



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Eléctrico.

Título del Proyecto de Investigación:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA EMPRESA
“QUEVEXPORT S. A.” EN EL CANTÓN QUEVEDO.

Autores:

Figueroa Guerra Danner Anderson

Molina Bravo Joel Fulberto

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Ortiz Gonzalez Yadyra Monserrath, Msc

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2020

DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHOS



Yo, **Figueroa Guerra Danner Anderson**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o certificación profesional; y, he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Figueroa Guerra Danner Anderson
C.C. # 1207053214

DECLARACIÓN DE AUDITORIA Y CESIÓN DE DERECHOS



Yo, **Molina Bravo Joel Fulberto**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o certificación profesional; y, he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Molina Bravo Joel Fulberto
C.C. # 1725094906

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



El suscrito, Ing. Ortiz Gonzalez Yadyra Monserrath. Msc, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que los estudiantes, Figueroa Guerra Danner Anderson y Molina Bravo Joel Fulberto, realizaron el Proyecto de Investigación de grado titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA EMPRESA “QUEVEXPORT S. A.” EN EL CANTÓN QUEVEDO” previo a la obtención del título de Ingeniería en Electricidad, bajo la dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

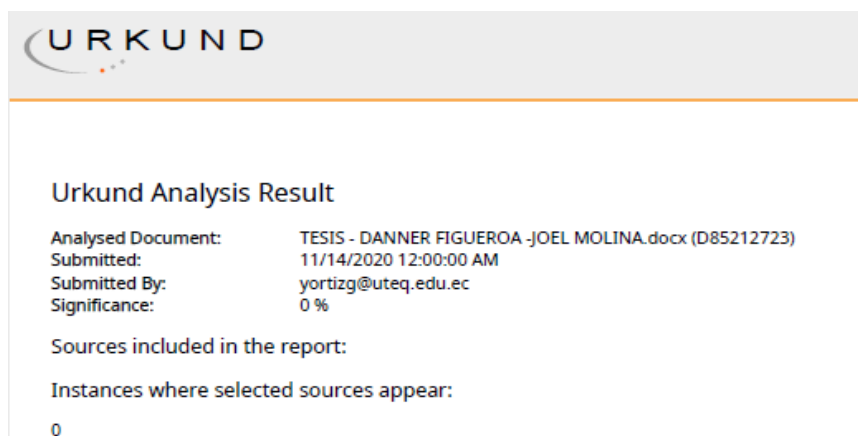
Ing. Ortiz Gonzalez Yadyra Monserrath. Msc
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Yo, Ing. Ortiz Gonzalez Yadyra Monserrath. Msc, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA EMPRESA “QUEVEXPORT S. A.” EN EL CANTÓN QUEVEDO”, me permito manifestar a usted y por medio del Consejo Académico de Facultad lo siguiente:

Que los estudiantes, FIGUEROA GUERRA DANNER ANDERSON Y MOLINA BRAVO JOEL FULBERTO, egresados de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, han cumplido con las correcciones pertinentes e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, por lo que tengo a bien certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 0%



Ing. Ortiz Gonzalez Yadyra Monserrath. Msc
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA LA EMPRESA
“QUEVEXPORT S. A.” EN EL CANTÓN QUEVEDO”

**Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Eléctrico.**

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
ING. OSMAR VIERA, MSC

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
ING. VICTOR NASIMBA, MSC

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
ING. DIEGO PEÑA, MSC

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR
2020

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecidos con Dios por la vida brindada, por ser parte de nuestra motivación para el desarrollo de nuestro proyecto de investigación y también por darnos la fe para perseverar y así tener éxito en nuestro proyecto, agradecidos con todas las personas que ha puesto en nuestro camino, por habernos dado la fortaleza para culminar una etapa más en nuestras vidas, en el que hemos aprendido a no rendirnos ante los obstáculos y ser perseverante ante cualquier circunstancia.

Agradecemos también a nuestros padres y hermanos, quienes han sido un pilar fundamental para la culminación de esta etapa universitaria, con sus valores y enseñanzas de cómo ser una buena persona, que, a través de sus ejemplos de perseverancia, esfuerzo y trabajo duro, se puede llegar lejos, es por eso que, gracias a ellos, hemos logrado con éxito nuestro camino universitario.

Como también queremos agradecer a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, una prestigiosa institución educativa que nos abrió sus puertas, siendo la base fundamental de nuestra formación, académico como profesional.

Eternamente agradecidos con nuestros profesores que día a día nos impartieron sus conocimientos y experiencias, y en especial a nuestro tutor de este proyecto de investigación que ha sido un guía y apoyo fundamental para la culminación del proyecto de investigación.

Finalmente, a nuestro compañeros y amigos que con sus consejos y buenos deseos han sido un gran apoyo con los cuales se ha compartido momentos agradables y diversas aventuras que nos han dejado grandes enseñanzas en el transcurso de este tiempo.

Figuerola Guerra Danner Anderson, Molina Bravo Joel Fulberto

DEDICATORIA

El siguiente trabajo de investigación va dedicado, a todas las personas que han formado parte de mi vida apoyándome en cada decisión y circunstancia, ayudándome a crecer y siempre tratar de ser una mejor persona.

Dedico principalmente a mis padres que son mi guía y motivación para luchar contra adversidades que se presentan en el camino y principalmente a Dios, cuidándome en cada paso que daba, dándome fuerzas para luchar y nunca rendirme.

Figueroa Guerra Danner Anderson, Molina Bravo Joel Fulberto

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El presente documento pretende mostrar un análisis que sustente la productividad y eficiencia de un sistema de generación fotovoltaica (FV) en el Cantón “QUEVEDO”, en la empresa” QUEVEXPORT S. A.”. Se plantea una propuesta del sistema para la generación de energía eléctrica que cubra la demanda requerida por aquella empresa (sistema de conexión a red), procurando la disminución de impactos negativos al medio ambiente. Nasa Power proporciona datos acerca de los recursos renovables a lo largo de un periodo, entre ellos, el más relevante es la radiación solar, indispensable para el diseño de la planta FV. El dimensionamiento y el análisis de costo, eficiencia y productividad se realiza mediante el software HOMER Energy, una herramienta muy útil para diseñar proyectos en el área de energías renovables y sistemas de generación híbridos.

Para poder tener un mejor análisis con respecto a resultados se utilizó el software Sunny para de esta manera corroborar los resultados de Homer y así poder tener una respectiva comprobación, aparte de que tendremos un análisis de resultados con respecto a el factor de rentabilidad para ver si existe alguna diferencia de inversión en los análisis correspondientes en cada software.

La finalidad de este proyecto consiste en determinar un sistema eficiente y confiable con el objetivo de menorar los problemas de consumo que cuentan las grandes empresas debido a la utilización de grandes maquinas, con la finalidad de brindar un mejor servicio, dichas maquinas son las que generan una curva de carga muy elevada al final del mes.

Palabras claves: Eficiencia, productividad, análisis de costos, recursos renovables, análisis de eficiencia.

ABSTRACT AND KEYWORDS

This document aims to show an analysis that underscores the productivity and efficiency of a photovoltaic generation system (PV) in the Canton "QUEVEDO", in the company "QUEVEXPORT S.A.". A system proposal for electricity generation is proposed to meet the demand required by that company (network connection system), seeking to reduce negative impacts on the environment. Nasa Power provides data on renewable resources over a period of time, including the most relevant is solar radiation, indispensable for the design of the FV plant. Cost, efficiency and productivity sizing and analysis is done using HOMER Energy software, a very useful tool for designing projects in the area of renewable energy and hybrid generation systems.

In order to have a better analysis with respect to results, the Sunny software was used to corroborate the results of Homer and to have a respective check, besides that we will have an analysis of results with respect to the profitability factor to see if there is any difference of investment in the corresponding analyses in each software.

The purpose of this project is to determine an efficient and reliable system with the aim of reducing the consumption problems faced by large companies due to the use of large machines, in order to provide a better service, these machines generate a very high load curve at the end of the month.

Keywords: Efficiency, productivity, cost analysis, renewable resources, efficiency analysis.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|-------------------------------------|
| Declaración de auditoria y cesión de derechos | ii |
| Declaración de auditoria y cesión de derechos | iii |
| Certificación de culminación del proyecto de investigación | iv |
| Certificado del reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico | v |
| Certificación de aprobación del proyecto de investigación | Error! Marcador no definido. |
| Agradecimiento | vii |
| Dedicatoria | viii |
| Resumen ejecutivo y palabras claves | 1 |
| Abstract and keywords | 2 |
| Introducción | 12 |
| CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 14 |
| 1.1. Problema de investigación..... | 15 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema. | 15 |
| 1.1.2. Formulación. | 16 |
| 1.1.3. Sistematización..... | 16 |
| 1.2. Objetivos..... | 17 |
| 1.2.1. Objetivo general. | 17 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 17 |
| 1.3. Justificación..... | 18 |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN | 19 |
| 2.1. Marco conceptual..... | 20 |
| 2.1.1. Energía Solar. | 20 |
| 2.1.2. Radiación solar. | 20 |
| 2.1.3. Paneles fotovoltaicos..... | 20 |
| 2.1.4. Energía limpia. | 21 |
| 2.1.5. Materiales semiconductores. | 21 |
| 2.1.6. Tiempo de vida útil de un panel solar. | 21 |
| 2.1.7. Inversor..... | 21 |
| 2.1.8. Equipamiento fotovoltaico | 22 |
| 2.1.9. Generadores Fotovoltaicos (fijos o con seguimiento)..... | 23 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.10. Inversores de conexión a red | 25 |
| 2.1.11. Accesorios eléctricos y protecciones..... | 26 |
| 2.1.12. Conexión del sistema fotovoltaico a la red eléctrica..... | 27 |
| 2.2. Marco Referencial..... | 28 |
| 2.2.1. Sistema fotovoltaico conectado a la red. | 28 |
| 2.2.2. Calidad de energía eléctrica. | 29 |
| 2.2.3. Medidor inteligente | 30 |
| 2.2.4. Homer Energy | 31 |
| 2.2.5. Generación de energía fotovoltaica..... | 31 |
| 2.2.6. Panel fotovoltaico..... | 32 |
| 2.2.7. Inclinação de los paneles solares | 32 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 34 |
| 3.1. Localización..... | 35 |
| 3.2. Tipo de investigación. | 35 |
| 3.2.1. Investigación Bibliográfica. | 35 |
| 3.2.2. Investigación Explorativa..... | 36 |
| 3.2.3. Investigación Descriptiva..... | 36 |
| 3.2.1. Investigación Aplicada..... | 36 |
| 3.3. Métodos de investigación..... | 36 |
| 3.3.1. Método Analítico..... | 36 |
| 3.3.2. Método Inductivo. | 37 |
| 3.4. Fuentes de Recopilación de la Información..... | 37 |
| 3.5. Diseño de la investigación..... | 37 |
| 3.6. Instrumentos de investigación. | 39 |
| 3.7. Tratamiento de datos..... | 39 |
| 3.8. Recursos humanos y materiales..... | 39 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 40 |
| 4.1. Resultados..... | 41 |
| 4.1.1. Resultados de la carga en la empresa QUEVEXPORT S. A | 41 |
| 4.1.2. Fuente monocristalino | 43 |
| 4.1.3. Fuente policristalino..... | 62 |
| 4.1.8. Porque utilizar Sunny | 76 |
| 4.1.9. Esquema 3D de los paneles fotovoltaicos | 78 |
| 4.1.9. Estudio técnico económico monocristalino..... | 79 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.10. Estudio técnico económico policristalino | 81 |
| 4.2. Discusión | 83 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 85 |
| 5.1. Conclusiones..... | 86 |
| 5.2. Recomendaciones. | 87 |
| BIBLIOGRAFÍA | 88 |
| ANEXOS | 92 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Limites para el índice de nivel de voltaje..... | 30 |
| Tabla 2: Recursos humanos y materiales. | 39 |
| Tabla 3: Materiales de instalación..... | 79 |
| Tabla 4: Materiales de instalación..... | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Paneles Fotovoltaicos. | 20 |
| Figura 2: Inversor. | 21 |
| Figura 3: Evolución de la eficiencia en el tiempo. | 22 |
| Figura 4: Evolución del precio en el mundo de los (\$/Wp). | 22 |
| Figura 5: Seguidor solar de dos ejes. | 23 |
| Figura 6: Seguidor solar azimutal. | 24 |
| Figura 7: Seguidor solar de un eje polar. | 24 |
| Figura 8: Seguidor solar de un eje horizontal. | 25 |
| Figura 9: Inversor central. | 25 |
| Figura 10: Inversor por cada rama. | 26 |
| Figura 11: Inversor dedicado a cada panel. | 26 |
| Figura 12: Esquema básico de conexión de un sistema fotovoltaico a la red. | 26 |
| Figura 13: Armónicos en sistemas de baja tensión. | 29 |
| Figura 14: Medidor inteligente. | 31 |
| Figura 15: Células fotovoltaicas. | 32 |
| Figura 16: Inclinación de los paneles solares. | 32 |
| Figura 17: Orientación de los paneles fotovoltaicos. | 33 |
| Figura 18: Localización de la industria “QUEVEXPORT S. A.” | 35 |
| Figura 19: Cargas mes de enero | 38 |
| Figura 20: Cargas del año 2019. | 38 |
| Figura 21: Demanda promedio de los días lunes a viernes de la empresa QUEVEXPORT S. A “Diagrama de línea” | 41 |
| Figura 22: Demanda promedio de los días lunes a viernes de la empresa QUEVEXPORT S. A. “Diagrama de barra” | 41 |
| Figura 23: Demanda promedio de los fines de semana de la empresa QUEVEXPORT S. A “Diagrama de línea” | 42 |
| Figura 24: Demanda promedio de los fines de semana de la empresa QUEVEXPORT S. A “Diagrama de barra” | 42 |
| Figura 25: Modelo del sistema Fotovoltaico conectado a la red. | 43 |
| Figura 26: Entrada de carga primaria. | 43 |
| Figura 27: Entrada de convertidor. | 44 |

| | |
|---|----|
| Figura 28: Entrada PV..... | 45 |
| Figura 29: Entrada de la red. | 46 |
| Figura 30: Entrada de recursos solares..... | 46 |
| Figura 31: Entrada de recursos solares..... | 47 |
| Figura 32: Entrada de recursos solares..... | 47 |
| Figura 33: Resultados de la factibilidad más adecuada..... | 48 |
| Figura 34: Resultados de simulación, producción eléctrica promedio mensual. | 49 |
| Figura 35: Resultados de simulación, movimiento de dinero. | 50 |
| Figura 36: Resultados de simulación, salida de PV. | 50 |
| Figura 37: Resultados de simulación, salida del inversor. | 51 |
| Figura 38: Resultados de simulación, red eléctrica..... | 51 |
| Figura 39: Estructuras fijas CVE. | 52 |
| Figura 40: Inversor PH3000..... | 52 |
| Figura 41: Interruptor Magnetotérmico DC 100A. | 53 |
| Figura 42: Interruptor Magnetotérmico AC 20A trifásico. | 53 |
| Figura 43: Configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en AutoCAD... 54 | |
| Figura 44: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 56 |
| Figura 45: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 57 |
| Figura 46: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 58 |
| Figura 47: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 59 |
| Figura 48: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 60 |
| Figura 49: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 61 |
| Figura 50: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 62 |
| Figura 51: Entrada PV..... | 63 |
| Figura 52: Resultados de la factibilidad más adecuada..... | 64 |
| Figura 53: Resultados de simulación, producción eléctrica promedio mensual. | 65 |
| Figura 54: Resultados de simulación, movimiento de dinero. | 65 |

| | |
|--|----|
| Figura 55: Resultados de simulación, salida de PV. | 66 |
| Figura 56: Resultados de simulación, red eléctrica. | 66 |
| Figura 57: Configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en AutoCAD... .. | 68 |
| Figura 58: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 70 |
| Figura 59: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 71 |
| Figura 60: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 72 |
| Figura 61: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 73 |
| Figura 62: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 74 |
| Figura 63: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 75 |
| Figura 64: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY. | 76 |
| Figura 65: Configuración 3D del sistema fotovoltaico conectado a la red en SketchUp. | 78 |
| Figura 66: Análisis económico para diseño y análisis de factibilidad de un sistema fotovoltaico. | 80 |
| Figura 67: Análisis económico para diseño y análisis de factibilidad de un sistema fotovoltaico. | 82 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--------------------------|----|
| Ecuación 1: | 79 |
| Ecuación 2: | 80 |
| Ecuación 3: | 80 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1: Panel fotovoltaico utilizado en el sistema. | 93 |
| Anexo 2: Panel fotovoltaico utilizado en el sistema. | 94 |
| Anexo 3: Panel fotovoltaico utilizado en el sistema. | 95 |
| Anexo 4: Panel fotovoltaico utilizado en el sistema. | 96 |
| Anexo 5: Inversor utilizado en el sistema. | 97 |
| Anexo 6: Inversor utilizado en el sistema. | 98 |
| Anexo 7: Inversor utilizado en el sistema. | 99 |
| Anexo 8: Estructura de soporte para los paneles solares del sistema. | 100 |
| Anexo 9: Interruptor Magnetotérmico DC utilizado en el sistema. | 101 |
| Anexo 10: Interruptor Magnetotérmico DC utilizado en el sistema. | 102 |
| Anexo 11: Interruptor Magnetotérmico AC utilizado en el sistema. | 103 |
| Anexo 12: Interruptor Magnetotérmico AC utilizado en el sistema. | 104 |
| Anexo 13: Datos de carga del mes de enero. | 105 |
| Anexo 14: Datos de carga del mes de febrero. | 105 |
| Anexo 15: Datos de carga del mes de marzo. | 106 |
| Anexo 16: Datos de carga del mes de abril. | 106 |
| Anexo 17: Datos de carga del mes de mayo. | 107 |
| Anexo 18: Datos de carga del mes de junio. | 107 |
| Anexo 19: Datos de carga del mes de julio. | 108 |
| Anexo 20: Datos de carga del mes de agosto. | 108 |
| Anexo 21: Datos de carga del mes de septiembre. | 109 |
| Anexo 22: Datos de carga del mes de octubre. | 109 |
| Anexo 23: Datos de carga del mes de noviembre. | 110 |
| Anexo 24: Datos de carga del mes de diciembre. | 110 |
| Anexo 25: Datos de carga de lunes a viernes del año 2019. | 111 |
| Anexo 26: Datos de carga de fines de semana del año 2019. | 111 |

CÓDIGO DUBLÍN

| | | | | | |
|----------------------------------|---|---------------|--------------------|-----------------------|---------------------|
| Título: | Diseño de un sistema de generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía fotovoltaica para la empresa “QUEVEXPORT S. A.” en el Cantón Quevedo. | | | | |
| Autores: | Figueroa Guerra Danner Anderson, Molina Bravo Joel Fulberto | | | | |
| Palabras clave: | Eficiencia | Productividad | Análisis de costos | Eficiencia energética | Recursos renovables |
| Fecha de publicación: | | | | | |
| Editorial: | Universidad Técnica Estatal de Quevedo | | | | |
| Resumen: (hasta 300 palabras) | <p>Resumen: El presente documento pretende mostrar un análisis que sustente la productividad y eficiencia de un sistema de generación fotovoltaica (FV) en el Cantón “QUEVEDO”, en la empresa” QUEVEXPORT S. A.”. Se plantea una propuesta del sistema para la generación de energía eléctrica que cubra la demanda requerida por aquella empresa (sistema de conexión a red), procurando la disminución de impactos negativos al medio ambiente. Nasa Power proporciona datos acerca de los recursos renovables a lo largo de un periodo, entre ellos, el más relevante es la radiación solar, indispensable para el diseño de la planta FV. El dimensionamiento y el análisis de costo, eficiencia y productividad se realiza mediante el software HOMER Energy, una herramienta muy útil para diseñar proyectos en el área de energías renovables y sistemas de generación híbridos.</p> <p>Para poder tener un mejor análisis con respecto a resultados se utilizó el software Sunny para de esta manera corroborar los resultados de Homer y así poder tener una respectiva comprobación, aparte de que tendremos un análisis de resultados con respecto a el factor de rentabilidad para ver si existe alguna diferencia de inversión en los análisis correspondientes en cada software.</p> | | | | |

| | |
|--------------|--|
| | <p>La finalidad de este proyecto consiste en determinar un sistema eficiente y confiable con el objetivo de menorar los problemas de consumo que cuentan las grandes empresas debido a la utilización de grandes maquinas, con la finalidad de brindar un mejor servicio, dichas maquinas son las que generan una curva de carga muy elevada al final del mes.</p> <p>Abstract: This document aims to show an analysis that underscores the productivity and efficiency of a photovoltaic generation system (PV) in the Canton "QUEVEDO", in the company" QUEVEXPORT S.A.". A system proposal for electricity generation is proposed to meet the demand required by that company (network connection system), seeking to reduce negative impacts on the environment. Nasa Power provides data on renewable resources over a period of time, including the most relevant is solar radiation, indispensable for the design of the FV plant. Cost, efficiency and productivity sizing and analysis is done using HOMER Energy software, a very useful tool for designing projects in the area of renewable energy and hybrid generation systems.</p> <p>In order to have a better analysis with respect to results, the Sunny software was used to corroborate the results of Homer and to have a respective check, besides that we will have an analysis of results with respect to the profitability factor to see if there is any difference of investment in the corresponding analyses in each software.</p> <p>The purpose of this project is to determine an efficient and reliable system with the aim of reducing the consumption problems faced by large companies due to the use of large machines, in order to provide a better service, these machines generate a very high load curve at the end of the month.</p> |
| Descripción: | 120 hojas: Dimensiones, 19 x 21 cm |
| URI: | |

INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica es un factor que juega un papel fundamental en el desarrollo económico de las naciones del mundo. El crecimiento de la población conduce a un fuerte aumento en la demanda de energía a nivel mundial, la cual podría ser abastecida por sistemas de generación en base a recursos renovables.

El problema que se presenta en las grandes empresas se debe al alto consumo de energía, esto genera inconformidad por la empresa, por lo tanto, se pretende satisfacer esta demanda, teniendo en cuenta que se debe de buscar una solución confiable y eficiente y lo más importante que sea amigable con el ambiente.

El objetivo primordial a investigar es encontrar una manera eficiente de satisfacer la demanda de la empresa, para esto se debe analizar los varios tipos de fuente de energía que existen y seleccionar el más conveniente teniendo en cuenta el lugar donde nos encontremos, según los datos climatológicos.

En el Ecuador existen diversas fuentes de energías renovables que pueden ser utilizadas para la generación eléctrica. Estos recursos varían de acuerdo a las condiciones geográficas de las diferentes zonas del país; sin embargo, gracias al desarrollo tecnológico se han diseñado máquinas que requieren una cantidad de energía (cinética, potencial, química, entre otras), considerablemente pequeña para poder generar energía eléctrica. [1]

Las empresas implementan un sistema de micro-generación fotovoltaica con el fin de cubrir gastos producidos por consumo energético; sin embargo, un sistema fotovoltaico requiere un capital de inversión considerable que se recupera en un plazo determinado.

Se pretende diseñar mediante el software HOMER Energy un sistema de generación fotovoltaico conectado a la red, que cubra el consumo de energía producido por la empresa “QUEVEXPORT S. A.”.

Para poder determinar la capacidad del sistema de generación es necesario conocer la demanda energética y el comportamiento de la carga, reflejado en una curva de carga mensual. Estos datos son la base fundamental para realizar el estudio en el software HOMER Energy y cualquier otro tipo de diseño para sistemas de generación eléctrica.

HOMER Energy proporciona información sobre las complejidades y compensaciones del diseño de sistemas rentables y confiables, impulsando la toma de decisiones informadas para diseñar sistemas con confianza. [2]

Para saber que tan eficiente son los resultados obtenidos por el software HOMER se compara con otro software llamado Sunny, el cual nos permite de la misma manera tener datos mensuales de nuestra generación fotovoltaica, y así poder realizar un análisis comparativo con respecto a los resultados entre los dos softwares. Tienen características similares ya que los realizan un análisis económico y técnico con respecto al proyecto fotovoltaico.

Por lo general en el Ecuador existen solo dos estaciones en el año, las cuales son invierno y verano, por lo tanto, se necesitará la utilización de paneles monocristalinos o policristalinos, en la cual, los monocristalinos son recomendados para condiciones climáticas donde la proyección del sol es poca debido a las tormentas, neblina o nubes, mientras tanto los policristalinos se desempeñan mejor en ambientes cálidos.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Actualmente la mayor parte de las empresas tienen un valor a pagar extremadamente alto, con respecto al consumo energético, teniendo en cuenta que esto afecta mucho en las ganancias, por lo tanto se busca la manera de economizar o disminuir el consumo diario de las empresas, para esto se ven en la necesidad de buscar alternativas con el fin de encontrar una forma adecuada de solucionar el problema antes mencionada, para esto se debe tener en cuenta varios factores como son, costo de inversión y tiempo de recuperación.

Las empresas con el afán de mejorar sus servicios y demanda se ven en la necesidad de adquirir nuevos aparatos eléctricos que permitan mejorar su productividad y eficiencia en sus productos o servicios. Esto implica que también habrá un incremento de energía eléctrica en la empresa, donde la demanda por kWh será altamente elevada dependiendo del tipo de máquina.

Se han dado casos donde ciertas empresas optan por el hurto de energía para reducir la demanda de la curva de carga, poniendo en riesgo la sostenibilidad de la empresa con la finalidad de reducir el valor a pagar por el consumo adquirido.

Existen varias formas de generar energía eléctrica amigables para el ambiente y que permiten obtener un ahorro económico, una de ellas es el aprovechamiento de los rayos solares que mediante las placas fotovoltaicas se puede transformar la energía solar en energía eléctrica.

Diagnóstico.

Actualmente en el país no existen industrias que hayan implementado el uso de fuentes renovables para abastecerse de energía eléctrica y disminuir el consumo de la red. Esto sucede en su mayor parte por el desconocimiento de métodos confiables en cuanto al uso de fuentes renovables. [3]

Pronóstico.

El pronóstico de este proyecto es factible debido a que utiliza la materia prima como es el sol, el cual es una fuente de energía renovable y amigable para el ambiente, dicha fuente será aprovechada por los paneles solares para la obtención de la energía eléctrica en la empresa “QUEVEXPORT S. A.”, el costo de inversión es considerable y se recuperará en un tiempo determinado.

1.1.2. Formulación.

¿Al simular un sistema de generación eléctrica a partir de fuentes renovables, se podrá obtener un análisis económico el cual dará un pronóstico futuro en la reducción del costo a pagar en la industria por la energía eléctrica consumida?

1.1.3. Sistematización.

¿Cómo encontrar la curva de carga para un periodo de 25 años en la industria QUEVEXPORT S. A.?

¿De qué manera se podría obtener un pronóstico del consumo energético del cual permita verificar el alto consumo de energía en la empresa QUEVEXPORT S. A.?

¿Cómo proyectar la viabilidad económica y el impacto que tendrá el proyecto en aspectos de la economía?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

- ✓ Diseñar un sistema de generación eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos y simularlos mediante el software HOMER Energy para la empresa “QUEVEXPORT S. A.” en el Cantón Quevedo.

1.2.2. Objetivos específicos.

- ✓ Definir la potencia consumida por la empresa para la obtención del consumo total.
- ✓ Determinar el diseño de generación fotovoltaica conectada a la red, y simularlo mediante el software HOMER Energy.
- ✓ Analizar dos modelos de sistema de generación fotovoltaica para determinar el modelo más viable “monocristalino y policristalino”.
- ✓ Comparar los resultados con otro software de análisis FV “SUNNY”.
- ✓ Realizar un estudio técnico-económico, para el diseño e implementación del sistema fotovoltaico en la empresa “QUEVEXPORT S. A.”.

1.3. Justificación.

El presente proyecto se enfoca en el diseño de un sistema de generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía fotovoltaica para la empresa “QUEVEXPORT S. A.”, para la disminución de la curva de carga y de esa forma poder reducir el costo a pagar a la empresa eléctrica, por la energía consumida.

Debido a la intensa radiación que existe en el Cantón Quevedo, se aprovechara el recurso solar para la implementación y el desarrollo de sistemas de generación fotovoltaica FV.

Con el diseño de este proyecto despertará el interés de varias entidades en el estudio e implementación de esta investigación, debido a que se utiliza tecnologías limpias para solucionar el problema de la alta demanda del consumo energético.

Además de contribuir con la sociedad a que se sigan realizando más proyectos con fuentes de energías renovables, para de esta manera generar energía de una manera eficiente.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Energía Solar.

Se denomina energía solar a una de las muchas energías renovables que existen, esta energía se caracteriza por ser proveniente del sol [4]. Por lo tanto, se aprovecha la energía emitida mediante tecnologías que permitan la obtención de la energía eléctrica. [5]

2.1.2. Radiación solar.

Según [4], la energía emitida por el sol es el conjunto de radiaciones electromagnéticas generadas por los rayos solares, donde el sol disipa una masa que se transforma en energía proveniente del núcleo solar por las reacciones del hidrógeno.

2.1.3. Paneles fotovoltaicos.

Dispositivos de tecnología que emiten voltaje y corriente, en la cual está compuesta por unas series de celdas unidas en serie y conjunto de celdas unidas en paralelo [5]. El voltaje y corriente son las dos características que tiene estas placas fotovoltaicas, como se puede observar una imagen en la figura 1. [6]

Figura 1: Paneles Fotovoltaicos.



Fuente: (G. González, J. Zambrano, and E. Estrada, 2018)

2.1.4. Energía limpia.

Las energías limpias son aquellas que no producen daños a la naturaleza, también conocidas como energías verdes, con la finalidad de no producir un impacto ecológico con el ambiente.

