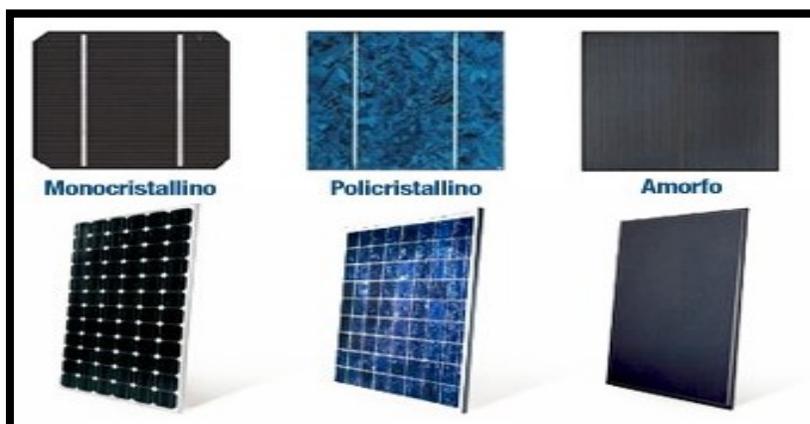
usados en el comercio y en instalaciones, estas células policristalinas a medida del tiempo han avanzado para una mayor eficiencia.

✓ **Celdas de Capa Fina:**

Están fabricadas por varias capas de diferentes sustratos. Las celdas solares de película delgada suelen clasificarse según el material fotovoltaico utilizado:

- ❖ Silicio amorfo (a-Si) y otros silicios de película delgada
- ❖ (TF-Si) Teluro de cadmio (CdTe)
- ❖ Cobre indio galio y selenio (CIS o CIGS)
- ❖ Celdas solares sensibilizadas por colorante (DSC) y otras celdas solares orgánicas.

Figura 9. Tipos de módulos o células fotovoltaicos



Fuente: (Automa, 2017)

4.4.3. Protección y encapsulación de módulos fotovoltaicos

Estos módulos deben estar expuestos a la intemperie, por esto los módulos tienen un sistema de protección contra el agua, polvo y de más elementos que dañan estas celdas solares. Cuentan con un encapsulamiento de diferentes compuestos y materiales que protegen y hacen que estos módulos solares tengan una vida útil mayor a 25 años. Unos de estos compuestos y materiales son:

- ✓ Marco de acero inoxidable
- ✓ Marco en aluminio
- ✓ Encapsulación con Películas EVA (Etileno vinil acetato) y lamina PVF (Fluoruro de Polivinilo) o lamina TPT (Tedlar/PET/Tedlar)
- ✓ Encapsulación con Silicona sylgard 184
- ✓ Encapsulación con Silicona qsil 184
- ✓ Protección posterior con silicona o acrílicos.
- ✓ Conectores solares para intemperie mc4.
- ✓ Protección de diodos con silicona.

4.5. Inversor solar

Para los sistemas solares fotovoltaicos que se requiera ir de DC a AC es necesario diseñar el sistema con inversores solares, estos inversores son encargados en cambiar un voltaje DC a AC simétrico a la salida con su magnitud y frecuencia.

Estos equipos utilizan la electrónica de potencia para poder controlar y transformar voltajes y corrientes para una amplia capacidad dependiendo de su aplicación, a sí mismo es el diseño de ello. Existen varios tipos de inversores para cada aplicación deseada:

4.5.1. Inversor Monofásico:

Estos inversores son Off grid en su mayoría solo tienen una fase y una única corriente alterna, además hay una gran variedad de estos inversores tales como:

➤ **Inversor onda modificada:**

Los pulsos entre las ondas de este inversor son mucho más bruscas y segmentadas, por esta razón este inversor es para uso básico como Bombillería, tv, pc, etc.

➤ **Inversor onda pura:**

Este inversor es capaz de reproducir una onda uniforme entre los diferentes pulsos, se utiliza en equipos como telecomunicaciones, motores, etc.

➤ **Inversor multifuncional:**

Este equipo monofásico es capaz de trabajar aislado o con la red convencional, tiene un regulador interno Mppt que permite una regulación de carga inteligente hacia las baterías, además puede trabajar con otros equipos de la misma cualidad en paralelo dependiendo si es bifásico o trifásico.

4.5.2. Inversor Bifásico

Estos inversores de dos fases y neutro actual desfasados 90 grados. En su mayoría son On grid he híbridos, además se pueden interconectar en paralelo inversores multifuncional monofásicos para cubrir la línea faltante.

4.5.3. Inversor Trifásico:

Estos inversores de tres corrientes eléctricas alternas iguales, desfasados 120 grados en su mayoría son On grid he híbridos especiales para sistemas fotovoltaicos grandes que incluyen en su mayoría motores, bombas sumergibles, molinos, etc. Este equipo son los que más se utilizan en el mercado actual.

4.6. Regulador solar

Estos reguladores son indispensables en sistemas fotovoltaicos Off grid, con inversores sencillos de onda modificada o pura. Su función principal es regular la carga hacia los acumuladores, he impide una sobrecarga en ellas y de esta manera alargar su vida útil. Existen dos tipos de reguladores:

➤ Regulador solar PWM:

Estos reguladores PWM (Modulación por anchura de pulsos) sólo tienen un Diodo, por tanto, los paneles solares funcionan a la misma tensión que los acumuladores. Este regulador cumple su función al acumular completamente la batería, agregando la carga de forma gradual, a pulsos de tensión, en la fase de flotación.

Regulador solar MPPT:

Estos reguladores MPPT trabajan de igual forma como los PWM, pero la tensión y la corriente son diferentes a un lado y a otro. Con esto se consigue aumentar la tensión del panel solar y aumentar el rendimiento solar hasta un 30% respecto a los reguladores solares PWM.

4.7. Acumuladores (baterías)

Estos acumuladores para sistemas fotovoltaicos reciben el nombre de ciclo profundo porque tienen que dar la energía sobre un tiempo considerablemente más largo y frecuentemente se descargan a niveles más bajos, ellas tienen capas de plomo más gruesas que además brindan la ventaja de prolongar su vida útil. Estas baterías son relativamente grandes y pesadas por el plomo. Son compuestas de celdas de 2 voltios nominales que se juntan en serie para lograr baterías de 6,12 o más voltios. El principal tipo de batería que se utiliza es:

➤ Baterías VRLA:

Estas baterías de ácido de plomo regulado por válvula son completamente selladas, pero contienen una tecnología que recombinan el oxígeno e hidrógeno que sale de las placas durante la carga y así eliminan la pérdida de agua si no son sobrecargadas. Estas baterías funcionan en cualquiera posición. Hay dos tipos fundamentales de estas baterías:

✓ Baterías de Gel:

Estas baterías de gel son una evolución mejorada, de las baterías plomo-ácido, ya que utilizan los mismos principios electroquímicos (reacciones redox), para convertir la energía química en eléctrica y viceversa, tienen una vida útil muy larga superior a las baterías AGM y pueden soportar bajas temperaturas.

✓ Baterías AGM:

Estas baterías son selladas y cuyo electrolito va absorbido en unos separadores de fibra de vidrio al igual que las baterías en gel, ellas tienen una rápida adsorción de corriente y así mismo puede entregar gran cantidad de corriente rápidamente en su carga y descarga.

➤ Características:

La batería es uno de los componentes más importantes del sistema; tiene como función almacenar la electricidad generada por el módulo y suministrarla a los equipos cuando lo necesiten.

- ✓ Están diseñadas únicamente para utilizarla en sistemas fotovoltaicos.
- ✓ Es necesario proteger la batería colocándola sobre una base de madera e instalarla en un lugar protegido, ventilado y donde no le llegue el sol.
- ✓ Almacenar el excedente producido en el día, para ser consumido en la noche.
- ✓ Tener una reserva que permite sobrepasar sin problemas varios días sucesivos de baja insolación (días nublados).

4.8 Irradiación solar

La irradiación solar, es la medida que determina la energía por unidad de área de radiación solar producida en un lugar y rango de tiempo específico. La magnitud es frecuentemente designada por los medios de comunicación social como radiación solar. Su valor depende críticamente de la latitud, la época del año, las horas del día y el clima imperante en el lugar.

4.8.1. (HSP) Horas solares pico

Se pueden determinar cómo el número de horas que se disponen de una hipotética irradiación solar constante de 1000 W/m^2 , sobre cada panel solar que compone la instalación fotovoltaica. Es decir, una hora solar pico “HPS” equivale a 1 Kwh/m^2 o, lo que es lo mismo, 3.6 MJ/m^2 .

Por ejemplo, si tenemos una irradiación de 3.200 Wh/m^2 , para pasarla a HSP, se divide entre 1.000 W/m^2 , con lo que obtenemos 3.2 HPS. En el anexo 18, se puede observar la irradiación global horizontal en Colombia, que ayuda como factor determinante para calcular las HSP.

5. ACTIVIDADES REALIZADAS

A continuación, se presentan las actividades realizadas, para cada uno de los proyectos instalados.

5.1 Proyecto avícola San Isidro

El proyecto de la granja avícola San Isidro, tuvo como objetivo la instalación de un sistema solar fotovoltaico híbrido unidireccional de 8,8kwp, con un respaldo en baterías de 48vdc/600ah y 32 paneles fotovoltaicos, según como se estipulo en el contrato de obra civil celebrado el 01 de agosto del 2019. El proyecto se encuentra localizado en (Moniquirá - Boyacá).

5.1.1. Desarrollo técnico del proyecto fotovoltaico

Este proyecto dio inicio con una inspección al terreno, para conocer la distribución eléctrica que posee la granja avícola San Isidro, dado a que la obtención de una buena radiación solar y una gran altura son aspectos importantes para la instalación de módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, para este proyecto fue indispensable la utilización de techumbres y la instalación de una pérgola, para la posterior instalación de los módulos fotovoltaicos cerca al tablero de distribución eléctrica de la granja.

El pasante en práctica brindo el apoyo necesario para la elaboración del proyecto en oficina, aportando conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera y los brindados por la empresa Energysoft S.A.S, para el desarrollo de los planos de la granja avícola San Isidro, la planificación del cronograma de actividades a realizar y posteriormente la cubicación de materiales.

Posteriormente el pasante brindo apoyo necesario en terreno, para ejecutar todo el proyecto previsto en planos, realizando la respectiva instalación de la planta solar, canalización y conexión de la misma.

5.1.2. Planos

En los planos se muestran el área instalada de los módulos solares. La planta solar fue construida en una estructura tipo pérgola parqueadero de la granja avícola para el aprovechamiento del espacio y la radiación calórica que se produce en esta zona. Es de suma importancia que la distribución de los paneles sea de tal forma que no tengan contacto con sombra de algún objeto externo a la planta y la orientación de los paneles sea en dirección sur.

Figura 10. Plano de emplazamiento de módulos fotovoltaicos.



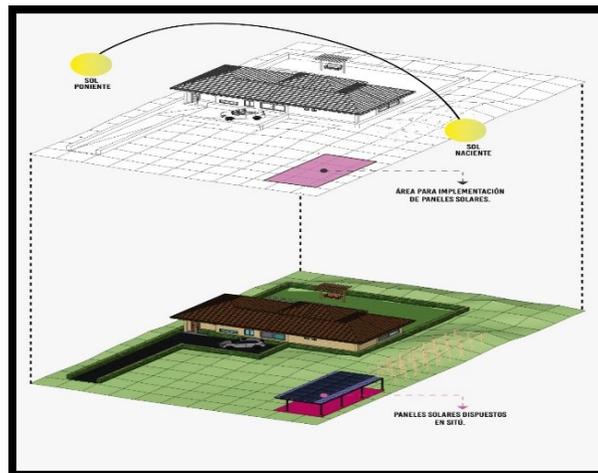
Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 11. (Continuación).

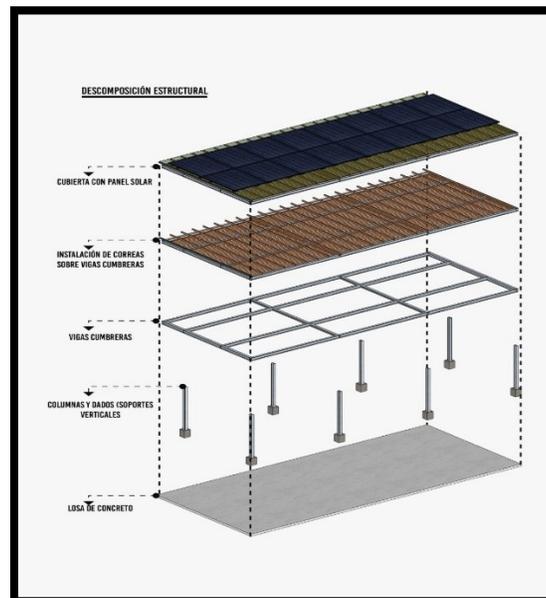


Fuente: (Energysoft, 2020)

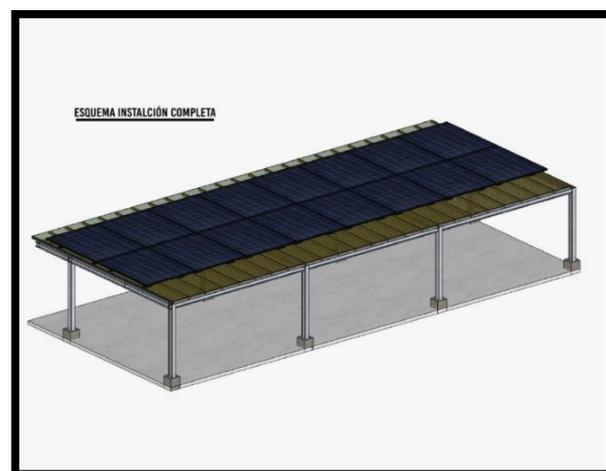
Figura 12. Estudio de terreno para la implementación de los paneles solares.



Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 13. Descomposición Estructural

Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 14. Esquema instalación completa

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

5.1.3. Cubicación

Para este proceso el pasante contabilizo la cantidad de materiales necesarios para la construcción del sistema solar fotovoltaico necesario para la granja; adicionalmente obtuvo retroalimentación de nuevos conocimientos basados en nuevas tecnologías y materiales.

