



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICO PARA
AUTOCONSUMO CONSIDERANDO LA REGULACIÓN ECUATORIANA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES: ANDY JAVIER YÉPEZ FLORES

JEAN PETER FLORES MACÍAS

TUTOR:

Ing. JULIO SILVA, Msc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

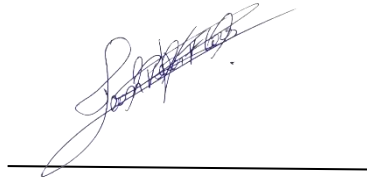
Nosotros Andy Javier Yépez Flores con documento de identificación N° 0920325974 y Jean Peter Flores Macías con documento de identificación 0804279545 manifestamos que:
Somos los autores y responsables del presente trabajo y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana puede usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 25 de marzo del año 2024

Atentamente;



Andy Javier Yépez Flores
0920325974



Jean Peter Flores Macías
0804279545

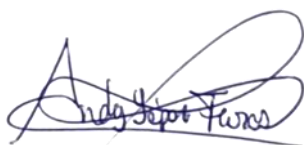
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Andy Javier Yépez Flores con número de identificación N° 0920325974 y Jean Peter Flores Macías con número de identificación N° 0804279545, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de lo que somos autores del proyecto técnico “ **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO CONSIDERANDO LA REGULACIÓN ECUATORIANA** ”, el cual ha sido desarrollado para optar el título de INGENIERO ELÉCTRICO, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en el formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 25 de marzo del año 2024

Atentamente;



Andy Javier Yépez Flores
0920325974



Jean Peter Flores Macías
0804279545

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Julio Manuel Silva Becheran con documento de identificación N° 0959623422 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: " **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO CONSIDERANDO LA REGULACIÓN ECUATORIANA** ", realizado por Andy Javier Yépez Flores con número de identificación N.º 0920325974 y Jean Peter Flores Macías con número de identificación N.º 0804279545, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la universidad Politécnica Salesiana .

Guayaquil, 25 de marzo del año 2024

Atentamente;

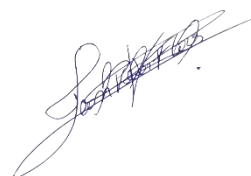


Julio Manuel Silva Becheran

0959623422

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Orlanda Maribel Macías Macías por la motivación y amor que siempre brinda. A mi padre Peter Jahir Flores Acosta por los esfuerzos y apoyo constante. A mi Abuelita como mi segunda madre Zoila Diosa Acosta Moreira quien siempre me brindó su ayuda incondicionalmente. A mi esposa Allison Maholy Espinoza Olarte que estuvo conmigo de la mano para seguir adelante en este proyecto.

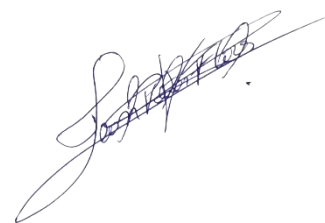


Jean Peter Flores Macías

0804279545

AGRADECIMIENTO

Es un orgullo agradecer y mencionar aquellas personas que construyeron de forma directa e indirecta en la realización de esta tesis, la cual para mí representa un gran logro poder llegar a la meta tan anhelada. Agradezco a Dios por darme salud y bendición de poder contar con mi hermosa familia, padre, madre, hermanos, , los cuales son pilares fundamentales para lograr este objetivo.

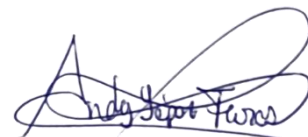


Jean Peter Flores Macías

0804279545

DEDICATORIA

Este logro está dirigido a una persona valiosa mi amado padre, lleno de grandeza impartiste sobre mí la valentía para cada desafío que se me presentó y en cada paso que di estuviste presente, y esto es gracias a que siempre quisiste lo mejor para mí, a mis familiares, amigos, compañeros que me brindaban su apoyo para continuar sembrando grandes expectativas en mis estudios que hoy estoy cosechando con el logro de culminación de mi carrera.