[4]

2.1.5. Materiales semiconductores.

Son aquellos materiales que proporcionan una conductividad eléctrica inferior a la de un conductor metálico [7]. De acuerdo a [6] El silicio (Si) es uno de los semiconductores más utilizados, también tenemos otros tipos de semiconductores como son el selenio (Se) y el germanio (Ge), etc.

2.1.6. Tiempo de vida útil de un panel solar.

Según [5], los paneles solares tienen una vida útil estimada de 25 años, y dependiendo de un mantenimiento adecuado se puede alargar su vida útil a 30 años.

2.1.7. Inversor.

Componente necesario para la transformación de corriente continua que genera los paneles fotovoltaicos, a corriente alterna como se observa en la figura 2, para la distribución a la red eléctrica [4]. De acuerdo a [5] son dispositivos electrónicos que permiten interrumpir y conmutar su polaridad.

Figura 2: Inversor.

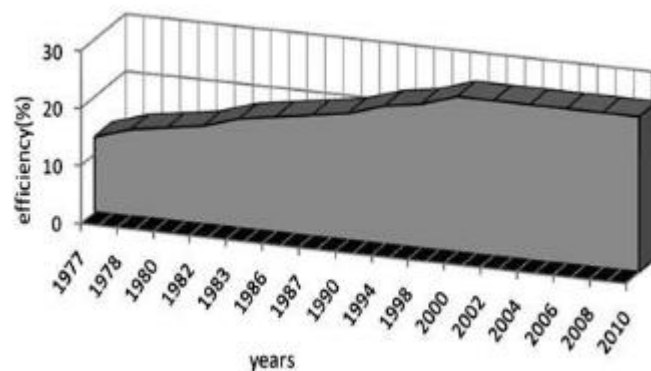


Fuente: (J. C. Pisco, Á. I. Torres, and D. A. Figueroa, 2020)

2.1.8. Equipamiento fotovoltaico

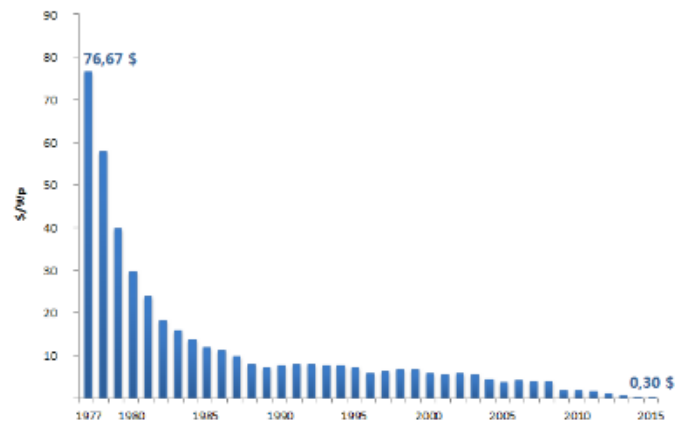
Con el pasar del tiempo la tecnología ha logrado que los paneles fotovoltaicos obtengan una mayor eficiencia [8]. Esto ha provocado que los costos de producción de energía disminuyan, teniendo en cuenta que la energía solar fotovoltaica es una de las mejores soluciones desde el punto de vista tecnológico, económico y ambiental [8]. A continuación, se pueden observar en las figuras 3 y 4 que la eficiencia ha mejorado con el pasar de los años.

Figura 3: Evolución de la eficiencia en el tiempo.



Fuente: <https://upcommons.upc.edu>

Figura 4: Evolución del precio en el mundo de los (\$/Wp).



Fuente: <https://www.azoteasolar.com/>

2.1.9. Generadores Fotovoltaicos (fijos o con seguimiento)

En [9] un generador fotovoltaico es la unión de varios módulos fotovoltaicos diseñados para adaptarse a condiciones de funcionamiento de una determinada aplicación. Por otra parte, un generador fotovoltaico puede ser fijo o con seguimiento. En los sistemas de seguimiento existen 2 ventajas el primero es que la radiación incidente aumenta al seguir al sol, y el segundo que las pérdidas por luminosidad disminuyen si el apuntamiento al sol mejora. Por lo tanto, el objetivo principal de estos sistemas de seguimiento es reducir el ángulo formado que existe entre la línea que une el generador con el sol como también la perpendicular al plano del módulo y de esta forma poder apuntar al sol a lo largo de su movimiento celeste.

2.1.9.1. Seguimiento a doble eje:

Este es el mejor método de seguimiento desde la visión de la producción eléctrica, al usar este sistema se consigue un mejor apunte al sol con precisión a lo largo de todo su recorrido [10].

Figura 5: Seguidor solar de dos ejes.



Fuente: http://www.stinorland.com/es/article_services_productosejeazimutal.html

2.1.9.2. Seguimiento azimutal:

Este sistema sacrifica un movimiento para que, de esta forma, pueda conseguir un sistema más económico. Este consiste en girar en dirección de este a oeste sobre un eje vertical [9]. Teniendo en cuenta que este seguidor está decreciendo en comparación al método de doble eje.

Figura 6: Seguidor solar azimutal.



Fuente: http://www.stinorland.com/es/article_services_productosejeazimutal.html

2.1.9.3. Seguimiento polar:

Este seguidor es el único eje sobre el que se produce el giro, este seguidor está inclinado de una forma paralela al del eje de rotación de la Tierra, teniendo que el generador aparezca al sol en su recorrido. Pero las complicaciones estructurales de giro, y la dificultad de su implantación en algunos centros de generación han provocado que su uso sea ocasional [10].

Figura 7: Seguidor solar de un eje polar.



Fuente: http://www.stinorland.com/es/article_services_productosejeazimutal.html

2.1.9.4. Seguimiento horizontal con eje Norte-Sur

En este seguidor tiene algo muy especial debido a sus ventajas que es la sencillez y estabilidad estructural, como también la facilidad de motorización, así como el mejor aprovechamiento del territorio en relación con un sistema de doble eje [11].

Figura 8: Seguidor solar de un eje horizontal.



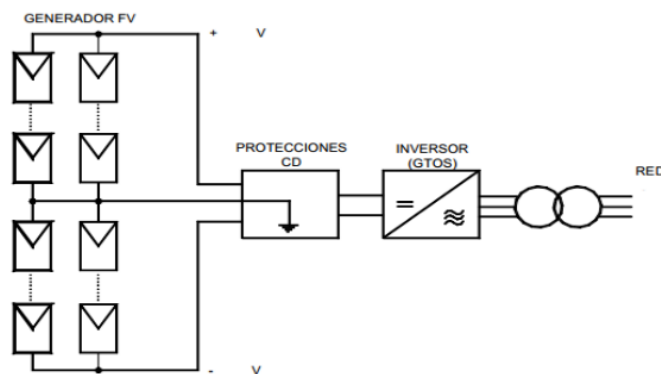
Fuente: http://www.stinorland.com/es/article_services_productosejeazimutal.html

2.1.10. Inversores de conexión a red

De acuerdo a [9] los inversores pueden agruparse en tres categorías importantes:

1. Inversor central: Aquel único inversor dedicado a la transformación de toda la generación (o a un conjunto de ramas) como se aprecia en la figura 9.

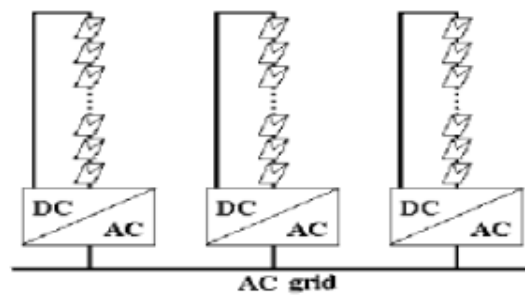
Figura 9: Inversor central.



Fuente: (F. Aucapiña, Paul; Vilntimilla, 2013)

2. Inversor orientado a rama (string-inverter): Es un inversor dedicado especialmente a una rama del generador como se observa en la figura 10.

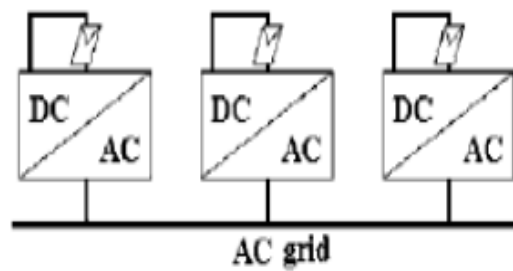
Figura 10: Inversor por cada rama.



Fuente: (F. Aucapiña, Paul; Vilntimilla, 2013)

3. “Módulo-AC”: Este inversor es dedicado a un solo módulo del generador como se muestra en la figura 11.

Figura 11: Inversor dedicado a cada panel.

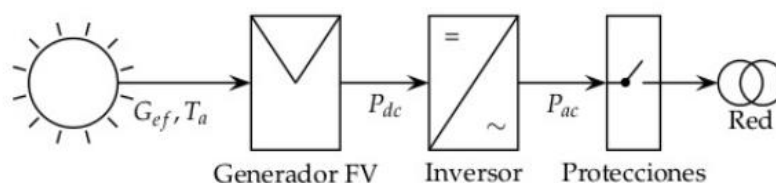


Fuente: (F. Aucapiña, Paul; Vilntimilla, 2013)

2.1.11. Accesorios eléctricos y protecciones

En la siguiente figura 12, se puede visualizar la conexión de los equipos y protecciones eléctricas que debe tener una instalación fotovoltaica para un buen funcionamiento de acuerdo a [12].

Figura 12: Esquema básico de conexión de un sistema fotovoltaico a la red.



Fuente: (O. Perpiñan Lamigueiro, 2015)

2.1.12. Conexión del sistema fotovoltaico a la red eléctrica.

2.1.12.1. Parámetros para conectar un sistema fotovoltaico a la red.

Para la conexión de un sistema de generación a la red, debe cumplir con 3 aspectos fundamentales los cuales se redactan a continuación:

Voltajes iguales

Cada una de las tres fases que tiene el sistema debe tener la misma magnitud de voltaje, al que se va a conectar. Si los voltajes del generador no sean iguales, entonces habrá un flujo de corriente muy grande cuando se cierra el interruptor del circuito [13].

Frecuencias iguales

En la frecuencia del sistema de generación fotovoltaico deben ser de 60Hz o como también puede estar entre un rango de $\pm 2\%$ para de esta manera poder conectarse con la red de baja tensión [13].

Secuencia de fases

En este punto el sistema de generación fotovoltaica debe tener la misma secuencia de fase que del sistema de baja tensión [13].

2.2. Marco Referencial.

2.2.1. Sistema fotovoltaico conectado a la red.

De acuerdo a [3] es aquel sistema que utiliza una fuente de generación de energía eléctrica, para el abastecimiento de una demanda determinada. En [14] habla que son sistemas que operan con una conexión a la red eléctrica, y capaces de brindar energía a todos los equipos, aquella energía que es producida por módulos fotovoltaicos e inyectada a la red. Por otra parte en [9] son sistemas que no incluyen un subsistema de acumulación para el respectivo almacenamiento intermedio, ya que toda la energía generada se inyecta en la red de distribución, y es así que carece de almacenamiento en baterías.

2.2.1.1. Panel fotovoltaico Monocristalino

En [15] los paneles monocristalinos cuentan con muy buenas características técnicas, relacionado con climas que por lo regular tienen muchas nubes, tormentas y a su vez con temperaturas máximas no muy altas, la sensibilidad de este tipo de paneles se ajusta a estos tipos de condiciones climatológicas debido a que se encargan de captar la máxima radiación solar en bajas temperaturas, ya que el panel monocristalino no resiste condiciones de sobrecalentamiento. En [15] su fabricación contiene un alto costo energético, resulta ligeramente más eficiente y su fabricación es más lenta.

2.2.1.2. Panel fotovoltaico Policristalino

Los paneles policristalinos suministran la tensión perfecta con respecto a instalaciones de bajo consumo, estos tipos de paneles [15] son los más empleados debido a su bajo costo de construcción y eficiencia. Estos paneles tienen una mayor resistencia al sobrecalentamiento, funcionan perfectamente en condiciones climáticas cálidas ya que absorben el calor a mayor velocidad que los paneles monocristalinos.

2.2.1.3 Sistemas fotovoltaicos en edificios

Según en [16] los sistemas FV en edificios se los conoce como Sistemas Fotovoltaicos Integrados en Edificio (SFIE) o también conocidos como Edificios Fotovoltaicos Conectado a la Red (EFCR). En [15] menciona que son aplicaciones donde los diseños arquitectónicos son sustituidos, ya que son muy convencionales y optan por nuevos elementos arquitectónicos que cuentan con diseño fotovoltaico, por lo tanto, son generadores de energía.

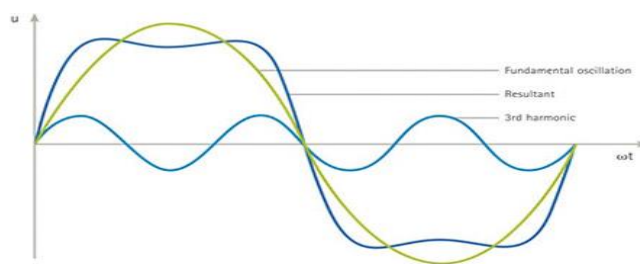
Los primeros EFCR según [16] se instalaron en Europa al terminar los años 80 en Alemania, hoy en día los edificios FV significan un 42% de consumo de energía total en Europa, la mayoría de los EFCR son instalados en tejados, cubiertas.

2.2.2. Calidad de energía eléctrica.

2.2.2.1. Distorsión armónica.

En [17] la distorsión armónica, principalmente son producidas por la conexión a la red eléctrica de aquellas máquinas con cargas no lineales como; convertidores estáticos, maquinas con núcleo magnético saturado y otras cargas no lineales.

Figura 13: Armónicos en sistemas de baja tensión.



Fuente: (J. A. Suárez, G. F. Di Mauro, and D. A. C. Agüero, 2014)

2.2.2.2. Límites de tensión en Ecuador.

Los límites establecidos de tensión en el Ecuador son admitidos por el ARCONEL¹, la agencia encargada de establecer los indicadores, como también índices y límites de calidad del servicio tanto en distribución y comercialización de energía eléctrica en el país.[18]

De acuerdo a la clasificación de las variaciones de tensión, se tienen las siguientes:

Tabla 1: Límites para el índice de nivel de voltaje.

| Nivel de Voltaje | Rango Admisible |
|----------------------------------|-----------------|
| Alto Voltaje (Grupo 1 y Grupo 2) | $\pm 5.0\%$ |
| Medio Voltaje | $\pm 6.0\%$ |
| Bajo Voltaje | $\pm 8.0\%$ |

Fuente: (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018)

2.2.2.3. Variaciones de frecuencia.

En [18] menciona que en sistemas eléctricos de corriente alterna, son aquellas variaciones que se producen por una alteración del equilibrio entre la carga y la generación. Este desequilibrio es producido cuando la carga es superior a la generación es decir se produce una disminución de la frecuencia, o cuando la carga es inferior a la generación es decir aumento de la frecuencia. [18]

2.2.3. Medidor inteligente

Aquellos dispositivos electrónicos de medición de energía eléctrica, que permite una comunicación avanzada en ambos sentidos, tanto dando energía a la red como recibiendo de ella. [19]

¹ Agencia de Regulación y Control de Electricidad

Figura 14: Medidor inteligente.



Fuente: (S. Eliseo, 2018)

2.2.4. Homer Energy

Según [2], software desarrollado para diseñar y evaluar técnica y financieramente las opciones de sistemas de energía fuera de la red y en la red para aplicaciones de generación remota, distribuida y autónoma.

2.2.5. Generación de energía fotovoltaica

Para la transformación de la energía del sol en energía eléctrica es necesario utilizar dispositivos semiconductores los cuales se los conoce como celdas solares, las cuales permiten la conversión de los rayos solares en energía eléctrica, a esto se lo conoce como efecto fotovoltaico. [20]

2.2.5.1. Criterios de dimensionamiento

Para dimensionar un sistema de paneles fotovoltaicos se tienen que tener en cuenta varios factores los cuales son, el número y tipo de paneles fotovoltaicos que se van a utilizar, esto se puede determinar en base a nuestro recurso solar [9]. También otro punto que se debe tomar en cuenta son las condiciones climatológicas del sector en donde se vaya a realizar el dimensionamiento, tener datos confiables de la temperatura del ambiente, es necesario tener un estudio de radiación solar anual, ya que existen meses en los cuales varia su comportamiento climatológico, donde las radiaciones solares son bajas. [20]

2.2.6. Panel fotovoltaico

2.2.6.1 Células fotovoltaicas

La que se encarga de captar la energía que abarca la radiación solar y posteriormente convertirla en energía eléctrica son las células fotovoltaicas. En si la célula FV es un diodo el cual se encuentra elaborado con un material semiconductor. [21]

Figura 15: Células fotovoltaicas.

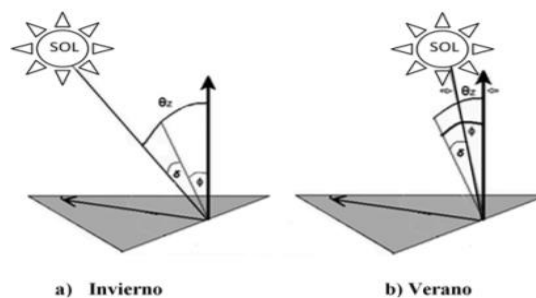


Fuente: (D. Pilco and J. Jaramillo, 2015)

2.2.7. Inclínación de los paneles solares

Para lograr una inclinación óptima de los paneles y así poder tener una mejor obtención de energía solar a través de los módulos fotovoltaicos es importante tener en cuenta la rotación y la traslación de la tierra con respecto al sol. Tener el ángulo de inclinación de la tierra en su eje polar es fundamental, se encuentra por $23,45^\circ$ en el plano de su órbita con respecto al sol. Esto implica a que el sol se encuentre en lo más alto del cielo en el verano que en el invierno se observa en la figura 16. [22]

Figura 16: Inclínación de los paneles solares.

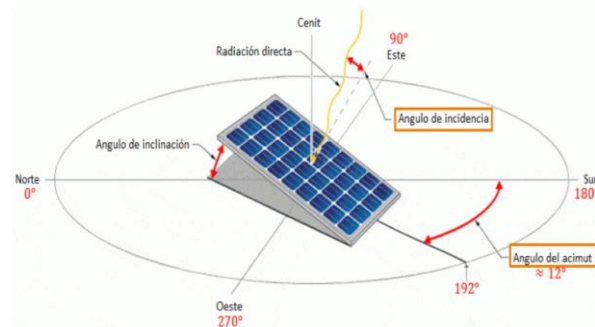


Fuente: (M. Arrieta Paternina, L. Olmos Villalba, 2015)

2.2.7.1 Orientación de los paneles fotovoltaicos

Se debe de tener en cuenta que la trayectoria que realiza el sol sobre la tierra durante el día es de este a oeste, pero durante el año la trayectoria se desplaza de norte a sur, se recomienda tener los paneles solares inclinados en dirección al sur cuando nos encontremos en el hemisferio norte y al norte cuando nos encontremos en el hemisferio sur. [23]

Figura 17: Orientación de los paneles fotovoltaicos.



Fuente: (P. M. Lasluisa, D. O. Villalba, and D. Mesias, 2015)

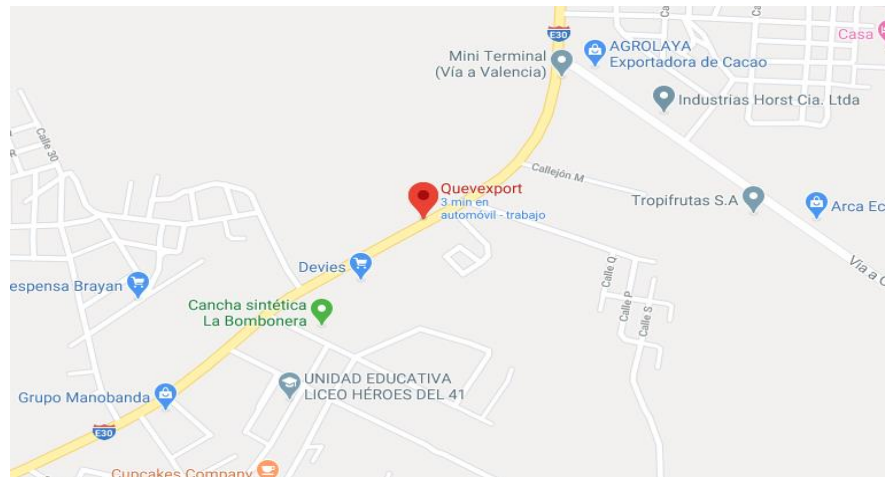
CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se llevó a cabo en la industria “QUEVEEXPORT S. A.”, del Cantón Quevedo, que se encuentra localizado geográficamente a -1.0156109, latitud sur y -79.4489245, la longitud oeste.

Figura 18: Localización de la industria “QUEVEEXPORT S. A.”



Fuente: Google map

3.2. Tipo de investigación.

En este proyecto se utilizó una investigación explorativa y descriptiva para la recopilación de información acerca del diseño de un sistema de generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía fotovoltaica. Además, se utilizó artículos científicos y tesis relacionadas con el tema.

3.2.1. Investigación Bibliográfica.

Esta investigación permite identificar los estudios y procesos mediante el uso de fuentes de carácter documental y teórica, considerando investigaciones con respecto a los antecedentes, actualidad, efectos positivos y negativos, en estudios realizados en metodologías implementadas para solucionar el problema con respecto al objetivo principal: diseño de un sistema de generación eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos y simularlos mediante el software HOMER Energy para la empresa “QUEVEEXPORT S. A.” en el Cantón Quevedo.

3.2.2. Investigación Explorativa.

Esta investigación se desarrolló con el propósito de conocer los aspectos fundamentales de una problemática determinada, y así aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del transcurso de la carrera.

3.2.3. Investigación Descriptiva.

Permitió generar datos de primera mano sobre el tema a investigar para realizar después un análisis general, tanto de la información de fuente primaria, fuente secundaria, así como de los hallazgos teóricos encontrados en la revisión bibliográfica. Esta investigación descriptiva es esencial ya que permitió conocer un diseño de un sistema de generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía fotovoltaica con el fin de encontrar una solución óptima para disminuir el alto consumo de demanda en la empresa.

3.2.1. Investigación Aplicada.

Aquella investigación está basada en la resolución de problemas utilizando la búsqueda de alguna aplicación o la utilización de conocimiento, se procedió a aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera universitaria, destinados al diseño de un sistema de generación eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos y simularlos mediante el software HOMER Energy, dependiente al objetivo principal.

3.3. Métodos de investigación.

En el proyecto de investigación se utiliza los siguientes métodos para la investigación.

3.3.1. Método Analítico.

En esta investigación se realizó un análisis del requerimiento de un sistema de generación eléctrica a partir de fuentes fotovoltaicas, en la cual se evaluaron diferentes parámetros como la demanda, condiciones climatológicas, entre otros.

3.3.2. Método Inductivo.

El método inductivo se evidenció en la adquisición de nuevos conocimientos partiendo desde lo más elemental de un sistema de generación eléctrica a partir de fuentes fotovoltaicas, hasta tener un conocimiento general sobre el tema.

3.4. Fuentes de Recopilación de la Información.

Se logró recopilar información útil para este proyecto de investigación a través de las siguientes fuentes: Artículos científicos, revistas científicas, libros y tesis relacionadas con el tema a tratar, lo cual permitió la comprensión del tema y ayudó a obtener conceptos claros en esta investigación.

3.5. Diseño de la investigación.

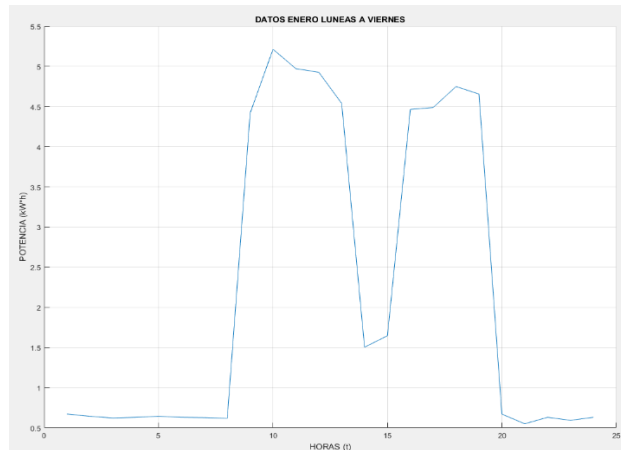
El motivo principal para la ejecución del trabajo, es poder elaborar un diseño de generación eléctrica a partir de fuentes renovables, en la que se procedió a la elección de la energía más factible para la implementación del sistema, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas en donde se encuentra ubicada la empresa, para poder realizar el estudio de este proyecto.

Para el despliegue óptimo de las cargas de la empresa “QUEVEXPORT S. A.” del Cantón Quevedo, se procedió a separar en dos partes de lunes a viernes y fines de semana, ya que en el software que se realizara el diseño solicita llenar los datos por separado tanto de los días de semana y los fines de semana.

Para tener un mejor resultado de esta investigación se procedió a realizar una debida solicitud dirigida a la empresa eléctrica CNEL EP del Cantón Quevedo, para la obtención de los datos de carga en la empresa “QUEVEXPORT S. A.”, en la cual nos brindaron datos reales del año 2019.

Los datos obtenidos contienen un periodo de 1 hora, en la cual se tiene la potencia activa (kW), en la que se procedió a sumar todas las potencias de cada hora específica y meses, con el fin de obtener las potencias totales como se puede apreciar en la Figura 19.

Figura 19: Cargas mes de enero

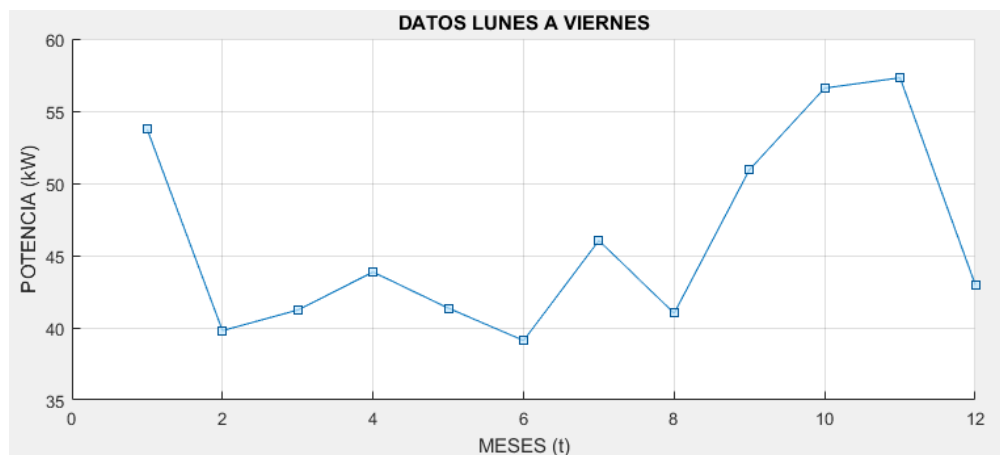


Fuente: Matlab

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

A continuación, se separa todos los datos de cada mes, tanto de lunes a viernes como para los fines de semanas como se observa en la Figura 20,

Figura 20: Cargas del año 2019



Fuente: Matlab

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Una vez encontrado las potencias totales se procede a utilizar el software Homer energy y el software Sunny Design.

3.6. Instrumentos de investigación.

Como instrumentales se logra obtener información del modelo base para el estudio de energía fotovoltaica utilizado para el diseño de un sistema de generación eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos, esto se obtuvo en base a consultas en revistas académicas virtuales.

Para el diseño de este sistema, se obtuvo información de investigaciones realizadas que abarca como tema de estudio a la generación de energía fotovoltaica.

3.7. Tratamiento de datos.

Los datos obtenidos en la empresa “QUEVEXPORT S. A.” del Cantón Quevedo, serán tabulados en el software Microsoft Excel en el cual se generará la demanda correcta de la empresa para de esta forma poder importar al software Homer Energy para la simulación respectiva.

3.8. Recursos humanos y materiales.

Tabla 2: Recursos humanos y materiales.

| Humano | | | | |
|----------|---------|--|----------------|-------|
| Ítem | Detalle | Descripción | Costo unitario | Total |
| 1 | | Figueroa Guerra Danner Anderson | | |
| 2 | | Molina Bravo Joel Fulberto | | |
| 3 | | Ing. Ortiz Gonzalez Yadyra Monserrath. Msc | | |
| Total \$ | | | | |
| Ítem | Detalle | Descripción | Costo unitario | Total |
| 1 | U | Resma de hojas | 5 | 5 |
| 2 | U | Memoria de almacenamiento 8GB | 15 | 15 |
| Total \$ | | | | 20 |

Fuente: Microsoft Excel

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

CAPÍTULO IV

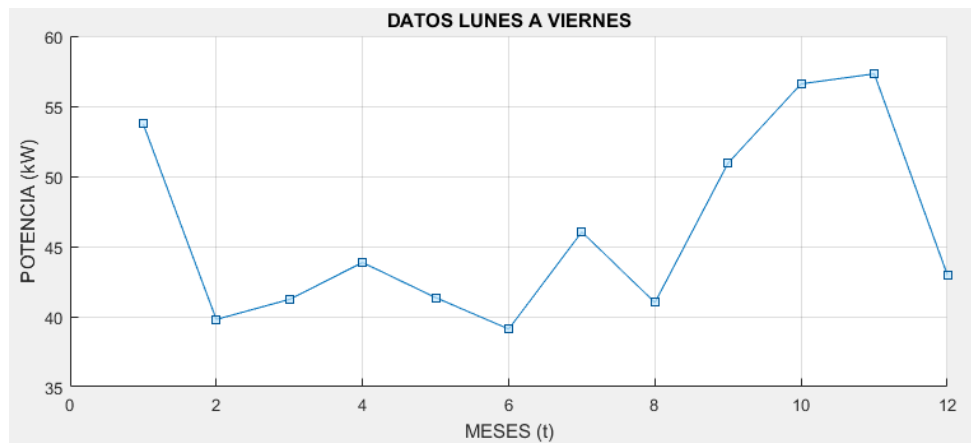
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Resultados de la carga en la empresa QUEVEXPORT S. A

Como se aprecia en la Figura 21 se muestra los datos de los días lunes a viernes por cada mes del año, y en la Figura 22 se observa mediante un diagrama de barras, calculados en el software Microsoft Excel y graficados en Matlab, con un periodo de tiempo de una hora. Se realizaron de 2 formas las gráficas para tener una perspectiva mejor al momento de interpretar.