Tabla 1. Cubicación

NOMBRE	REFERENCIA	CANTIDAD	UNIDAD
Módulos solares	Trina solar TSM275W-24V	32	UND
Inversor hibrido	Infisolar 5kva plus	2	UND
Transformador de aislamiento	10kva 220/110 wattio	1	UND
Banco de baterías 48v/600ah Magna	MA300-2V	24	UND

Rack antisísmico	RK24 MO-BT	1	UND
Cable Centelsa fotovoltaico negro	Cable centelsa fotovoltaico tipo pv, epr+cpe 600v y 2000v 90°c sr	1000	MTS
Cable Centelsa fotovoltaico rojo	Cable centelsa fotovoltaico tipo pv, epr+cpe 600v y 2000v 90°c sr	1000	MTS
Grapas	Alurack Mclam	60	UND
Grapas	Alurack Eclam	8	UND
Riel o soporte	Alurack Mrail	68	UND

Elaboración propia. Fuente: (Energysoft, 2020)

5.1.4 Instalación estructura

Para el soporte de los paneles fotovoltaicos, se instaló una pérgola tipo parqueadero armable, por medio de ornamentación con pintura electroestática, la cual fue diseñada para darle el grado de inclinación y soporte a los módulos fotovoltaicos.

Sobre esta estructura se instalaron los perfiles o soportes tipo Alurack para el modulo fotovoltaico, fijándolos a la techumbre con tornillos auto perforantes y sellándolos con tapagoteras.

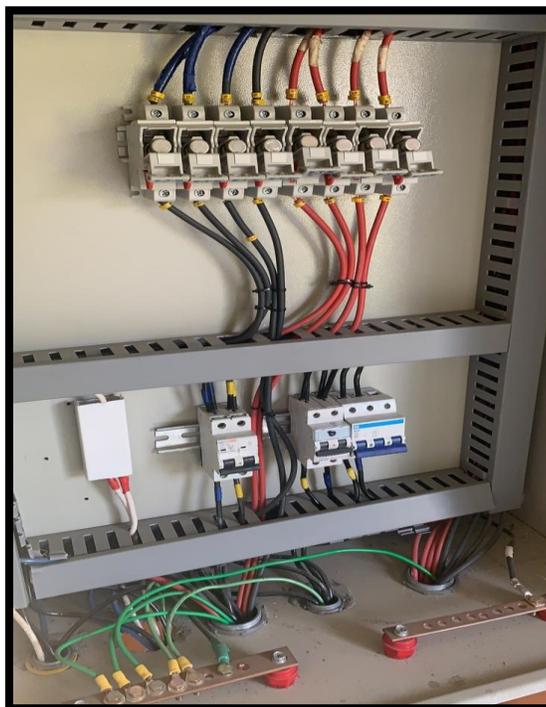
5.1.5 Diseño tablero de protección

Para el diseño del tablero de protección, se tiene en cuenta el arreglo de los módulos fotovoltaicos, los acumuladores y la red convencional.

Se instalaron 8 porta fusibles, con sus respectivo fusible cada uno de 32 amperios –DC, además cuenta con dos protecciones para la corriente alterna para cada equipo de 63 amperios y un fusible de 100An-DC para las baterías.

Además, cuenta con un tablero adicional para las protecciones del transformador, una de 63 amperios de entrada - AC y dos de 63 amperios de salida - AC.

Figura 15. Tablero de protección



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.1.6 Instalación módulos fotovoltaicos

Se realizó la respectiva instalación de los módulos fotovoltaicos teniendo precaución con la manipulación del mismo, para evitar la generación de daños internos a las micro celdas, dado a que unos daños en estas micro celdas podrían causar la pérdida de efectividad en el momento de la captación de radiación solar.

Para empezar, se ubicaron cuatro líneas, cada una compuesta de ocho módulos de manera vertical, para un total de 32 paneles solares, apoyándolos en las estructuras de soporte.

Posteriormente, ya organizados los módulos fotovoltaicos se comenzaron a fijar con los perfiles intermedios, ajustándolos con las grapas, los cuales van instalados entre cada dos paneles.

5.1.7 Conexión entre módulos fotovoltaicos

El siguiente paso, luego de instalar los módulos fotovoltaicos es conectarlos entre ellos, el diseño de este sistema se planteó en cuatro series, llegando al tablero de protección y dos de ellas hacia cada inversor híbrido.

5.1.8 Conexión entre inversores

Para la conexión entre los inversores, se duplicó la potencia disponible en la instalación a 10kW, y se adicionó otro inversor similar en paralelo.

Esta conexión se logró instalando una tarjeta de comunicaciones en cada inversor y conectándolas entre sí de forma cruzada.

Una vez establecida la comunicación entre ambos inversores, y estando conectados al mismo banco de baterías en paralelo, entre ellos decidirán en cada momento quien ejerce de master y quien de esclavo.

5.1.9. Conexión entre acumuladores

Para realizar esta conexión, se instaló una combinación de acumuladores serie-paralelo conocida como conexión mixta, que será una duplicación de la tensión nominal y de la capacidad.

Se utilizaron 24 acumuladores (MA300-2) Magna 300AH – 2V creando un banco de acumuladores de 48V/600AH para el sistema fotovoltaico hibrido, por ende, brinda un respaldo de energía aproximada de 48 horas continuas para el consumo nominal que requiere la granja.

5.1.10. Conexión transformadora de aislamiento

Esta conexión de transformadores de aislamiento, se utilizó porque los equipos tienen una salida 220v monofásica, una línea y un neutro.

Dado a que las energías convencionales en Colombia, están divididas por líneas de 110v. Ejemplo: Si la red convencional es bifásica, tiene dos líneas cada una de 110v y un neutro, y si es trifásico son tres líneas de 110v y un neutro.

Por este orden de ideas el transformador de aislamiento convierte o permite el paso de 220v al primario línea-neutro y por la secundaria saca dos líneas y un neutro que sería bifásico y por estas dos líneas alimentamos las cargas.

5.1.11. Canalización y distribución

Para este diseño, se utilizaron varias unidades de tubos galvanizados, para la respectiva canalización del cable fotovoltaico de techumbre a piso y subterráneo tubo PVC, haciendo el cambio por cajas de paso y cumpliendo con las normas NTC2050.

Figura 16. Cableado



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.1.12 instalación sistema eléctrico y puesta en marcha

Para la instalación del sistema eléctrico se conectaron dos series de arreglos fotovoltaicos a cada inversor y en paralelo la batería. Así mismo se procedió a realizar un bypass al tablero de distribución de la red doméstica de la granja, conectando la salida y la entrada de corriente alterna de cada inversor pasando por el transformador de aislamiento, teniendo en cuenta que todas estas conexiones se pasan por el tablero de protección.

Posteriormente a esta instalación, se realizó la respectiva programación del inversor madre, teniendo en cuenta la cantidad de corriente, voltaje de los acumuladores, y los arreglos fotovoltaicos. Esta instalación es un tipo de generación unidireccional, que se programó con un

sistema adicional de inyección para autoconsumo y acumulación, es decir en caso que la radiación solar no sea suficiente y la energía convencional llegue en menor cantidad, los acumuladores entran a producir la energía carente para el consumo.

Figura 17. Puesta en marcha del sistema eléctrico



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.2 Proyecto finca el silencio vereda Martínez

El proyecto de la finca el silencio, tuvo como objetivo la instalación de un sistema solar fotovoltaico off grid multifuncional de 3,42kwp, con un respaldo en baterías de 24vdc/400ah según como se estipulo en el contrato de obra civil celebrado el 15 de febrero del presente año. El proyecto se encuentra localizado en la (vereda Martínez - Tolima).

5.2.1. Desarrollo técnico del proyecto fotovoltaico

Este proyecto dio inicio con una inspección al terreno, para conocer la distribución eléctrica que posee la finca el Silencio, dado a que la obtención de una buena radiación solar y una gran altura son aspectos importantes para la instalación de módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, para este proyecto fue indispensable la utilización de techumbres, para la posterior instalación de los módulos fotovoltaicos cerca al tablero de distribución eléctrica de la granja.

El pasante en práctica brindo el apoyo necesario para la elaboración del proyecto en oficina, aportando conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera y los brindados por la empresa Energysoft S.A.S, para el desarrollo de los planos de la finca el Silencio, la planificación del cronograma de actividades a realizar y posteriormente la cubicación de materiales.

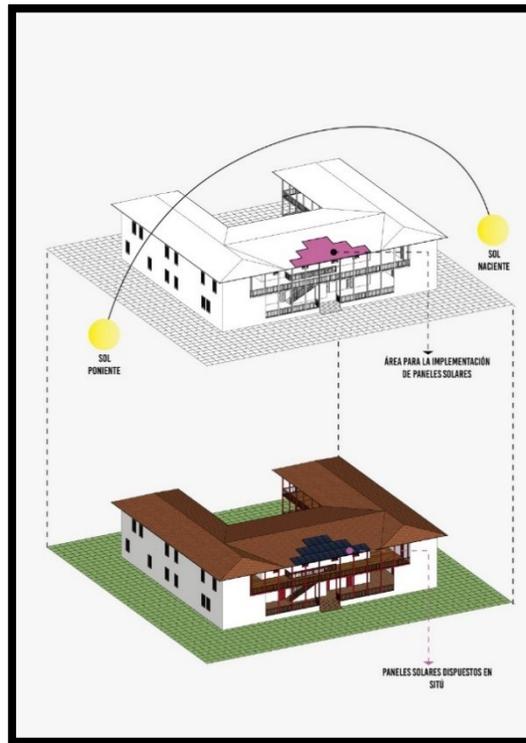
Posteriormente el pasante brindo apoyo necesario en terreno, para ejecutar todo el proyecto previsto en planos, realizando la respectiva instalación de la planta solar, canalización y conexión de la misma.

5.2.2. Planos

En los planos se muestran el área instalada de los módulos solares. La planta solar fue instalada en la techumbre de la finca el Silencio, para el aprovechamiento del espacio y la radiación calórica que se produce en esta zona.

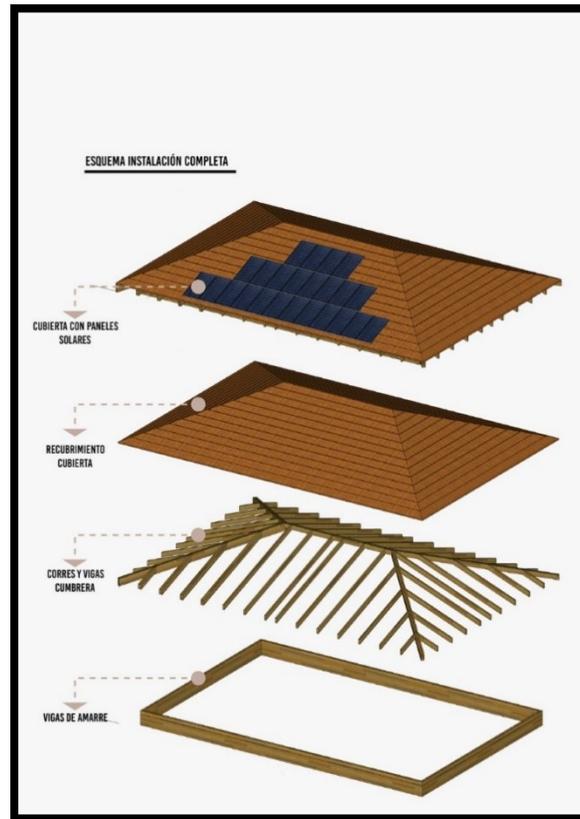
Es de suma importancia que la distribución de los módulos solares sea de tal forma, que no tengan contacto con sombra de algún objeto externo a la planta y la orientación de los paneles sea en dirección sur.

Figura 18. Estudio de terreno para la implementación de los paneles solares.



Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 19. Esquema de instalación completa



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.2.3. Cubicación

Para este proceso el pasante contabilizó la cantidad de materiales necesarios para la construcción del sistema solar fotovoltaico necesario para la finca; adicionalmente obtuvo retroalimentación de nuevos conocimientos basados en nuevas tecnologías y materiales.

Tabla 2. Cubicación.

NOMBRE	REFERENCIA	CANTIDAD	UNIDAD
Módulos solares	Trina solar TSM285W-24V	12	UND
Inversor multifuncional	Axpert3kva	1	UND
Banco de baterías 24v/400ah Magna	MA100-12V	8	UND
Rack antisísmico	RK8 MO-BT	1	UND

	Cable centelsa		
Cable Centelsa fotovoltaico negro	fotovoltaico tipo pv, epr+cpe 600v y 2000v 90°c sr	200	MTS
	Cable centelsa		
Cable Centelsa fotovoltaico rojo	fotovoltaico tipo pv, epr+cpe 600v y 2000v 90°c sr	200	MTS
Grapas	Alurack Mclam	18	UND
Grapas	Alurack Eclam	24	UND

Riel o soporte	Alurack Mrail	30	UND
-----------------------	---------------	----	-----

Elaboración propia. Fuente: (Energysoft, 2020)

5.2.4. Instalación estructura

Para el soporte de los paneles fotovoltaicos, no se requiere estructura ya que cuenta con una techumbre con gran disponibilidad de área y una buena inclinación favorable para la instalación de módulos fotovoltaicos.

Sobre la techumbre se instaló los perfiles o soportes tipo Alurack para los módulos fotovoltaicos, fijándolos a la techumbre con tornillos auto perforantes y sellándolos con tapagoteras.

Figura 20. Estructura de techumbre de la finca el silencio



Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

5.2.5. Diseño tablero de protección

Para el diseño del tablero de protección, se tiene en cuenta el arreglo de los módulos fotovoltaicos, los acumuladores y la red convencional.

Se instalaron 2 porta fusibles, con sus respectivo fusible cada uno de 32 amperios –DC, además cuenta con dos protecciones para la corriente alterna para cada equipo de 63 amperios y un fusible de 63A-DC para las baterías.

Figura 21. Tablero de protección



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.2.6 Instalación módulos fotovoltaicos

Se realizó la respectiva instalación de los módulos fotovoltaicos teniendo precaución con la manipulación del mismo, para evitar la generación de daños internos a las micro celdas, dado a

que unos daños en estas micro celdas podrían causar la pérdida de efectividad en el momento de la captación de radiación solar.

Para iniciar, se ubicaron los módulos en forma triangular por filas horizontales de la siguiente manera: 6 en el primer piso, 4 en el segundo y 2 en el último piso, para un total de 12 módulos solares, que fueron apoyados en la estructura de soporte de la techumbre.

Posteriormente, ya organizados los módulos fotovoltaicos se comenzaron a fijar con los perfiles intermedios, ajustándolos con las grapas, los cuales van instalados entre cada dos paneles.

5.2.7. Conexión entre módulos fotovoltaicos

El siguiente paso después de instalar los módulos fotovoltaicos es conectarlos entre ellos, el diseño de este sistema se planteó en una conexión mixta de cuatro series y diez paralelos entre ellos, llegando al tablero de protección la salida de ellas y a su vez al inversor.