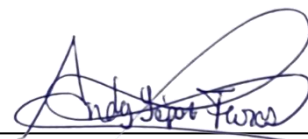
Andy Javier Yépez Flores

0920325974

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres y hermanos, que ellos fueron mi inspiración y motivación para concluir esta etapa de estudio.

Un especial agradecimiento a mi padre quien me encamino a esta carrera profesional la cual disfruto ejercer. Mis hermanas quienes dedicaron parte de su vida cuidarme y educarme. Le agradezco a todos mis maestros fuente sabiduría quienes supieron transmitir su conocimiento para mi persona.



Andy Javier Yépez Flores

0920325974

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
1. CAPÍTULO 1	1
1.1. TÍTULO	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	1
1.3. DELIMITACIÓN	2
1.3.1. GEOGRÁFICA ESPACIAL.....	2
1.3.2. TEMPORAL.....	3
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.5. OBJETIVOS	4

1.5.1.	OBJETIVOS GENERAL.....	4
1.5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.6.	BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	4
2.	CAPÍTULO 2.....	5
2.1.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.1.	ENERGÍAS RENOVABLES	5
2.1.2.	TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES	6
2.1.2.1.	ENERGÍA HIDROELÉCTRICA.....	6
2.1.2.2.	ENERGÍA GEOTÉRMICA	7
2.1.2.3.	ENERGÍA OCEÁNICA.....	7
2.1.2.4.	BIOENERGÍA.....	8
2.1.2.5.	ENERGÍA SOLAR	9
2.1.2.6.	ENERGÍA EÓLICA.....	9
2.1.3.	ESTADO DEL ARTE.....	10
2.1.4.	SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	10
2.1.5.	TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	13
2.1.6.	NORMA ECUATORIANA ARCENNR 001-2021	15
2.1.6.1.1.	INVERSOR.....	17
2.1.6.1.2.	MÓDULO O PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO.....	18
2.1.6.1.3.	SOFTWARE DE PVSYST	19
3.	CAPÍTULO 3.....	20
3.1.	PROPUESTA A DESARROLLAR DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 19.80 kWp.....	20

3.1.1.	LUGAR REFERENCIADO PARA DISEÑO DE SISTEMA ON-GRID....	20
3.1.2.	LEVANTAMIENTO DE CARGAS ELÉCTRICAS	21
3.1.3.	DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA DE DISEÑO	25
3.1.4.	EQUIPOS A UTILIZAR EN EL SISTEMA FOTOVOLTAICO	30
3.1.5.	CÁLCULO DE VERIFICACIÓN DEL DISEÑO.....	33
3.1.6.	DISEÑO EN PVSYST.....	34
	CONCLUSIÓN	43
	RECOMENDACIÓN.....	44
	ANEXOS.....	45
1.	INTRODUCCIÓN	61
2.	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	62
3.	CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO	63
3.1.	CÁLCULO DE IRRADIACIÓN SOLAR	63
3.2.	ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	64
3.3.	DIMENSIONAMIENTO DEL SGDA	64
3.4.	DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	65
3.4.1.	PANELES FOTOVOLTAICO	65
3.4.2.	INVERSORES.....	67
3.4.3.	DISTRIBUCIÓN PANELES POR INVERSOR	69
3.4.6.	CONDUCTORES DC	69
3.4.7.	CONDUCTORES TIERRA.....	72
4.	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	72