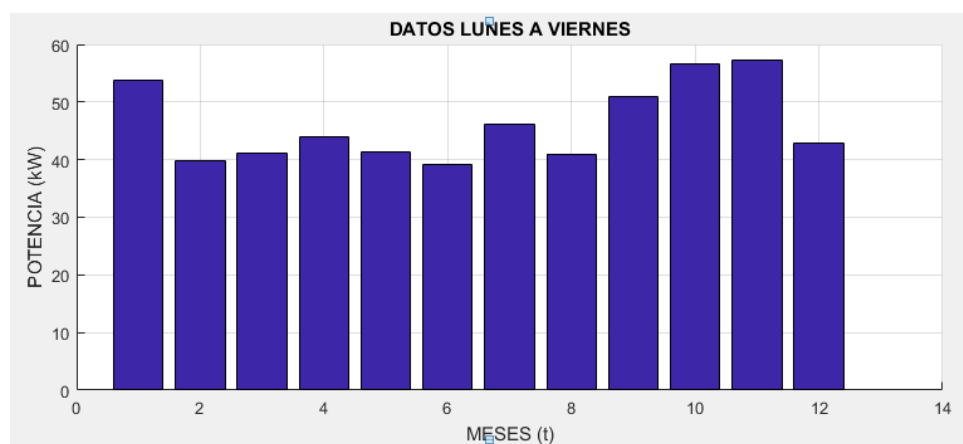
Figura 21: Demanda promedio de los días lunes a viernes de la empresa QUEVEXPORT S. A “Diagrama de línea”



Fuente: Matlab

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Figura 22: Demanda promedio de los días lunes a viernes de la empresa QUEVEXPORT S. A. “Diagrama de barra”

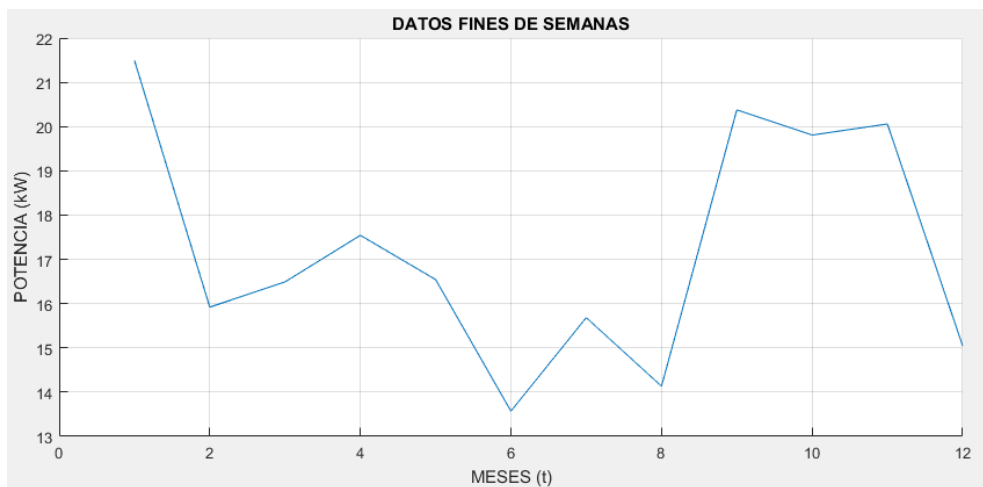


Fuente: Matlab

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Mientras que en la Figura 23 se muestra los datos de los fines de semana por cada mes del año mediante un diagrama de línea, y en la Figura 24 se observa mediante un diagrama de barras, calculados en el software Microsoft Excel y graficados en Matlab, con un periodo de tiempo de una hora. Como se puede ver los meses que hay menor carga son de junio a agosto, debido a que este tiempo la producción de cacao es muy baja de acuerdo a la estación del año.

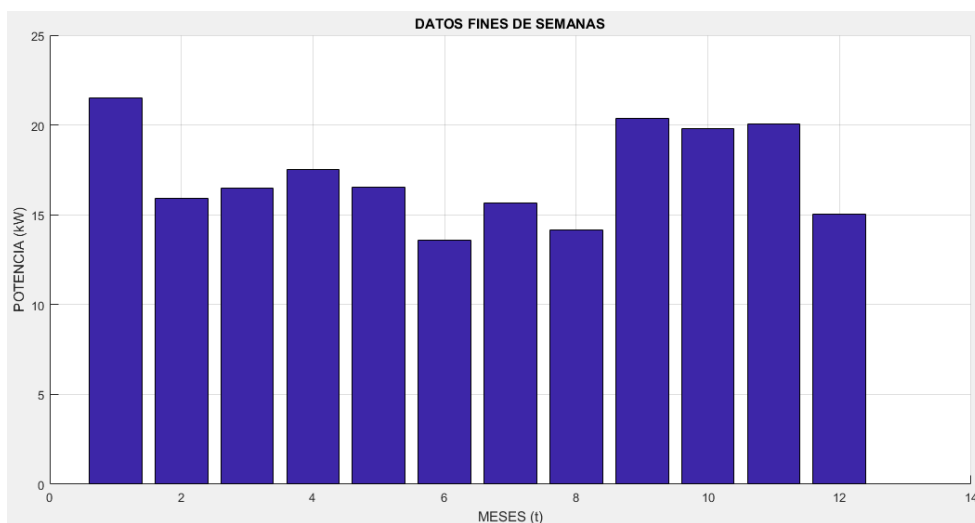
Figura 23: Demanda promedio de los fines de semana de la empresa QUEVEXPORT S. A “Diagrama de línea”



Fuente: Matlab

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Figura 24: Demanda promedio de los fines de semana de la empresa QUEVEXPORT S. A “Diagrama de barra”



Fuente: Matlab

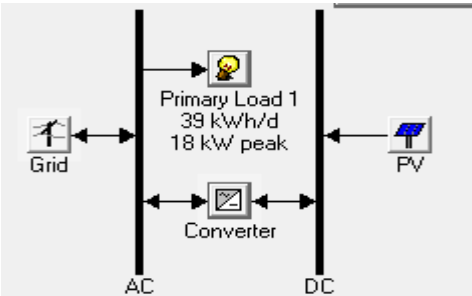
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

4.1.2. Fuente monocristalino

4.1.2.1. Resultados de la simulación en el software Homer Energy.

Para comenzar a diseñar el sistema en el software Homer Energy, en primer lugar, se procede a la creación de los componentes a utilizar, como se puede apreciar en la Figura 25.

Figura 25: Modelo del sistema Fotovoltaico conectado a la red.

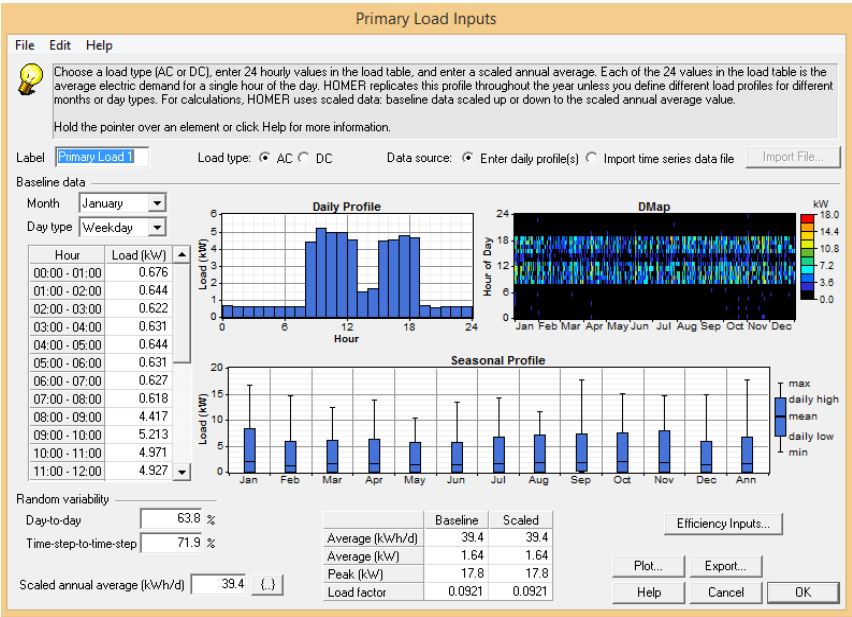


Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 26, se puede observar que se ingresaron los datos de referencia de las cargas primarias, para cada día del mes en el software Homer Energy, en la que también se puede observar el diagrama de bloque del perfil diario, y su respectivo perfil estacional.

Figura 26: Entrada de carga primaria.



Fuente: Homer Energy

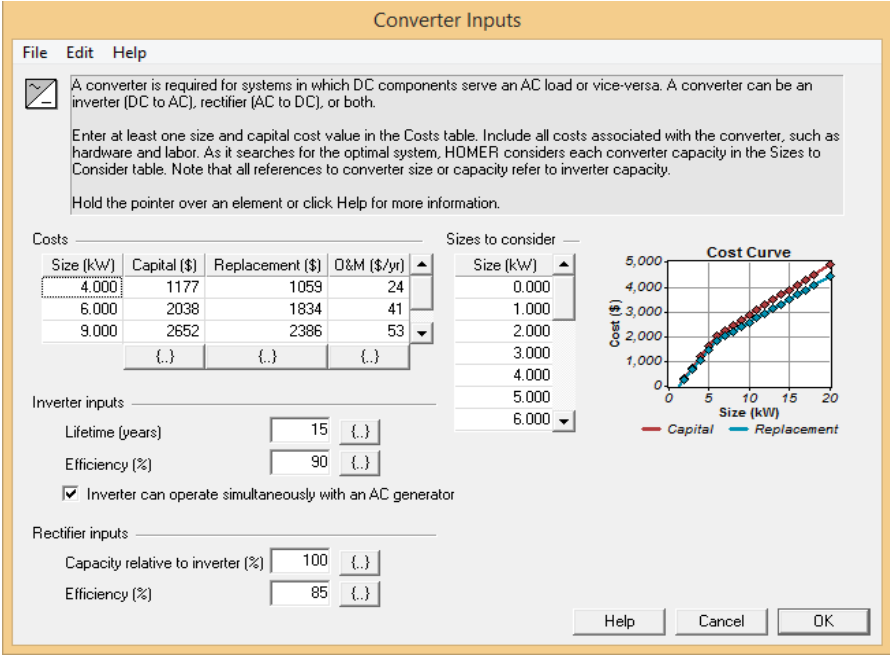
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Para inyectar la energía generada en los paneles fotovoltaicos se opta por la adquisición de inversor, para la transformación de la corriente continua generada por las células fotovoltaicas a corriente alterna para su debido consumo en la red. En la Figura 27, se puede observar que se ingresaron los respectivos inversores con sus potencias determinadas.

De esta manera el software Homer Energy proporciona la opción más conveniente al momento de ejecutar el sistema, también se ingresaron los costos del inversor, de remplazo y de operación. Teniendo en cuenta el valor del inversor principal que se obtuvo en la plataforma de [24], dicho inversor tiene un periodo de duración de 15 años.

De acuerdo a centros de ventas de productos fotovoltaicos como “Autosolar”, “Alibana”, se realizan descuentos de un 10% o más, motivo por el cual se considera que el costo de remplazo se disminuirá un 10%, otra razón por la cual el remplazo es menor, es debido a estudios realizados por artículos como “Las nuevas tecnologías en la primera infancia”, indican que con el pasar de los años innovan nuevas tecnologías, motivo por el cual el precio de aquel producto ira disminuyendo. En [25] menciona que el costo de operación y mantenimiento por cada año es de un 2% del precio del dispositivo.

Figura 27: Entrada de convertidor.



Fuente: Homer Energy
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Para el aprovechamiento de la energía solar se opta por la adquisición de paneles fotovoltaicos, al momento que en el panel quede expuesto a la radiación solar, los diferentes contenidos de la luz proveniente del sol transmitan su energía a los electrones de los materiales semiconductores para que de esta forma pueda romper la barrera de potencial de la unión P-N, y salir así del semiconductor a través de un circuito exterior, teniendo como resultado la obtención de la energía eléctrica, en corriente continua.

Como se puede observar en la Figura 28, se ingresó los datos del panel solar; la potencia, el costo del equipo, de remplazo y de operación, como también se le asigna una vida útil de 25 años, el costo utilizado de los paneles se los obtuvo de la página “Autosolar”.

Figura 28: Entrada PV.

PV Inputs
File Edit Help

Enter at least one size and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the PV (photovoltaic) system, including modules, mounting hardware, and installation. As it searches for the optimal system, HOMER considers each PV array capacity in the Sizes to Consider table.

Note that by default, HOMER sets the slope value equal to the latitude from the Solar Resource Inputs window.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Costs

| Size (kW) | Capital (\$) | Replacement (\$) | O&M (\$/yr) |
|-----------|--------------|------------------|-------------|
| 0.405 | 233 | 209 | 5 |
| {.} | {.} | {.} | {.} |

Sizes to consider

| Size (kW) |
|-----------|
| 0.000 |
| 0.500 |
| 1.000 |
| 1.500 |
| 2.000 |
| 2.500 |
| 3.000 |

Cost Curve

Cost (000 \$)

Size (kW)

— Capital — Replacement

Properties

Output current ☐ AC ☒ DC

Lifetime (years) {.}

Derating factor (%) {.}

Slope (degrees) {.}

Azimuth (degrees W of S) {.}

Ground reflectance (%) {.}

Advanced

Tracking system

☐ Consider effect of temperature

Temperature coeff. of power (%/°C) {2}

Nominal operating cell temp. (°C) {.}

Efficiency at std. test conditions (%) {.}

Help Cancel OK

Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Debido a que el diseño del sistema es conectado a la red, se colocó los datos de entrada de energía a la red, según [26] el precio oficial de la energía en el país está en 8,33 centavos, teniendo como resultado el costo tarifario de energía como se puede apreciar en la Figura 29.

Figura 29: Entrada de la red.

Grid Inputs

File Edit Help

Click Add to add as many rates as necessary. Select a rate and click on the diagram to indicate when each rate applies.
Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Rates | Emissions | Advanced | Forecasting |

☒ Scheduled rates
☐ Real time prices

Rate schedule

Step 1: Define and select a rate

| Rate | Price (\$/kWh) | Sellback (\$/kWh) | Demand (\$/kW/mo) |
|--------|----------------|-------------------|-------------------|
| Rate 1 | 0.083 | 0.060 | 0.000 |

Add Remove Edit...

Step 2: Select a time period
☒ All Week ☐ Weekdays ☐ Weekends

Step 3: Click on the chart to indicate when the selected rate applies.

☒ Net metering
☒ Net purchases calculated monthly
☐ Net purchases calculated annually

Rate Schedule

Time of Day

00:00 04:00 08:00 12:00 16:00 20:00 24:00

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

Legend: Rate 1 (Green), All week (Green), Weekdays (Black), Weekends (White)

Help Cancel OK

Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

A continuación, se coloca los datos de la radiación solar ($\text{kWh/m}^2/\text{d}$) del Cantón Quevedo, como se muestra en la Figura 30, aquellos datos fueron obtenidos de la Nasa [27] , que nos brinda datos reales de la radiación solar en el Cantón Quevedo como se aprecia en la Figura 31.

Figura 30: Entrada de recursos solares.

Solar Resource Inputs

File Edit Help

HOMER uses the solar resource inputs to calculate the PV array power for each hour of the year. Enter the latitude, and either an average daily radiation value or an average clearness index for each month. HOMER uses the latitude value to calculate the average daily radiation from the clearness index and vice-versa.
Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Location

Latitude ° ☐ North ☒ South Time zone (GMT-05:00) Eastern Time (US & Canada), Colombia

Longitude ° ☐ East ☒ West

Data source: ☒ Enter monthly averages ☐ Import time series data file

Baseline data

| Month | Clearness Index | Daily Radiation ($\text{kWh/m}^2/\text{d}$) |
|-----------|-----------------|---|
| January | 0.430 | 4.370 |
| February | 0.480 | 5.010 |
| March | 0.506 | 5.320 |
| April | 0.480 | 4.880 |
| May | 0.490 | 4.690 |
| June | 0.471 | 4.340 |
| July | 0.414 | 3.870 |
| August | 0.434 | 4.280 |
| September | 0.460 | 4.750 |
| October | 0.423 | 4.400 |
| November | 0.398 | 4.050 |
| December | 0.445 | 4.450 |
| Average: | 0.453 | 4.531 |

Scaled annual average ($\text{kWh/m}^2/\text{d}$) { }

Global Horizontal Radiation

Daily Radiation (Yellow bars), Clearness Index (Red line)

Plot... Export... Help Cancel OK

Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Figura 31: Entrada de recursos solares.

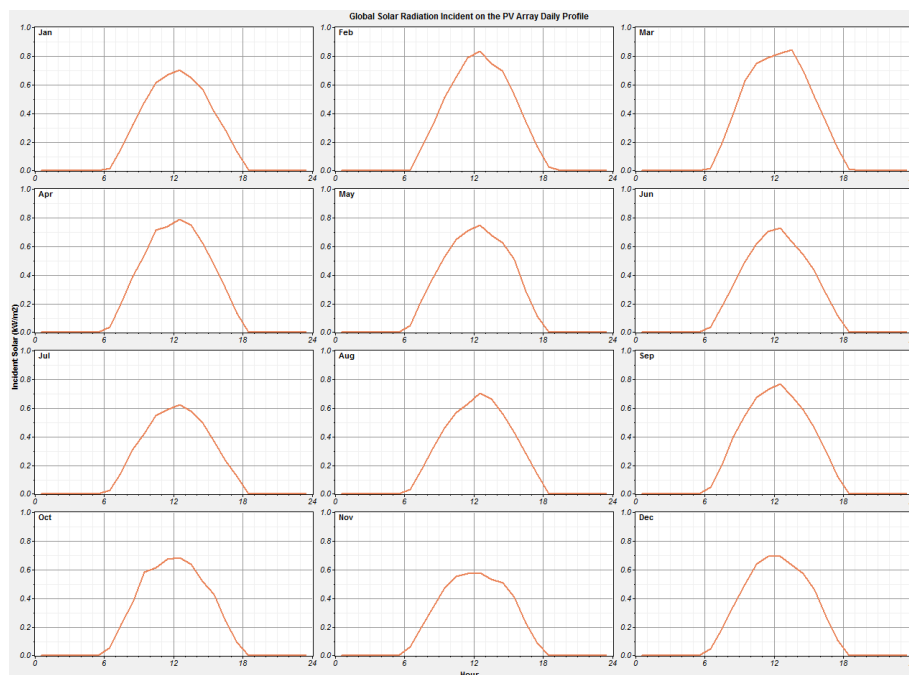
| | Irradiación horizontal global | Irradiación difusa horizontal | Temperatura | Velocidad del viento | Turbidez Linke | Humedad relativa |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|----------------------|----------------|------------------|
| | kWh/m ² /día | kWh/m ² /día | °C | m/s | [-] | % |
| Enero | 4.37 | 2.50 | 25.9 | 2.30 | 4.376 | 73.9 |
| Febrero | 5.01 | 2.58 | 25.9 | 1.81 | 4.420 | 79.0 |
| Marzo | 5.32 | 2.76 | 26.1 | 1.79 | 4.442 | 79.2 |
| Abril | 4.88 | 2.85 | 25.7 | 2.00 | 5.006 | 78.6 |
| Mayo | 4.69 | 2.34 | 25.4 | 2.49 | 4.851 | 75.4 |
| Junio | 4.34 | 2.19 | 23.8 | 3.09 | 3.827 | 77.8 |
| Julio | 3.87 | 2.19 | 23.7 | 3.30 | 3.639 | 76.3 |
| Agosto | 4.28 | 2.95 | 23.6 | 3.39 | 3.971 | 75.7 |
| Septiembre | 4.75 | 2.69 | 23.2 | 3.50 | 4.507 | 76.2 |
| Octubre | 4.40 | 2.66 | 23.8 | 3.60 | 5.010 | 74.9 |
| Noviembre | 4.05 | 2.52 | 23.9 | 3.50 | 5.484 | 74.4 |
| Diciembre | 4.45 | 2.65 | 25.3 | 3.19 | 5.388 | 70.6 |
| Año | 4.53 | 2.57 | 24.7 | 2.8 | 4.577 | 76.0 |

Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 32, se aprecia las curvas de radiación alrededor del periodo del año.

Figura 32: Entrada de recursos solares.















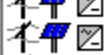



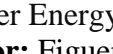
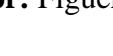
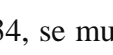

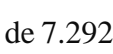
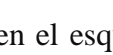


Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 33, se aprecia que la opción más factible que nos recomienda el software Homer Energy para el sistema es la que cuenta con una cantidad 30 paneles FV los cuales contarán con una potencia de 405 W cada uno, también contará con 1 inversor de 9 kW, contará con un costo de operación en el sistema de \$368.

Como se presenta en la Figura 33, para la implementación de este sistema se necesita un capital inicial de \$10.556, tomando en cuenta la vida útil de los paneles, la operación de mantenimiento del sistema, y el reemplazo de algún instrumento que presente anomalías, se tendrá una inversión final de \$15.264.

Figura 33: Resultados de la factibilidad más adecuada.

|  | PV (kW) | Conv. (kW) | Grid (kW) | Initial Capital | Operating Cost (\$/yr) | Total NPC |
|---|------------|---------------|--------------|--------------------|---------------------------|--------------|
|  | 12.0 | 9 | 50 | \$ 10,556 | 368 | \$ 15,264 |
|  | 11.0 | 8 | 50 | \$ 9,776 | 430 | \$ 15,269 |
|  | 12.0 | 8 | 50 | \$ 10,351 | 385 | \$ 15,270 |
|  | 13.0 | 9 | 50 | \$ 11,131 | 326 | \$ 15,293 |
|  | 11.5 | 9 | 50 | \$ 10,268 | 394 | \$ 15,306 |
|  | 10.0 | 7 | 50 | \$ 8,996 | 494 | \$ 15,311 |
|  | 10.5 | 8 | 50 | \$ 9,488 | 456 | \$ 15,313 |
|  | 10.5 | 7 | 50 | \$ 9,283 | 472 | \$ 15,322 |
|  | 9.5 | 7 | 50 | \$ 8,708 | 518 | \$ 15,332 |
|  | 13.0 | 10 | 50 | \$ 11,336 | 314 | \$ 15,346 |
|  | 8.0 | 5 | 50 | \$ 7,210 | 637 | \$ 15,358 |
|  | 11.0 | 7 | 50 | \$ 9,571 | 453 | \$ 15,365 |
|  | 6.5 | 4 | 50 | \$ 5,917 | 740 | \$ 15,371 |
|  | 7.5 | 5 | 50 | \$ 6,922 | 662 | \$ 15,379 |
|  | 10.0 | 8 | 50 | \$ 9,200 | 484 | \$ 15,386 |
|  | 6.0 | 4 | 50 | \$ 5,629 | 763 | \$ 15,387 |
|  | 5.0 | 3 | 50 | \$ 4,623 | 842 | \$ 15,389 |
|  | 14.0 | 10 | 50 | \$ 11,911 | 272 | \$ 15,393 |
|  | 11.0 | 9 | 50 | \$ 9,980 | 424 | \$ 15,394 |
|  | 8.5 | 5 | 50 | \$ 7,498 | 618 | \$ 15,394 |
|  | 4.5 | 3 | 50 | \$ 4,335 | 865 | \$ 15,395 |
|  | 3.0 | 2 | 50 | \$ 3,042 | 967 | \$ 15,403 |
|  | 9.0 | 7 | 50 | \$ 8,420 | 547 | \$ 15,407 |

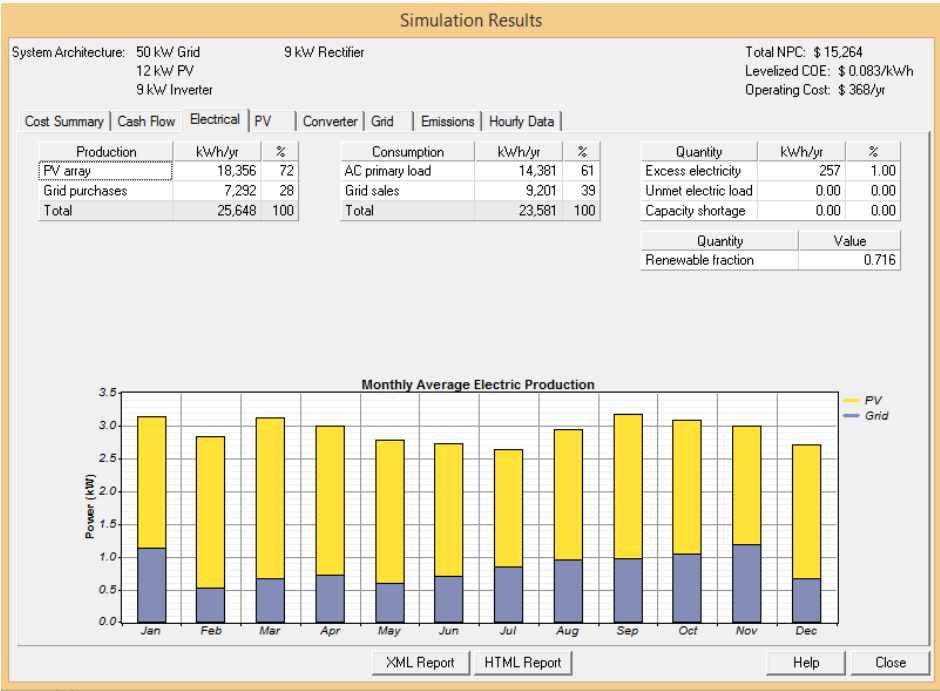
Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 34, se muestran los promedios de producción mensual del sistema, en la cual se tiene una producción de la matriz fotovoltaica de 18.356 kWh/yr, con un consumo de compra de red de 7.292 kWh/yr, esto da un total de 25.648 kWh/yr. Por otro lado, se lo puede ver reflejado en el esquema de barra en el cual el color amarillo representa el sistema de paneles fotovoltaicos PV.

En la Figura 34 se observa una gráfica de barra del consumo de carga primaria del sistema de PV el cual es de 14.381kWh/yr, y de la red de 9.201kWh/yr, esto da un total de 23.581Kwh/yr.

Figura 34: Resultados de simulación, producción eléctrica promedio mensual.

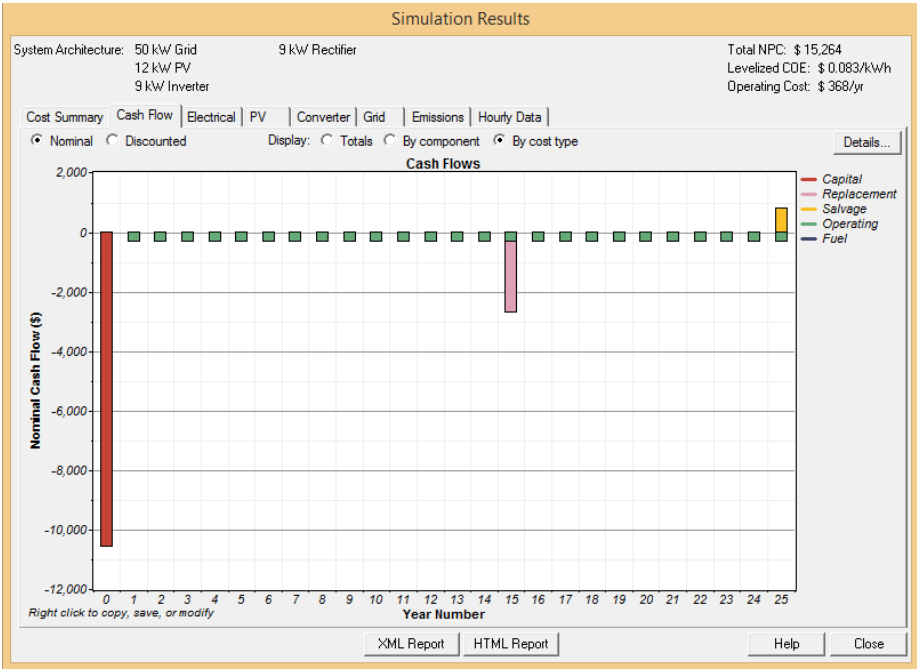


Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En el movimiento de dinero se tiene un diagrama de barras como se observa en la Figura 35, en donde se puede apreciar el proceso del sistema en su periodo de vida útil el cual es de 25 años, donde se presentan los costos del capital, los reemplazos, operación y combustible.

Figura 35: Resultados de simulación, movimiento de dinero.