5.2.8. Conexión entre acumuladores

Para la conexión de los acumuladores, se realizó una instalación en paralelo conocida por una duplicación de la capacidad de las mismas, para ello se utilizaron 8 acumuladores (MA100-12) Magna 100AH – 12V, para así mismo poder crear un banco de acumuladores de 24V/400AH, necesario para el sistema fotovoltaico off grid-multifuncional.

Estos sistemas de baterías funcionan carga y descarga, dado a que está diseñado para soportar 24 horas y 7 días sin tener picos excesivos de consumo de energía.

Figura 22. Acumulador de baterías



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.2.9. Canalización y distribución

Para el diseño de la canalización y distribución del cableado, se empleó una distribución interna, por lo cual se utilizó una canaleta plástica para esta canalización de la finca el silencio, llegando de la techumbre al cuarto de control interno de la finca.

5.2.10 instalación sistema eléctrico y puesta en marcha

Para la instalación del sistema eléctrico, se utilizó una conexión mixta de los arreglos fotovoltaicos, que permiten una máxima capacidad del inversor y en paralelo de las baterías. Posteriormente se procedió a realizar un bypass al tablero de distribución de la red doméstica de la finca el silencio, logrando conectar la salida y entrada de corriente alterna al inversor.

Este sistema Off - Grid multifuncional, funciona carga y descarga en los acumuladores por medio del sistema fotovoltaico, el inversor se programó dejando un margen de descarga de batería

alargando su vida útil, además se activó el SBU del programa del inversor, que se encarga de conmutar cuando la carga solar pasa a la red doméstica de la finca, he inversamente cuando hay carga solar prioriza los acumuladores. Teniendo en cuenta que todas estas conexiones se pasan por el tablero de protección.

Figura 23. Instalación sistema eléctrico y puesta en marcha.



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.3 Proyecto Autocentro Ltda.

El proyecto del Autocentro Ltda., tuvo como objetivo la instalación de un sistema solar fotovoltaico On - Grid con generación bidireccional de 25.2kwp, que consta de 90 módulos

fotovoltaicos, según como se estipuló en el contrato de obra civil celebrado el 06 de noviembre del 2019 con una duración de 90 días. El proyecto se encuentra localizado en (Neiva - Huila).

5.3.1. Descripción del lugar

Autocentro limitada, es un taller de mecánica rápida y mantenimiento general ubicado en el centro de la ciudad de Neiva-Colombia, con más de 15 años de experiencia en el sector. El lugar cuenta con red eléctrica independiente de media a baja tensión trifásica, con un transformador propio con carga instalada 45 KVA, medida semi-indirecta, su respectivo tablero general de donde dependen los tableros del taller y su cuarto eléctrico.

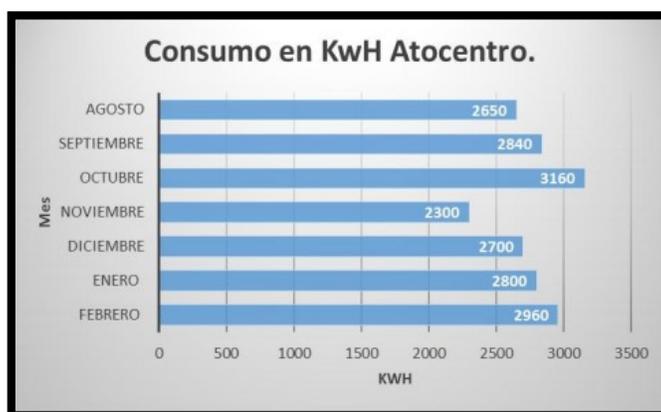
El código de cuenta del lugar es 156123254 cuenta de tipo comercial y a continuación se presenta un consumo promedio según datos del recibo de energía del lugar.

Tabla 3. *Datos de consumo promedio de energía*

Mes	Feb.	Ene.	Dic.	Nov.	Oct.	Sep.	Ag.
Consumo en Kwh	2960	2800	2700	2300	3160	2840	2650

Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 24. Grafico estadístico del consumo Kwh Autocentro



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.3.2. Desarrollo técnico del proyecto fotovoltaico

Este proyecto dio inicio con una inspección al terreno, para conocer la distribución eléctrica que posee la compañía Autocentro Ltda., dado a que la obtención de una buena radiación solar y una gran altura son aspectos importantes para la instalación de módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, para este proyecto On - Grid de generación bidireccional se debió cumplir con los reglamentos del RETIE y la compañía Electro Huila, para poder certificar la generación bidireccional a la red comercial.

El pasante en práctica brindo el apoyo necesario para la elaboración del proyecto en oficina, aportando conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera y los brindados por la empresa Energysoft S.A.S, para el desarrollo de los planos de la compañía Autocentro Ltda., la

planificación del cronograma de actividades a realizar y posteriormente la cubicación de materiales.

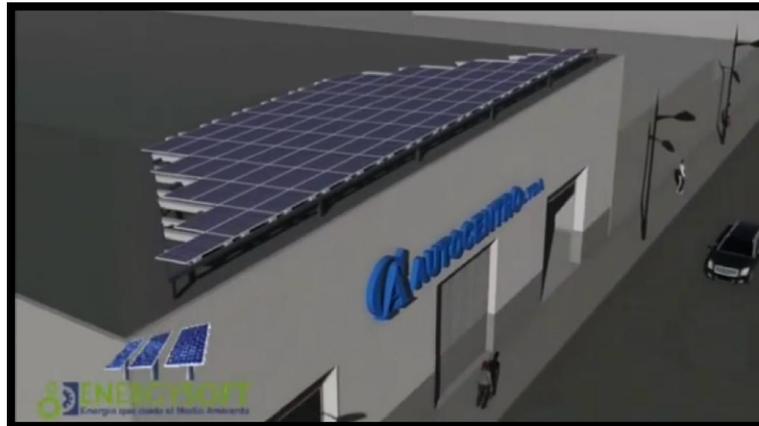
Posteriormente el pasante brindo apoyo necesario en terreno, para ejecutar todo el proyecto previsto en planos, realizando la respectiva instalación de la planta solar, canalización y conexión de la misma.

5.3.3. Planos

En los planos se muestra el área instalada de los módulos solares. La planta solar fue instalada sobre las nuevas bases construidas por la empresa Energysoft S.A.S como se mencionó anteriormente, dicha estructura fue la encargada de brindar la inclinación deseada para la mayor captación de radiación solar que llega a esta zona.

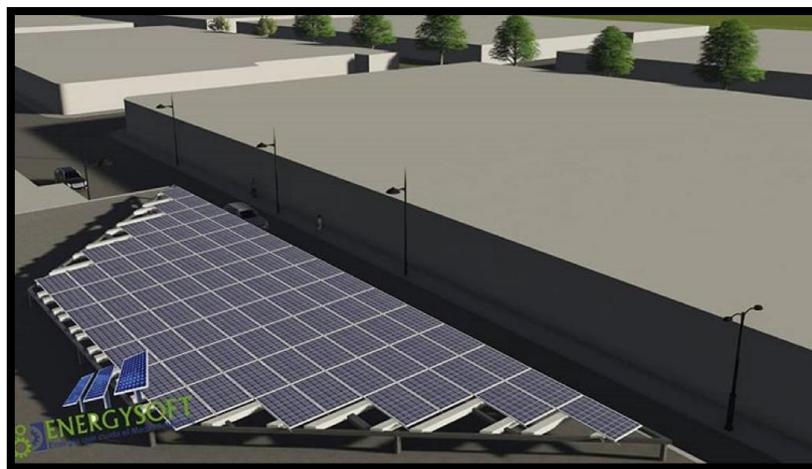
Es de suma importancia que la distribución de los paneles sea de tal forma que no tengan contacto con sombra de algún objeto externo a los módulos fotovoltaicos y la orientación de los paneles sea en dirección sur.

Figura 25. Plano de emplazamiento de módulos fotovoltaicos.



Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 26. Vista superior del emplazamiento de los módulos fotovoltaicos.



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.3.4. Cubicación

Para este proceso el pasante contabilizo la cantidad de materiales necesarios para la construcción del sistema solar fotovoltaico necesario para la compañía Autocentro Ltda.; adicionalmente obtuvo retroalimentación de nuevos conocimientos basados en nuevas tecnologías y materiales.

Tabla 4. Cubicación

NOMBRE	REFERENCIA	CANTIDAD	UNIDAD
Módulos solares	ZNCHINE ZXM6/280W-24V	90	UND
Inversor On Grid	Fronius simo 24.0-3	1	UND
Transformador de acople	30kva 480/208- 120 tipo seco	1	UND
	ISKRA MT-174	1	UND

Medidor bidireccional				
Cable Centelsa fotovoltaico negro	Cable centelsa fotovoltaico tipo Cu90°C10AWG-2KV-XLPE	3000		MTS
Cable Centelsa fotovoltaico rojo	Cable centelsa fotovoltaico tipo Cu90°C10AWG-2KV-XLPE	3000		MTS
Grapas	Alurack Mclam	170		UND
Grapas	Alurack Eclam	20		UND
Riel o soporte	Alurack Mrail	200		UND

Elaboración propia. Fuente: (Energysoft, 2020)

5.3.5 Instalación estructura

En este proyecto fue necesario realizar un estudio a la techumbre ya construida por la compañía Autocentro Ltda., para verificar cuanto peso podría soportar esta estructura a la posterior instalación de los 90 módulos fotovoltaicos, cerca al tablero de distribución eléctrica de la compañía.

Para las condiciones de dimensionado, se inició con la disponibilidad que cuenta el tejado del lugar para la instalación de los módulos solares, teniendo en cuenta la capacidad del transformador para no superar dicha potencia.

Terminado el estudio a la techumbre de la compañía, se evidencio que esta estructura tenía bases muy débiles para soportar esta instalación, por lo cual fue necesaria la instalación de un nuevo sistema estructural aporticado, realizado por la empresa Energysoft S.A.S. con unas bases más sólidas por medio de ornamentación metálica con pintura electroestática. Para dicha estructura de la instalación solar se utilizaron los rieles especiales para este tipo de estructura con sus respectivos accesorios.

5.3.6. Diseño tablero de protección

En este diseño del tablero de protección, se tiene en cuenta el arreglo de los módulos fotovoltaicos, los acumuladores y la red convencional.

Para la conexión del sistema, se realizó una distribución para cada MPPT en donde al primero se conectaron 3 arreglos de 18 paneles c/u y en el segundo se instalaron 2 arreglos de 18 paneles c/u, para un total de 90 paneles fotovoltaicos.

Cabe resaltar que el equipo a instalar cumple con la normatividad UI 1741 y cumple además con todas las protecciones solicitadas en “Acuerdo 1071 Por el cual se aprueba el documento "Requisitos de Protecciones para la conexión de Sistemas de Generación (menores a 5 MW) en el SIN colombiano".

Como se consideró según los cálculos y la disponibilidad de conexión del inversor se instalaron fusibles fotovoltaicos para cada uno de los 5 arreglos de paneles solares.

Según ficha técnica del panel solar la corriente de corto circuito I_{oc} es 9.47 A

$$\text{➤ } I_{\text{protección}} = 1,3 * ISC$$

Siendo

ISC: La corriente de corto circuito del panel.

$$\text{➤ } I_{\text{protección}} = 1,3 * 9,47 = 12,311 \text{ A}$$

Se instalaron tanto para los positivos como los negativos los siguientes fusibles, con su respectiva porta fusible. Fusibles especiales 15AMP 1000V DC SOLAR FERRULE 10 X 38MM.

Figura 27. Tablero de protección



Fuente: (Energysoft, 2020)

5.3.7. Instalación módulos fotovoltaicos

Se realizó la respectiva instalación de los módulos fotovoltaicos teniendo precaución con la manipulación del mismo, para evitar la generación de daños internos a las micro celdas, dado a que unos daños en estas micro celdas podrían causar la pérdida de efectividad en el momento de la captación de radiación solar.

Para empezar, se ubicaron de acuerdo a la disponibilidad del espacio, se instalaron 90 paneles solares monocristalinos de 280 Wp, distribuidos en 9 filas de 10 paneles cada una, apoyándolos en las estructuras de soporte. Posteriormente, ya organizados los módulos fotovoltaicos se

comenzaron a fijar con los perfiles intermedios, ajustándolos con las grapas, los cuales van instalados entre cada dos paneles.

5.3.8. Conexión entre módulos fotovoltaicos

Según ficha técnica del inversor a utilizar el voltaje nominal de este es máximo 1000 vdc, según este dato se realizará el dimensionamiento de los arreglos de los paneles.

- Numero de paneles por Voc = tensión de cada arreglo
- $18 * 38,48 \text{ vdc} = 692.64 \text{ vdc}$

Según este dato se encuentra entre los voltajes nominales del equipo. Además, el inversor cuenta con dos MPPT y cada uno cuenta con 3 puntos de conexión cada uno, con voltajes máximos de 1000 vdc y 33 A, por puntos de conexión. Según el número de paneles 90 en este caso y la distribución que se determinó en el tejado y el arreglo, se optará por conectar 5 series de 18 paneles cada una.

5.3.9. Conexión de red y protección entre inversores

Para la selección del inversor se tuvo en cuenta la potencia del sistema y se analizó comercialmente que los equipos cumplan con las características técnicas en especial con las protecciones que se solicitan ante el operador de red para la conexión.

La potencia pico del sistema W_p será el número de paneles por la potencia pico de cada uno, así se tendrá:

- $W_p = \text{número de paneles} * W_p \text{ c/u}$
- $25,200 \text{ W} = 90 * 280\text{W}$

Para dar solución a esta potencia se instaló un inversor fronius simo 24.0-3 480, el cual gracias a tener dos Mppt permitió un rango de potencia de instalación de 19 a 31 Kwp, en donde la potencia pico del sistema se encuentra 25.2 KWp.

Como el voltaje nominal del sistema es de 220 Vac trifásico y el inversor funciona a 480 Vac, se instaló un transformador de aislamiento de 24 Kva con su respectiva protección.

Por otro lado, las protecciones del inversor de conexión a red, de acuerdo a la normatividad para la conexión de inversores a la red se hacen necesarias las siguientes protecciones las cuales son cumplidas por el inversor que se utilizó.

Tabla 5. Protecciones

Función	Valor de umbral	Tiempo desconexión (S)
Protección de sobrevoltaje >>	120% off Un	0.16 s
Protección de sobrevoltaje >	110% off Un	1.00 s
Protección contra subtensión <	88% off Un	2.00 s
Protección contra baja tensión <<	50% off Un	0.16 s

Protección contra sobre frecuencia	60.5 Hz	0.16 s
Protección contra baja frecuencia	59.3 Hz	0.16 s

Elaboración propia. Fuente: (Energysoft, 2020)

Además, este inversor cumple con la protección más importante que es la Anti-isla de acuerdo a la IEEE 1547.