4.1.	OPTIMIZADOR DE POTENCIA MPPT	72
4.2.	DETECCIÓN ANTI ISLA (AUSENCIA DE RED DE CNEL).....	72
4.3.	PROTECCIONES EN AC /DC.....	72
5.	SISTEMA DE MONITOREO REMOTO	75
6.	UBICACIÓN DE MEDIDOR Y TRANSFORMADOR EXISTENTE	75
7.	ANEXOS	77
	REFERENCIAS O BIBLIOGRAFÍAS.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil Campus Sur Centenario, fuente: (Google Maps, 2023).....	2
Figura 2. Propuesta de intervención del trabajo de titulación con modalidad de proyecto técnico.	5
Figura 3. El mundo y las energías renovables.....	6
Figura 4. Energía hidráulica.....	7
Figura 5. Energía geotérmica.....	7
Figura 6. Energía oceánica.....	8
Figura 7. Energía biomasa.....	8
Figura 8. Energía solar.....	9
Figura 9. Energía eólica.....	9
Figura 10. Sistema OFF-GRID.....	13
Figura 11. Sistema ON-GRID.....	14
Figura 12. Sistema Híbrido.....	15
Figura 13. Inversor CPS SCA5-6KTL -SM1/EU para sistemas solares fotovoltaicos.....	17
Figura 14. Módulo de Panel Solar 545Wp.....	18
FiguraA 15. Logotipo y ventanas del software de PVsyst.....	19
Figura 16. Edificio donde se pretende instalar el diseño.....	21
Figura 17. Medidor del edificio de diseño.....	21
Figura 18. Centro de carga, punto de conexión del sistema fotovoltaico.....	22
Figura 19. Dimensionamiento del área.....	25
Figura 20. Diseño de paneles solares con AutoCAD.....	26

Figura 21. Explicación de ubicación.....	27
Figura 22. Diagrama unifilar	28
Figura 23. Implantación de paneles.	29
Figura 24. Panel solar 550 Wp.....	30
Figura 25. Ficha técnica panel solar.....	31
Figura 26. Inversor	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Inicio diseño proyecto técnico definición tipo de conexión.	34
Ilustración 2. Nombre del proyecto.....	35
Ilustración 3. Selección de ubicación grografica.	35
Ilustración 4. Selección punto de ubicación donde se realiza el diseño.....	36
Ilustración 5. Radiaciones.	36
Ilustración 6. Radiaciones	37
Ilustración 7. Selección de elementos a utilizar.	38
Ilustración 8. Resultado dinal del diseño.	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Especificaciones Técnicas del Módulo o Panel Fotovoltaico Policristalino.	18
Tabla 2 Levantamiento eléctrico del edificio E	23
Tabla 3 porcentajes Climatización	39
Tabla 4 radiación mensual	40
Tabla 5 Consumo mensual de demanda.....	40
Tabla 6 Muestreo de consumo energético.....	41
Tabla 7 Comparativa de ahorro mensual	41
Anexo 1. Medición de cargas que tiene el edificio.	45
Anexo 2. Proceso para determinar la superficie del área donde se pretende diseñar el proyecto.	46
Anexo 3. Software PVSYST	47
Anexo 4. Factibilidad del Proyecto.	56
Anexo 5. Memoria Técnica.....	59

RESUMEN

Este proyecto está enfocado al análisis y diseño de un sistema de generación solar fotovoltaico para autoconsumo, fundamentado en la regulación ecuatoriana del ARCERNNR 001/2021, ubicado en la azotea del edificio E de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campos Sur Centenario, aliviando la carga de la red eléctrica del lugar, dando importancia al desarrollo de fuente renovable, aprovechando la radiación que hay en el lugar, así ayudando al medio ambiente.

Se tocarán puntos como, la energía renovable y sus diferentes fuentes, explicación de los equipos utilizados en un sistema de generación fotovoltaica y a la vez de cada tipo de sistema fotovoltaico y sus respectivas conexiones.

Con el levantamiento de información realizado en el anterior, que es el edificio E de la Universidad Politécnica Salesiana y los datos técnicos de los equipos se hará el cálculo matemático para luego establecer una estimación de energía anual mediante el software PVSys, para proceder a realizar una comparación de la demanda sin sistema fotovoltaico versus el sistema mencionado y verificar el ahorro que genera la planta así tener una clara estimación del retorno de la inversión por el sistema fotovoltaico y poder determinar el beneficio de su instalación.