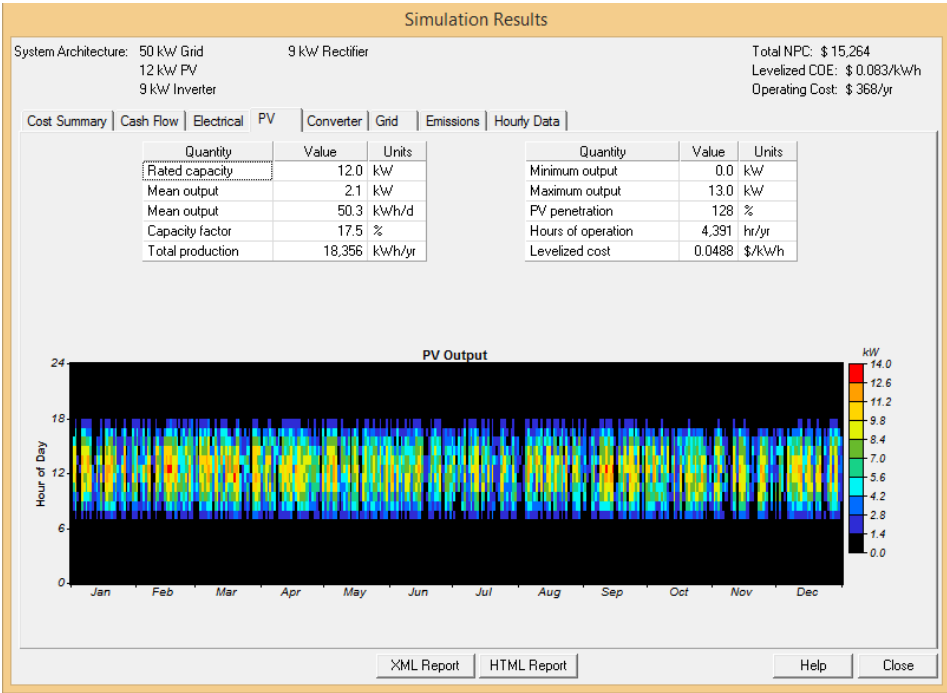


Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 36, se aprecia la salida fotovoltaica del sistema, la cual se interpreta mediante un código de colores.

Figura 36: Resultados de simulación, salida de PV.

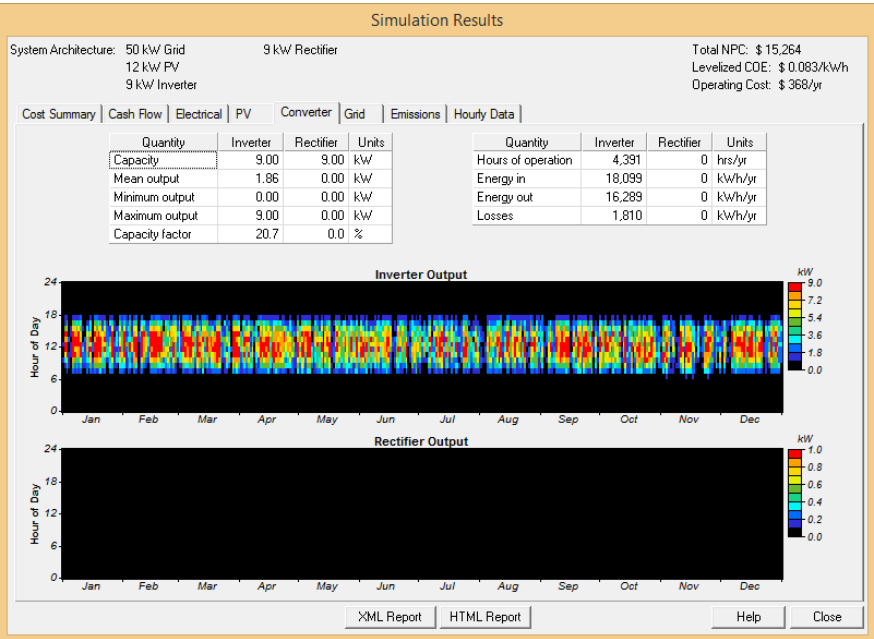


Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Se pueden visualizar las características de la salida del inversor en la Figura 37.

Figura 37: Resultados de simulación, salida del inversor.

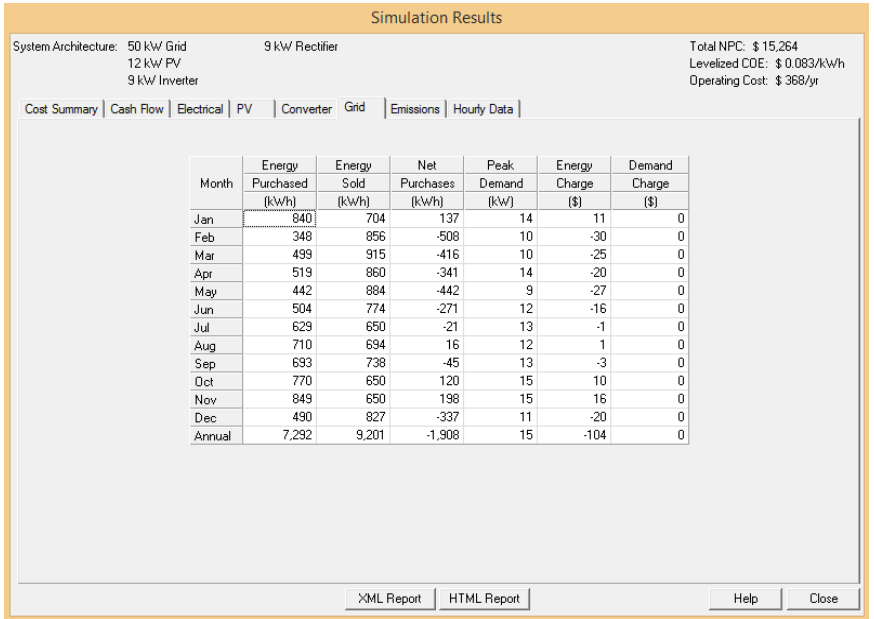


Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Al momento de obtener los resultados se puede observar un cuadro donde proporciona información acerca de la demanda con la red, estos resultados se observan en la Figura 38.

Figura 38: Resultados de simulación, red eléctrica.



Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

4.1.2.2. Estructura de panel solar

Estructura fija

En el estudio que se realiza del diseño fotovoltaico para la instalación se utilizará paneles fotovoltaicos con estructuras fijas como se aprecia en la Figura 39, esto debido a que son más económicos para recuperar el capital invertido en el menor tiempo posible.

Figura 39: Estructuras fijas CVE.



Fuente: <https://autosolar.es/estructuras-suelo/>

4.1.2.3. Inversor fotovoltaico

Inversor central

Para el sistema se propone la utilización de este tipo de configuración con la utilización de un inversor central PH3000 serie three-phase (9/12kW) como se puede ver en la Figura 40, cuya eficiencia es de 98%, estas características se detallan en el Anexo 3.

Figura 40: Inversor PH3000.



Fuente: <https://www.mustpower.com/ph3000>

4.1.2.4. Accesorios eléctricos y protecciones

Interruptor Magnetotérmico DC: Tiene como propósito interrumpir la corriente eléctrica cuando esta sobrepasa los valores máximos de corriente. El OPEN OB8-100 (Figura 41) es un interruptor magnetotérmico capaz de soportar intensidades hasta los 100A, esto debido a que la intensidad de cada cadena es aproximadamente de 76.64A, con respecto a la intensidad de cada panel.

Figura 41: Interruptor Magnetotérmico DC 100A.



Fuente: <https://adajusa.es/magnetotermicos-2-polos/>

Interruptor Magnetotérmico AC: Su propósito es interrumpir la corriente eléctrica cuando esta sobrepasa los valores máximos de corriente. El SH204-C20 (Figura 42) es un interruptor de 70mm de grosor capaz de soportar intensidades hasta los 20A en corriente AC trifásico para inyectar a la red.

Figura 42: Interruptor Magnetotérmico AC 20A trifásico.

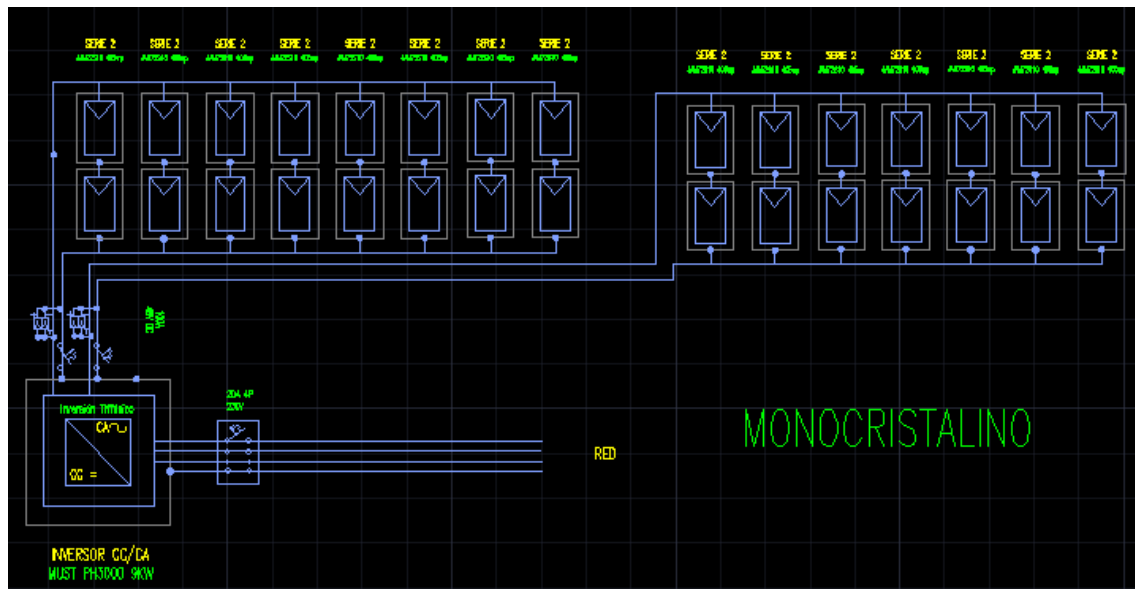


Fuente: <https://autosolar.es/magnetotermicos/>

4.1.2.5. Configuración del sistema fotovoltaico monocristalino conectado a la red.

En la Figura 43, se visualiza el esquema del sistema fotovoltaico monocristalino, el cual fue dibujado en el software AutoCAD:

Figura 43: Configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en AutoCAD.



Fuente: AutoCAD.

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Generación Fotovoltaica: La energía se producirá mediante paneles fotovoltaicos JAM72S10 390-410/MR, luego se conectará a las protecciones para pasar al arreglo fotovoltaico y de esta forma llegar al inversor trifásico marca Muste PH3000 cuya tensión de salida es de 230V, para finalmente pasar por otras protecciones e inyectar a la red.

4.1.2.6. Sunny Design “Monocrystalino”

Se utilizo Sunny Design ya que brinda variedad con respecto a un sistema energético fotovoltaico, lo cual permite una mejor obtención de datos, cuenta con diseños de inversores para poder seleccionar el que mejor convenga dependiendo del proyecto, también permite calcular el calibre de los conductores para los Paneles FV y de esta manera obtener las pérdidas de potencia en su funcionamiento nominal, la longitud total del cable y las secciones del cable.

De la misma manera brinda detalles como el consumo de la energía anual, el rendimiento energético anual, inyección a la red, la toma de la red que se adquiere, y el autoconsumo de corriente, Sunny también permite obtener valores mensuales, con respecto al rendimiento energético por mes.

Una de las ventajas de este software es que brinda un análisis de rentabilidad, por lo tanto, ese análisis cuenta con detalles como el coste de la energía ahorrada en el primer año, un ahorro total al cabo de 25 años, junto a esto también brinda el coste de energía dentro de los 25 años, y el coste de producción de energía a lo largo de los 25 años, posteriormente se tendría la inversión total.

A continuación, se muestra los resultados del sistema fotovoltaico monocrystalino realizado en SUNNY DESIGN.

En la Figura 44, se observa la cantidad de paneles monocristalino, con una potencia pico de 10.13 kWp, también un inversor de 9-10kW como se vio en la simulación en Homer Energy para cubrir la energía producida por los paneles, obteniendo una relación de 98.8% de la potencia activa, un factor de aprovechamiento del 99.7% de energía del sistema, un 0.31% de pérdidas de energía en la línea, y otros detalles que se pueden visualizar en la Figura 44.

Figura 44: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.

Electricidad Pérez • C/ Mayor nº 21 • n28051 Madrid

QUEVEXPORT

Electricidad Pérez
C/ Mayor nº 21
n28051 Madrid

Tel.: +34 123 456-0
Fax: +34 123 456-100
Correo electrónico: info@electricidad-perez.es
Internet: www.electricidad-perez.es

Proyecto: TESIS - DANNER - MOLINA -
MONOCRISTALINO

Emplazamiento: Ecuador / Quevedo

Número del proyecto: 1

Tensión de red: 230V (230V / 400V)

Vista general del sistema

25 x Shanghai JA Solar Technology Co. Ltd. JAM72S10-405/MR (1000V) (12/2018) (Generador FV 1)
Acimut: 180 °, Inclinação: 30 °, Tipo de montaje: Montaje libre, Potencia pico: 10,13 kWp

 1 x SMA STP10.0-3AV-40

Datos de diseño fotovoltaicos

| | | | |
|---|---------------|--|--------------|
| Cantidad total de módulos: | 25 | Rendimiento energético específico*: | 1610 kWh/kWp |
| Potencia pico: | 10,13 kWp | Pérdidas de línea (% de la energía): | 0,31 % |
| Número de inversores fotovoltaicos: | 1 | Carga desequilibrada: | 0,00 VA |
| Potencia nominal de CA de los inversores fotovoltaicos: | 10,00 kW | Consumo de energía anual: | 63 kWh |
| Potencia activa de CA: | 10,00 kW | Autoconsumo: | 35,21 kWh |
| Relación de la potencia activa: | 98,8 % | Cuota de autoconsumo: | 0,2 % |
| Rendimiento energético anual*: | 16.303,65 kWh | Cuota autárquica: | 55,9 % |
| Factor de aprovecham. de energía: | 99,7 % | Reducción de CO ₂ al cabo de 25 año(s): | 206 t |
| Coefficiente de rendimiento*: | 89,1 % | | |

Notas:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Firma

*Importante: Los valores de rendimiento que se muestran constituyen solo una estimación y se generan de forma matemática. SMA Solar Technology AG no asume la responsabilidad del valor real del rendimiento, que puede diferir de los valores aquí mostrados debido a circunstancias externas como por ejemplo, módulos sucios o variaciones en su rendimiento.

Fuente: SUNNY DESIGN
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Las ventajas de realizar este diseño son las siguientes:

- 36.675 USD de remuneración al cabo de 25 años.
- 55.9% de cuotas autárquica.
- 10 USD de costes de la energía ahorrados en el primer año.
- 206 t de reducción de CO₂ al cabo de 25 años.

Teniendo un ahorro total de 17.967 USD al cabo de 25 años.

Figura 45: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.



Fuente: SUNNY DESIGN

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

El inversor tiene 2 MPPT en la cual se utilizó las 2 entradas de generación como se puede apreciar en la Figura 46. También se puede observar el arreglo de los paneles, sus respectivos voltajes y corrientes de cada una de las cadenas de los paneles, el tipo de conductor y todas las características.

Figura 46: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.

Diseños de los inversores

Proyecto: TESIS - DANNER - MOLINA -
MONOCRISTALINO
Número del proyecto: 1

Emplazamiento: Ecuador / Quevedo

Temperatura ambiente:
Temperatura mínima: 4 °C
Temperatura de diseño: 17 °C
Temperatura máxima: 30 °C

Subproyecto TESIS DANNER - MOLINA

1 x SMA STP10.0-3AV-40 (Parte de la planta 1)

| | |
|--|--------------------|
| Potencia pico: | 10,13 kWp |
| Cantidad total de módulos: | 25 |
| Número de inversores fotovoltaicos: | 1 |
| Potencia de CC (cos ϕ = 1) máx.: | 10,20 kW |
| Potencia activa máx. de CA (cos ϕ = 1): | 10,00 kW |
| Tensión de red: | 230V (230V / 400V) |
| Ratio de potencia nominal: | 101 % |
| Factor de dimensionamiento: | 101,3 % |
| Factor de desfase cos ϕ : | 1 |
| Horas de carga completa: | 1630,4 h |



SMA STP10.0-3AV-40

Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada A: Generador FV 1

15 x Shanghai JA Solar Technology Co. Ltd. JAM72S10-405/MR (1000V) (12/2018), Acimut: 180 °, Inclinação: 30 °, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada B: Generador FV 1

10 x Shanghai JA Solar Technology Co. Ltd. JAM72S10-405/MR (1000V) (12/2018), Acimut: 180 °, Inclinação: 30 °, Tipo de montaje: Montaje libre

| | Entrada A: | Entrada B: | |
|--|------------|------------|--|
| Número de strings: | 1 | 1 | |
| Módulos fotovoltaicos: | 15 | 10 | |
| Potencia pico (de entrada): | 6,08 kWp | 4,05 kWp | |
| Tensión FV normal: | ✓ 608 V | ✓ 405 V | |
| Tensión mín.: | 573 V | 382 V | |
| Tensión de CC mín. (Tensión de red 230 V): | 125 V | 125 V | |
| Máx. tensión: | ✓ 791 V | ✓ 528 V | |
| Tensión de CC: máx. | 1000 V | 1000 V | |
| Corriente máx. del generador: | ✓ 9,7 A | ✓ 9,7 A | |
| Corriente de entrada máx. por entrada de regulación | 20 A | 12 A | |
| Corriente de cortocircuito máx. por entrada de | 30 A | 18 A | |
| Corriente máx. de cortocircuito (planta fotovoltaica): | ✓ 10,4 A | ✓ 10,4 A | |

Fuente: SUNNY DESIGN

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Para el diseño de este sistema se utilizó cables de cobre de 15.00 metros, con una sección de 2.5 mm^2 , obteniendo una caída de tensión de 2.4V y una pérdida relativa de potencia de 0.40% en el MPPT A, y 0.59% en el B como se aprecia en la Figura 47.

Figura 47: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.

Dimensionado del cableado

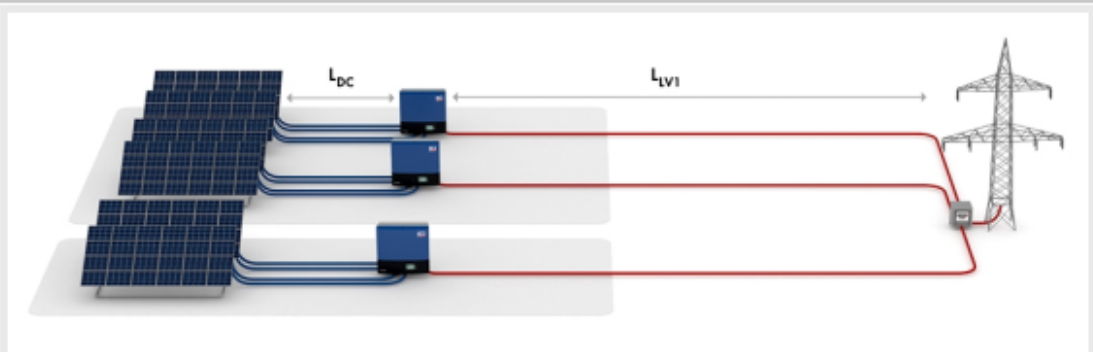
Proyecto: TESIS - DANNER - MOLINA -
Número del proyecto: 1

Emplazamiento: Ecuador / Quevedo

Vista general

| | ✓ CC | ✓ BT | ✓ Total |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| Pérdida de potencia en funcionamiento nominal | 56,55 W | 86,70 W | 143,25 W |
| Pérdida relativa de potencia en funcionamiento nominal | 0,47 % | 0,87 % | 1,34 % |
| Longitud total del cable | 60,00 m | 20,00 m | 80,00 m |
| Secciones de cable | 2,5 mm ² | 2,5 mm ² | 2,5 mm ² |

Gráfico



Cables de CC

| | Material de los cables | Longitud simple | Sección | Caída de tensión | Pérdida relativa de potencia |
|--|------------------------|-----------------|---------|------------------|------------------------------|
| TESIS DANNER - MOLINA | | | | | |
| 1 x SMA STP10. 0-3AV-40 Parte de la planta 1 | A | Cobre | 15,00 m | 2,4 V | 0,40 % |
| | B | Cobre | 15,00 m | 2,4 V | 0,59 % |

Cables LV1

| | Material de los cables | Longitud simple | Sección | Resistencia de línea | Pérdida relativa de potencia |
|--|------------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| TESIS DANNER - MOLINA | | | | | |
| 1 x SMA STP10. 0-3AV-40 Parte de la planta 1 | Cobre | 20,00 m | 2,5 mm ² | R: 45,867 mΩ XL: 1,500 mΩ | 0,87 % |

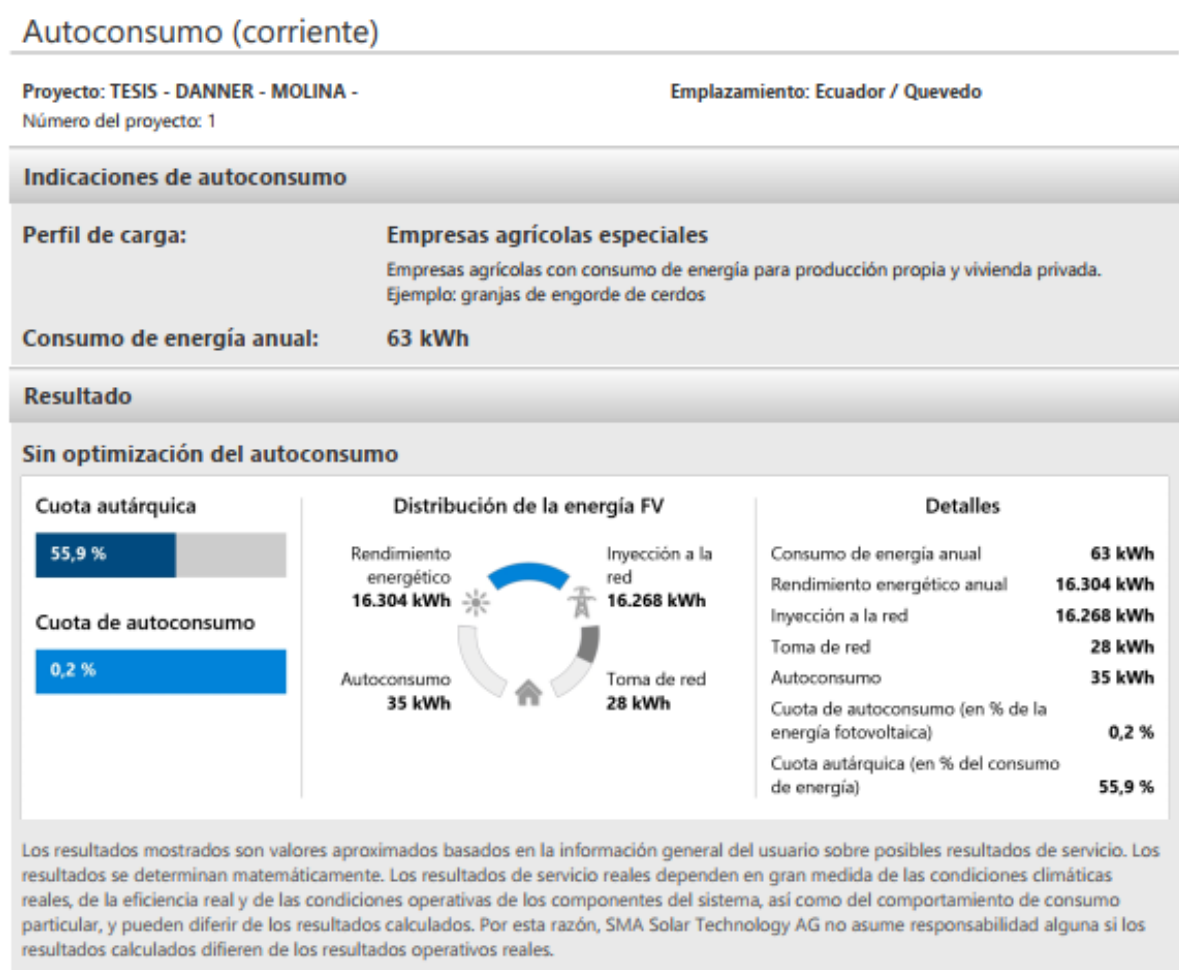
Los resultados mostrados son valores aproximados basados en la información general del usuario sobre posibles resultados de servicio. Los resultados se determinan matemáticamente. Los resultados de servicio reales dependen en gran medida de las condiciones climáticas reales, de la eficiencia real y de las condiciones operativas de los componentes del sistema, así como del comportamiento de consumo particular, y pueden diferir de los resultados calculados. Por esta razón, SMA Solar Technology AG no asume responsabilidad alguna si los resultados calculados difieren de los resultados operativos reales.

Fuente: SUNNY DESIGN

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En los resultados también se puede observar la distribución de la energía FV, el consumo total anual, rendimiento energético, inyección a la red, toma de la red autoconsumo, y otros detalles que se observan en la Figura 48.

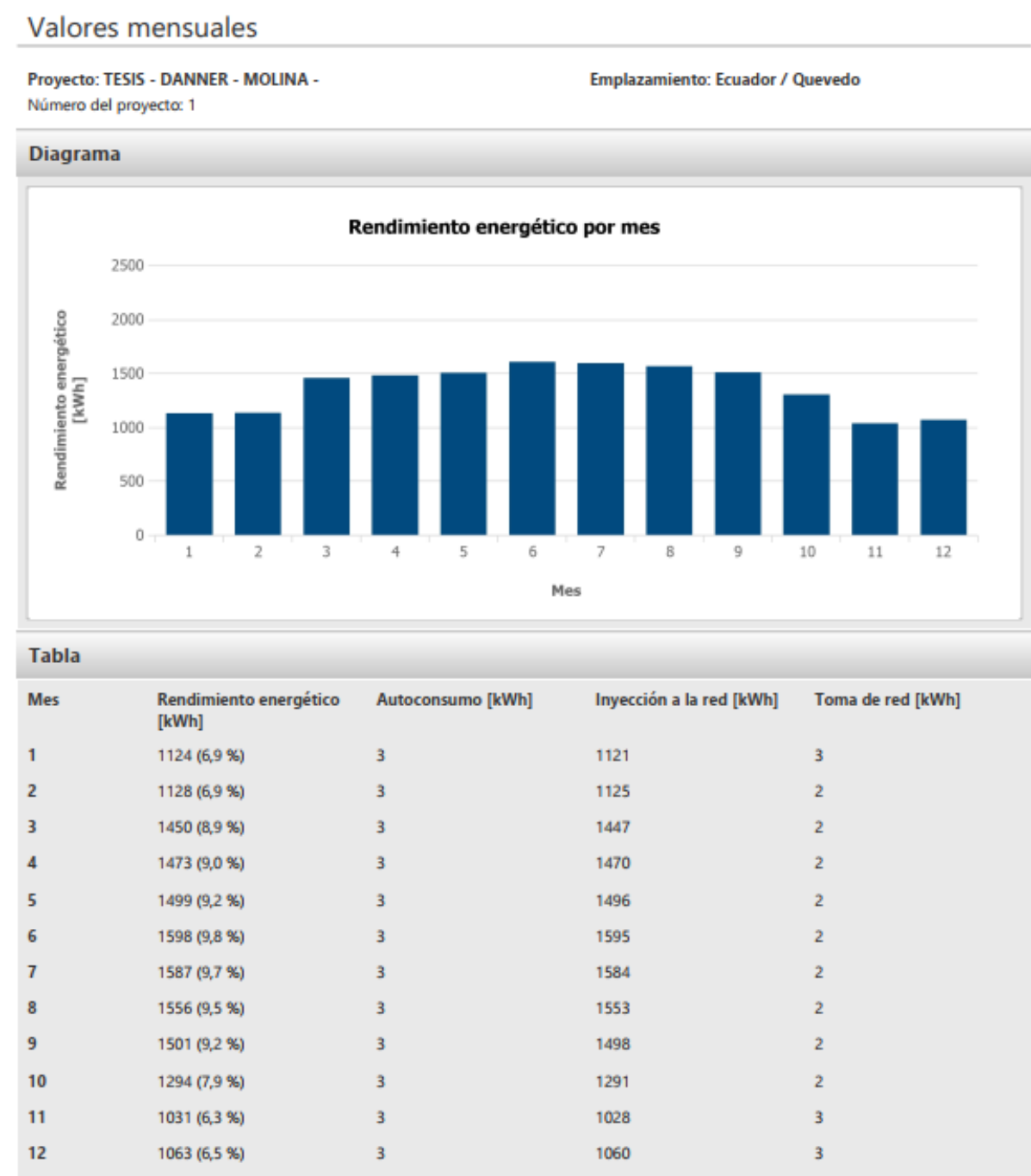
Figura 48: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.



Fuente: SUNNY DESIGN
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 49, se observa un diagrama y una tabla del rendimiento energético por mes.