5.3.10 Protección para sobretensiones en corriente continua.

Este dispositivo se conectó en el inversor entre los terminales positivo y negativo de la instalación en paralelo, para su instalación se tuvo en cuenta las siguientes características de selección.

Tensión máxima de servicio: Es el valor eficaz de tensión máximo que puede aplicarse permanentemente a los bornes del dispositivo de protección, la tensión máxima permanente se considerará un 25% superior al valor nominal.

- Tensión máxima de servicio permanente (U_c) = $V_I * 25\%$
- $865.8 (U_c) = 692.64 \text{ Vdc} * 1.25$

De acuerdo a los anteriores cálculos realizados se consideró:

Protección DC para FV tipo 1 + 2 -Tecnología VG, 1000 Vdc, Sin corriente de fuga, Duración de vida aumentada, I_{imp} : 12,5 kA/polo, Protección modo común / diferencial, Conformidad UTE C61-740-51, EN 50539-12.

➤ Tensión máxima de servicio permanente (U_c) = VI * 25%

➤ 275 (U_c) = 220 Ac * 1.25%

De acuerdo a los anteriores cálculos realizados se consideró:

DPS ABB de Corriente de Impulso 70KA - Tensión Nominal Entre Fase y Neutro 230V OVR T2 3N 275sP Ref: 2CTB803953R0700.

Esta protección se colocó entre el inversor y el cuadro de protección de corriente alterna. Se conectó entre las fases, el neutro y la tierra. Para el cálculo, se tuvo en cuenta la tensión de funcionamiento.

5.3.11 Conexión transformadora de acoplamiento

En esta conexión se utilizó un transformador de acoplamiento para este tipo de generación bidireccional - trifásica, dado a que el inversor contaba con 24 Kw y este venía a una salida de 440 Voltios – Ac, por lo tanto, la función de este transformador fue reducir esos 440 Voltios en 220 Voltios, favorablemente a las cargas de energía de la compañía Autocentro Ltda.

5.3.12 Canalización y distribución

En este caso, el cable se preparó para trabajar en corriente continua a la tensión prevista aproximadamente 700 vdc por cada ramal. El tubo bajo el que se instaló se preparó para radiación

ultravioleta y protección mecánica especial, para esto se instaló una tubería IMC de 2" certificada, con sus respectivos accesorios.

Para la selección del conductor se tuvo en cuenta el criterio de la intensidad máxima admisible. Se eligió la sección de cable o conductor de forma tal, que la intensidad máxima admisible fuera superior a la intensidad prevista.

La correcta elección garantizó que la temperatura máxima alcanzada por el aislamiento, cuando éste trabajara a plena carga, no fuera superior a la temperatura máxima admisible por dicho aislamiento.

La sección de los cables de corriente continua del generador debió ser dimensionada para una intensidad de al menos el 125% de la corriente máxima del generador. Es decir, los cables del generador deben admitir una corriente $I_{max} > 1,25 \cdot I_{sc}$. Además, se sebera tener en cuenta la tensión del sistema para la elección de los conductores.

- $I_{max} = 1.25 I_{sc}$
- $11,83 I_{max} = 1,25 * 9.47 A$

De acuerdo con los cálculos realizados y las características técnicas del sistema se consideró el siguiente conductor para los arreglos de paneles solares: cable fotovoltaico Cu90°C 10AWG 2kV XLPE.

6. Análisis de Resultados

En este apartado se observarán los resultados obtenidos en el transcurso de esta gestión empresarial, en cada uno de los proyectos ejecutados: Off - Grid, On - Grid, e Híbrido, evidenciando el apoyo brindado por el pasante Juan Pablo Bernal Mora y el respectivo acompañamiento de la empresa Energysoft.S.A.S.

Los resultados obtenidos durante el transcurso de la pasantía fueron el análisis del consumo de energía y recurso solar disponible en las zonas de implementación del proyecto.

6.1 Resultados obtenidos en el proyecto avícola San Isidro

Este proyecto fue creado inicialmente con el objetivo de tener una garantía soporte de electricidad requerida por el cliente, puesto a que la granja avícola San Isidro requiere de energía para proveer el máximo confort térmico, calidad del aire y luminosidad adecuada para las aves en las diferentes etapas de crecimiento y producción, independientemente de las condiciones climáticas externas.

Es por esta razón que se realizó satisfactoriamente la instalación de este sistema fotovoltaico híbrido, la cual brinda una mitigación a cualquier falla en la red eléctrica. Así mismo, la granja podrá potenciar su producción con la utilización de este nuevo sistema de fuente de energía limpia, ya que es un recurso inagotable y con una creciente competitiva en el mercado, puesto que los costos de este tipo de energía evolucionan a la baja de forma sostenida.

Los resultados finales de este proyecto, son mostrados en las figuras 28, 29,30 y 31 a continuación, donde se logra observar el proceso puesto en marcha de la instalación y el resultado

final obtenido, donde se instalaron satisfactoriamente los 32 paneles solares, cumpliendo con el objetivo propuesto y las necesidades del cliente.

Figura 28. Diseño inicial de sistema fotovoltaico interno



Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 29. Resultado final de sistema fotovoltaico interno



Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 30. Diseño Inicial de estructura tipo pérgola - parqueadero



Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Figura 31. Resultado final de estructura tipo pérgola - parqueadero



Fuente: (Energysoft, 2020)

6.2 Resultados obtenidos en la finca el Silencio

Este proyecto fue creado inicialmente dado a las condiciones eléctricas poco favorables para la finca el Silencio, dado a que su ubicación posee fallas constantes en la carga de energía, pues quienes brindan este servicio convencional de red eléctrica, tienen un servicio de interconexión que cubre solo el 85% de las viviendas que se encuentran localizadas dentro de ese perímetro, quedando con un servicio intermitente el otro 15% de las viviendas, puesto a que los dos transformadores que tienen, no suplen con un servicio eficiente para toda la población porque la carga es muy baja.

El potencial de los sistemas de energía solar fotovoltaica (FV) se ha demostrado en los proyectos de electrificación rural realizados en todo el mundo, en especial el de los sistemas solares domésticos.

Es por esta razón, que se decidió cerrar el paso de energía convencional y se realizó la instalación respectiva de 12 paneles solares, bajo un sistema fotovoltaico Off - Grid multifuncional monofásico, para poder manejar la electricidad de toda la vivienda, evitar daños en los motores de bombeo y electrodomésticos, dejando trabajar en generación de autoconsumo unidireccional la energía solar en un 100%. Este proyecto cumple con todas las necesidades de consumo y expectativas propuestas por el cliente, a continuación, se muestra evidencia del proceso en la instalación de este sistema y el resultado final obtenido.

Figura 32. Instalación de sistema fotovoltaico Off - Grid



Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 33. Resultado final de sistema fotovoltaico Off - Grid

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020



Fuente: (Energysoft, 2020)

6.3 Resultados obtenidos en la compañía Autocentro Ltda.

Para este proyecto en el taller de mecánica rápida Autocentro Ltda., se realizó una Instalación para Autoconsumo: estas son instalaciones mixtas, en las que parte de la energía generada por la instalación es auto consumida por la misma, más concretamente por una instalación consumidora independiente de la generadora, pero que comparten el mismo punto de conexión a la red. Normalmente son instalaciones de menos de 100kWp, y el objetivo principal de este proyecto fue reducir la facturación a base de disminuir la energía demandada a la red eléctrica, ccumpliendo con la certificación RETIE y cumpliendo con la normatividad y revisión de la empresa de energía comercial electro Huila.

A continuación, se muestra en las figuras 34 y 35, el proceso en la instalación de este sistema fotovoltaico de 90 paneles solares y el resultado final obtenido.

Figura 34. Proceso de instalación del sistema On - Grid



Fuente: (Energysoft, 2020)

Figura 35. Resultado final de la instalación del sistema On - Grid



Fuente: (Energysoft, 2020)

Este sistema On - Grid con generación bidireccional, cumple satisfactoriamente con el objetivo propuesto en la mitigación de costos económicos para la compañía, dado a que el valor del Kw se

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

disminuye a más del 90% como se logra observar en la figura 36 que se muestra a continuación del recibo de electricidad, en el que se compara el costo de la energía entre los meses noviembre y diciembre del año 2019.

Figura 36. Recibo de energía de la compañía Autocetro Ltda. (Se comparan los meses de noviembre y diciembre 2019)

FACTURA DE VENTA No. 53762526
FECHA DE EMISION 18/12/2019
MIT. 891.180.001 - 1

AUTOCENTRO LTDA
 E.S. / NIT. 8.130.084.997
 CLL 3 # 5 - 84 - AUTOCENTRO DEL HL NEIVA

SU CODIGO DE CUENTA NEU 156123254
 PARA CUALQUIER CONSULTA Y PAGO ELECTRONICO www.electrohuala.com.co

Documentos equivalentes según artículo 17 Decreto 1001/97

Nro. Interrupciones FES: 10018990265
 Horas Máx. Interrupciones DES: 200
 Demanda: 4.2
 Trimestre: 3/2019
 Grupo: 647.75
 Circuito: T01623
 Clase Servicio: Comercial

Contador	Marca	Tipo	Obs.	Leet. Actual	Leet. Anterior	Factor	Consumo kWh
69958596	ISK	9AG	0	1410	0	1	1,410
69958596	ISK	8S	0	0	0	30	0
69958596	ISK	7S	0	0	0	30	0

ULTIMOS CONSUMOS

Mes	Consumo	Promedio Cuenta
OCT 2019	3060	1410
SEP 2019	3060	
AGO 2019	2730	
JUL 2019	1960	
JUN 2019	2680	
MAY 2019	2700	

ULTIMO PAGO
 19/11/2019
 \$2,296,630

DE PRESTACION DEL SERVICIO

Valor	Porcentaje	Valor
\$125.18	Pb.	41.57
\$98.12	Re	\$13.10
\$15.15	(\$/KWh)	

FINANCIACION Y OTROS

Financiación	Cuo. Per	Total	Final	Saldo
816				5,640
818				10,720
193				98,602
503				147,165
608				-4
817				-71,033

DETALLE DE CUENTA

Fecha	Detalle	Valor
19/11/2019	Ultimo Pago	\$2,296,630
28/10/2019	Fecha de Lecturas	98,602
28/11/2019	Fecha de Lecturas	147,165
	Atrasados	0
	Suplemento a Precio de	
	Pago Oportuno	16/12/2019
	Otros Cargos	\$0
	Alumbrado Publico	\$98,602
	Subsidio	\$92,488
	TOTAL A PAGAR	\$191,090

TOTAL A PAGAR
 \$191,090

Subsidio o Contribución 0

Fuente: (Energysoft, 2020)

7. CONCLUSIONES

Las labores realizadas por el pasante durante la gestión empresarial, fueron de gran importancia para su formación como profesional, ya que se enfrentó a diversos retos y logró cumplir con los objetivos propuestos.

- ✓ Se logró la mitigación de consumo, estableciendo de forma adecuada el sistema fotovoltaico más apropiado para cada uno de los proyectos, a través de cálculos específicos que fueron necesarios a la hora de realizar el estudio de carga y consumo.
- ✓ Se obtuvieron los números de paneles exactos necesarios para cada proyecto y los inversores más adecuados para los mismos, a través de cálculos realizados durante la inspección de terreno que se ejecutó en cada zona específica.
- ✓ Se determinaron los módulos fotovoltaicos más apropiados para cada proyecto, donde para los dos primeros diseños se utilizaron módulos policristalinos y para el tercer diseño se utilizó el monocristalino, esto se logró a través del estudio de irradiación efectuado, en el que se tuvo en cuenta factores como: clima de cada zona y la eficiencia en captación solar de dichos módulos.
- ✓ El estudio realizado a las normas recientes del sector eléctrico, permitió conocer a profundidad los parámetros establecidos para las instalaciones eléctricas, logrando realizar dichos emplazamientos de forma segura, garantizando la seguridad de la vida y salud humana, el amparo de la vida animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la conservación de prácticas que pudiesen inducir a error a los usuarios.
- ✓ El hecho de conocer nuevas tecnologías y nuevos materiales implementados en cada emplazamiento de sistema fotovoltaico y haber tenido la oportunidad de trabajar en una

empresa que está en el rubro de la sustentabilidad, ayudo a tener una visión con un futuro optimista en el progreso de las energías renovables.

- ✓ Luego de todo el trabajo de campo, investigación, dedicación, y de más, se logró cumplir con el objetivo general de esta gestión empresarial, en donde se brindó apoyo a cada uno de los procesos y se avaló el desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico on grid, off grid e hibrido acorde con las normas, parámetros y funciones establecidas por la empresa en la Compañía Energysoft S.A.S Ibagué – Tolima.
- ✓ Se logró poner en práctica todos los conocimientos aprendidos durante el proceso de formación universitaria y los conocimientos adquiridos durante la ejecución de dichos proyectos, brindando el apoyo necesario a cada proceso que requería la compañía.

8. RECOMENDACIONES

Lo más importante antes de ejecutar un proyecto de sistema fotovoltaico, es hacer un estudio de pre - factibilidad, inicialmente se debe realizar un análisis de la demanda eléctrica, lo cual permite visualizar el consumo actual del terreno, las variaciones que tiene anualmente y los costos de Kwh por mes.

Posteriormente el análisis estructural y solar es de suma importancia, ya que permite identificar las dimensiones de los paneles solares a instalar y la estructura metálica que servirá de soporte para los paneles solares, este estudio permitirá también identificar si es necesario reforzar la cubierta del terreno ante el nuevo peso que se instalara en ella.

Otro punto importante a la hora de realizar estas instalaciones, es recordarle al cliente que el sol es un recurso infinito pero limitado, debido a que en las noches no está presente y en el día puede presentar alteraciones como nubosidad, por tanto, la generación de energía no será la misma.

Adicional a lo mencionado anteriormente, cabe resaltar que la tecnología actualmente permite que este tipo de proyectos tenga una vida útil de alrededor 25 años, tiempo suficiente para recuperar las inversiones realizadas por los clientes e incluso para abrir paso en este mercado creciente en el país y ser más competitivos.