ABSTRACT

This project is focused on the analysis and design of a photovoltaic solar generation system for self-consumption, based on the Ecuadorian regulation of ARCERNNR 001/2021, located on the terrace of building E of the Salesiana Polytechnic University, Guayaquil Headquarters, Campos Sur Centenario, lightening . the load of the local electrical network, giving importance to the development of renewable sources, taking advantage of the radiation that exists in the place, thus helping the environment.

Points will be covered such as renewable energy and its different sources, explanation of the equipment used in a photovoltaic generation system and at the same time each type of photovoltaic system and their respective connections.

With the information gathering carried out in the previous one, which is building E of the Salesian Polytechnic University and the technical data of the equipment, the mathematical calculation will be made to then establish an annual energy estimate using the PVSys software, to proceed to carry out a comparison of the demand without a photovoltaic system versus the aforementioned system and will verify the savings generated by the plant in order to have a clear estimate of the return on investment for the photovoltaic system and be able to determine the benefit of its installation.

1. CAPÍTULO 1

1.1. TÍTULO

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO, CONSIDERANDO LA REGULACIÓN ECUATORIANA

1.2. JUSTIFICACIÓN

La energía eléctrica en la actualidad es una necesidad para el ser humano en sus respectivos hogares, lugar de trabajo, en la cual los autores (Armijos Sigüenza & Cabrera Vidal, 2020, pág. 14) definen que al seguir con el mismo modelo de generación en un futuro no será sostenible, ya sea por factores climáticos, sobre población, la demanda será tal que habrá un difícil para cubrir toda la demanda. Es por este motivo que se incentiva a realizar proyectos renovables como por ejemplo energía solar fotovoltaica.

Por otro lado, los autores (Morán Carabajo & Villa Villa, 2022, pág. 1) indican la importancia de verificar un correcto comportamiento en los paneles solares con respecto a los diferentes tipos de irradiación con el fin de incrementar la eficiencia y su durabilidad con respecto a los años de funcionamiento de los paneles solares.

Iluminar lugares aislados mediante el uso de paneles solares ya es una realidad y se puede visualizar proyectos técnicos que fueron desarrollados por los autores (Rivera Galarza & Ordoñez Garzón, 2021, pág. 4) quienes mediante un estudio fotovoltaico iluminaron un previo.

En la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campos Sur Centenario se ha visto un aumento en la población estudiantil ya sea por las nuevas carreras que se han ofertado o por el crecimiento profesional de los estudiantes que culminan su bachillerato, este aumento de estudiantes ha generado que todos los edificios cuenten con la generación de energía eléctrica

suficiente para solventar las demandas de energía de las diferentes cargas que emiten tantos edificios.

La justificación del presente trabajo es proponer la implementación de paneles fotovoltaicos aprovechando las nuevas tecnologías, contribuyendo al ahorro de energía actual del edificio E de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.

1.3. DELIMITACIÓN

1.3.1. GEOGRÁFICA ESPACIAL

Dentro de la delimitación geográfica espacial, se determinó el lugar en el predio edificio E en el área de la terraza de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campos Sur Centenario con coordenadas en grados decimales: -2.220139887029098 , -79.88668477561808 y coordenadas en grados, minutos y segundos: $2^{\circ}13'12.535''S$ $79^{\circ}53'12.07''W$, tal como se ilustra en la figura 1.