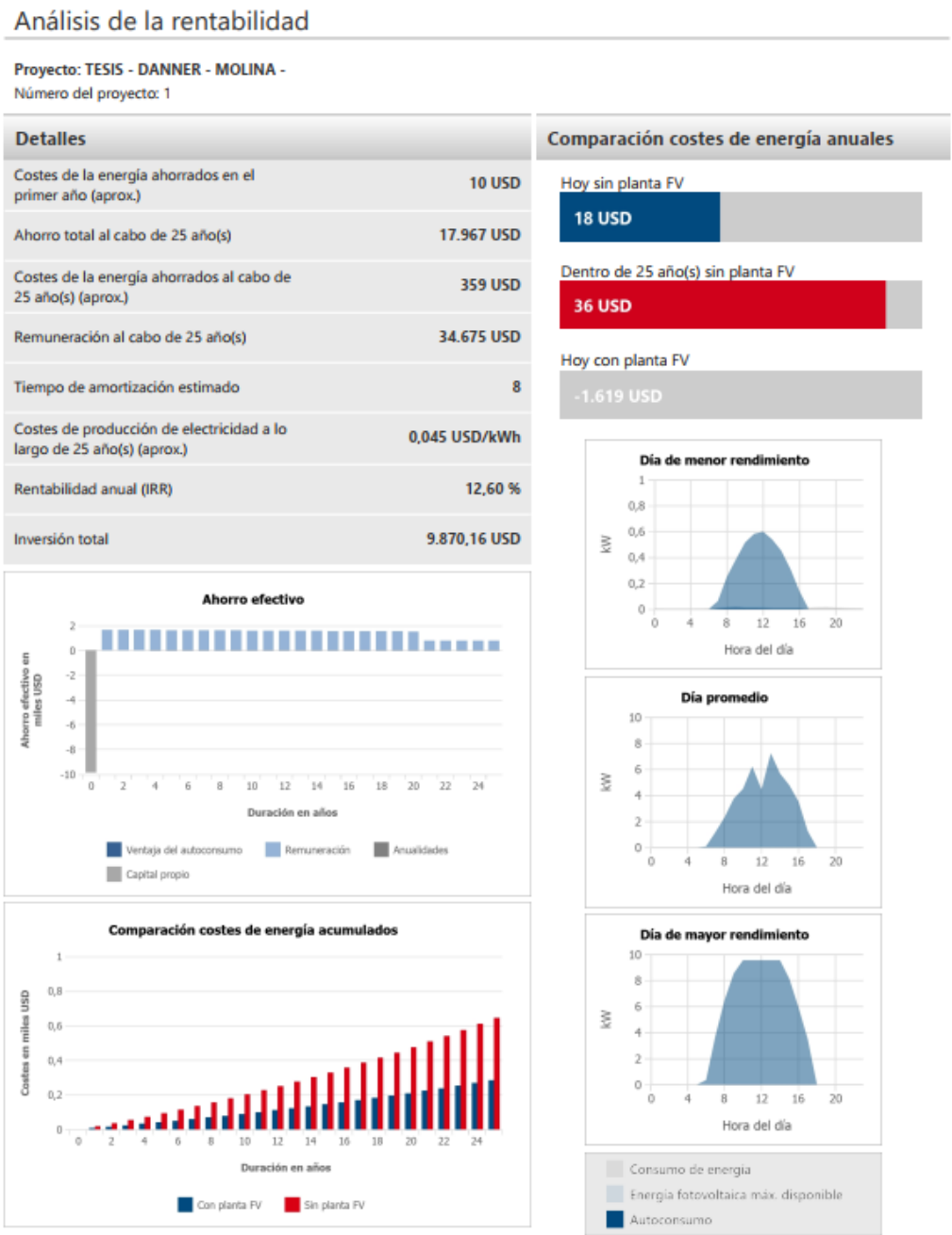
Figura 49: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.



Fuente: SUNNY DESIGN
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En el respectivo análisis de rentabilidad se deben tener en consideración una serie de parámetros como que el costo de la energía ahorrados en el primer año, el ahorro total al cabo de los 25 años, el costo de la energía al cabo de los 25 años, la remuneración al cabo de los 25 años, el tiempo de amortización estimado en años, y otros parámetros como el costo de inversión total.

Figura 50: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.



Fuente: SUNNY DESIGN
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

4.1.3. Fuente policristalino

4.1.3.1. Resultados de la simulación en el software Homer Energy.

Se procede a la creación de los componentes a utilizar, como se realizó en los paneles monocristalino (Figura 25).

Se considera los mismos valores de carga que en los monocristalino, en la Figura 26 se puede observar el diagrama de bloque del perfil diario, y su respectivo perfil estacional.

Para el consumo de la energía generada en los paneles fotovoltaicos se opta por la adquisición del mismo inversor utilizado en el monocristalino, como se aprecia en la Figura 27 esto debido a que los paneles son de la misma potencia.

El software Homer Energy nos proporciona la opción más conveniente al momento de ejecutar el sistema. En la Figura 51 se observa los datos ingresados del panel solar, la potencia, el costo del equipo, remplazo y de operación, como también se le asigno una vida útil de 25 años, el costo utilizado de los paneles se los obtuvo de la página, “Autosolar”.

Figura 51: Entrada PV.

PV Inputs
File Edit Help

Enter at least one size and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the PV (photovoltaic) system, including modules, mounting hardware, and installation. As it searches for the optimal system, HOMER considers each PV array capacity in the Sizes to Consider table.

Note that by default, HOMER sets the slope value equal to the latitude from the Solar Resource Inputs window.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

| Size (kW) | Capital (\$) | Replacement (\$) | O&M (\$/yr) |
|-----------|--------------|------------------|-------------|
| 0.405 | 236 | 212 | 5 |
| {.} | {.} | {.} | {.} |

Properties

Output current: ☐ AC ☒ DC

Lifetime (years): {.}

Derating factor (%): {.}

Slope (degrees): {.}

Azimuth (degrees W of S): {.}

Ground reflectance (%): {.}

Sizes to consider

Size (kW): 0.000, 0.500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, 3.000

Cost Curve

Cost (000 \$) vs Size (kW). The graph shows two lines: Capital (red) and Replacement (blue). Both lines show a linear increase in cost with size. The Capital line starts at approximately (0.4, 236) and the Replacement line starts at approximately (0.4, 212).

Advanced

Tracking system:

☐ Consider effect of temperature

Temperature coeff. of power (%/°C): {2}

Nominal operating cell temp. (°C): {.}

Efficiency at std. test conditions (%): {.}

Buttons: Help, Cancel, OK

Fuente: Homer Energy
























Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Ya que este diseño también es conectado a la red, se colocó los datos de entrada de energía a la red tan como el sistema anterior monocristalino. En los datos de la radiación solar (kWh/m²/d) del Cantón Quevedo, se consideran los mismo que fueron ingresados en la Figura 30.

En la Figura 52, se observa que la mejor opción que nos recomienda el software Homer Energy para este sistema es la que cuenta con una potencia de 12kW, obteniendo una cantidad 30 paneles FV los cuales son de 405 W cada uno, contara con 1 inversor de 9 kW, este sistema contara con un costo de operación en el sistema de \$368.

En la Figura 52, se aprecia que para este sistema fotovoltaico se necesita un capital inicial de \$10.645. Se tendrá una inversión final de \$15.353, tomando en cuenta la vida útil de los paneles, la operación de mantenimiento del sistema, y el reemplazo de algún instrumento.

Figura 52: Resultados de la factibilidad más adecuada.

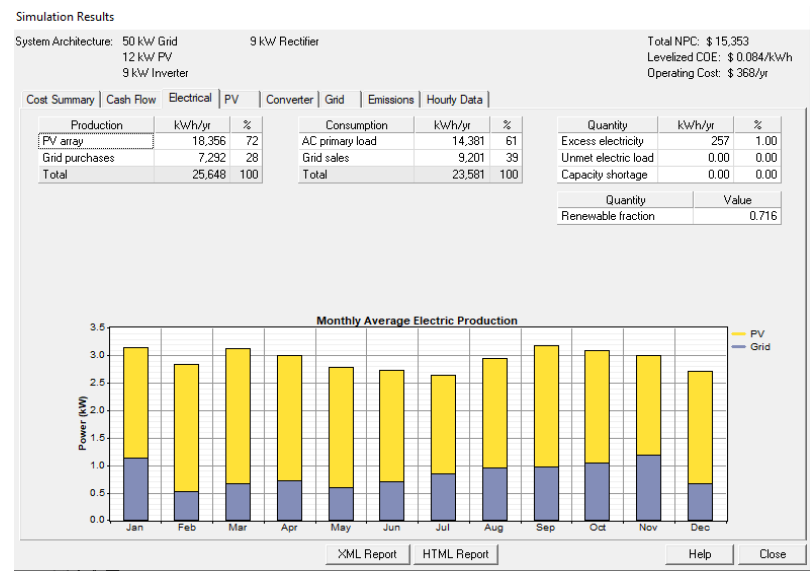
|  | PV (kW) | Conv. (kW) | Grid (kW) | Initial Capital | Operating Cost (\$/yr) | Total NPC |
|---|------------|---------------|--------------|--------------------|---------------------------|--------------|
|  | 12.0 | 9 | 50 | \$ 10,645 | 368 | \$ 15,353 |
|  | 12.0 | 8 | 50 | \$ 10,440 | 385 | \$ 15,359 |
|  | 10.0 | 7 | 50 | \$ 9,070 | 494 | \$ 15,385 |
|  | 13.0 | 9 | 50 | \$ 11,227 | 326 | \$ 15,390 |
|  | 10.5 | 8 | 50 | \$ 9,566 | 456 | \$ 15,390 |
|  | 11.5 | 9 | 50 | \$ 10,353 | 394 | \$ 15,391 |
|  | 10.5 | 7 | 50 | \$ 9,361 | 472 | \$ 15,400 |
|  | 9.5 | 7 | 50 | \$ 8,778 | 518 | \$ 15,402 |
|  | 8.0 | 5 | 50 | \$ 7,269 | 637 | \$ 15,418 |
|  | 6.5 | 4 | 50 | \$ 5,965 | 740 | \$ 15,419 |
|  | 1.5 | 1 | 50 | \$ 1,760 | 1,069 | \$ 15,422 |
|  | 3.0 | 2 | 50 | \$ 3,064 | 967 | \$ 15,425 |
|  | 5.0 | 3 | 50 | \$ 4,660 | 842 | \$ 15,426 |
|  | 4.5 | 3 | 50 | \$ 4,369 | 865 | \$ 15,429 |
|  | 6.0 | 4 | 50 | \$ 5,673 | 763 | \$ 15,432 |
|  | 7.5 | 5 | 50 | \$ 6,978 | 662 | \$ 15,435 |
|  | 13.0 | 10 | 50 | \$ 11,432 | 314 | \$ 15,442 |
|  | 3.5 | 2 | 50 | \$ 3,356 | 946 | \$ 15,442 |
|  | 11.0 | 7 | 50 | \$ 9,653 | 453 | \$ 15,446 |
|  | 8.5 | 5 | 50 | \$ 7,561 | 618 | \$ 15,457 |
|  | 10.0 | 8 | 50 | \$ 9,274 | 484 | \$ 15,460 |
|  | 7.0 | 4 | 50 | \$ 6,256 | 720 | \$ 15,466 |

Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Como se está utilizando paneles de la misma potencia de 405W, los resultados referentes a la energía generada serían los mismo que la del sistema monocristalino, lo que cambiarían son los costos de inversión, de operación y mantenimiento como se puede visualizar a continuación. En la Figura 53, se muestran los promedios de producción mensual del sistema.

Figura 53: Resultados de simulación, producción eléctrica promedio mensual.

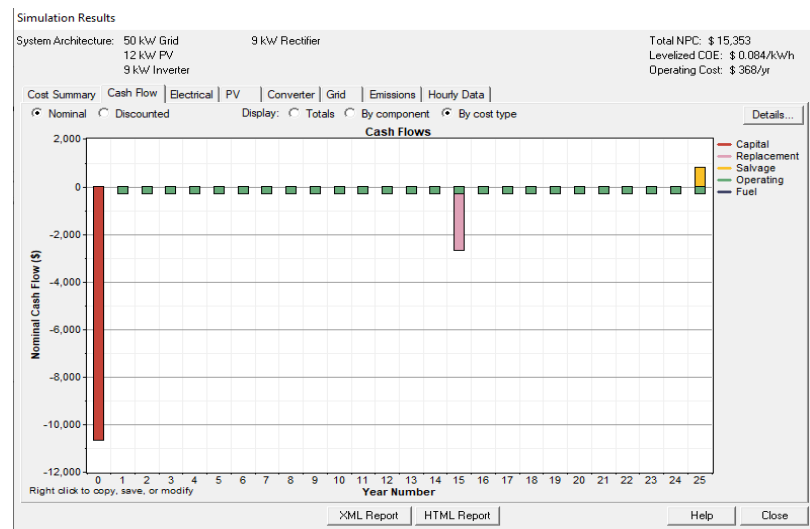


Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 54, se aprecia el movimiento de dinero.

Figura 54: Resultados de simulación, movimiento de dinero.

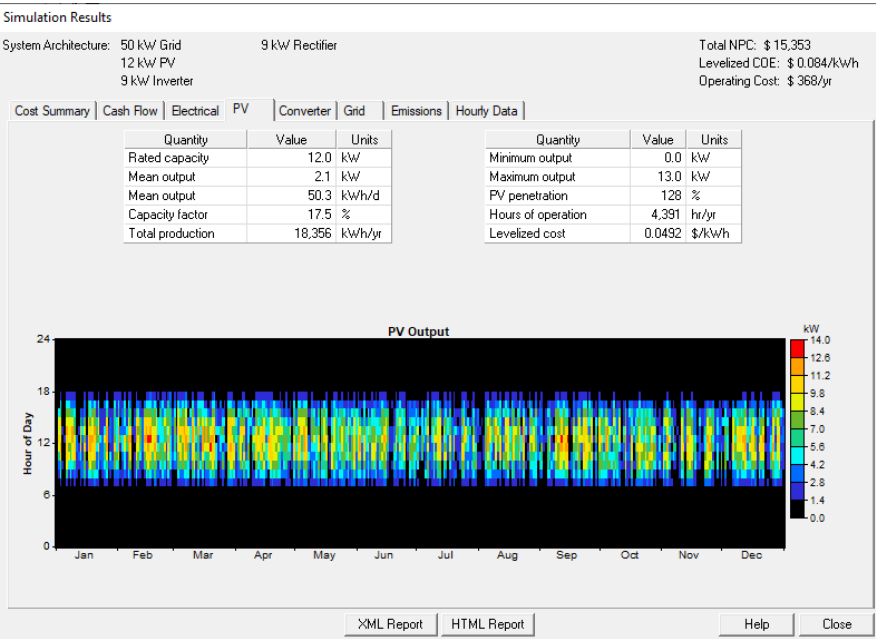


Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 55, observa la salida fotovoltaica del sistema.

Figura 55: Resultados de simulación, salida de PV.

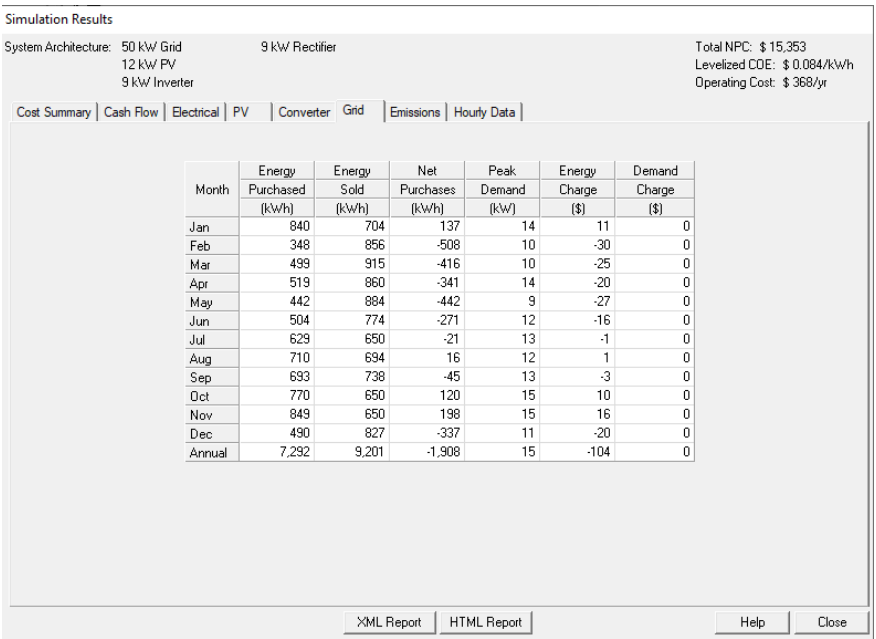


Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 56, se muestra la demanda con la red.

Figura 56: Resultados de simulación, red eléctrica.



Fuente: Homer Energy

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

4.1.3.2. Estructura de panel solar

Estructura fija

En el diseño con el panel policristalino se usa la misma estructura fija que los paneles monocristalinos como se observa en la figura 39, esto debido a que son más económicos para recuperar el capital invertido en el mayor tiempo posible.

4.1.3.3. Inversor fotovoltaico

Inversor central

En esta sección también se utilizará el mismo inversor que se utilizó en la generación, esto debido a que los paneles tienen la misma potencia pico tanto en los monocristalino como en los policristalino como el panel monocristalino.

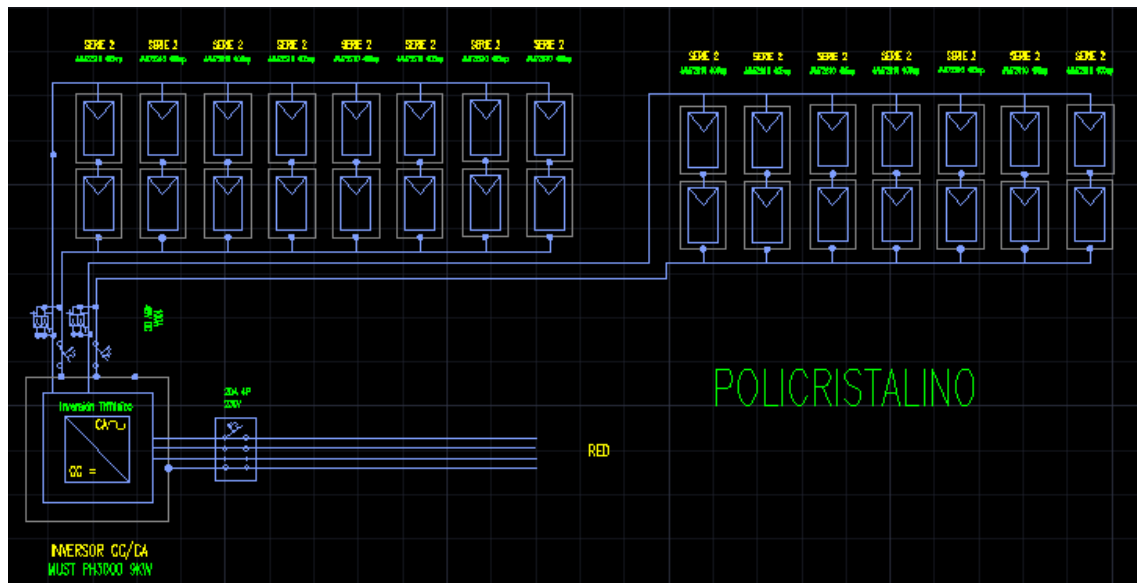
4.1.3.4. Accesorios eléctricos y protecciones

Al igual que el punto anterior en los accesorios y en las protecciones tanto en los interruptores magnetotérmico DC y los interruptores magnetotérmico AC son los mismo que las fuentes con paneles monocristalino como se aprecia en las Figuras 41 y 42.

4.1.3.5. Configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red.

Básicamente el esquema del sistema fotovoltaico es como se muestra en la Figura 57, el esquema fue dibujado en el software AutoCAD:

Figura 57: Configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en AutoCAD.



Fuente: AutoCAD.

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Para la generación Fotovoltaica: La energía se generará mediante paneles fotovoltaicos CS3W-405P HiKu, en la que se conectará a las protecciones de corriente continua generada por los paneles y de esta forma llegar al inversor trifásico marca Muste PH3000, para finalmente pasar por otras protecciones de corriente alterna e inyectar a la red.

4.1.2.6. Sunny Design “Policristalino”

Seguidamente, se muestra los resultados del sistema fotovoltaico policristalino realizado en el software SUNNY DESIGN.

Se utilizó la misma cantidad de paneles que los monocristalino, debido a que los 2 tipos de paneles son de la misma potencia, por lo tanto, este sistema cambiaría en el análisis de la rentabilidad y en rendimiento del sistema como se visualizara a continuación.

Seguidamente se muestran los resultados del software Sunny Design.

En la Figura 58, se aprecian datos de diseño fotovoltaico, como qué tipo de panel se utilizó, la cantidad de módulos fotovoltaicos, rendimiento energético anual, y entre otros datos del diseño.

Figura 58: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.

Electricidad Pérez • C/ Mayor nº 21 • n28051 Madrid

QUEVEXPORT

Electricidad Pérez
C/ Mayor nº 21
n28051 Madrid

Tel.: +34 123 456-0
Fax: +34 123 456-100
Correo electrónico: info@electricidad-perez.es
Internet: www.electricidad-perez.es

Proyecto: TESIS - DANNER - MOLINA -
POLICRISTALINO

Emplazamiento: Ecuador / Quevedo

Número del proyecto: 1

Tensión de red: 230V (230V / 400V)

Vista general del sistema

25 x Canadian Solar Inc. CS3W-405P HiKu (1000V) (01/2019) (Generador FV 1)
Acimut: 180 °, Inclinación: 30 °, Tipo de montaje: Montaje libre, Potencia pico: 10,13 kWp

 **1 x SMA STP10.0-3AV-40**

Datos de diseño fotovoltaicos

| | | | |
|---|---------------|--|--------------|
| Cantidad total de módulos: | 25 | Rendimiento energético específico*: | 1611 kWh/kWp |
| Potencia pico: | 10,13 kWp | Pérdidas de línea (% de la energía): | 0,34 % |
| Número de inversores fotovoltaicos: | 1 | Carga desequilibrada: | 0,00 VA |
| Potencia nominal de CA de los inversores fotovoltaicos: | 10,00 kW | Consumo de energía anual: | 63 kWh |
| Potencia activa de CA: | 10,00 kW | Autoconsumo: | 35,21 kWh |
| Relación de la potencia activa: | 98,8 % | Cuota de autoconsumo: | 0,2 % |
| Rendimiento energético anual*: | 16.307,61 kWh | Cuota autárquica: | 55,9 % |
| Factor de aprovecham. de energía: | 99,7 % | Reducción de CO ₂ al cabo de 25 año(s): | 206 t |
| Coefficiente de rendimiento*: | 89,2 % | | |

Notas:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Firma

Fuente: SUNNY DESIGN
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Las ventajas de realizar este diseño fotovoltaico policristalino son las siguientes:

- 34.684 USD de remuneración al cabo de 25 años.
- 55.9% de cuotas autárquica.
- 10 USD de costes de la energía ahorrados en el primer año.
- 206 t de reducción de CO₂ al cabo de 25 años.

Obteniendo un ahorro total de 16.784 USD al cabo de 25 años.

Figura 59: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.



Fuente: SUNNY DESIGN

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

El inversor a utilizar es el mismo del sistema policristalino que tiene 2 MPPT en la cual se utilizó las 2 entradas de generación como se puede apreciar en la Figura 60. Se puede observar sus respectivos voltajes y corrientes de cada una de las cadenas de los paneles, el tipo de conductor y todas las características que se pueden apreciar en la Figura 60.

Figura 60: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.

Diseños de los inversores

Proyecto: TESIS - DANNER - MOLINA - POLICRISTALINO

Número del proyecto: 1

Subproyecto TESIS DANNER - MOLINA

Emplazamiento: Ecuador / Quevedo

Temperatura ambiente:

Temperatura mínima: 4 °C

Temperatura de diseño: 17 °C

Temperatura máxima: 30 °C

1 x SMA STP10.0-3AV-40 (Parte de la planta 1)

| | |
|---|--------------------|
| Potencia pico: | 10,13 kWp |
| Cantidad total de módulos: | 25 |
| Número de inversores fotovoltaicos: | 1 |
| Potencia de CC (cos φ = 1) máx.: | 10,20 kW |
| Potencia activa máx. de CA (cos φ = 1): | 10,00 kW |
| Tensión de red: | 230V (230V / 400V) |
| Ratio de potencia nominal: | 101 % |
| Factor de dimensionamiento: | 101,3 % |
| Factor de desfase cos φ: | 1 |
| Horas de carga completa: | 1630,8 h |



SMA STP10.0-3AV-40

Datos de diseño fotovoltaicos

Entrada A: Generador FV 1

15 x Canadian Solar Inc. CS3W-405P HiKu (1000V) (01/2019), Acimut: 180 °, Inclinação: 30 °, Tipo de montaje: Montaje libre

Entrada B: Generador FV 1

10 x Canadian Solar Inc. CS3W-405P HiKu (1000V) (01/2019), Acimut: 180 °, Inclinação: 30 °, Tipo de montaje: Montaje libre

| | Entrada A: | Entrada B: | |
|--|------------|------------|--|
| Número de strings: | 1 | 1 | |
| Módulos fotovoltaicos: | 15 | 10 | |
| Potencia pico (de entrada): | 6,08 kWp | 4,05 kWp | |
| Tensión FV normal: | ✓ 567 V | ✓ 378 V | |
| Tensión mín.: | 532 V | 355 V | |
| Tensión de CC mín. (Tensión de red 230 V): | 125 V | 125 V | |
| Máx. tensión: | ✓ 755 V | ✓ 503 V | |
| Tensión de CC: máx. | 1000 V | 1000 V | |
| Corriente máx. del generador: | ✓ 10,4 A | ✓ 10,4 A | |
| Corriente de entrada máx. por entrada de regulación | 20 A | 12 A | |
| Corriente de cortocircuito máx. por entrada de | 30 A | 18 A | |
| Corriente máx. de cortocircuito (planta fotovoltaica): | ✓ 11,0 A | ✓ 11,0 A | |

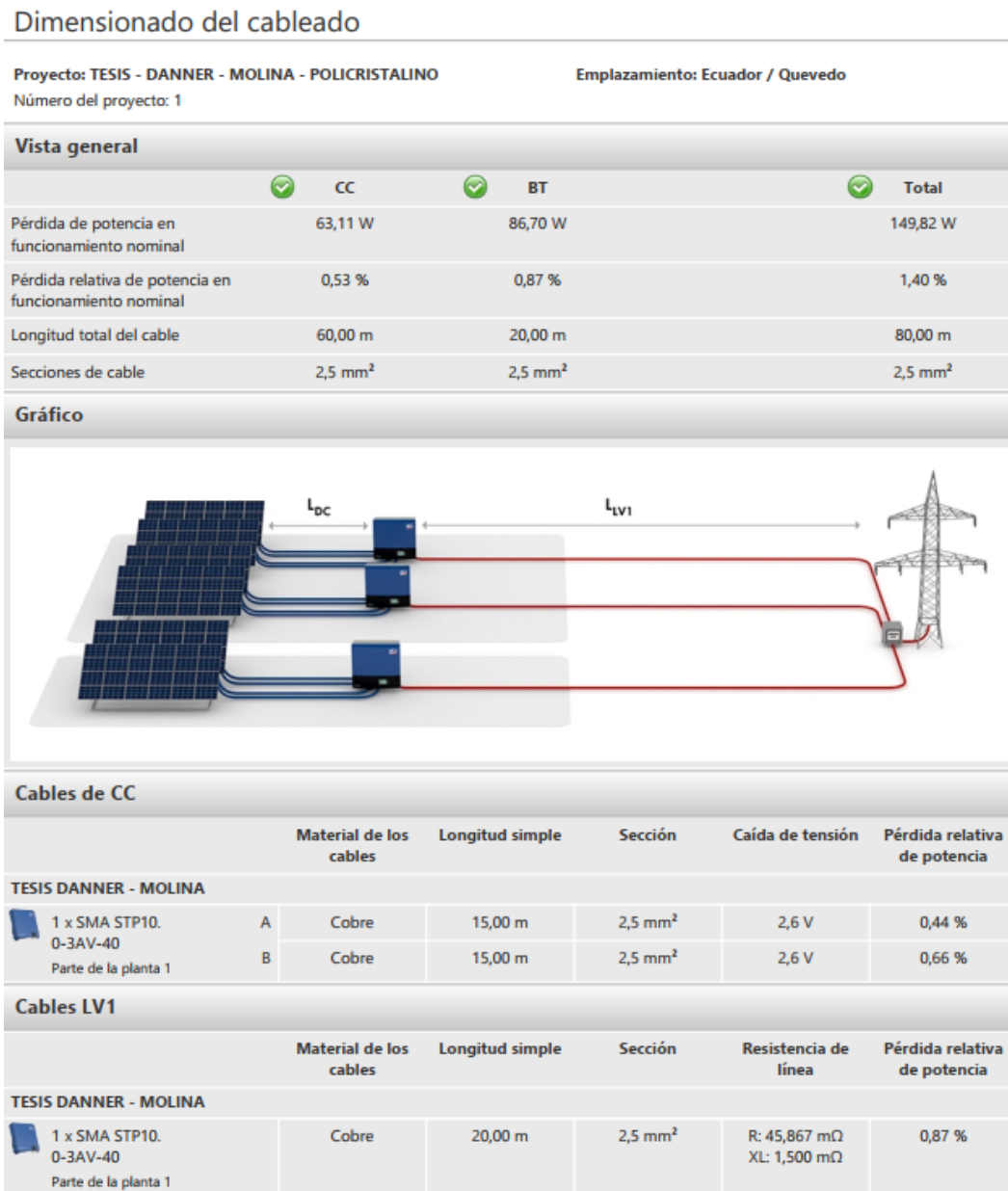
Compatible con FV/inversor

Fuente: SUNNY DESIGN

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Al igual que el anterior sistema se utilizó cables de cobre de 15.00 metros, con una sección de 2.5 mm², obteniendo una caída de tensión de 2.6V en cada sección, y una pérdida relativa de potencia de 0.44% en el MPPT A, y 0.66% en el B como se aprecia en la Figura 61.

Figura 61: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.