Bibliografía

- Automa. (2017). *TIPOS DE PANELES SOLARES*. Obtenido de <http://www.automa.solar/uncategorized/hello-world/>
- Avila, C. O., & Solis, A. M. (2019). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18210/1/UPS-CT008653.pdf>. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18210/1/UPS-CT008653.pdf>
- CELSIA. (31 de mayo de 2018). *Energía solar en Colombia: así es el panorama en cifras*. Obtenido de <https://blog.celsia.com/new/energia-solar-en-colombia-panorama-en-cifras/>
- CELSIA. (s.f.). *Todo lo que debes saber sobre la energía solar en Colombia*. Obtenido de <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>
- CPS. (2020). *La radiación solar: la energía del sol*. Obtenido de <https://chintpowerlatinoamerica.com/blog/energia-solar/la-radiacion-solar-la-energia-del-sol/>
- Energía, O. L. (2018). *Revista de energía de latinoamerica y el caribe*. enerLAC.
- Energía, P. (22 de Febrero de 2017). *Historia de la energía solar*. Obtenido de <http://premiumenergia.es/historia-de-la-energia-solar/>
- Energiza. (2018). *Historia de la energía solar fotovoltaica*. Obtenido de https://www.energiza.org/index.php?option=com_content&view=article&id=624&catid=22&Itemid=111
- Energyssoft. (2020). *Energía que cuida el medio ambiente*. Obtenido de <https://www.energyssoft.com.co/>
- Estremera Pedriza, N. (Julio de 2016). *Análisis mediante dinámica de sistemas de los materiales utilizados en la energía solar fotovoltaica mundial*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/19358/TFG-I-484.pdf;jsessionid=C86E043605EC1AD71EA9CDC7CCD7A4C2?sequence=1>
- física, A. y. (28 de Junio de 2012). *El espectro electromagnetico*. Obtenido de Fuente: <https://www.astrofisicayfisica.com/2012/06/que-es-el-espectro-electromagnetico.html>
- GridSolaris. (2020). *SISTEMAS HÍBRIDOS*. Obtenido de <http://gridsolaris.com.br/portal/servicos-2/sistema-hibrido/>
- Hernandez, E. L. (3 de Mayo de 2019). *MARCO JURÍDICO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN COLOMBIA*. Obtenido de <http://www.estudiolegalhernandez.com/energia/marco-juridico-de-las-energias-renovables-en-colombia/>
- Humberto, R. M. (28 de Noviembre de 2008). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de Ingeniería, núm. 28, noviembre, 2008, pp. 83-89, 84*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121015051011.pdf>

- Innovation, B. E. (2020). *SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON GRID*. Obtenido de <http://bcgrupo.com/sistemas-on-grid/>
- IPCC. (2011). *Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf
- Jhonatan Gómez, R. J. (27 de Octubre de 2017). *LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN COLOMBIA: POTENCIALES, ANTECEDENTES Y PERSPECTIVAS*. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10312/G%C3%B3mez2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maissa Farhat, Oscar Barambones b, Jose A. Ramos , Eladio Duran , Jose M. Andujar. (2015). *Diseño e Implementación de un Sistema de Control estable basado en Lógica Borrosa para optimizar el rendimiento de un sistema de Generación Fotovoltaico*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/9353-34069-1-SM.pdf>
- Pandora, R. d. (11 de Abril de 2010). *Historia de la energía solar*. Obtenido de <https://recuerdosdepandora.com/historia/inventos/historia-de-la-energia-solar/>
- Planas, O. (16 de Diembre de 2015). *Energía Solar*. Obtenido de <https://solar-energia.net/que-es-energia-solar/historia>
- Programacion, T. d. (7 de Enero de 2017). *Energía solar como energía renovable*. Obtenido de <http://jorgejimenez2309.blogspot.com/2017/01/todos-sabemos-que-la-energia-solar-es.html>
- Rodriguez, C. A. (2018). *Propuesta Técnico Económica para la implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red en las instalaciones de la cooperativa de ingenieros electricistas COINGEL. Bogotá*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/15858/1/GarciaRodriguezCamiloAndres%202019.pdf>
- Santos, D. B. (s.f.). *Introducción a la Energía Fotovoltaica*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70271/fichero/02+INTRODUCCI%C3%93N+A+LA+ENERG%C3%8DA+FOTOVOLTAICA%252FIntroducci%C3%B3n+a+la+Energ%C3%ADa+Fotovoltaica.pdf>
- technology, E. g. (8 de Diciembre de 2011). *Primera planta solar de la historia*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/primera-planta-solar-de-la-historia/>
- Wikidot. (2020). *Energía solar*. Obtenido de Fuente: <http://apunteswiki.wikidot.com/energia-solar>

Anexos

Anexo 1. Carta



Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 2. Ficha técnica de Modulo solar monocristalino.

ZNSHINESOLAR

ZXM6 | 60 Cells

Monocrystalline PV module 280-310 Watt

Made with selected materials and components to grant quality, duration, efficiency and through outputs, the 60-cell monocrystalline modules by ZNSHINE SOLAR(power output 280 up to 310Wp, black modules up to 310Wp) represent a highly flexible solution for diverse installation types, from industrial rooftop plants to small home PV systems or large ground surfaces. This allows you to produce clean energy whilst reducing your energy bill.

ZNSHINE SOLAR'S 60-cell monocrystalline solar modules are tested and approved by international acknowledged laboratories, so that we can offer our customers a reliable and price-quality optimized product. The linear warranty on product outputs further ensures increased security and return on investments over time.

- High module efficiency up to 18.94%
- 25-year-linear warranty on outputs
- 5400 Pa
- Certified to withstand extreme static loads of 5400 Pa
- PID free
- Free from PID (Potential Induced Degradation)
- Extensive green certificates
- ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001

www.znshinesolar.com

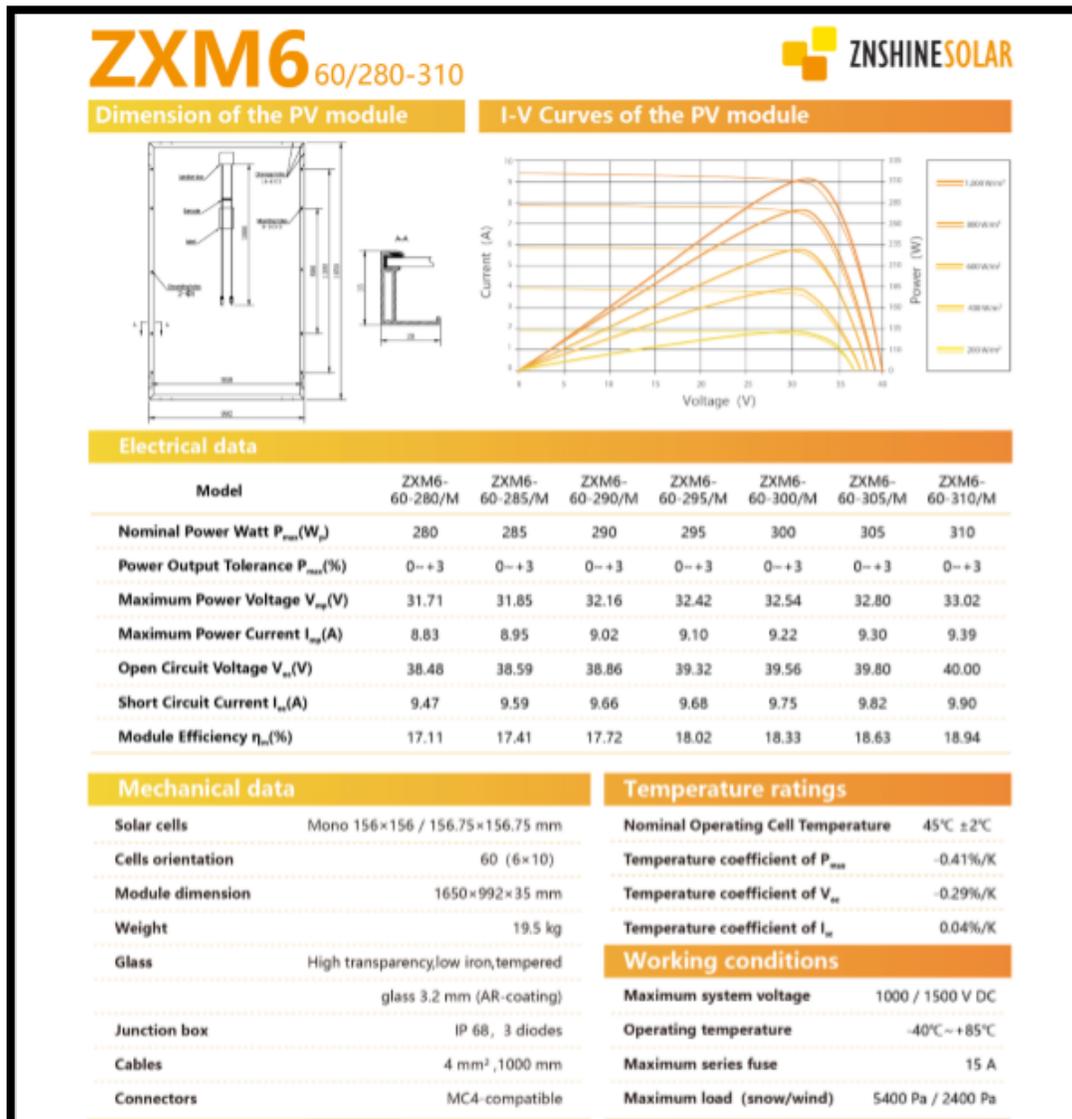
Znshin reserves the final right of interpreting the technical change and testing conditions.

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 3. (Continuación)



Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 4. Ficha técnica Modulo solar Policristalino.

Mono **Multicristalino** Soluciones

Honey MÓDULO

TSM-PD05

60 CÉLULAS
MÓDULO MULTICRISTALINO

270-285W
RANGO DE POTENCIA

17,4%
MÁXIMA EFICIENCIA

0/+5W
TOLERANCIA POSITIVA DE POTENCIA

- Excelente rendimiento en condiciones de poca luz en días nublados, mañanas y atardeceres**

 - Texturización avanzada de la superficie
 - Pasivación posterior de la célula
 - Emisor selectivo
- Máximo aprovechamiento de espacios limitados**

 - Módulo de 60 células con potencia de hasta 285 W
 - Hasta 174 W/m² de densidad de potencia
- Altamente fiable gracias a su riguroso control de calidad**

 - Todos los módulos han de pasar una inspección de electroluminiscencia
 - Más de 30 tests en fábrica (UV, TC, IR, y más tres más)
 - Los tests en fábrica van más allá de los requisitos de certificación
 - Resistente a la degradación inducida por potenciales eléctricos
 - Certificado UL 3000V / IEC 3000V
- Certificado para condiciones medioambientales extremas**

 - Cargas de viento de 130 km/h (2400 Pa)
 - Cargas de nieve de 900 kg por módulo (5400 Pa)
 - Plueta de granizo de 25 mm a 97 km/h
 - Resistencia al amoníaco
 - Resistencia a la niebla salina
 - Resistencia a la abrasión por arena y polvo

Productos detallados y certificados de sistema

IEC 61215:2016 / IEC 61730:2016 / IEC 61730:2016 / IEC 61730:2016 / IEC 61730:2016

ISO 9001: Sistema de gestión de calidad

ISO 14001: Sistema de gestión medioambiental

ISO 45001: Verificación de gestión de salud y seguridad

CE: Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional

GARANTÍA DE POTENCIA LINEAL

10 años garantía de producto - 25 años garantía de potencia lineal

Años	TrinaSolar (%)	Exemplar del sector (%)
0	100	100
5	~95	~90
10	~90	~85
15	~85	~80
20	~80	~75
25	~82	~75

Fuente: (Energysoft, 2020)

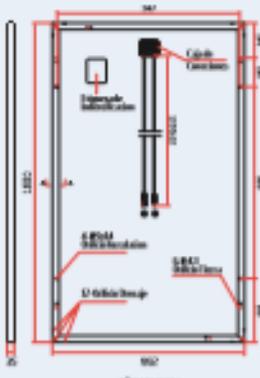
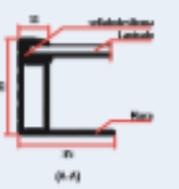
Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 5. (Continuación)


TSM-PD05

DIMENSIONES DEL MÓDULO PV TSM-PD05 (Unidad: mm)

DATOS ELÉCTRICOS-EN CONDICIONES STC

	TSM-270 PD05	TSM-275 PD05	TSM-280 PD05	TSM-285 PD05
Potencia nominal Pmax (Wp)	270	275	280	285
Tolerancia de potencia nominal (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Tensión en punto Pmax Vmp (V)	30.9	31.3	31.4	31.6
Corriente en punto Pmax Imp (A)	8.72	8.84	8.92	9.02
Tensión en circuito abierto Voc (V)	37.8	38.1	38.2	38.3
Corriente de cortocircuito Isc (A)	9.22	9.32	9.40	9.49
Eficiencia nominal (%)	16.5	16.8	17.1	17.4

STC: Irradiación 1000W/m², temperatura ambiente 25°C, módulo sin AMLS
* Tolerancia en potencia = 0W

DATOS ELÉCTRICOS-EN CONDICIONES TNO

	TSM-270 PD05	TSM-275 PD05	TSM-280 PD05	TSM-285 PD05
Potencia nominal Pmax (Wp)	280	284	288	291
Tensión en punto Pmax Vmp (V)	29.6	29.8	29.8	29.2
Corriente en punto Pmax Imp (A)	2.88	2.89	2.85	2.73
Tensión en circuito abierto Voc (V)	35.1	35.3	35.4	35.5
Corriente de cortocircuito Isc (A)	2.84	2.82	2.88	2.86

TNO: Irradiación 1000W/m², Temperatura ambiente 25°C, Voltaje del sistema TNO

DATOS MECÁNICOS

Grupos solares	Manifiesta alines TSG.75 + TSG.75 mm
Distribución de los cables	4D cables (4x10)
Dimensiones de montaje	1050 + 962 + 25 mm
Peso	10.6 kg
Viento	3.2 mm, una correspondencia de resistencia al viento solar temporal
Caja trasera	Blanca
Marco	Aluminio anodizado
Caja de conexiones	IP67 o IP68
Cables	Resistencia a la tracción IP67, sección de cables 4.0 mm², 1000 mm
Conexión	Fabricsa en EL-200KA/DTX/TSA, Fabricsa en otros países en EL-200QA/TSA

LIMITES DE TEMPERATURA

Temperatura de operación	44°C (110°C)
Resistencia a la tracción (100%)	
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0.4%/K
Coefficiente de temperatura de Vmp	-0.3%/K
Coefficiente de temperatura de Isc	0.03%/K

LIMITES OPERATIVOS

Temperatura de operación	-40 a +85°C
Tensión máxima del sistema	1000VDC (UL) 1000VDC (IEC)
Capacidad máxima en fusión*	15A
Carga en nieve	5400Pa
Carga en viento	2400Pa

*No se debe utilizar en cajas con cables de aluminio.