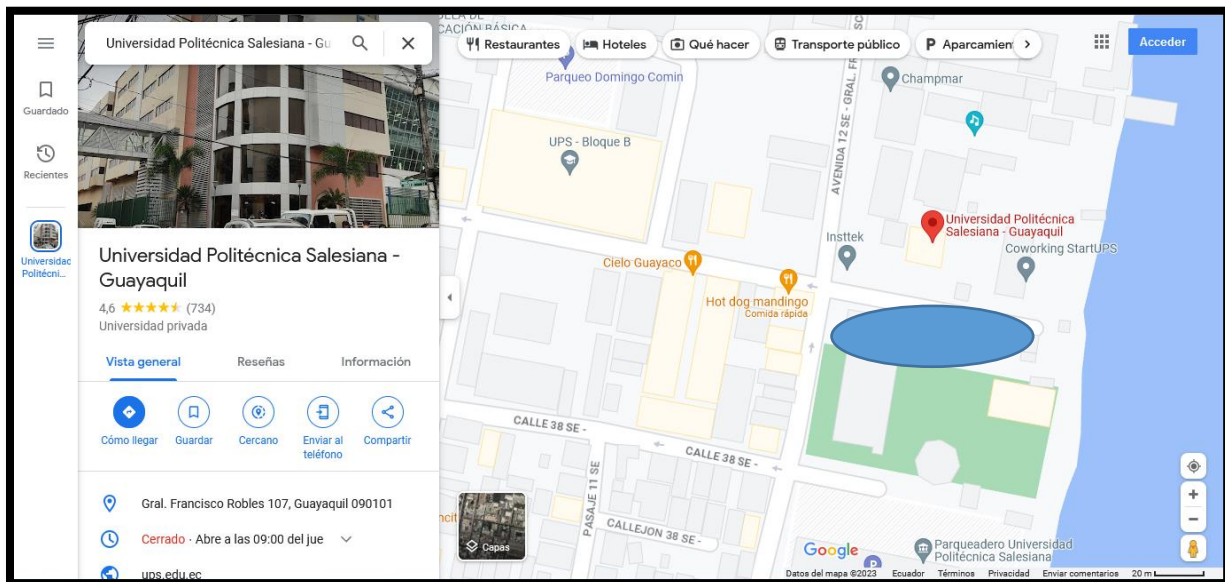


Figura 1. Ubicación geográfica de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil Campus Sur Centenario, fuente: (Google Maps, 2023).

1.3.2. TEMPORAL

La delimitación temporal del presente trabajo de titulación con modalidad de proyecto técnico está planteada para realizarlo en un lapso de 6 meses a partir de su aprobación que está estimado para el mes de octubre del 2023 hasta el mes de febrero del 2023, en la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campos Sur Centenario.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas décadas, la creciente conciencia sobre la sostenibilidad y la exigencia para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero ha encaminado a un aumento significativo en la adopción de sistemas fotovoltaicos como fuentes de energía renovable. A pesar de los avances tecnológicos en el diseño de sistemas fotovoltaicos, persisten desafíos relacionados con la eficiencia, la integración tecnológica y la optimización continua del rendimiento. La innovación tecnológica en este campo se ha convertido en un factor crucial para superar estos desafíos y maximizar la potencia de energía solar como una fuente sostenible y viable.

A pesar de los avances en la tecnología fotovoltaica, todavía existen limitaciones significativas en términos de eficiencia y adaptabilidad a diversas condiciones. El problema central de esta investigación radica en la necesidad de diseñar un sistema fotovoltaico que no solo aproveche las últimas innovaciones tecnológicas, sino que también aborde de manera efectiva las limitaciones existentes. Estas limitaciones incluyen la falta de métodos eficientes para maximizar la captación de energía solar, la necesidad de soluciones de almacenamiento de energía más avanzadas y optimización del sistema.

Además, la falta de investigación exhaustiva sobre la aplicación práctica y la efectividad de las últimas innovaciones tecnológicas en sistemas fotovoltaicos, plantea la pregunta de cómo estas tecnologías pueden implementarse de manera efectiva en el edificio obteniendo una mayor

eficiencia energética. La solución a este problema fomentará la adopción masiva de sistemas de energía solar, impulsando así la búsqueda de fuentes de energía más limpias y sostenibles.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVOS GENERAL

Diseñar un sistema fotovoltaico en el edificio E que aproveche las innovaciones tecnológicas para promover la adopción masiva de energía solar como una fuente sostenible y viable.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un inventario exhaustivo de los dispositivos y equipos eléctricos presentes en el entorno estudiado, determinando sus características técnicas y patrones de consumo.
- Realizar un análisis detallado del recurso solar disponible en el área de interés, considerando factores climáticos y geográficos.
- Desarrollar propuestas personalizadas de sistemas fotovoltaicos, teniendo en cuenta características específicas del entorno, considerando la regulación ecuatoriana ARCERNNR 001-2021 de Generación distribuida para el autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica.
- Emplear software de análisis de datos, PVsyst para evaluar el rendimiento del sistema a lo largo del tiempo, identificar patrones de consumo, y proponer ajustes para la optimización continua.