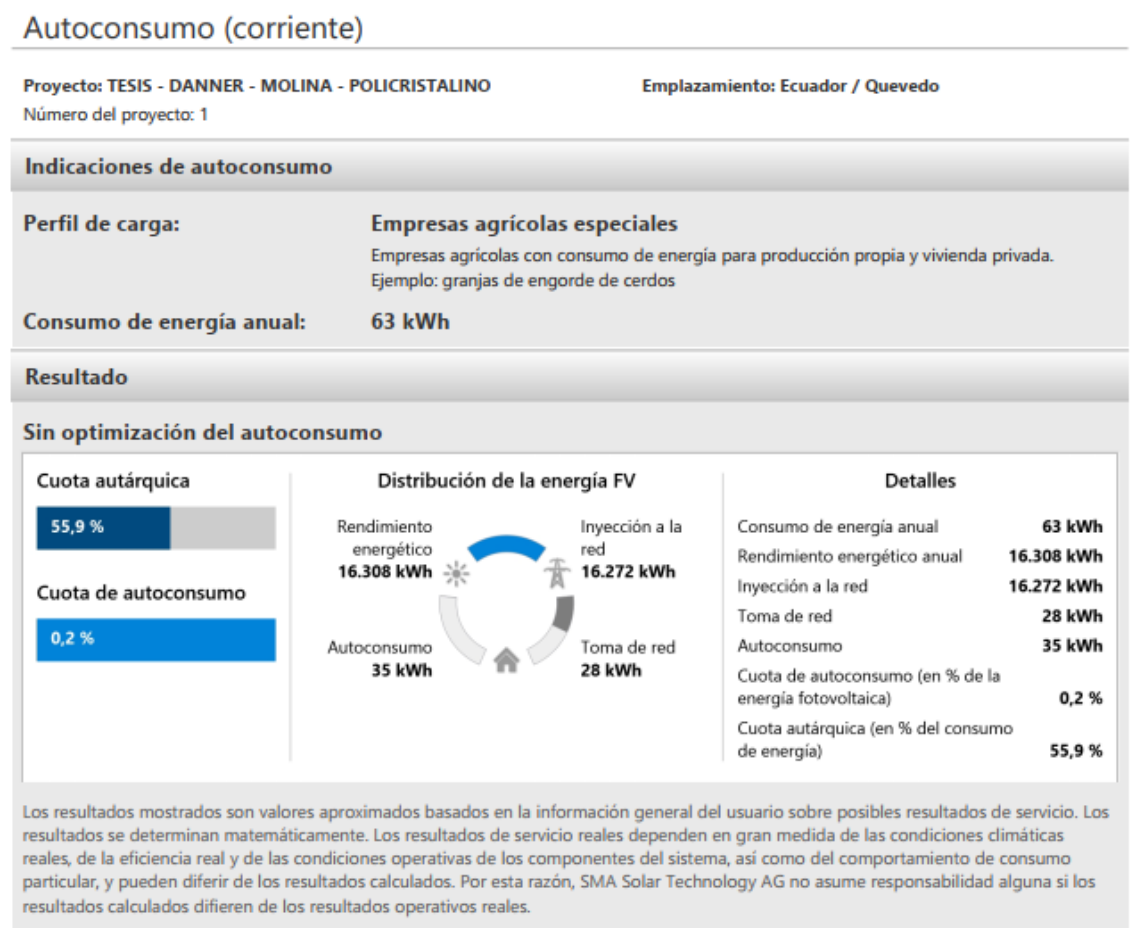


Los resultados mostrados son valores aproximados basados en la información general del usuario sobre posibles resultados de servicio. Los resultados se determinan matemáticamente. Los resultados de servicio reales dependen en gran medida de las condiciones climáticas reales, de la eficiencia real y de las condiciones operativas de los componentes del sistema, así como del comportamiento de consumo particular, y pueden diferir de los resultados calculados. Por esta razón, SMA Solar Technology AG no asume responsabilidad alguna si los resultados calculados difieren de los resultados operativos reales.

Fuente: SUNNY DESIGN
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 62, se puede observar la distribución de la energía FV, el consumo total anual de 63kWh, rendimiento energético de 16.308kWh, inyección a la red de 16.272kWh, toma de la red de 28kWh, autoconsumo de 35kWh, y otros detalles.

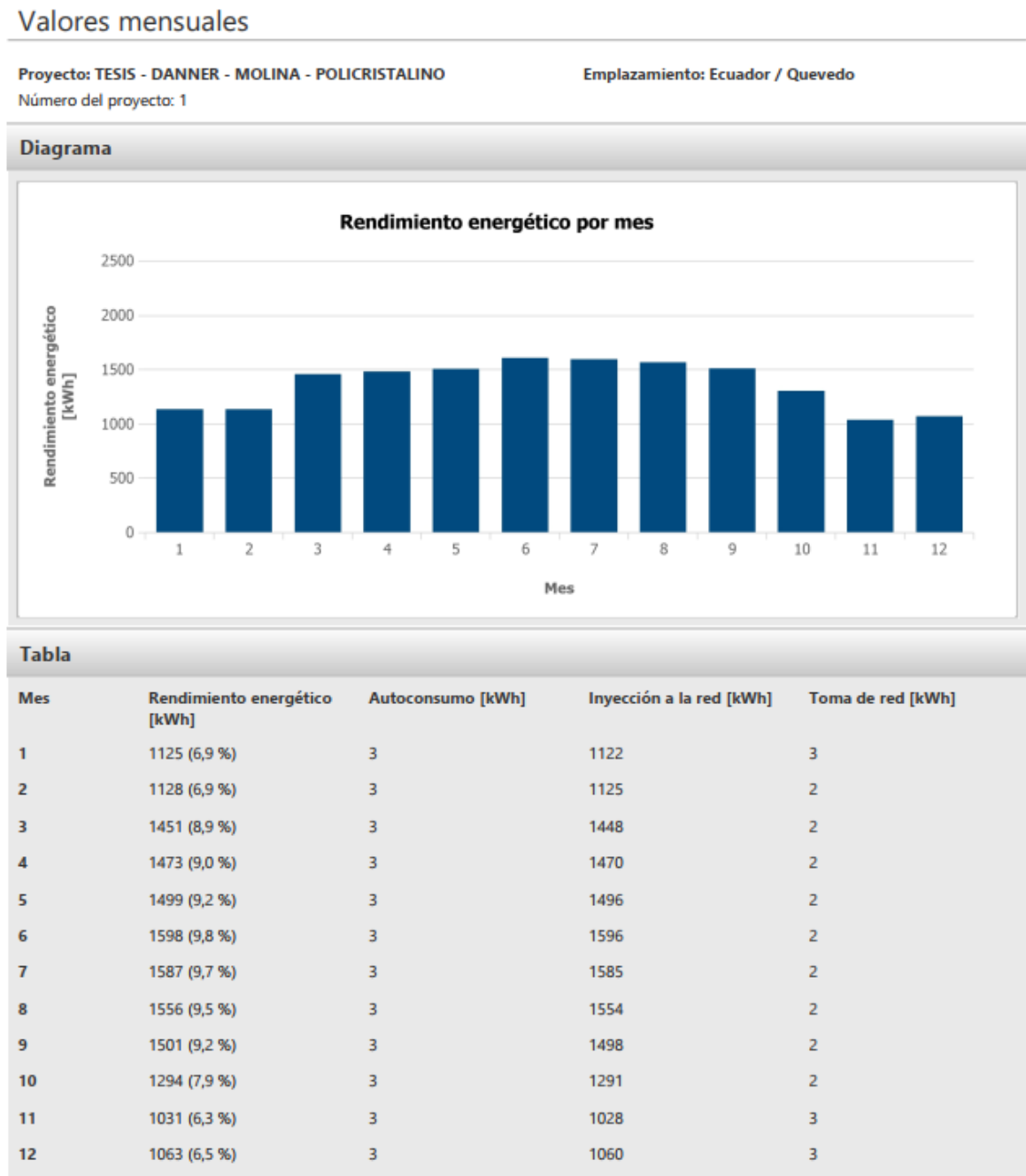
Figura 62: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.



Fuente: SUNNY DESIGN
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En la Figura 63, se visualiza un diagrama y una tabla del rendimiento energético por mes del sistema fotovoltaico policristalino.

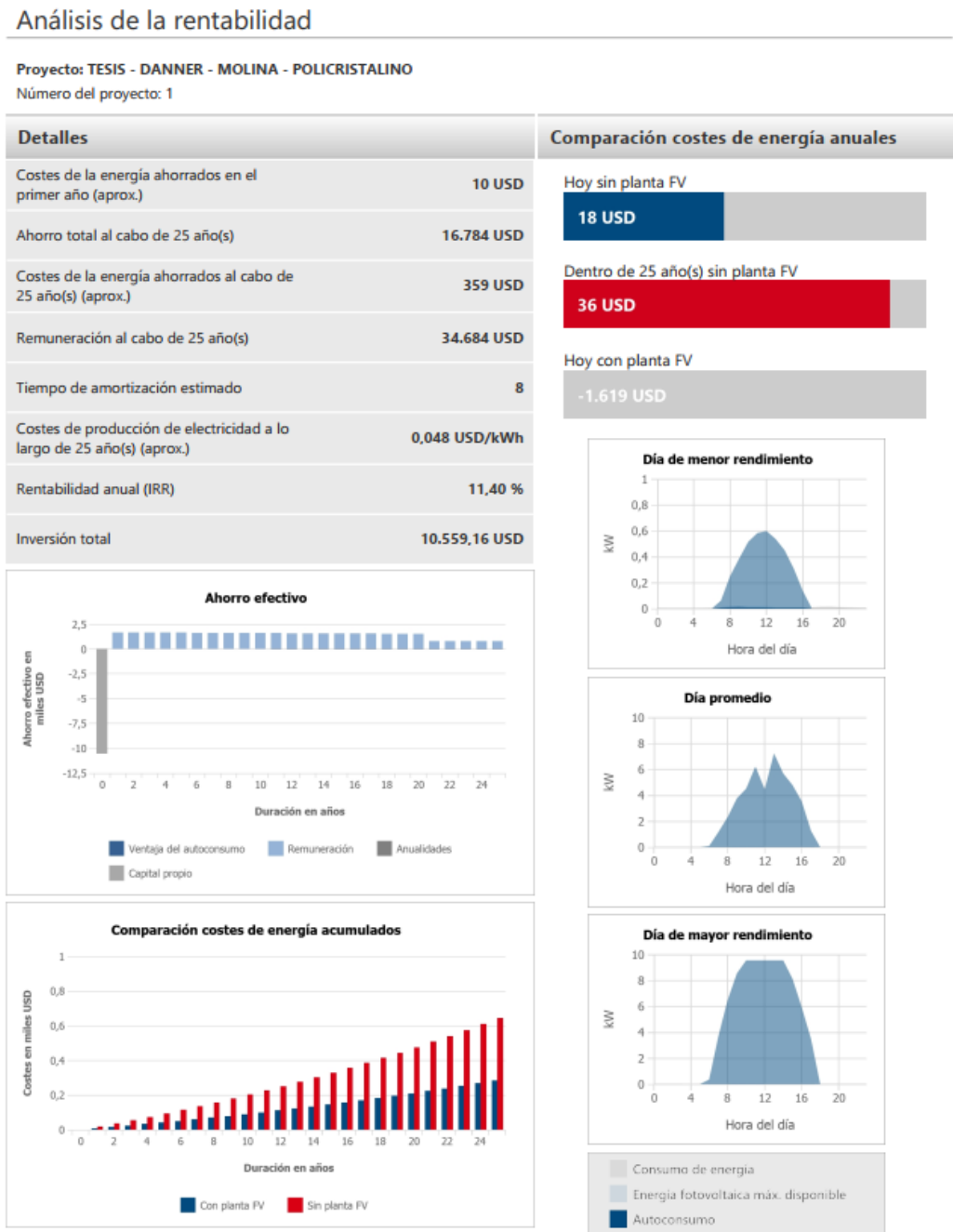
Figura 63: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.



Fuente: SUNNY DESIGN
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En el análisis de la rentabilidad muestra que el ahorro total al cabo de 25 años es de 16.179 USD, una remuneración de 34.684 USD al cabo de 25 años, un tiempo de amortización estimado es de 8 años, costo de producción de electricidad de 0,048 USD/kWh, una rentabilidad anual del 11.40%, teniendo una inversión total de 10.559,16 USD como se observa en la Figura 64.

Figura 64: Resultados de la configuración del sistema fotovoltaico conectado a la red en SUNNY.



Fuente: SUNNY DESIGN
Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

4.1.8. Porque utilizar Sunny

El software Sunny se lo utilizo para tener una correlación de los resultados obtenidos en Homer, teniendo en cuenta que en Sunny se debe de tener más puntos a considerar, ya que muestra de la misma manera un estudio de carga con paneles solares, pero con un mayor ingreso de datos, esto permite tener una comparación en base a resultados tanto en eficiencia energética como en el de rentabilidad.

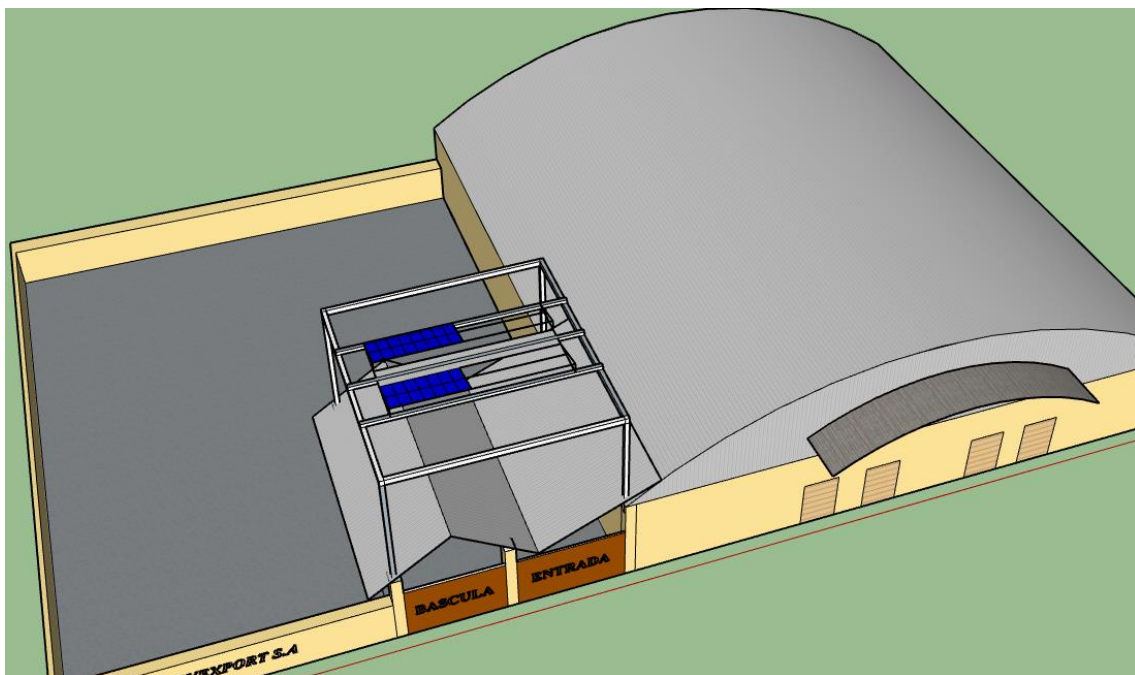
Se sabe que en Homer los resultados se muestran directamente en una tabla, la cual se va desglosando en orden con respecto a la mejor opción de instalación, considerando varios puntos, como el capital inicial, el costo de mantenimiento y el costo total de inversión, todo esto considerando los 25 años de uso de los paneles. Cabe recalcar que se tienen en cuenta los repuestos en caso de alguna falla.

Con respecto a Sunny este muestra los resultados con más detalles, brinda un reporte muy completo considerando muchos varios puntos estratégicos, para esto se necesita ingresar datos como el perfil de carga, el diseño de los generadores fotovoltaicos, el dimensionamiento del cableado para calcular la pérdida de potencia de las dimensiones de los cables seleccionados, determinación del autoconsumo, y para el análisis de rentabilidad considerar los costes del proyecto.

4.1.9. Esquema 3D de los paneles fotovoltaicos

En la Figura 65, se visualiza el sistema fotovoltaico en 3D realizado en el software SketchUp, debido a un estudio realizado por el “Ing. José Alonso, especialista en energía fotovoltaica en la empresa Cambio Energético”, los paneles están orientados hacia el norte con una inclinación de 30° , ya que en este ángulo es donde se tendrá una mejor captación de los rayos solares. Una de las ventajas que los paneles estén inclinados es que los residuos que se adhieren a los paneles serán desechados automáticamente por la inclinación que se tiene.

Figura 65: Configuración 3D del sistema fotovoltaico conectado a la red en SketchUp.



Fuente: SketchUp

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

4.1.9. Estudio técnico económico monocristalino

Estudio técnico-económico, para el diseño e implementación del sistema fotovoltaico en la industria “QUEVEXPORT S. A.”. Como se observa en la tabla 3, se realizó un despliegue de los materiales que se van a utilizar como también la mano de obra, seguidamente se procedió la creación de una tabla en Excel para realizar el estudio económico del sistema. El panel monocristalino es más barato que el policristalino debido a que el lugar de venta “Autosolar” donde se recolecto los precios resultan más baratos que el policristalino.

Tabla 3: Materiales de instalación.

| N° | MATERIALES | PRECIO | CANTIDAD | TOTAL |
|-------|--|---------|----------|----------|
| 1 | MODULOS FOTOVOLTAICOS JAM72S10 405/MR | 233,00 | 30 | 6990,00 |
| 2 | INVERSOR TRIFASICO FRONIUS PH3000 | 2038,00 | 1 | 2038,00 |
| 3 | ESTRUCTURA INCLINADA PANELES | 810,80 | 2 | 1621,60 |
| 4 | MAGNETOTERMICO CD OPEN OB8-100 | 25,86 | 2 | 51,72 |
| 5 | MAGNETOTERMICO CA TRIFASICO 20A SH204-C20 | 65,84 | 1 | 65,84 |
| 6 | CABLEADO CD “WUTONG” | 30,00 | 30 m | 30,00 |
| 7 | CABLEADO AC “CONELSA” | 48,00 | 80 m | 48,00 |
| 8 | OTROS | 190,00 | 1 | 190,00 |
| TOTAL | | | | 11035,16 |

Fuente: Microsoft Excel

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

Primero se colocó el costo total de inversión de la tabla 3, seguidamente el costo de operación y mantenimiento arrojados por el software Homer, se multiplico el valor de la potencia generada de los paneles por 0.083 ctv que vale el kWh para encontrar cuanto es el valor que se ahorra cada año la empresa.

La tasa de descuento es del 12%, teniendo un VAN de \$1.658,3 encontrados con la siguiente formula.

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

Ecuación 1

El TIR es del 10%, aplicado para la fórmula.

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

Ecuación 2

Y un B/C de 4.25, aplicado para la formula.

$$B/C = \frac{VAN \text{ beneficios}}{VAN \text{ costos}}$$

Ecuación 3

Figura 66: Análisis económico para diseño y análisis de factibilidad de un sistema fotovoltaico.

| AÑO | Inversión | O&M | BENEFICIOS | | | | TOTAL BENEFICIOS | EGRESOS O COSTOS | F.N.C (I - C) |
|------|-----------|-----|--|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|---------------|
| | | | Ahorro de dolares por pago de planillas electricas | Ahorro por reparacion de equipos | Evitar daños de alimentos | Ahorro de economia en estudios | | | |
| 0 | 11035,16 | | | | | | | 0 | -11035,16 |
| 2021 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2022 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2023 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2024 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2025 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2026 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2027 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2028 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2029 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2030 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2031 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2032 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2033 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2034 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2035 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2036 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2037 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2038 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2039 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2040 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2041 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2042 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2043 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2044 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2045 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |

| | |
|-------------------|--------------|
| Tasa de descuento | 12% |
| VAN | (\$ 1.658,3) |
| TIR | 10% |
| B/C | 4,25 |

| | |
|----------------|-------------|
| VAN Beneficios | VAN costos |
| \$ 12.263,14 | \$ 2.886,28 |

Fuente: Microsoft Excel

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

4.1.10. Estudio técnico económico policristalino

Como se observa en la tabla 4, se realizó un despliegue de los materiales que se van a utilizar como también la mano de obra, seguidamente se procedió la creación de una tabla en Excel para realizar el estudio económico del sistema.

Tabla 4: Materiales de instalación.

| N° | MATERIALES | PRECIO | CANTIDAD | TOTAL |
|-------|--|---------|----------|----------|
| 1 | MODULOS FOTOVOLTAICOS CS3W-405P HiKu | 236,00 | 30 | 7080,00 |
| 2 | INVERSOR TRIFASICO PH3000 | 2652,00 | 1 | 2652,00 |
| 3 | ESTRUCTURA INCLINADA PANELES | 810,80 | 2 | 1621,60 |
| 4 | MAGNETOTERMICO CD OPEN OB8-100 | 25,86 | 2 | 51,72 |
| 5 | MAGNETOTERMICO CA TRIFASICO 20A SH204-C20 | 65,84 | 1 | 65,84 |
| 6 | CABLEADO CD “WUTONG” | 30,00 | 30 m | 30,00 |
| 7 | CABLEADO AC “CONELSA” | 48,00 | 80 m | 48,00 |
| 8 | OTROS | 190,00 | 1 | 190,00 |
| TOTAL | | | | 11739,16 |

Fuente: Microsoft Excel

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

En primer instante se colocó el costo total de inversión en la tabla 4, seguidamente el costo de operación y mantenimiento arrojados por el software Homer, se multiplico el valor de la potencia generada de los paneles por 0.083 ctv que vale el kWh para encontrar cuanto es el valor que se ahorrar cada año por pago de planilla.

La tasa de descuento es del 12%, teniendo un VAN de \$2.362,3 hallados con la Ecuación 1

El TIR es del 9%, aplicado para la Ecuación 2.

Y un B/C de 4.25, aplicado para la Ecuación 3.

Figura 67: Análisis económico para diseño y análisis de factibilidad de un sistema fotovoltaico.

| AÑO | Inversión | O&M | BENEFICIOS | | | | | EGRESOS O COSTOS | F.N.C (I - C) |
|------|-----------|-----|--|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|---------------|
| | | | Ahorro de dolares por pago de planillas electricas | Ahorro por reparacion de equipos | Evitar daños de alimentos | Ahorro de economia en estudios | TOTAL BENEFICIOS | | |
| 0 | 11739,16 | | | | | | | 0 | -11739,16 |
| 2021 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2022 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2023 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2024 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2025 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2026 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2027 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2028 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2029 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2030 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2031 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2032 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2033 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2034 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2035 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2036 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2037 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2038 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2039 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2040 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2041 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2042 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2043 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2044 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |
| 2045 | | 368 | 1523,55 | 10 | 20 | 10 | 1563,55 | 368 | 1195,55 |

| | |
|-------------------|--------------|
| Tasa de descuento | 12% |
| VAN | (\$ 2.362,3) |
| TIR | 9% |
| B/C | 4,25 |

| | |
|----------------|-------------|
| VAN Beneficios | VAN costos |
| \$ 12.263,14 | \$ 2.886,28 |

Fuente: Microsoft Excel

Elaborado por: Figueroa D, Molina J. (2020)

4.2. Discusión

Se determinó mediante el análisis anteriormente presentado que la instalación de este sistema fotovoltaico a la red, es una de las maneras más factibles de reducir el consumo energético de las grandes industrias, debido a que es una energía limpia, y sus materiales no se encuentran afectados mediante las condiciones climáticas que se puedan presentar.

Considerar que la realización de este sistema deja cierta incertidumbre por el gran costo de inversión que se necesita, pero mediante un análisis técnico-económico, se puede comprender que se lograra tener beneficios a largo plazo, por lo tanto se tiene que la inversión se la lograra recuperar en 10 años de funcionamiento del sistema, es decir que los años siguientes significarían ganancias para la empresa, en base a [23] se debe considerar herramientas para la proyección del análisis económico como lo son el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VAN (Valor Actual Neto) ya que se encargan de evaluar los proyectos de forma financiera.

Con respecto a la selección de los paneles solares se puede observar en [9] que existen varios tipos de paneles considerando que dependiendo del material con el cual están compuesto su eficiencia será mejor al momento de receptar los rayos de luz del sol, esto también incluye que su valor dependerá del tipo de paneles que se vaya a utilizar.

En base al estudio realizado en HOMER utilizando dos tipos de paneles diferentes (monocristalino y policristalino), se analizó que la generación será la misma por lo que los dos son de 405 W, sin embargo, en el estudio técnico-económico se aprecia una diferencia con respecto a los paneles, con el monocristalino el capital inicial será de \$10.556 con una inversión final de \$15.264 y un costo de operación de \$368. Con los paneles monocristalinos implementados el costo de inversión se lo recuperara en el año 2029 aplicando las fórmulas del VAN, TIR (10%), B/C (beneficio/costo).

Aplicando el mismo análisis, pero con respecto al panel policristalino se tiene una inversión inicial de \$11.059 con una inversión final de \$16.146 y un costo de operación de \$398. Una vez funcionando los paneles policristalinos el costo de recuperación del proyecto será en el año 2030 aplicando las mismas formulas antes mencionadas.

Utilizando el software Sunny aplicando el panel solar monocristalino se tiene una remuneración de \$36.477 al cabo de los 25 años, una cuota autárquica (energía consumida y energía total demandada por el consumidor) de 56.3%, también se tiene un ahorro por año alrededor de \$10 con esto se tiene un ahorro total de \$17.757 al cabo de los 25 años por lo tanto la recuperación del costo de inversión será a los 8 años.

Por lo tanto, utilizando Sunny con los paneles policristalinos se tiene una remuneración de \$36.477 alrededor de los 25 años y una cuota autárquica de 56.3% con un ahorro de \$10 por año y se tiene \$15.813 de ahorro total alrededor de los 25 años, este proyecto se estima que el costo de inversión sea a los 9 años.

Teniendo presente que en HOMER se obtiene más años de recuperación que Sunny con respecto al costo de inversión total, esto se debe a que Sunny estima solo 25 paneles y no 30 como lo hace HOMER para satisfacer la demanda de carga.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Mediante un informe enviado a la empresa eléctrica CNEL EP del Cantón Quevedo, se logró la obtención de los datos de la carga anual de la empresa QUEVEXPORT S. A.
- Por medio del software Homer Energy se logró encontrar el método más eficiente para la selección de la instalación del sistema fotovoltaico conectado a la red, la cual se necesita 12kW de generación fotovoltaica, de la misma manera este software permite analizar si los sistemas fotovoltaicos son eficientes según el tipo de carga consumida.
- Con el uso de las dos fuentes de generación tanto con los paneles monocristalinos y policristalino se logró obtener cuál es más viable, siendo este el monocristalino debido a que es más económico teniendo una inversión de \$11.035,16 y se recuperara en 9 años, un costo de operación y mantenimiento de \$368 cada año, y también es más eficiente por los materiales de construcción del panel, como también por sus características de adaptabilidad al calor ya que la empresa está ubicada en la región costa.
- Mediante la utilización del software Sunny Design se logra apreciar que el tiempo de amortización del sistema más viable es de 8 años que le corresponde al monocristalino, en cambio en el software Homer Energy el tiempo de amortización es de 9 años, esto debido a que en Sunny considera que solo se utilizara 25 paneles para el diseño, teniendo un ahorro total de 17.697 USD al cabo de 25 años.
- De acuerdo al estudio técnico económico realizado, se puede concluir que la inversión se la recuperará en un periodo de tiempo de 9 años, teniendo en cuenta que este tipo de sistema deben ser manipulados por personas capacitadas para evitar un mal uso y generar gastos innecesarios.