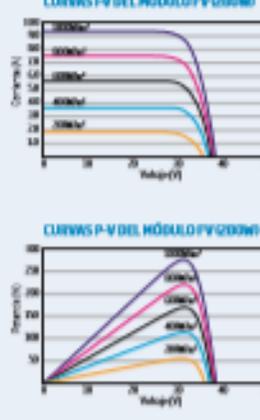
GARANTÍA

10 años de garantía en fabricación
25 años de garantía en potencia de salida

(Consulte la garantía de potencia en el sitio web)

CONFIGURACIÓN DE ENPAQUE

Módulos por caja	30mód.
Módulos por transporte de 40'	60mód.



TSM-PD05_3

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 6. Ficha técnica inverter Híbrido Off – Grid Multifuncional.

Axpert MKS Off-Grid Inverter Selection Guide								
MODEL	Axpert MKS 1K-12	Axpert MKS 2K-24	Axpert MKS 3K-24	Axpert MKS 3KP-24	Axpert MKS 4K	Axpert MKS 5K	Axpert MKS II 5K	Axpert MKS 5KP
Rated Power	1000VA/ 1000W	2000VA/ 2000W	3000VA/ 3000W	3000VA/ 2400W	4000VA/ 4000W	5000VA/ 5000W	5000VA/ 5000W	5000VA/ 4000W
Parallel Capability	No	No	No	Yes, 9 units	Yes, 9 units	Yes, 9 units	Yes, 9 units	Yes, 9 units
INPUT								
Voltage	230 VAC							
Selectable Voltage Range	170-280 VAC (For Personal Computers) ; 90-280 VAC (For Home Appliances)							
Frequency Range	60 Hz/60 Hz (Auto sensing)							
OUTPUT								
AC Voltage Regulation (Batt. Mode)	230VAC \pm 5%							
Surge Power	2000VA	4000VA	6000VA		8000VA	10000VA		
Efficiency (Peak)	90% - 93%	93%		90%	93%	93%	90%	90%
Transfer Time	10 ms (For Personal Computers) ; 20 ms (For Home Appliances)							
Waveform	Pure sine wave							
BATTERY								
Battery Voltage	12 VDC (24VDC and 48VDC versions are also available)	24 VDC	24 VDC (48VDC version is also available)	24 VDC	48 VDC		24 VDC	
Floating Charge Voltage	13.5 VDC	27 VDC	27 VDC	Default: 24 VDC, Max: 30 VDC	54 VDC	54 VDC (optional 64VDC, please check with sales)	54 VDC	Default: 24 VDC, Max: 30 VDC
Overcharge Protection	15.5 VDC	31 VDC	31 VDC	30 VDC	60 VDC	60 VDC (optional 66VDC, please check with sales)	63 VDC	30 VDC
SOLAR CHARGER & AC CHARGER								
Maximum PV Array Power	500 W	600W	600W	1000W	4000W	4500W	2000W	
MPPT Range @ Operating Voltage	15 VDC ~ 18 VDC	30 VDC~ 66 VDC	30 VDC~ 66 VDC	30 VDC~ 80 VDC	60 VDC~ 115 VDC	120 VDC~ 430 VDC	30 VDC~ 115 VDC	
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	102 VDC	75VDC	75VDC	100VDC	145 VDC	450 VDC	145 VDC	
Maximum Solar Charge Current	40A	25A	25A	40A	80 A	80 A	80A	
Maximum AC Charge Current	20A	30A	30A	60A	60 A	80 A	60A	
Maximum Charge Current	60A	55A	55A	100A	140 A	80 A	140A	
Maximum Efficiency	99%							
Standby Power Consumption	2 W							
PHYSICAL								
Dimension DxWxH (mm)	95 x 240 x 316	100 x 272 x 355		100 x 272 x 385	120 x 295 x 465		180 x 310 x 475	
Net Weight (kgs)	5.2	7.0	7.4	7.5	12.5	13.5	11	12.5
ENVIRONMENT								
Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)							
Operating Temperature	0°C - 55°C							
Storage Temperature	-15°C - 60°C							

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 7. Ficha técnica inversor Híbrido On – Grid 5 KW.

Infinisolar 5KW On-grid Inverter with Energy Storage Selection Guide	
MODEL	InfiniSolar 5KW
PHASE	1-phase in / 1-phase out
RATED OUTPUT POWER	5000 W
MAXIMUM CHARGING POWER	4800 W
GRID-TIE OPERATION	
PV INPUT (DC)	
Maximum PV Input Power	10000W
Nominal DC Voltage / Maximum DC Voltage	720 VDC / 900 VDC
Start-up Voltage / Initial Feeding Voltage	225 VDC / 250 VDC
MPP Voltage Range	260 VDC ~ 850 VDC
Number of MPP Trackers / Maximum Input Current	2 / 2 x 10.0A
GRID OUTPUT (AC)	
Nominal Output Voltage	230 VAC
Output Voltage Range	184 - 265 VAC*
Nominal Output Current	21 A
Power Factor	> 0.99
EFFICIENCY	
Maximum Conversion Efficiency (DC/AC)	> 96%
European Efficiency@ Vnominal	> 95%
OFF-GRID OPERATION	
AC INPUT	
AC Start-up Voltage/Auto Restart Voltage	120 - 140 VAC / 180 VAC
Acceptable Input Voltage Range	170 - 280 VAC
Maximum AC Input Current	40A (Include Loads and Charging)
PV INPUT (DC)	
Maximum DC Voltage	900 VDC
MPP Voltage Range / Full Load MPP Voltage Range	350 VDC ~ 850 VDC
Number of MPP Trackers / Maximum Input Current	2 / 2 x 10.0A
BATTERY MODE OUTPUT (AC)	
Nominal Output Voltage	230 VAC
Output Waveform	Pure Sinewave
Efficiency (DC to AC)	91%
HYBRID OPERATION	

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 8. (Continuación)

PV INPUT (DC)		
Nominal DC Voltage / Maximum DC Voltage	720 VDC / 900 VDC	
Start-up Voltage / Initial Feeding Voltage	320 VDC / 350 VDC	
MPP Voltage Range	350 VDC – 850 VDC	
Number of MPP Trackers / Maximum Input Current	2 / 2 x 10.0A	
GRID OUTPUT (AC)		
Nominal Output Voltage	230 VAC	
Output Voltage Range	184 - 265 VAC*	
Nominal Output Current	21A	
AC INPUT		
AC Start-up Voltage / Auto Restart Voltage	120 - 140 VAC / 180 VAC	
Acceptable Input Voltage Range	170 - 280 VAC	
Maximum AC Input Current	40A	
BATTERY MODE OUTPUT (AC)		
Nominal Output Voltage	230 VAC	
Efficiency (DC to AC)	92%	90%
BATTERY & CHARGER		
Nominal Battery Voltage	48 VDC	48 VDC
Battery Shutdown Voltage	Default 42 VDC ,40-50 VDC (Adjustable)	Default 42 VDC, 40 - 54VDC (Adjustable)
Maximum Charging Current	Default 60A, 5A - 100A (Adjustable)	Default 60A, 5A - 100A (Adjustable)
Absorption Charger Voltage	Default 56 VDC, 50 - 60 VDC (Adjustable)	Default 56 VDC, 50 - 64 VDC (Adjustable)
Floating Charger Voltage	Default 54 VDC, 50 - 60 VDC (Adjustable)	Default 54 VDC, 50 - 64 VDC (Adjustable)
Battery Overcharge Protection	62 VDC	66 VDC
GENERAL		
PHYSICAL		
Dimension, D X W X H (mm)	550 x 438 x 120	
Net Weight (kgs)	16	
INTERFACE		
Communication Port	RS-232/USB	
Intelligent Slot	Optional SNMP, Modbus, and AS-400 cards available	
ENVIRONMENT		
Humidity	0 – 90% RH (No condensing)	
Operating Temperature	-10 to 55°C	
Altitude	0 ~ 1000 m*	

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S.
Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 9. Ficha técnica Inversor Fronius Symo.

TECHNICAL DATA FRONIUS SYMO (15.0-3 480, 17.5-3 480, 20.0-3 480, 22.7-3 480, 24.0-3 480)						
GENERAL DATA	15.0-3 480	17.5-3 480	20.0-3 480	22.7-3 480	24.0-3 480	
Weight	95.7 lbs. / 43.4 kg					
INPUT DATA	15.0-3 480	17.5-3 480	20.0-3 480	22.7-3 480	24.0-3 480	
Max. permitted PV power	22.50 kW	26.25 kW	30.00 kW	34.09 kW	36.00 kW	
Max. usable input current (MPPT 1/MPPT 2)	33.0 A / 25.0 A					
Max. usable input current total (MPPT 1 + MPPT 2)	51 A					
Max. admissible input current (MPPT 1/MPPT 2)	49.5 A / 37.5 A					
Max. admissible input current total (MPPT 1 + MPPT 2)	76.5 A	76.5 A	76.5 A	76.5 A	76.5 A	
Integrated DC string fuse holders <i>Must be specified when ordering</i>	Optional: 6- and 6+	Optional: 6- and 6+	Optional: 6- and 6+	Optional: 6- and 6+	Optional: 6- and 6+	
MPP voltage range	350 - 800 V	400 - 800 V	450 - 800 V	500 - 800 V	500 - 800 V	
Operating voltage range	200 - 1,000 V					
Max. input voltage	1,000 V					
Nominal input voltage	208 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	240 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	480 V	685 V	695 V	710 V	720 V	
Admissible conductor size DC	AWG 14 - AWG 6 copper direct, AWG 6 aluminium direct, AWG 4 copper or aluminium with input combiner					
Number of MPPT	2					
OUTPUT DATA	15.0-3 480	17.5-3 480	20.0-3 480	22.7-3 480	24.0-3 480	
Max. output power	208 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	240 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	480 V	14,995 VA	17,495 VA	19,995 VA	22,727 VA	
Max. output fault current / Duration	30.9 A RMS / 150.4 ms		30.9 A RMS / 150.4 ms		30.9 A RMS / 150.4 ms	
Max. continuous output current	208 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	240 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	480 V	18.0 A	21.0 A	24.0 A	27.3 A	
Recommended OCPD/AC breaker size	208 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	240 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	480 V	25 A	30 A	30 A	35 A	
Max. efficiency	98.0 %		98.0 %			
CEC efficiency	208 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	240 V	N/A	N/A	N/A	N/A	
	480 V	97.0 %	97.5 %	97.5 %	97.5 %	
Admissible conductor size AC	AWG 14 - AWG 6					
Grid connection	480 V Delta -N**					
Frequency	60 Hz					
Total harmonic distortion	< 1.75 %					
Power factor	0 - 1 ind./cap.					

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S.
Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 10. Ficha técnica Cartuchos fusibles fotovoltaicos PV –A14F.

Cartuchos fusible fotovoltaicos de 14 x 51 mm, de 15 a 32 A, 1000/1100 V CC, serie PV-A14F

Descripción
Una gama de cartuchos fusible de 14 x 51 mm diseñados específicamente para la protección y el aislamiento de cadenas fotovoltaicas. Estos cartuchos fusibles pueden interrumpir las sobrecorrientes bajas asociadas con sistemas fotovoltaicos en fallo (corriente inversa, fallo de múltimatriz).



Datos técnicos

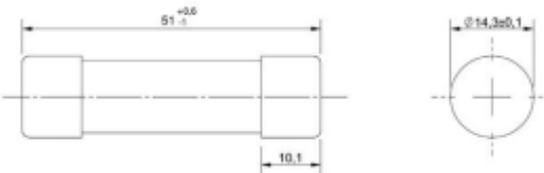
Tensión	1100 V CC IEC/UL (15 y 20 A) 1000 V CC IEC/UL (25 y 32 A)
Corriente	15-32 A
Capacidad de corte nominal	10 kA
Régimen de interrupción mín.	1,5 x I _n para 15-20 A, 1,75 x I _n para 25 - 32 A
Coordinación de fusible fotovoltaico con	Celitas de película fina y celitas de silicón cristalino de 4", 5" y 6"
Constante de tiempo	1-3 ms

Símbolo del catálogo
PV-(régimen de amperios)A14F

Clase de funcionamiento
gPV

Tamaño de fusible
14 x 51 mm

Normas / Aprobaciones
IEC 60269-6, UL 2579
(Número de referencia E335324)
Compatible con RoHS, CCC pendiente



Dimensiones (mm)

Envasado
CMP: 10
Embalaje 100% reciclable.

Número de referencia	Corriente (A)	Tensión (V CC)	Integrales de energía FI (A ² s)		Pérdida de vatios (W)	
			Prearco	Total en la tensión nominal	0,8 I _n	I _n
PV-15A14F	15	1100	14	255	2,1	4
PV-20A14F	20		27	568	2,7	5
PV-25A14F	25	1000	65	943	2,7	5,1
PV-32A14F	32		120	1740	3,3	6,2

Portafusibles recomendados

- Portafusibles con protección para los dedos:
 - Sin indicador: CHPV141U
 - Con indicador: CHPV141IU



Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 11. Ficha técnica Interruptor automático Magneto térmico.

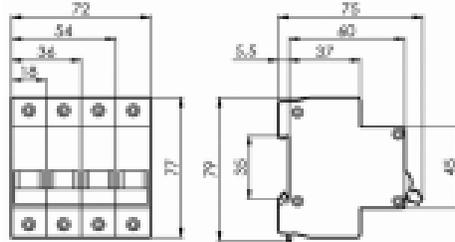


Descripción y características

- Capacidad de corte: 6kA (IEC60898).
- Tensión nominal: 230/400V 50-60Hz.
- Curva C.
- Puede utilizar peines de unión tipo pin.
- Fijación: Rail DIN simétrico 35mm.
- Neutro a la izquierda.
- Capacidad de cable de conexión: Cable flexible 25 mm².
- Certificados por AENOR.