1.6. BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La propuesta del trabajo de titulación con modalidad de proyecto técnico ilustrado en la figura 2 beneficiará a los usuarios que utilicen las instalaciones del edificio E en especial a los estudiantes y profesores de las distintas carreras que hagan uso de este.

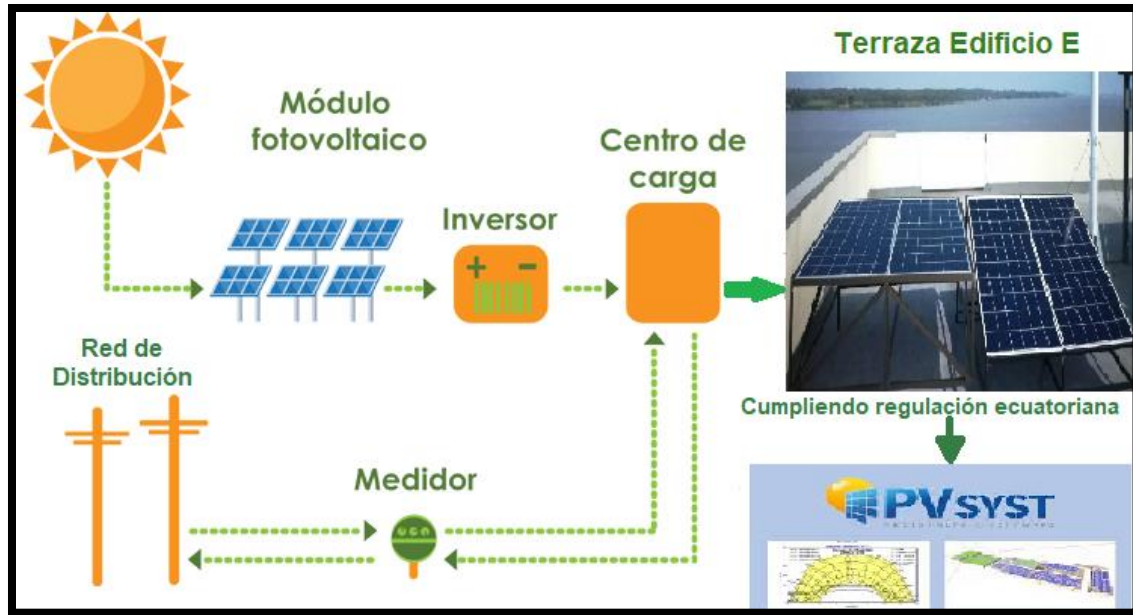


Figura 2. Propuesta de intervención del trabajo de titulación con modalidad de proyecto técnico.

2. CAPÍTULO 2

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. ENERGÍAS RENOVABLES

Las energías renovables (UABDIVULGA, 2021) son aquellas que nos proporciona la naturaleza, generadas a partir de fuentes naturales casi inagotables. Estos son recursos al alcance que se producen por sí mismas y que se regeneran a una velocidad superior a la que se consume, siendo estas capaces de producir electricidad limpia ya que, a diferencia de las energías no renovables, reducen el impacto negativo al ambiente al tener menor cantidad de sustancias contaminantes.

Entre otras cualidades de esta en la producción a pequeña escala podemos producir la autosuficiencia energética, y no depender de las empresas eléctricas o térmicas.