5.2. Recomendaciones.

- Para realizar este análisis es necesario la adquisición de cargas reales para que de esta forma se pueda obtener el consumo total de la empresa donde se vaya a realizar el diseño.
- Es necesario tener conocimiento del software Homer Energy en el que se desarrollara el análisis respectivo, debido a que este software pide la inserción de los datos por horas de cada día de las semanas.
- Es importante saber qué tipo de generación fotovoltaica es la más rentable, por ende, es recomendable determinar cuál de los modelos de sistema es más viable si el monocristalino o el policristalino.
- Para una mayor confianza de un diseño se puede utilizar otro software que nos brinde una función similar al otro para comparar resultados.
- Es muy importante contar con una buena base de producción económica para la implementación de este sistema ya que la inversión es costosa.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Elizalde, K. Macias, and J. Molina, “Análisis de un sistema de generación eléctrica eléctrica a partir de fuentes renovables de energía en el Cantón Quevedo,” 2020.
- [2] Homer Energy, “HOMER Help Manual,” 2015. https://www.homerenergy.com/pdf/HOMER2_2.8_HelpManual.pdf.
- [3] J. C. Pisco, Á. I. Torres, and D. A. Figueroa, “Diseño de un sistema híbrido aislado para abastecer una hacienda en el Cantón Quevedo Hacienda Quirola - Bananera,” 25-03-2020, p. 5, 2020.
- [4] G. González, J. Zambrano, and E. Estrada, “Estudio, diseño e implementacion de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la isla Mondragon del Golfo de Guayaquil, Provincia del Guayas,” p. 127, 2018, doi: 10.20868/UPM.thesis.39079.
- [5] D. V. Salas, “Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Para El Suministro De Energía Eléctrica a 15 Computadoras Portátiles En La PUCP (TESIS DE PREGRADO),” *Pontif. Univ. Católica del Perú*, p. 7, 2015, doi: 10.13140/RG.2.2.23754.16323.
- [6] G. F. Sánchez Galarza, “Diseño y construcción de una trituradora de papel ecológica eléctrica alimentada por energía solar,” p. 147, 2014. Available: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/615>.
- [7] B. Acurio; M. Aguirre, “Materiales semiconductores,” p. 4, 2016.
- [8] Galceran Feixas, “Optimización de la operación de plantas fotovoltaicas híbridas aisladas,” 2016. Available: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/105875>.
- [9] F. Aucapiña, Paul; Vilntimilla, “Generación de energía eléctrica mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico conectado a la red en el parque nacional El Cajas,” p. 206, 2013. Available: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>.
- [10] D. Guardado and V. Rivera, “Implementación de seguidor solar en dos ejes para el Sistema Fotovoltaico de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la UES .,” p. 138, 2015. Available: http://ri.ues.edu.sv/2045/1/Implementación_de_seguidor_solar_en_dos_ejes_para_el_Sistema_Fotovoltaico_de_la_Escuela_de_Ingeniería_Eléctrica_de_la_UES.pdf.
- [11] P. David and G. Reyes, “Implementación de un seguidor solar en eje horizontal controlado con hardware y software de libre distribución,” pp. 4–10, 2016.
- [12] O. Perpiñan Lamigueiro, “E S Fotovoltaica,” p. 194, 2015. Available: <http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf>.
- [13] M. Cáceres, A. Busso, L. Vera, A. Firman, G. Leiva, and L. Luque, “Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red : Estabilidad En,” *Energía Sol.*, vol. IV, no. Junio,

- pp. 47–54, 2015.
- [14] S. M. Thibaud, J. J. Roberts, and P. O. Prado, “Sistema Híbrido de Generación con Energías Renovables para un Establecimiento Rural Aislado,” *B. Abstr. Proc. 11th Latin-American Congr. Electr. Gener. Transm. CLAGTEE 2015*, no. November, p. 73, 2015.
 - [15] G. Castejon, Agustin; Santamaria, “Instalaciones solares fotovoltaicas.” p. 228, 2015.
 - [16] H. A. Cornejo Lalupú, “Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el centro materno Infantil de la universidad de piura,” p. 114, 2016.
 - [17] J. A. Suárez, G. F. Di Mauro, and D. A. C. Agüero, “Análisis de la distorsión armónica y los efectos de atenuación y diversidad en áreas residenciales,” vol. 3, no. 5, pp. 429–435, 2014.
 - [18] “EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD –ARCONEL–,” in *Agencia de Regulación y Control de Electricidad*, 2018, p. 40.
 - [19] S. Eliseo, “Medidores Inteligentes,” 18-02-2018, 2018. <https://eliseosebastian.com/medir-electricidad-en-paneles-fotovoltaicos/>.
 - [20] J. R. Narváez Altamiranda, F. D. J. Aguas Lastre, and J. M. Oviedo Cuéter, “Diseño y dimensionamiento de plantas solares autónomas para viviendas típicas de la zona rural del Departamento de Córdoba,” *Elementos*, vol. 2, no. 2, p. 15, 2014, doi: 10.15765/e.v2i2.173.
 - [21] D. Pilco and J. Jaramillo, “Sistemas fotovoltaicos para iluminación: paneles fotovoltaicos,” *Univ. Técnica Part. Loja*, vol. 0, no. Profesional en formación, Universidad Técnica Particular de Loja #2Docente, Universidad Técnica Particular de Loja, pp. 1–4, 2015. Available: <https://www.utpl.edu.ec/jorgeluisjaramillo/wp-content/uploads/2010/06/renlux-paneles-fv.pdf>.
 - [22] M. Arrieta Paternina, L. Olmos Villalba, J. Izquierdo Nuñez, and R. Álvarez López, “Diseño de prototipo de sistema solar fotovoltaico optimizando el ángulo de inclinación de los paneles solares,” *Prospectiva*, vol. 10, no. 1, pp. 97–107, 2015, doi: 10.15665/rp.v10i1.401.
 - [23] P. M. Lasluisa, D. O. Villalba, and D. Mesias, “Diseño de un sistema solar fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en el nuevo campus de la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,” pp. 1–8, 2015. Available: [/citations?view_op=view_citation&continue=/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&scilib=1&citilm=1&citation_for_view=82pJ8FUAAAAJ:u-x6o8ySG0sC&hl=es&oi=p](https://scisearch.com/citations?view_op=view_citation&continue=/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&scilib=1&citilm=1&citation_for_view=82pJ8FUAAAAJ:u-x6o8ySG0sC&hl=es&oi=p).

- [24] S. M. E. Technology, “Ph3000 series three-phase (9/12kw).”. Available: <https://www.mustpower.com/wp-content/uploads/2016/05/PH30009-12KW-折页.pdf>.
- [25] E. G. Novoa, “Manual de operacion y mantenimiento preventivo y correctivo para parques fotovoltaicos en el Ecuador,” vol. 7, no. 2, pp. 1–16, 2015.
- [26] Arconel, “Agencia de regulación de control de electricidad,” 2019, 2019. <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/estudio-de-costos-servicio-electrico/>.
- [27] Nasa, “NASA prediction O f W orldwide E nergy R esources,” 2019. <https://power.larc.nasa.gov/>.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1: Panel fotovoltaico utilizado en el sistema.

Harvest the Sunshine



Mono

410W MBB Half-Cell Module

JAM72S10 390-410/MR Series

Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.

Higher output power

Lower LCOE

Less shading and lower resistive loss

Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



JA Linear Power Warranty

Industry Warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



JASOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.



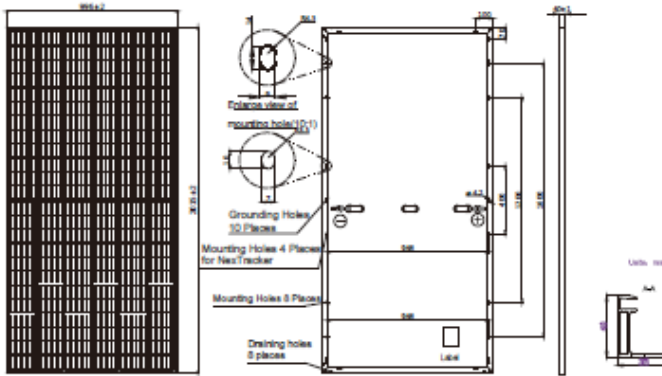
93

Anexo 2: Panel fotovoltaico utilizado en el sistema.

JA SOLAR

JAM72S10 390-410/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

| | |
|------------------------------------|--|
| Cell | Mono |
| Weight | 22.7kg±3% |
| Dimensions | 2015±2mmX996±2mmX40±1mm |
| Cable Cross Section Size | 4mm ² |
| No. of cells | 144 (6X24) |
| Junction Box | IP68, 3 diodes |
| Connector | QC 4.10-35 |
| Cable Length (Including Connector) | Portrait: 300mm(+/-)400mm(-); Landscape: 1200mm(+/-)1200mm(-) |
| Packaging Configuration | 27 Per Pallet |

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

| TYPE | JAM72S10 -390/MR | JAM72S10 -395/MR | JAM72S10 -400/MR | JAM72S10 -405/MR | JAM72S10 -410/MR |
|--|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Rated Maximum Power(P _{max}) [W] | 390 | 395 | 400 | 405 | 410 |
| Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V] | 49.01 | 49.30 | 49.58 | 49.86 | 50.12 |
| Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V] | 40.71 | 41.02 | 41.33 | 41.60 | 41.88 |
| Short Circuit Current(I _{sc}) [A] | 10.23 | 10.28 | 10.33 | 10.39 | 10.45 |
| Maximum Power Current(I _{mp}) [A] | 9.58 | 9.63 | 9.68 | 9.74 | 9.79 |
| Module Efficiency [%] | 19.4 | 19.7 | 19.9 | 20.2 | 20.4 |
| Power Tolerance | 0~+5W | | | | |
| Temperature Coefficient of I _{sc} (α_{Isc}) | +0.044%/°C | | | | |
| Temperature Coefficient of V _{oc} (β_{Voc}) | -0.272%/°C | | | | |
| Temperature Coefficient of P _{max} (γ_{Pmp}) | -0.350%/°C | | | | |
| STC | Irradiance: 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G | | | | |

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.
*For NexTracker installations static loading performance: front load measures 2400Pa, while back load measures 2400Pa.

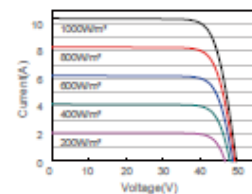
ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

| TYPE | JAM72S10 -390/MR | JAM72S10 -395/MR | JAM72S10 -400/MR | JAM72S10 -405/MR | JAM72S10 -410/MR | Maximum System Voltage | 1000V/1500V DC(IEC) |
|---|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| Rated Max Power(P _{max}) [W] | 294 | 298 | 302 | 306 | 310 | Operating Temperature | -40°C~+85°C |
| Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V] | 45.90 | 46.15 | 46.41 | 46.66 | 46.91 | Maximum Series Fuse | 20A |
| Max Power Voltage(V _{mp}) [V] | 38.15 | 38.40 | 38.65 | 38.90 | 39.16 | Maximum Static Load, Front* | 5400Pa |
| Short Circuit Current(I _{sc}) [A] | 8.15 | 8.20 | 8.25 | 8.31 | 8.36 | Maximum Static Load, Back* | 2400Pa |
| Max Power Current(I _{mp}) [A] | 7.71 | 7.76 | 7.81 | 7.87 | 7.92 | NOCT | 45±2°C |
| NOCT | Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G | | | | | Application Class | Class A |

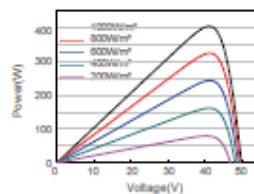
OPERATING CONDITIONS

CHARACTERISTICS

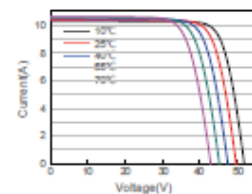
Current-Voltage Curve JAM72S10-405/MR



Power-Voltage Curve JAM72S10-405/MR



Current-Voltage Curve JAM72S10-405/MR



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global_EN_20190919A

Anexo 3: Panel fotovoltaico utilizado en el sistema.



HiKu

SUPER HIGH POWER POLY PERC MODULE
395 W ~ 415 W
CS3W-395 | 400 | 405 | 410 | 415P

MORE POWER

-  24 % more power than conventional modules
-  Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 2.7 % lower system cost
-  Low NMOT: $42 \pm 3^\circ\text{C}$
Low temperature coefficient (Pmax): $-0.37\% / ^\circ\text{C}$
-  Better shading tolerance

MORE RELIABLE

-  Lower internal current,
lower hot spot temperature
-  Cell crack risk limited in small region,
enhance the module reliability
-  Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 3600 Pa*

25 years linear power output warranty*

12 years enhanced product warranty on materials and workmanship*

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / KS / INMETRO
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US)
IEC 61701 ED2: VDE / IEC 62716: VDE / IEC 60068-2-68: SGS
UL 1703: CSA / Take-e-way



* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

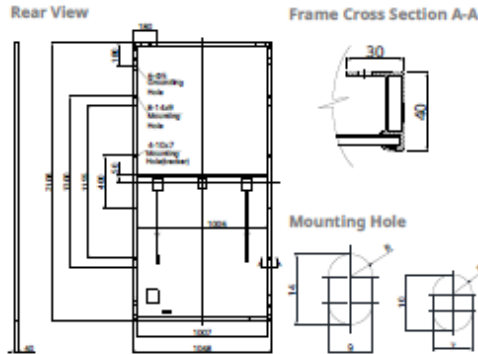
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 36 GW deployed around the world since 2001.

* For detail information, please refer to Installation Manual.

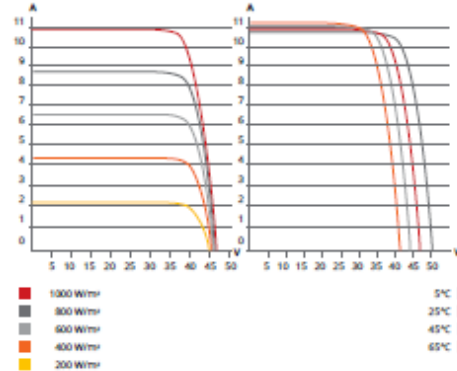
CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

Anexo 4: Panel fotovoltaico utilizado en el sistema.

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS3W-400P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

| CS3W | 395P | 400P | 405P | 410P | 415P |
|------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 395 W | 400 W | 405 W | 410 W | 415 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 38.5 V | 38.7 V | 38.9 V | 39.1 V | 39.3 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 10.26 A | 10.34 A | 10.42 A | 10.49 A | 10.56 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 47.0 V | 47.2 V | 47.4 V | 47.6 V | 47.8 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 10.82 A | 10.90 A | 10.98 A | 11.06 A | 11.14 A |
| Module Efficiency | 17.88% | 18.11% | 18.33% | 18.56% | 18.79% |
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C | | | | |
| Max. System Voltage | 1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL) | | | | |
| Module Fire Performance | TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730) | | | | |
| Max. Series Fuse Rating | 20 A | | | | |
| Application Classification | Class A | | | | |
| Power Tolerance | 0 ~ + 5 W | | | | |

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

| CS3W | 395P | 400P | 405P | 410P | 415P |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 294 W | 297 W | 301 W | 305 W | 308 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 35.8 V | 36.0 V | 36.1 V | 36.3 V | 36.5 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 8.21 A | 8.27 A | 8.33 A | 8.39 A | 8.45 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 44.1 V | 44.3 V | 44.4 V | 44.6 V | 44.8 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 8.73 A | 8.79 A | 8.86 A | 8.92 A | 8.99 A |

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

| Specification | Data |
|---------------------------------------|---|
| Cell Type | Poly-crystalline |
| Cell Arrangement | 144 [2 X (12 X 6)] |
| Dimensions | 2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in) |
| Weight | 24.9 kg (54.9 lbs) |
| Front Cover | 3.2 mm tempered glass |
| Frame | Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced |
| J-Box | IP68, 3 bypass diodes |
| Cable | 4 mm² (IEC), 12 AWG (UL) |
| Cable Length (Including Connector) | Portrait: 500 mm (19.7 in) (+) / 350 mm (13.8 in) (-); landscape: 1400 mm (55.1 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)* |
| Connector | T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2 |
| Per Pallet | 27 pieces |
| Per Container (40' HQ) | 594 pieces |

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification | Data |
|--------------------------------------|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.37 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.29 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.05 % / °C |
| Nominal Module Operating Temperature | 42 ± 3°C |

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

October 2019. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V5.584-EN

Anexo 5: Inversor utilizado en el sistema.



PH3000 SERIES (9-12KW)

Low Frequency On/Off Grid Hybrid Solar Inverter



INTRODUCTION

This model PH3000 Three-phase is a flexible and intelligent energy storage inverter which utilizes solar power, utility power, and battery power source to supply continuous power. This is a multi-functional hybrid inverter which can power all kinds of appliances in home or office environment, including motor-type appliances such as tube light, fan, refrigerator and air conditioner. The system generates electricity when it has sufficient sunshine, supplying power to your home and feeding any surplus power back to the Grid.

FEATURES

- Rated power 9KW to 12KW
- Smart LCD setting(Working modes, Charge Current, Charge Voltage, etc.)
- Built-in MPPT 180A solar charge controller
- MPPT Efficiency max 98%
- Combining solar system, AC utility, and battery power source to supply continuous power
- Multiple operations: basic Grid-tie, Off-Grid, Grid-Interactive
- Support CAN, RS485 monitoring function with free CD
- WIFI/ GPRS remote monitoring (optional)
- Compatible to generator



Rated power
9/12KW



Battery Voltage
48VDC



MAX charging current
40A



Support single-Phase
or Three-phase



Multi Protection



Pure Copper
transformer



Battery Optional



Wide AC input
95-272VAC per phase

97

Anexo 6: Inversor utilizado en el sistema.

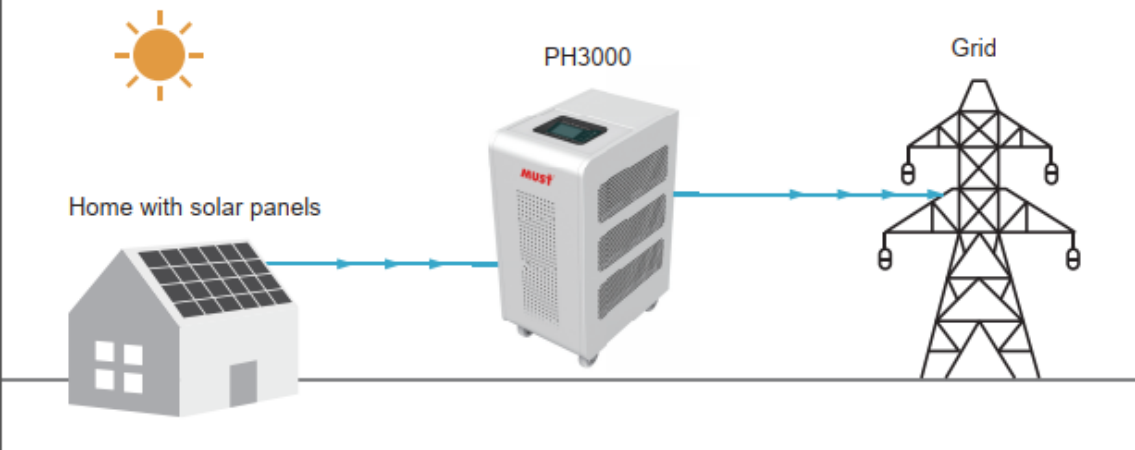


INVERTER SYSTEM CONNECTION

PH3000, Three-phase On/Offgrid Hybrid solar inverter, This is a flexible and intelligent energy storage inverter which utilizes solar power, utility power, and battery power source to supply continuous power. This is a multi-functional hybrid inverter which can power all kinds of appliances in home or office environment, including motor-type appliances such as tube light, fan, refrigerator and air conditioner. The system generates electricity when it has sufficient sunshine, supplying power to your home and feeding any surplus power back to the Grid.

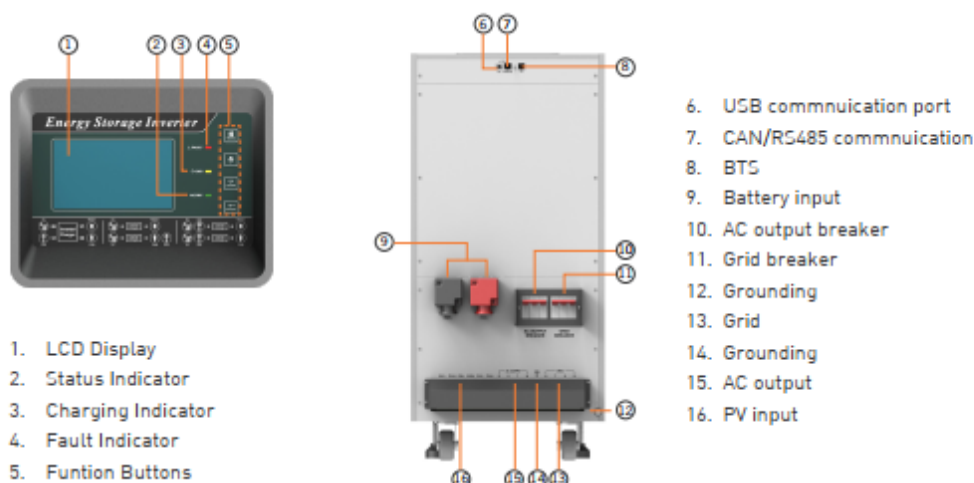
Solar Inverter System Connection:

Power Inverter + Battery + Solar Panels + Grid + Application Loads




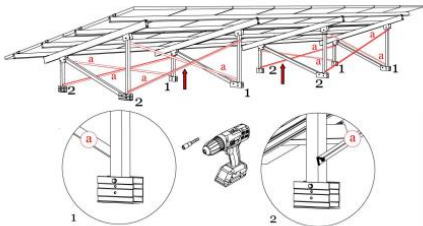
Anexo 7: Inversor utilizado en el sistema.

MUST® **PH3000 SERIES (2-4KW)** Low Frequency On/Off Grid Hybrid Solar Inverter




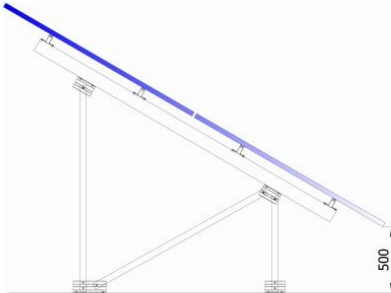
| MODEL | | PH30-9048-T | PH30-12048-T |
|----------------------------|---|---|-----------------|
| INVERTER OUTPUT | Nominal Battery System Voltage | 48VDC | |
| | Rated output power | 9000W | 12000W |
| | Output wave | Pure sine wave | |
| | Nominal output voltage | 230 VAC (P-N) / 400 VAC (P-P) | |
| | Nominal output current | 13.0A per phase | 17.4A per phase |
| | Nominal output frequency | 50 Hz / 60 Hz | |
| | Rate of wave distortion(THD)(Linearity loads) | Off grids≤2%; Grid discharge ≤3%; Grid charge ≤3% | |
| | Inverting efficiency | >93% | |
| | Power factor | 0.9 lead – 0.9 lag | |
| AC INPUT | Overload capability | 100%<loads110%,30 minutes; 110%<loads125%,1 minutes; 125%<loads150%,30 seconds; load<150%,10 seconds; Short circuit,5 seconds | |
| | AC input maximum current | 26.0A per phase | 34.8A per phase |
| | Nominal frequency | 50Hz / 60Hz | |
| BATTERY | Acceptable input voltage range | Defaults 186Vac ~253Vac per phase;Narrow 174Vac ~272Vac per phase; Wide 95Vac ~272Vac per phase | |
| | Nominal Voltage | 48VDC | |
| | Low Voltage Protection Point | Charger 34.0VDC Inverter 40.0VDC | |
| | Absorption Voltage | 50.0VDC | |
| | Refloat Voltage | 54.8VDC | |
| SOLAR CHARGER & AC CHARGER | Float Voltage | 57.2VDC | |
| | PV Open Circuit Voltage | 145VDC | |
| | Max Solar Charging Current | 60A per phase | |
| | Max AC Charging Current | 60A per phase | 80A per phase |
| MECHANICAL SPECIFICATIONS | Max Charging Current | 120A per phase | 140A per phase |
| | Mounting | Vertical | |
| | Machine Dimension, W*H*D(mm) | 391*836*555 | |
| | Package Dimensions (W*H*D)(mm) | 410*850*570 | |
| | Net Weight (kg) | 133 | 140 |
| OTHER | Gross Weight (kg) | 128 | 160 |
| | Communication terminal | RS485/CAN bus | |
| | Operation Temperature Range | 0°C ~+50°C | |
| | Environmental Protection Rating | IP20 | |
| | Ambient humidity | 0 – 90% relative humidity(non-condensing) | |
| | Altitude | ≤2000m | |

Anexo 8: Estructura de soporte para los paneles solares del sistema.



Soporte inclinado para terreno para 2 filas de módulos, vertical

30V



Áncora sobre hormigón

Para cálculo de cimentación solicitar información

Válido para:

- Terreno.
- Disposición vertical.
- Válido para módulos de 60 células (1650x1000) de 33 a 50 mm de espesor
- Inclinação estándar 30°
- Inclinações disponíveis bajo pedido:

5°-10°-15°-20°-25°-35°

- Posibilidades de anclaje: hormigón o micropilotes.

Incluye:

- Triángulos del soporte inclinado
- Perfiles G2
- Uniones UG2
- Presores laterales
- Presores centrales

Número de paneles

Vertical: de 2 a 40 módulos

Para módulos de 60 células (1650x1000) de 33 a 50 mm de espesor.


Nota:

Debido a las tolerancias del producto NO colocar los anclajes en la losa de hormigón antes de tener montado un pórtico, seguidamente presentar el pórtico, marcar los agujeros de anclaje y perforar la losa para colocar los anclajes.


Material 100% reciclable.

Cómoda instalación.

Herramientas necesarias:



Seguridad:



Par de apriete:

| Par de apriete | 7 Nm |
|-------------------------|-------|
| Tornillo Presor | 7 Nm |
| Tornillo M8 Hexagonal | 20 Nm |
| Tornillo M10 Hexagonal | 40 Nm |
| Tornillo M6.3 Hexagonal | 10 Nm |

Viento 150 km/h


MATERIALES Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6

TORNILLERÍA Tornillería acero inoxidable A2-70

- Comprobar el buen estado del terreno y la capacidad portante del mismo.
- Se recomienda realizar un estudio geotécnico del terreno.

Para más información consultar

RESERVA CENTRAL



Reservado el derecho a efectuar modificaciones - Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original

Anexo 9: Interruptor Magnetotérmico DC utilizado en el sistema.

Interruptores magnetotérmicos

Gama terciaria e industrial

Interruptores magnetotérmicos poder de corte 10kA



Gama completa de interruptores magnetotérmicos destinados a ser usados en sectores terciarios, industrias, maquinaria y cuadros eléctricos para líneas de distribución, para protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Gran fiabilidad y alto poder de corte, disponibles desde 2 a 4 polos, con protección de todos los conductores. Dispone de indicación de estado en cada uno de los polos.

Curva de disparo clase "C".



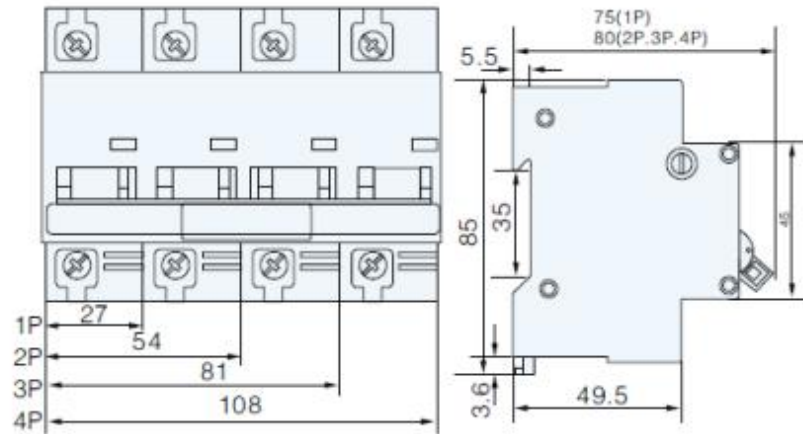
Características técnicas:

- Fabricante: Denor.
- Tipo: OB8-100.
- Tensión de trabajo (Un): 230/400Vac., 50/60Hz.
- Numero de polos: 2P, 3P y 4P.
- Intensidad de trabajo (In): 63A, 80A, 100A y 125A.
- Curva: C.
- Poder de corte (Icn): 10000A. (10kA).
- Endurancia: ≥ 4000 .
- Indicación mecánica de estado.
- Grado de protección: IP20.
- Normativa: CE; IEC60947-1
- Anchura: 1,5 módulos/polo (27mm).
- Tipo de terminal: mordaza apriete por tornillo.
- Capacidad del cable: 50mm².

Anexo 10: Interruptor Magnetotérmico DC utilizado en el sistema.

APARAMENTA MODULAR

2016



| | | | |
|------|-----------|-----------|-----------|
| | | | |
| Tipo | | | |
| 63A | OB8-063P2 | OB8-063P3 | OB8-063P4 |
| 80A | OB8-080P2 | OB8-080P3 | OB8-080P4 |
| 100A | OB8-100P2 | OB8-100P3 | OB8-100P4 |
| 125A | OB8-125P2 | OB8-125P3 | OB8-125P4 |

Anexo 11: Interruptor Magnetotérmico AC utilizado en el sistema.