Referencias y dimensiones

Ref.	Polos	Mod.	I (A)	Ref.	Polos	Mod.	I (A)	Ref.	Polos	Mod.	I (A)
CBM110	1	1	10	CBM1N50	1+N	2	50	CBM325	3	3	25
CBM118	1	1	18	CBM1N63	1+N	2	63	CBM332	3	3	32
CBM120	1	1	20	CBM210	2	2	10	CBM340	3	3	40
CBM125	1	1	25	CBM218	2	2	18	CBM350	3	3	50
CBM132	1	1	32	CBM220	2	2	20	CBM363	3	3	63
CBM140	1	1	40	CBM225	2	2	25	CBM410	4	4	10
CBM150	1	1	50	CBM232	2	2	32	CBM418	4	4	18
CBM163	1	1	63	CBM240	2	2	40	CBM420	4	4	20
CBM1N10	1+N	2	10	CBM250	2	2	50	CBM425	4	4	25
CBM1N18	1+N	2	18	CBM263	2	2	63	CBM432	4	4	32
CBM1N20	1+N	2	20	CBM310	3	3	10	CBM440	4	4	40
CBM1N25	1+N	2	25	CBM318	3	3	18	CBM450	4	4	50
CBM1N32	1+N	2	32	CBM320	3	3	20	CBM463	4	4	63
CBM1N40	1+N	2	40								



Especificaciones

- Directiva: 2014/35/UE 
- Directiva: 2011/65/UE (RoHS).
- Norma IEC60898-1.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Datos técnicos

- Resistencia al fuego 960°C (Ensayo hilo incandescente).
- Endurancia mecánica: 40.000 maniobras, eléctrica: 30.000 maniobras.
- Material libre de halógenos. 

Fuente: (Energysoft, 2020)

Anexo 12. Ficha técnica de protección fotovoltaica para sobre tensiones en corriente continua.

Protección FV de Tipo 1+2 Gama DS60VGPV/51



DS60VGPV-1000G/51

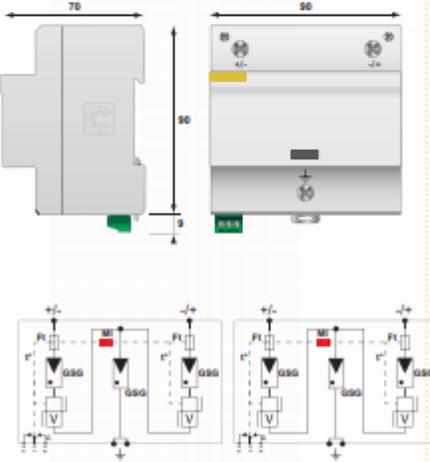
- Protección DC para FV Tipo 1+2
- Tecnología VG
- Sin corriente de fuga
- Duración de vida aumentada
- Iimp = 12,5kA/polo
- Protección modo común/diferencial
- Señalización remota
- Conformidad UTE C61-740-51 y prEN 50539-11

DS60VGPV-xxxG/51

└── Tensión FV Uocac

Dimensiones y Esquema eléctrico

[en mm]



GGG - Descargador de gas específico
V - Varistor alta energía
R - Fusible térmico
F - Sistema de desconexión térmica
C - Contacto de teleseñalización

Características

Referencias CITEL	DS60VGPV-400G/51	DS60VGPV-1000G/51	DS60VGPV-1500G/51
Red	Uocac: 600 Vdc	1000 Vdc	1250 Vdc
Modo de Protección *	MC/MD	MC/MD	MC/MD
Tensión máx de operación	Ucpr: 720 Vdc	1200 Vdc	1500 Vdc
Soportabilidad a la corriente de corto-circuito	Iscprv: >1000 A	>1000 A	>1000 A
Corriente de func. permanente a tensión Ucpv	Icpv: ninguna	ninguna	ninguna
Corriente de fuga a tensión Ucpv	Ipf: ninguna	ninguna	ninguna
Corriente serie	Ii: ninguna	ninguna	ninguna
Corriente de descarga nominal 15 impulsos 8/20µs	In: 20 kA	20 kA	20 kA
Corriente de descarga máx. 1 impulso 8/20µs	Imax: 40 kA	40 kA	40 kA
Corriente de rayo por polo 1 impulso 10/350µs	Iimp: 12,5 kA	12,5 kA	12,5 kA
Nivel de protección MC/MD* la [n]	Up: 2,2/2,8 kV	3,0/4,9 kV	3,0/4,9 kV
Desconectadores asociados			
Desconectadores térmicos	interno		
Características mecánicas			
Dimensiones	ver esquema		
Conexiones a la red	por terminales de tornillos 6-35 mm ²		
Indicador de desconexión	1 indicador mecánico		
Teleseñalización	250V/0,5 (AC) - 125V/3A (DC)		
Montaje	carri DIN 35 mm		
Temperatura de funcionamiento	-40/+85 °C		
Clase de Protección	IP20		
Material de la caja	Termoplástico UL94-V0		
Conformidad a las normas			
UTE C61-740-51	Francia	Parafoudre pour réseaux PV - Essai de Classe I et II	
prEN 50539-11	Europa	Parafoudre pour réseaux PV - Essai de Classe I et II	
UL1449 ed.3	EE-UU	Type 4, Type 2 location - Pending	
Código artículo			
DS60VGPV-400G/51	---		
DS60VGPV-1000G/51	395B		
DS60VGPV-1500G/51	395a		

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 13. Ficha técnica Protectores contra sobretensiones OVR.

Tablas de selección

Protectores contra sobretensiones OVR

Protectores contra sobretensiones, Tipo 2

Función: Los protectores contra sobretensiones Tipo 2 pueden manejar energías procedentes de rayos indirectos ó conmutaciones de la red.

Los protectores contra sobretensiones Tipo 2 no pueden descargar grandes energías procedentes de rayos directos como los protectores Tipo 1, pero presentan un nivel de protección de tensión bajo (Up). Ellos son recomendados en la entrada de la instalación en lugares que no estén expuestos a rayos directos.

Aplicación: residencial, terciario, industrial.

Standard: CIEI 61643-1 / EN 61643-11

Onda: B/D0, tecnología varistor.

Número de polos	Corriente nominal en operación	Corriente de ajuste de tensión	Nivel de protección nominal en operación	Tensión nominal	Tensión máxima continua	Tiempo de respuesta	U _p (kV)	U _c (kV)	U _c (kV)	Tipo	Cód. tabla	EAN	Peso (kg)	Entalpe (J)
-----------------	--------------------------------	--------------------------------	--	-----------------	-------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	------	------------	-----	-----------	-------------

Tipo 2 (enchufable)

TNS, TNC

1	15	5	1.0	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 15 275 P	ZCT160230140 600	522940	0.12	1
1	40	20	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 40 275 P	ZCT160230140 600	522943	0.12	1
1	60	30	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 60 275 P	ZCT160230140 600	522946	0.12	1
1	40	20	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 40 275 P TS	ZCT160230140 600	522949	0.14	1
1	60	30	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 60 275 P TS	ZCT160230140 600	522952	0.16	1
1	70	30	1.5	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 70 275 P	ZCT160230140 600	522955	0.12	1
1	70	30	1.5	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 70 275 P TS	ZCT160230140 600	522958	0.16	1

IT (230 / 400 V)

1	15	5	1.4	400	440	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 15 440 P	ZCT160230140 600	522972	0.12	1
1	40	20	1.4	400	440	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 40 440 P	ZCT160230140 600	522975	0.12	1
1	60	30	1.4	400	440	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 60 440 P	ZCT160230140 600	522978	0.12	1
1	40	20	1.4	400	440	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 40 440 P TS	ZCT160230140 600	522981	0.14	1
1	60	30	1.4	400	440	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 60 440 P TS	ZCT160230140 600	522984	0.16	1
1	70	30	1.5	400	440	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 70 440 P	ZCT160230140 600	522987	0.12	1
1	70	30	1.5	400	440	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 70 440 P TS	ZCT160230140 600	522990	0.16	1

TT (1 Ph+N)

1+N	15/10	5/30	1.0/1.4	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 15 275 P	ZCT160230140 600	522966	0.20	1
1+N	40/10	20/30	1.4/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 40 275 P	ZCT160230140 600	522969	0.27	1
1+N	40/10	20/30	1.4/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 40 275 P TS	ZCT160230140 600	522972	0.27	1
1+N	60/10	30/30	1.4/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 60 275 P	ZCT160230140 600	522975	0.27	1
1+N	60/10	30/30	1.4/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 60 275 P TS	ZCT160230140 600	522978	0.27	1
1+N	70/10	30/30	1.5/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 70 275 P	ZCT160230140 600	522981	0.27	1
1+N	70/10	30/30	1.5/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 70 275 P TS	ZCT160230140 600	522984	0.27	1

TNC

3	15	5	1.0	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3L 15 275 P	ZCT160230140 600	522967	0.26	1
3	40	20	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3L 40 275 P	ZCT160230140 600	522970	0.26	1
3	60	30	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3L 60 275 P	ZCT160230140 600	522973	0.26	1
3	40	20	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3L 40 275 P TS	ZCT160230140 600	522976	0.28	1
3	60	30	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3L 60 275 P TS	ZCT160230140 600	522979	0.28	1
3	70	30	1.5	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3L 70 275 P	ZCT160230140 600	522982	0.26	1
3	70	30	1.5	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3L 70 275 P TS	ZCT160230140 600	522985	0.28	1

TNS (3 Ph+N)

3	15	5	1.0	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 4L 15 275 P	ZCT160230140 600	522988	0.26	1
3	40	20	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 4L 40 275 P	ZCT160230140 600	522991	0.26	1
3	60	30	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 4L 60 275 P	ZCT160230140 600	522994	0.26	1
3	40	20	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 4L 40 275 P TS	ZCT160230140 600	522997	0.28	1
3	60	30	1.4	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 4L 60 275 P TS	ZCT160230140 600	523000	0.28	1
3	70	30	1.5	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 4L 70 275 P	ZCT160230140 600	523003	0.26	1
3	70	30	1.5	230	275	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 4L 70 275 P TS	ZCT160230140 600	523006	0.28	1

TT (3 Ph+N)

3+N	15/10	5/30	1.0/1.4	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3N 15 275 P	ZCT160230140 600	523011	0.26	1
3+N	40/10	20/30	1.4/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3N 40 275 P	ZCT160230140 600	523014	0.26	1
3+N	40/10	20/30	1.4/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3N 40 275 P TS	ZCT160230140 600	523017	0.28	1
3+N	60/10	30/30	1.4/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3N 60 275 P	ZCT160230140 600	523020	0.26	1
3+N	60/10	30/30	1.4/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3N 60 275 P TS	ZCT160230140 600	523023	0.28	1
3+N	70/10	30/30	1.5/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3N 70 275 P	ZCT160230140 600	523026	0.26	1
3+N	70/10	30/30	1.5/1.8	230	275/300	100	1.5	2.5	2.5	OVR T2 3N 70 275 P TS	ZCT160230140 600	523029	0.28	1

(T) L-N / N-G (G) por polo. (TS) contacto de teleseñalización para el control remoto del estado del protector contra sobretensiones. La reserva de seguridad (S) asegura un mantenimiento preventivo de la instalación.

ABB

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 14. Ficha técnica Cartuchos fusibles fotovoltaicos PV –A10.

Cartuchos fusible fotovoltaicos de 10 x 38 mm, de 1 a 25 A, 1000 V CC, serie PV-A10

Descripción
Una gama de cartuchos fusible en un paquete de 10 x 38 mm diseñados específicamente para la protección y el aislamiento de cadenas fotovoltaicas. Los cartuchos fusibles pueden interrumpir las sobrecorrientes bajas relacionadas con cadenas fotovoltaicas con fallo (corriente inversa, fallo multimatriz).

Simbolo del catálogo
PV-(régimen de amperios)A10F (cilíndrico)
PV-(régimen de amperios)A10-T (fijación con perno)
PV-(régimen de amperios)A10-1P (1 pasador con fijación PCB)
PV-(régimen de amperios)A10-2P (2 pasadores con fijación PCB)

Clase de funcionamiento
gPV

Tamaño del fusible
10 x 38 mm

Dimensiones (mm)

Normas/Aprobaciones
IEC 60269-6, UL 2579
(Número de referencia E335324)
CCC (de 1 a 15 A), compatible con RoHS

Envasado
CMP: 10
Embalaje 100% reciclable

Datos técnicos

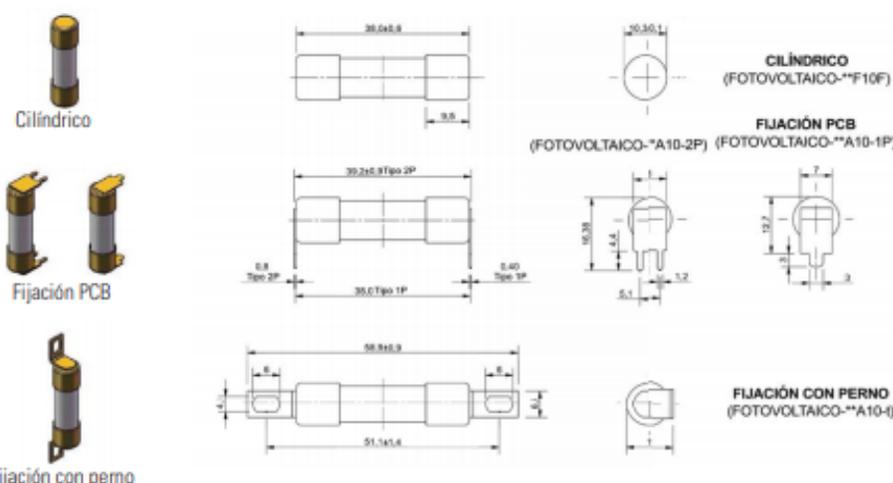
Tensión	1000 V CC
Corriente	1-3, 3.5, 4-6, 8, 10, 12, 15, 20, 25 A
Capacidad de corte nominal	50 kA (de 1 a 20 A), 20 kA (solo 25 A)
Régimen de interrupción mín.	1,3 x I _n para 1-15 A, 1,5 x I _n para 20 A, 2 x I _n para 25 A
Coordinación de fusible fotovoltaico con	Celdas de película fina y celdas de silicón cristalino de 4", 5" y 6"
Constante de tiempo	1-3 ms



Cilíndrico
(FOTOVOLTAICO-**F10F)

Fijación PCB
(FOTOVOLTAICO-**A10-2P) (FOTOVOLTAICO-**A10-1P)

Fijación con perno
(FOTOVOLTAICO-**A10-I)



Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 15. Ficha técnica Cable Centelsia fotovoltaico.

CABLE CENTELSA FOTOVOLTAICO TIPO PV, EPR+CPE 600V Y 2000V 90°C SR



Descripción General:

Cable formado por un conductor de cobre suelto, con aislamiento de etileno propileno (EPR) y una cubierta de polietileno clorado (CPE).

Principales Aplicaciones:

- Están diseñados para alimentar circuitos de baja tensión en instalaciones de energía solar fotovoltaica, en donde se requieren características de resistencia a la intemperie.
- Pueden instalarse en bandejas portacables (CT - Cable Tray), tubería conduit, directamente enterrado o expuesto a la luz solar, en lugares secos húmedos o mojados.