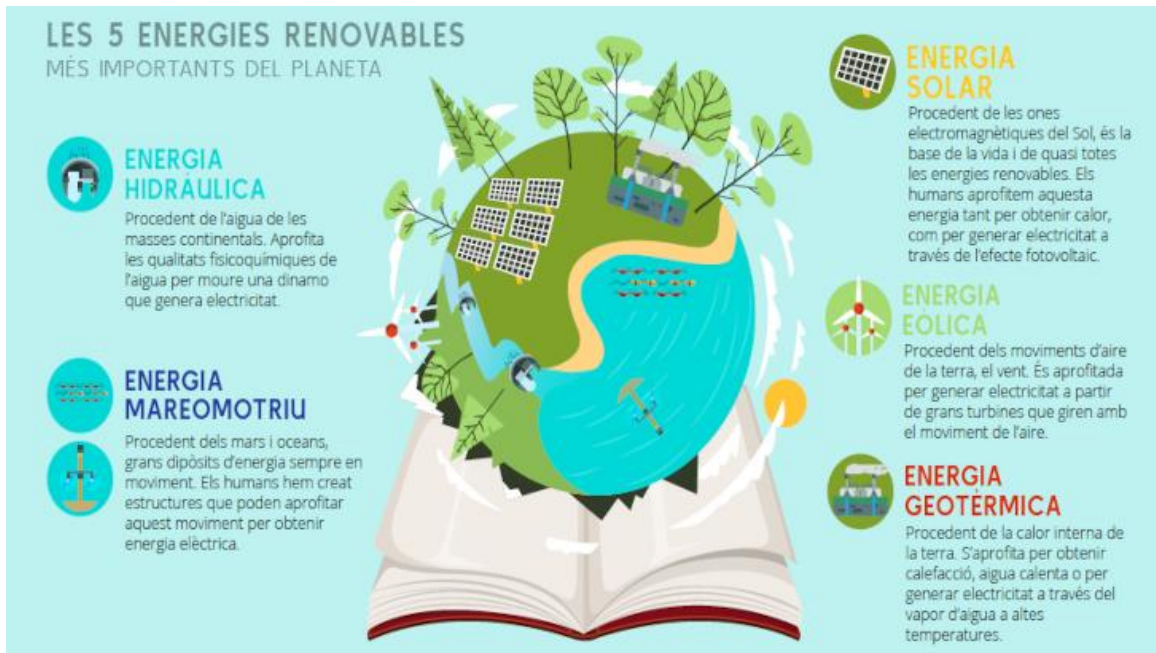


Figura 3. El mundo y las energías renovables.

2.1.2. TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES

(UNITED NATIONS, s.f.) presenta algunas de las fuentes habituales de energías renovables:

2.1.2.1. ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

La hidroelectricidad utiliza la energía producida por el movimiento del agua a medida que sube o baja, y también puede ser generada por el agua y los ríos. Las centrales hidroeléctricas en embalses utilizan agua almacenada y prestada, mientras que las centrales hidroeléctricas utilizan agua de los ríos. Actualmente la electricidad es la mayor fuente de energía renovable en el sector energético, proviene de patrones regulares de lluvia y puede verse afectada por sequ

ías provocadas por el cambio climático e incluso cambios ambientales, este problema también puede ocurrir y afectarle. Así llueve.



Figura 4. Energía hidráulica

2.1.2.2. ENERGÍA GEOTÉRMICA

La generación de energía térmica utiliza calor subterráneo, que proviene del suelo a través de pozos u otros medios. El agua de manantial con alto calor y absorción natural se llama geotérmica, mientras que el agua de manantial con alto calor pero que utiliza un método de estimulación térmica se llama géiser.



Figura 5. Energía geotérmica

2.1.2.3. ENERGÍA OCEÁNICA

Proviene de tecnologías que utilizan la energía térmica del agua marina, de las olas o de las corrientes. Los sistemas de energía oceánica aún se encuentran en las primeras etapas de desarrollo y se están probando varios dispositivos de conversión de olas y olas.