SH204-C20



General Information

| | |
|------------------------|--|
| Extended Product Type: | SH204-C20 |
| Product ID: | 2CDS214001R0204 |
| EAN: | 4016779631815 |
| Catalog Description: | Miniature Circuit Breaker - SH200 - 4P - C - 20 A |
| Long Description: | Compact Home SH200 miniature circuit breakers are current limiting. They have two different tripping mechanisms, the delayed thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. They are available in different characteristics (B,C), configurations (1P,1P+N,2P,3P,3P+N,4P), breaking capacities (up to 6 kA at 230/400 V AC) and rated currents (up to 40 A). All MCBs of the product range SH200 comply with IEC/EN 60898-1, allowing the use for residential applications. |

Categories

Products » Low Voltage Products and Systems » Modular DIN Rail Products » Miniature Circuit Breakers MCBs

Ordering

| | |
|-------------------------|---------------|
| EAN: | 4016779631815 |
| Minimum Order Quantity: | 1 piece |
| Customs Tariff Number: | 85362010 |

Dimensions

| | |
|---------------------|--------|
| Product Net Width: | 70 mm |
| Product Net Depth: | 69 mm |
| Product Net Height: | 85 mm |
| Product Net Weight: | 0.5 kg |

Container Information

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Package Level 1 Units: | 1 piece |
| Package Level 1 Width: | 92 mm |
| Package Level 1 Length: | 78 mm |
| Package Level 1 Height: | 80 mm |
| Package Level 1 Gross Weight: | 0.53 kg |
| Package Level 2 EAN: | 4016779990349 |

Environmental

| | |
|---|---|
| Ambient Air Temperature: | Operation -25 ... +55 °C Storage -40 ... +70 °C |
| Resistance to Shock acc. to IEC 60068-2-27: | 25g / 2 shocks / 13 ms |
| Resistance to Vibrations acc. to IEC 60068-2-6: | 5g, 20 cycles at 5 ... 150 ... 5 Hz with load 0.8 In |
| Environmental Conditions: | 28 cycles with 55 °C / 90-96 % and 25 °C / 95-100 % |
| RoHS Status: | Following EU Directive 2002/95/EC August 18, 2005 and amendment |

Technical

| | |
|--|---|
| Standards: | IEC/EN 60898-1 |
| Number of Poles: | 4 |
| Tripping Characteristic: | C |
| Rated Current (I _n): | 20 A |
| Rated Operational Voltage: | acc. to IEC 60898-1 400 V AC |
| Power Loss: | 10 W at Rated Operating Conditions per Pole 2.5 W |
| Rated Insulation Voltage (U _i): | acc. to IEC/EN 60664-1 440 V |
| Operational Voltage: | Maximum (incl. Tolerance) 440 V AC Minimum 12 V AC |
| Rated Frequency (f): | 50 Hz 60 Hz |
| Rated Short-Circuit Capacity (I _{cn}): | 6 kA |
| Energy Limiting Class: | 3 |
| Overvoltage Category: | III |
| Pollution Degree: | 2 |

Anexo 12: Interruptor Magnetotérmico AC utilizado en el sistema.

| | |
|--|--|
| Rated Impulse Withstand Voltage (U _{imp}): | 4 kV (6.2 kV @ sea level) (5.0 kV @ 2000 m) |
| Dielectric Test Voltage: | 50 / 60 Hz, 1 min: 2 kV |
| Housing Material: | Insulation Group II, RAL 7035 |
| Actuator Type: | Insulation group II, black, sealable |
| Contact Position Indication: | ON / OFF |
| Degree of Protection: | IP20 |
| Remarks: | IP40 in enclosure with cover |
| Electrical Endurance: | 20000 AC cycle |
| Mechanical Endurance: | 20000 cycle |
| Terminal Type: | Screw Terminals |
| Screw Terminal Type: | Cage Terminal |
| Connecting Capacity: | Flexible with Ferrule 0.75 ... 25 mm ² Flexible 0.75 ... 25 mm ² Rigid 0.75 ... 25 mm ² Stranded 0.75 ... 25 mm ² |
| Tightening Torque: | 2 N·m |
| Recommended Screw Driver: | Pozidriv 2 |
| Mounting on DIN Rail: | TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 |
| Mounting Position: | Any |
| Certificates and Declarations (Document Number) | |
| Declaration of Conformity - CE: | 2CDK403003D0401 |
| RoHS Information: | 2CDK400003K0201 |
| Classifications | |
| eClass: | 7.0 27141901 |
| ETIM 4: | EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB) |
| ETIM 5: | EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB) |
| Object Classification Code: | F |
| UNSPSC: | 39121614 |



Anexo 13: Datos de carga del mes de enero.

Enero

| Días de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,671 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,671 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,671 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,671 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,671 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,671 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,671 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,671 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 0,671 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 0,671 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 0,671 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 0,671 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 0,671 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 0,671 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 0,671 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 0,671 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 0,671 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 0,671 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 0,671 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,671 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,671 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,671 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,671 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,671 |
| Total | 16,0982 |

| Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,2683 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,2577 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,2489 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,2524 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,2577 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,2524 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,2507 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,2471 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 1,7667 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 2,0851 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 1,9886 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 1,9707 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 1,8157 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 0,6015 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 0,6584 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 1,7855 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 1,7953 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 1,8995 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 1,8619 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,2683 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,2199 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,2524 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,2371 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,2524 |
| Total | 21,4943 |

| | |
|------------------|----------------|
| Total mes | 64,4514 |
|------------------|----------------|

Anexo 14: Datos de carga del mes de febrero.

Febrero

| Días de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,4968 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,4772 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,4609 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,4674 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,4772 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,4674 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,4641 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,4576 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 3,2714 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 3,8609 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 3,6822 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 3,6491 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 3,3620 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,1137 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,2192 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 3,3060 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 3,3243 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 3,5172 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 3,4477 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,4968 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,4072 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,4674 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,4390 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,4674 |
| Total | 39,8000 |

| Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,1987 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,1909 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,1843 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,1870 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,1909 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,1870 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,1856 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,1830 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 1,3086 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 1,5444 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 1,4729 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 1,4596 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 1,3448 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 0,4455 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 0,4877 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 1,3224 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 1,3297 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 1,4069 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 1,3791 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,1987 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,1629 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,1870 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,1756 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,1870 |
| Total | 15,9200 |

| | |
|------------------|----------------|
| Total mes | 64,4514 |
|------------------|----------------|

Anexo 15: Datos de carga del mes de marzo.

Marzo

| Días de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,515 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,494 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,477 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,484 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,494 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,484 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,481 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,474 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 3,389 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 4,000 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 3,814 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 3,780 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 3,483 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,154 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,263 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 3,425 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 3,444 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 3,643 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 3,571 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,515 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,422 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,484 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,455 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,484 |
| Total | 41,2286 |

| | |
|------------------|----------------|
| Total mes | 64,4514 |
|------------------|----------------|

| Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,206 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,198 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,191 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,194 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,198 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,194 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,192 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,190 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 1,356 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 1,600 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 1,526 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 1,512 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 1,393 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 0,461 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 0,505 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 1,370 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 1,377 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 1,457 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 1,429 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,206 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,169 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,194 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,182 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,194 |
| Total | 16,4914 |

Anexo 16: Datos de carga del mes de abril.

Abril

| Días de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,547 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,526 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,508 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,515 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,526 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,515 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,511 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,504 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 3,605 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 4,255 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 4,058 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 4,021 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 3,705 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,227 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,344 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 3,643 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 3,663 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 3,876 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 3,799 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,547 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,449 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,515 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,484 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,515 |
| Total | 43,8572 |

| | |
|------------------|----------------|
| Total mes | 64,4514 |
|------------------|----------------|

| Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,219 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,210 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,203 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,206 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,210 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,206 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,205 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,202 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 1,442 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 1,702 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 1,623 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 1,608 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 1,482 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 0,491 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 0,537 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 1,457 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 1,465 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 1,550 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 1,520 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,219 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,180 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,206 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,193 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,206 |
| Total | 17,5428 |

Anexo 17: Datos de carga del mes de mayo.

Mayo

| Días de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,516 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,496 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,479 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,486 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,496 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,486 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,482 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,475 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 3,399 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 4,012 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 3,826 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 3,792 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 3,494 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,157 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,267 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 3,435 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 3,454 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 3,655 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 3,583 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,516 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,423 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,486 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,456 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,486 |
| Total | 41,3572 |

| | |
|------------------|----------------|
| Total mes | 64,4514 |
|------------------|----------------|

| Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,206 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,198 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,192 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,194 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,198 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,194 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,193 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,190 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 1,360 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 1,605 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 1,530 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 1,517 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 1,397 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 0,463 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 0,507 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 1,374 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 1,382 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 1,462 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 1,433 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,206 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,169 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,194 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,182 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,194 |
| Total | 16,5428 |

Anexo 18: Datos de carga del mes de junio.

Junio

| Días de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,488 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,469 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,453 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,459 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,469 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,459 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,456 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,450 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 3,215 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 3,794 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 3,619 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 3,586 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 3,304 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,095 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,198 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 3,249 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 3,267 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 3,457 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 3,388 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,488 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,400 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,459 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,431 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,459 |
| Total | 39,1146 |

| | |
|------------------|----------------|
| Total mes | 64,4514 |
|------------------|----------------|

| Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|----------------|
| Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,169 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,163 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,157 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,159 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,163 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,159 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,158 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,156 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 1,115 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 1,316 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 1,256 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 1,244 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 1,146 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 0,380 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 0,416 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 1,127 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 1,133 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 1,199 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 1,176 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,169 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,139 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,159 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,150 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,159 |
| Total | 13,5707 |

Anexo 19: Datos de carga del mes de julio.

Julio

| Días de semanas | E. Activa | Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Horas del día | kW.h | Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,575 | 0:00:00 - 1:00:00 | 0,196 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,552 | 1:00:00 - 2:00:00 | 0,188 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,533 | 2:00:00 - 3:00:00 | 0,182 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,541 | 3:00:00 - 4:00:00 | 0,184 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,552 | 4:00:00 - 5:00:00 | 0,188 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,541 | 5:00:00 - 6:00:00 | 0,184 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,537 | 6:00:00 - 7:00:00 | 0,183 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,529 | 7:00:00 - 8:00:00 | 0,180 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 3,784 | 8:00:00 - 9:00:00 | 1,289 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 4,466 | 9:00:00 - 10:00:00 | 1,521 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 4,259 | 10:00:00 - 11:00:00 | 1,451 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 4,221 | 11:00:00 - 12:00:00 | 1,438 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 3,889 | 12:00:00 - 13:00:00 | 1,325 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,288 | 13:00:00 - 14:00:00 | 0,439 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,410 | 14:00:00 - 15:00:00 | 0,480 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 3,824 | 15:00:00 - 16:00:00 | 1,303 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 3,845 | 16:00:00 - 17:00:00 | 1,310 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 4,068 | 17:00:00 - 18:00:00 | 1,386 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 3,988 | 18:00:00 - 19:00:00 | 1,359 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,575 | 19:00:00 - 20:00:00 | 0,196 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,471 | 20:00:00 - 21:00:00 | 0,160 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,541 | 21:00:00 - 22:00:00 | 0,184 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,508 | 22:00:00 - 23:00:00 | 0,173 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,541 | 23:00:00 - 0:00:00 | 0,184 |
| Total | 46,0367 | Total | 15,6829 |
| Total mes | 64,4514 | | |

Anexo 20: Datos de carga del mes de agosto.

Agosto

| Días de semanas | E. Activa | Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Horas del día | kW.h | Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,512 | 0:00:00 - 1:00:00 | 0,176 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,492 | 1:00:00 - 2:00:00 | 0,169 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,475 | 2:00:00 - 3:00:00 | 0,164 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,482 | 3:00:00 - 4:00:00 | 0,166 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,492 | 4:00:00 - 5:00:00 | 0,169 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,482 | 5:00:00 - 6:00:00 | 0,166 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,478 | 6:00:00 - 7:00:00 | 0,165 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,471 | 7:00:00 - 8:00:00 | 0,163 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 3,370 | 8:00:00 - 9:00:00 | 1,162 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 3,978 | 9:00:00 - 10:00:00 | 1,371 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 3,793 | 10:00:00 - 11:00:00 | 1,308 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 3,759 | 11:00:00 - 12:00:00 | 1,296 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 3,464 | 12:00:00 - 13:00:00 | 1,194 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,147 | 13:00:00 - 14:00:00 | 0,396 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,256 | 14:00:00 - 15:00:00 | 0,433 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 3,406 | 15:00:00 - 16:00:00 | 1,174 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 3,425 | 16:00:00 - 17:00:00 | 1,181 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 3,623 | 17:00:00 - 18:00:00 | 1,249 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 3,552 | 18:00:00 - 19:00:00 | 1,224 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,512 | 19:00:00 - 20:00:00 | 0,176 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,420 | 20:00:00 - 21:00:00 | 0,145 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,482 | 21:00:00 - 22:00:00 | 0,166 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,452 | 22:00:00 - 23:00:00 | 0,156 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,482 | 23:00:00 - 0:00:00 | 0,166 |
| Total | 41,0019 | Total | 14,1342 |
| Total mes | 64,4514 | | |

Anexo 21: Datos de carga del mes de septiembre.

Septiembre

| Días de semanas | E. Activa | Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Horas del día | kW.h | Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,636 | 0:00:00 - 1:00:00 | 0,254 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,611 | 1:00:00 - 2:00:00 | 0,244 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,590 | 2:00:00 - 3:00:00 | 0,236 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,598 | 3:00:00 - 4:00:00 | 0,239 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,611 | 4:00:00 - 5:00:00 | 0,244 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,598 | 5:00:00 - 6:00:00 | 0,239 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,594 | 6:00:00 - 7:00:00 | 0,238 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,586 | 7:00:00 - 8:00:00 | 0,234 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 4,187 | 8:00:00 - 9:00:00 | 1,675 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 4,942 | 9:00:00 - 10:00:00 | 1,977 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 4,713 | 10:00:00 - 11:00:00 | 1,885 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 4,671 | 11:00:00 - 12:00:00 | 1,868 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 4,303 | 12:00:00 - 13:00:00 | 1,721 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,426 | 13:00:00 - 14:00:00 | 0,570 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,561 | 14:00:00 - 15:00:00 | 0,624 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 4,232 | 15:00:00 - 16:00:00 | 1,693 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 4,255 | 16:00:00 - 17:00:00 | 1,702 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 4,502 | 17:00:00 - 18:00:00 | 1,801 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 4,413 | 18:00:00 - 19:00:00 | 1,765 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,636 | 19:00:00 - 20:00:00 | 0,254 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,521 | 20:00:00 - 21:00:00 | 0,209 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,598 | 21:00:00 - 22:00:00 | 0,239 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,562 | 22:00:00 - 23:00:00 | 0,225 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,598 | 23:00:00 - 0:00:00 | 0,239 |
| Total | 50,9429 | Total | 20,3771 |

| | |
|-----------|---------|
| Total mes | 64,4514 |
|-----------|---------|

Anexo 22: Datos de carga del mes de octubre.

Octubre

| Días de semanas | E. Activa | Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Horas del día | kW.h | Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,706 | 0:00:00 - 1:00:00 | 0,247 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,679 | 1:00:00 - 2:00:00 | 0,237 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,655 | 2:00:00 - 3:00:00 | 0,229 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,665 | 3:00:00 - 4:00:00 | 0,233 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,679 | 4:00:00 - 5:00:00 | 0,237 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,665 | 5:00:00 - 6:00:00 | 0,233 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,660 | 6:00:00 - 7:00:00 | 0,231 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,651 | 7:00:00 - 8:00:00 | 0,228 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 4,652 | 8:00:00 - 9:00:00 | 1,628 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 5,490 | 9:00:00 - 10:00:00 | 1,921 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 5,236 | 10:00:00 - 11:00:00 | 1,833 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 5,189 | 11:00:00 - 12:00:00 | 1,816 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 4,781 | 12:00:00 - 13:00:00 | 1,673 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,584 | 13:00:00 - 14:00:00 | 0,554 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,734 | 14:00:00 - 15:00:00 | 0,607 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 4,701 | 15:00:00 - 16:00:00 | 1,645 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 4,727 | 16:00:00 - 17:00:00 | 1,654 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 5,001 | 17:00:00 - 18:00:00 | 1,750 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 4,902 | 18:00:00 - 19:00:00 | 1,716 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,706 | 19:00:00 - 20:00:00 | 0,247 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,579 | 20:00:00 - 21:00:00 | 0,203 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,665 | 21:00:00 - 22:00:00 | 0,233 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,624 | 22:00:00 - 23:00:00 | 0,218 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,665 | 23:00:00 - 0:00:00 | 0,233 |
| Total | 56,5929 | Total | 19,8075 |

| | |
|-----------|---------|
| Total mes | 64,4514 |
|-----------|---------|

Anexo 23: Datos de carga del mes de noviembre.

Noviembre

| Días de semanas | E. Activa | Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Horas del día | kW.h | Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,715 | 0:00:00 - 1:00:00 | 0,250 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,687 | 1:00:00 - 2:00:00 | 0,240 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,664 | 2:00:00 - 3:00:00 | 0,232 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,673 | 3:00:00 - 4:00:00 | 0,236 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,687 | 4:00:00 - 5:00:00 | 0,240 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,673 | 5:00:00 - 6:00:00 | 0,236 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,668 | 6:00:00 - 7:00:00 | 0,234 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,659 | 7:00:00 - 8:00:00 | 0,231 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 4,710 | 8:00:00 - 9:00:00 | 1,649 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 5,559 | 9:00:00 - 10:00:00 | 1,946 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 5,302 | 10:00:00 - 11:00:00 | 1,856 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 5,254 | 11:00:00 - 12:00:00 | 1,839 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 4,841 | 12:00:00 - 13:00:00 | 1,694 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,604 | 13:00:00 - 14:00:00 | 0,561 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,756 | 14:00:00 - 15:00:00 | 0,614 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 4,760 | 15:00:00 - 16:00:00 | 1,666 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 4,787 | 16:00:00 - 17:00:00 | 1,675 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 5,064 | 17:00:00 - 18:00:00 | 1,773 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 4,964 | 18:00:00 - 19:00:00 | 1,737 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,715 | 19:00:00 - 20:00:00 | 0,250 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,586 | 20:00:00 - 21:00:00 | 0,205 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,673 | 21:00:00 - 22:00:00 | 0,236 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,632 | 22:00:00 - 23:00:00 | 0,221 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,673 | 23:00:00 - 0:00:00 | 0,236 |
| Total | 57,3072 | Total | 20,0575 |
| Total mes | 64,4514 | | |

Anexo 24: Datos de carga del mes de diciembre.

Diciembre

| Días de semanas | E. Activa | Fines de semanas | E. Activa |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| Horas del día | kW.h | Horas del día | kW.h |
| 0:00:00 - 1:00:00 | 0,536 | 0:00:00 - 1:00:00 | 0,188 |
| 1:00:00 - 2:00:00 | 0,515 | 1:00:00 - 2:00:00 | 0,180 |
| 2:00:00 - 3:00:00 | 0,498 | 2:00:00 - 3:00:00 | 0,174 |
| 3:00:00 - 4:00:00 | 0,505 | 3:00:00 - 4:00:00 | 0,177 |
| 4:00:00 - 5:00:00 | 0,515 | 4:00:00 - 5:00:00 | 0,180 |
| 5:00:00 - 6:00:00 | 0,505 | 5:00:00 - 6:00:00 | 0,177 |
| 6:00:00 - 7:00:00 | 0,501 | 6:00:00 - 7:00:00 | 0,175 |
| 7:00:00 - 8:00:00 | 0,494 | 7:00:00 - 8:00:00 | 0,173 |
| 8:00:00 - 9:00:00 | 3,533 | 8:00:00 - 9:00:00 | 1,236 |
| 9:00:00 - 10:00:00 | 4,169 | 9:00:00 - 10:00:00 | 1,459 |
| 10:00:00 - 11:00:00 | 3,976 | 10:00:00 - 11:00:00 | 1,392 |
| 11:00:00 - 12:00:00 | 3,940 | 11:00:00 - 12:00:00 | 1,379 |
| 12:00:00 - 13:00:00 | 3,631 | 12:00:00 - 13:00:00 | 1,271 |
| 13:00:00 - 14:00:00 | 1,203 | 13:00:00 - 14:00:00 | 0,421 |
| 14:00:00 - 15:00:00 | 1,317 | 14:00:00 - 15:00:00 | 0,461 |
| 15:00:00 - 16:00:00 | 3,570 | 15:00:00 - 16:00:00 | 1,250 |
| 16:00:00 - 17:00:00 | 3,590 | 16:00:00 - 17:00:00 | 1,256 |
| 17:00:00 - 18:00:00 | 3,798 | 17:00:00 - 18:00:00 | 1,329 |
| 18:00:00 - 19:00:00 | 3,723 | 18:00:00 - 19:00:00 | 1,303 |
| 19:00:00 - 20:00:00 | 0,536 | 19:00:00 - 20:00:00 | 0,188 |
| 20:00:00 - 21:00:00 | 0,440 | 20:00:00 - 21:00:00 | 0,154 |
| 21:00:00 - 22:00:00 | 0,505 | 21:00:00 - 22:00:00 | 0,177 |
| 22:00:00 - 23:00:00 | 0,474 | 22:00:00 - 23:00:00 | 0,166 |
| 23:00:00 - 0:00:00 | 0,505 | 23:00:00 - 0:00:00 | 0,177 |
| Total | 42,9786 | Total | 15,0425 |
| Total mes | 64,4514 | | |

Anexo 25: Datos de carga de lunes a viernes del año 2019.

Carga de la empresa QUEVEXPORT (kW) - Días de semanas

| Hora | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| 0:00-1:00 | 0,671 | 0,497 | 0,515 | 0,547 | 0,516 | 0,488 | 0,575 | 0,512 | 0,636 | 0,706 | 0,715 | 0,536 |
| 1:00-2:00 | 0,644 | 0,477 | 0,494 | 0,526 | 0,496 | 0,469 | 0,552 | 0,492 | 0,611 | 0,679 | 0,687 | 0,515 |
| 2:00-3:00 | 0,622 | 0,461 | 0,477 | 0,508 | 0,479 | 0,453 | 0,533 | 0,475 | 0,590 | 0,655 | 0,664 | 0,498 |
| 3:00-4:00 | 0,631 | 0,467 | 0,484 | 0,515 | 0,486 | 0,459 | 0,541 | 0,482 | 0,598 | 0,665 | 0,673 | 0,505 |
| 4:00-5:00 | 0,644 | 0,477 | 0,494 | 0,526 | 0,496 | 0,469 | 0,552 | 0,492 | 0,611 | 0,679 | 0,687 | 0,515 |
| 5:00-6:00 | 0,631 | 0,467 | 0,484 | 0,515 | 0,486 | 0,459 | 0,541 | 0,482 | 0,598 | 0,665 | 0,673 | 0,505 |
| 6:00-7:00 | 0,627 | 0,464 | 0,481 | 0,511 | 0,482 | 0,456 | 0,537 | 0,478 | 0,594 | 0,660 | 0,668 | 0,501 |
| 7:00-8:00 | 0,618 | 0,458 | 0,474 | 0,504 | 0,475 | 0,450 | 0,529 | 0,471 | 0,586 | 0,651 | 0,659 | 0,494 |
| 8:00-9:00 | 4,417 | 3,271 | 3,389 | 3,605 | 3,399 | 3,215 | 3,784 | 3,370 | 4,187 | 4,652 | 4,710 | 3,533 |
| 9:00-10:00 | 5,213 | 3,861 | 4,000 | 4,255 | 4,012 | 3,794 | 4,466 | 3,978 | 4,942 | 5,490 | 5,559 | 4,169 |
| 10:00-11:00 | 4,971 | 3,682 | 3,814 | 4,058 | 3,826 | 3,619 | 4,259 | 3,793 | 4,713 | 5,236 | 5,302 | 3,976 |
| 11:00-12:00 | 4,927 | 3,649 | 3,780 | 4,021 | 3,792 | 3,586 | 4,221 | 3,759 | 4,671 | 5,189 | 5,254 | 3,940 |
| 12:00-13:00 | 4,539 | 3,362 | 3,483 | 3,705 | 3,494 | 3,304 | 3,889 | 3,464 | 4,303 | 4,781 | 4,841 | 3,631 |
| 13:00-14:00 | 1,504 | 1,114 | 1,154 | 1,227 | 1,157 | 1,095 | 1,288 | 1,147 | 1,426 | 1,584 | 1,604 | 1,203 |
| 14:00-15:00 | 1,646 | 1,219 | 1,263 | 1,344 | 1,267 | 1,198 | 1,410 | 1,256 | 1,561 | 1,734 | 1,756 | 1,317 |
| 15:00-16:00 | 4,464 | 3,306 | 3,425 | 3,643 | 3,435 | 3,249 | 3,824 | 3,406 | 4,232 | 4,701 | 4,760 | 3,570 |
| 16:00-17:00 | 4,488 | 3,324 | 3,444 | 3,663 | 3,454 | 3,267 | 3,845 | 3,425 | 4,255 | 4,727 | 4,787 | 3,590 |
| 17:00-18:00 | 4,749 | 3,517 | 3,643 | 3,876 | 3,655 | 3,457 | 4,068 | 3,623 | 4,502 | 5,001 | 5,064 | 3,798 |
| 18:00-19:00 | 4,655 | 3,448 | 3,571 | 3,799 | 3,583 | 3,388 | 3,988 | 3,552 | 4,413 | 4,902 | 4,964 | 3,723 |
| 19:00-20:00 | 0,671 | 0,497 | 0,515 | 0,547 | 0,516 | 0,488 | 0,575 | 0,512 | 0,636 | 0,706 | 0,715 | 0,536 |
| 20:00-21:00 | 0,550 | 0,407 | 0,422 | 0,449 | 0,423 | 0,400 | 0,471 | 0,420 | 0,521 | 0,579 | 0,586 | 0,440 |
| 21:00-22:00 | 0,631 | 0,467 | 0,484 | 0,515 | 0,486 | 0,459 | 0,541 | 0,482 | 0,598 | 0,665 | 0,673 | 0,505 |
| 22:00-23:00 | 0,593 | 0,439 | 0,455 | 0,484 | 0,456 | 0,431 | 0,508 | 0,452 | 0,562 | 0,624 | 0,632 | 0,474 |
| 23:00-0:00 | 0,631 | 0,467 | 0,484 | 0,515 | 0,486 | 0,459 | 0,541 | 0,482 | 0,598 | 0,665 | 0,673 | 0,505 |
| Total | 53,736 | 39,800 | 41,229 | 43,857 | 41,357 | 39,115 | 46,037 | 41,002 | 50,943 | 56,593 | 57,307 | 42,979 |

Anexo 26: Datos de carga de fines de semana del año 2019.

Carga de la empresa QUEVEXPORT (kW) - Fines de semanas

| Hora | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| 0:00-1:00 | 0,268 | 0,199 | 0,206 | 0,219 | 0,206 | 0,169 | 0,196 | 0,176 | 0,254 | 0,247 | 0,250 | 0,188 |
| 1:00-2:00 | 0,258 | 0,191 | 0,198 | 0,210 | 0,198 | 0,163 | 0,188 | 0,169 | 0,244 | 0,237 | 0,240 | 0,180 |
| 2:00-3:00 | 0,249 | 0,184 | 0,191 | 0,203 | 0,192 | 0,157 | 0,182 | 0,164 | 0,236 | 0,229 | 0,232 | 0,174 |
| 3:00-4:00 | 0,252 | 0,187 | 0,194 | 0,206 | 0,194 | 0,159 | 0,184 | 0,166 | 0,239 | 0,233 | 0,236 | 0,177 |
| 4:00-5:00 | 0,258 | 0,191 | 0,198 | 0,210 | 0,198 | 0,163 | 0,188 | 0,169 | 0,244 | 0,237 | 0,240 | 0,180 |
| 5:00-6:00 | 0,252 | 0,187 | 0,194 | 0,206 | 0,194 | 0,159 | 0,184 | 0,166 | 0,239 | 0,233 | 0,236 | 0,177 |
| 6:00-7:00 | 0,251 | 0,186 | 0,192 | 0,205 | 0,193 | 0,158 | 0,183 | 0,165 | 0,238 | 0,231 | 0,234 | 0,175 |
| 7:00-8:00 | 0,247 | 0,183 | 0,190 | 0,202 | 0,190 | 0,156 | 0,180 | 0,163 | 0,234 | 0,228 | 0,231 | 0,173 |
| 8:00-9:00 | 1,767 | 1,309 | 1,356 | 1,442 | 1,360 | 1,115 | 1,289 | 1,162 | 1,675 | 1,628 | 1,649 | 1,236 |
| 9:00-10:00 | 2,085 | 1,544 | 1,600 | 1,702 | 1,605 | 1,316 | 1,521 | 1,371 | 1,977 | 1,921 | 1,946 | 1,459 |
| 10:00-11:00 | 1,989 | 1,473 | 1,526 | 1,623 | 1,530 | 1,256 | 1,451 | 1,308 | 1,885 | 1,833 | 1,856 | 1,392 |
| 11:00-12:00 | 1,971 | 1,460 | 1,512 | 1,608 | 1,517 | 1,244 | 1,438 | 1,296 | 1,868 | 1,816 | 1,839 | 1,379 |
| 12:00-13:00 | 1,816 | 1,345 | 1,393 | 1,482 | 1,397 | 1,146 | 1,325 | 1,194 | 1,721 | 1,673 | 1,694 | 1,271 |
| 13:00-14:00 | 0,601 | 0,445 | 0,461 | 0,491 | 0,463 | 0,380 | 0,439 | 0,396 | 0,570 | 0,554 | 0,561 | 0,421 |
| 14:00-15:00 | 0,658 | 0,488 | 0,505 | 0,537 | 0,507 | 0,416 | 0,480 | 0,433 | 0,624 | 0,607 | 0,614 | 0,461 |
| 15:00-16:00 | 1,785 | 1,322 | 1,370 | 1,457 | 1,374 | 1,127 | 1,303 | 1,174 | 1,693 | 1,645 | 1,666 | 1,250 |
| 16:00-17:00 | 1,795 | 1,330 | 1,377 | 1,465 | 1,382 | 1,133 | 1,310 | 1,181 | 1,702 | 1,654 | 1,675 | 1,256 |
| 17:00-18:00 | 1,899 | 1,407 | 1,457 | 1,550 | 1,462 | 1,199 | 1,386 | 1,249 | 1,801 | 1,750 | 1,773 | 1,329 |
| 18:00-19:00 | 1,862 | 1,379 | 1,429 | 1,520 | 1,433 | 1,176 | 1,359 | 1,224 | 1,765 | 1,716 | 1,737 | 1,303 |
| 19:00-20:00 | 0,268 | 0,199 | 0,206 | 0,219 | 0,206 | 0,169 | 0,196 | 0,176 | 0,254 | 0,247 | 0,250 | 0,188 |
| 20:00-21:00 | 0,220 | 0,163 | 0,169 | 0,180 | 0,169 | 0,139 | 0,160 | 0,145 | 0,209 | 0,203 | 0,205 | 0,154 |
| 21:00-22:00 | 0,252 | 0,187 | 0,194 | 0,206 | 0,194 | 0,159 | 0,184 | 0,166 | 0,239 | 0,233 | 0,236 | 0,177 |
| 22:00-23:00 | 0,237 | 0,176 | 0,182 | 0,193 | 0,182 | 0,150 | 0,173 | 0,156 | 0,225 | 0,218 | 0,221 | 0,166 |
| 23:00-0:00 | 0,252 | 0,187 | 0,194 | 0,206 | 0,194 | 0,159 | 0,184 | 0,166 | 0,239 | 0,233 | 0,236 | 0,177 |
| Total | 21,494 | 15,920 | 16,491 | 17,543 | 16,543 | 13,571 | 15,683 | 14,134 | 20,377 | 19,808 | 20,058 | 15,043 |