Ventajas:

- Cumple la prueba de no propagación del incendio (ZT), especificada por UL 748B como tipo Resista Vertical, en cables 1200V (1,21mm²) y mayores.
- Satisface la prueba de resistencia a la propagación del incendio FT5/HT5/2022 en cables 1200V (1,21mm²) y mayores.
- Cumple con pruebas de impacto y diélate en frío a -50°C.
- Resistente a la gasolina y aceites (SR).
- Resistente a la luz solar (SR).
- Pueden instalarse directamente enterrado (Dr Bur).

Características Detalladas:

- Voltaje máximo de operación: 600V o 2000V (SR).
- Temperatura máxima de operación en el conductor: 90°C en ambiente seco húmedo o mojado.
- Se fabrican en cables de 1200V (1,212 mm²) al 1000kV (504,7mm²).
- Aislamiento termoplástico de etileno Propileno retardante a la llama.
- Cableado termoplástico de polietileno clorado (CPE) color negro, retardante al incendio (CT - Cable Tray), resistente a la abrasión, químicas, a bajas temperaturas y a la luz solar (SHT-Resistant).

Normas:

UL Subject 4753 Esquema de Investigación para Alambres Fotovoltaicos - Outline of Investigation for Photovoltaic Wires

NTC 327288.05 Cables y Alambres con Aislamiento Termopla (Rubber-Insulated wires and cables, for cables rated 600V-2 or 900V

RETE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

FOTOVOLTAICO

CABLE CENTELSA FOTOVOLTAICO TIPO PV EPR+CPE 600V 90°C SR

Cable	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Espesor nominal de la cubierta	Diámetro total aproximado	Peso total aproximado
mm ²	mm ²		mm	mm	mm	kg/km
14	2,08	7	0,74	0,76	1,0	40
16	2,25	7	0,74	0,76	1,1	45
18	2,42	7	0,74	0,76	1,2	50
20	2,60	7	0,74	0,76	1,3	55
25	3,25	7	0,74	0,76	1,6	70
30	3,90	7	0,74	0,76	1,9	85
35	4,55	7	0,74	0,76	2,2	100
40	5,20	7	0,74	0,76	2,5	115
45	5,85	7	0,74	0,76	2,8	130
50	6,50	7	0,74	0,76	3,1	145
60	7,80	7	0,74	0,76	3,7	175
70	9,10	7	0,74	0,76	4,3	205
80	10,40	7	0,74	0,76	4,9	235
90	11,70	7	0,74	0,76	5,5	265
100	13,00	7	0,74	0,76	6,1	295
120	15,60	7	0,74	0,76	7,3	355
140	18,20	7	0,74	0,76	8,5	415
160	20,80	7	0,74	0,76	9,7	475
180	23,40	7	0,74	0,76	10,9	535
200	26,00	7	0,74	0,76	12,1	595
250	32,50	7	0,74	0,76	15,1	755
300	39,00	7	0,74	0,76	18,1	915
350	45,50	7	0,74	0,76	21,1	1075
400	52,00	7	0,74	0,76	24,1	1235
450	58,50	7	0,74	0,76	27,1	1395
500	65,00	7	0,74	0,76	30,1	1555
600	78,00	7	0,74	0,76	36,1	1915
700	91,00	7	0,74	0,76	42,1	2275
800	104,00	7	0,74	0,76	48,1	2635
1000	130,00	7	0,74	0,76	59,1	3295

Nota: Los valores aquí indicados están sujetos a las tolerancias normales de manufactura y/o de normas.

CABLE CENTELSA FOTOVOLTAICO TIPO PV EPR+CPE 2000V 90°C SR

Cable	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Espesor nominal del aislamiento	Espesor nominal de la cubierta	Diámetro total aproximado	Peso total aproximado
mm ²	mm ²		mm	mm	mm	kg/km
14	2,08	7	1,14	0,76	1,8	60
16	2,25	7	1,14	0,76	1,9	65
18	2,42	7	1,14	0,76	2,0	70
20	2,60	7	1,14	0,76	2,1	75
25	3,25	7	1,14	0,76	2,6	90
30	3,90	7	1,14	0,76	3,1	105
35	4,55	7	1,14	0,76	3,6	120
40	5,20	7	1,14	0,76	4,1	135
45	5,85	7	1,14	0,76	4,6	150
50	6,50	7	1,14	0,76	5,1	165
60	7,80	7	1,14	0,76	6,1	195
70	9,10	7	1,14	0,76	7,1	225
80	10,40	7	1,14	0,76	8,1	255
90	11,70	7	1,14	0,76	9,1	285
100	13,00	7	1,14	0,76	10,1	315
120	15,60	7	1,14	0,76	12,1	375
140	18,20	7	1,14	0,76	14,1	435
160	20,80	7	1,14	0,76	16,1	495
180	23,40	7	1,14	0,76	18,1	555
200	26,00	7	1,14	0,76	20,1	615
250	32,50	7	1,14	0,76	25,1	775
300	39,00	7	1,14	0,76	30,1	935
350	45,50	7	1,14	0,76	35,1	1095
400	52,00	7	1,14	0,76	40,1	1255
450	58,50	7	1,14	0,76	45,1	1415
500	65,00	7	1,14	0,76	50,1	1575
600	78,00	7	1,14	0,76	60,1	1935
700	91,00	7	1,14	0,76	70,1	2295
800	104,00	7	1,14	0,76	80,1	2655
1000	130,00	7	1,14	0,76	100,1	3315

Nota: Los valores aquí indicados están sujetos a las tolerancias normales de manufactura y/o de normas.

Opciones:

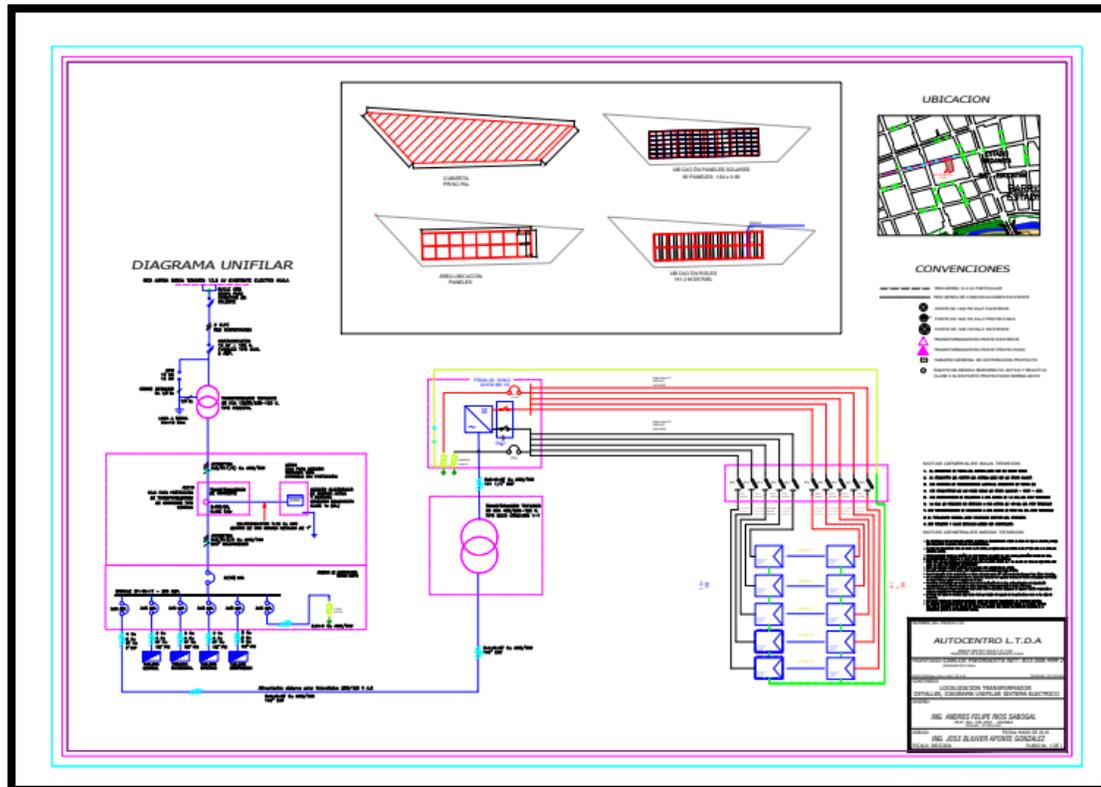
- Conductor de cobre estañado.
- Aislamiento y/o cubierta: hilos de halógeno (SR - No Halogen), de baja emisión de humos blancos y corrosivos (S - Low Smoke).
- Aislamiento en aluminio tipo Metal Clad (MC) especial para lugares con presencia de ruidos e instalaciones de enterramiento directo con tráfico pesado.
- Cables con File bajo UL 94 como cables XHHW-2 y XHHW-2.

Fuente: (Energysoft, 2020)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020

Anexo 16. Diagrama eléctrico unifilar



Fuente: (Energysoft, 2020)

Anexo 17. Ecuaciones Empleadas para el diseño e implementación del sistema solar.

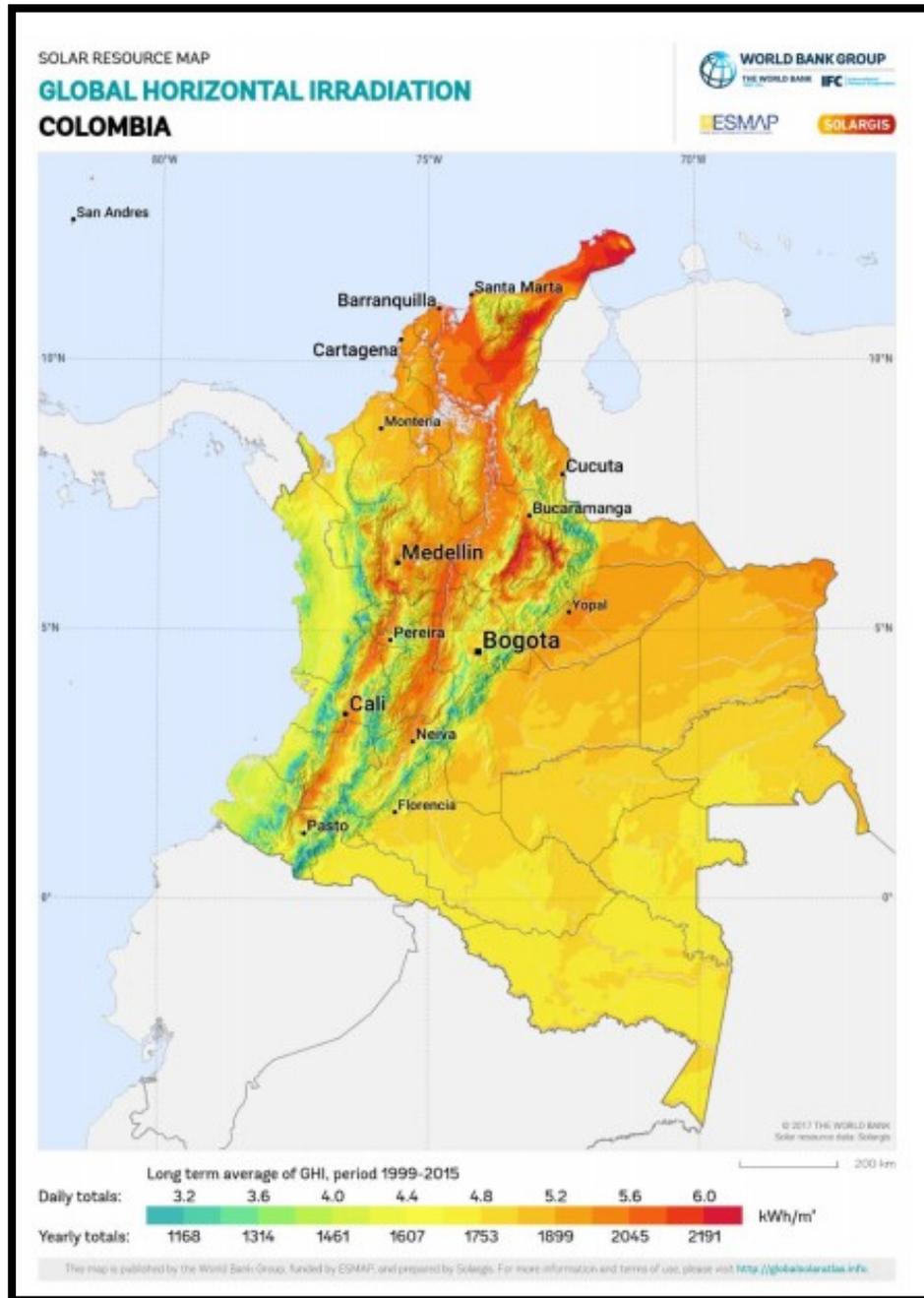
<p>Cálculo de los consumos medios diarios (Lmd) en Wh/día</p>	$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} \cdot \eta_{con}}$
<p>Calculo consumo de energía medio en Ah/día</p>	$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{BAT}}$
<p>Cálculo del número total de módulos solares necesarios</p>	$N_T = \frac{L_{mdcrit}}{P_{MPP} \cdot HPS_{crit} \cdot PR}$

<p>Calculo Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria (Cnd) en Wh</p>	$C_{nd} (Wh) = \frac{L_{md}}{P_{D\max,d} \cdot F_{CT}}$
<p>Calculo Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria (Cnd) en Ah</p>	$C_{nd} (Ah) = \frac{C_{nd} (Wh)}{V_{BAT}}$
<p>Calculo Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (Cne) en Wh</p>	$C_{ne} (Wh) = \frac{L_{md} \cdot N}{P_{D\max,e} \cdot F_{CT}}$
<p>Calculo Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (Cne) en Ah</p>	$C_{ne} (Ah) = \frac{C_{ne} (Wh)}{V_{BAT}}$

<p>Cálculo del regulador/controlador de carga</p>	$I_{entrada} = 1,25 \cdot I_{MOD,SC} \cdot N_P$
<p>Cálculo de la corriente de salida hemos de valorar las potencias de las cargas DC y las cargas AC</p>	$I_{salida} = \frac{1,25 \cdot (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_{BAT}}$
<p>Cálculo de inversor fotovoltaico</p>	$P_{inv} = 1,2 \cdot P_{AC}$

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Irradiación horizontal global para determinar HSP.



(Energía O. L., 2018)

Apoyo en los procesos y desarrollo de las labores de emplazamiento preventivo, correctivo y puesta a punto de un sistema fotovoltaico On grid, Off grid e Híbrido en la Compañía Energysoft S.A.S. Ibagué – Tolima.

junio de 2020