Figura 6. Energía oceánica

2.1.2.4. BIOENERGÍA

La biomasa proviene de una variedad de productos naturales, llamados biomasa, como la madera, el carbón, el estiércol y otros fertilizantes utilizados para producir calor y electricidad, y productos agrícolas utilizados para producir combustibles líquidos. Gran parte de la biomasa es utilizada en las zonas rurales por la gente pobre de los países pobres para cocinar, iluminar y calentar sus hogares. Los sistemas de biomasa actuales incluyen madera, piensos, residuos agrícolas o forestales y corrientes de residuos.

La tecnología solar puede proporcionar calor, refrigeración, luz natural, electricidad y combustibles para muchas aplicaciones.



Figura 7. Energía biomasa

2.1.2.5. ENERGÍA SOLAR

La energía del sol es la más abundante de todas las fuentes de energía y, bajo la cubierta de nubes, la Tierra pasa a través de la energía del sol a unas 10.000 veces la velocidad de la Tierra. humedad. La energía está agotada.



Figura 8. Energía solar

2.1.2.6. ENERGÍA EÓLICA

Aprovecha la energía cinética del aire en movimiento al utilizar turbinas eólicas situadas en superficies, en alta mar o en aguas dulces, la energía eólica ha sido usado a lo largo del tiempo, pero las tecnologías, tanto terrestres como sobre el agua, han evolucionado en las últimas décadas se han convertido en una importante forma de producir electricidad por las turbinas más altas y a unos rotores que poseen diámetros en mayor proporción.



Figura 9. Energía eólica

2.1.3. ESTADO DEL ARTE

Las instalaciones de los paneles solares se pueden realizar en los techos de una vivienda, edificios comerciales, estructuras de montaje en tierra, estructuras de sombreado de los aparcamientos, edificios públicos como escuelas, hospitales y edificios gubernamentales y además pueden ser instaladas en instalaciones agrícolas y granjas (GEESOL RENOVABLES, 2023)

2.1.4. SISTEMA FOTOVOLTAICO

(BUNUEL, 2023) En su publicación informa como este sistema ha venido evolucionando a medida que ha pasado el tiempo, partiendo con el uso de la energía solar con espejos, históricamente podemos hallar que el uso de la energía solar partió del siglo III a.C.

Los sistemas solares fotovoltaicos son capaces de producir electricidad renovables por medio de la radiación solar, para una correcta instalación de un sistema solar fotovoltaico es necesario varios componentes como son; módulo o panel solar fotovoltaicos, un controlador de voltaje, un sistema de almacenamiento de energía por medio de baterías, un inversor de corriente alterna a corriente continua y viceversa, además varios especialistas e ingenieros por todo el mundo se apoyan con el uso de programas sofisticados como puede ser PVsyst (Alusin Solar, 2020).

Para que un sistema solar fotovoltaico, tal como se observa en la figura 3 sea eficaz de gran importancia realizar un estudio correspondiente al lugar de instalación, así como otras características; temperatura, condiciones meteorológicas y además contar con un amplio estudio de estructura y diseño para que todo el sistema solar fotovoltaico pueda solventar el peso de los componentes que lo conforman (Sun Supply, 2021).

Para el desarrollo eficiente del proyecto técnico se emplea un estudio profundo en la revisión de artículos con diversas bibliográficas que abarcan proyectos de tercer y cuarto nivel e incluyendo los artículos académicos o científicos de alto nivel con la finalidad de abarcar la mayor cantidad

de información posible de proyectos o casos de estudio que se relacionen con el tema propuesto en este proyecto técnico.

Aproximadamente a mediados del 2022 los autores (Martínez Barrera & Quito Jara, 2022, pág. 18) presentaron su trabajo de grado con el fin de gestionar la demanda para recargar vehículos eléctricos mediante generación solar fotovoltaica aplicando la regulación ecuatoriana N° ARCERNNR 001/2021 (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2021), cuya investigación tuvo como sede principal la ciudad de Cuenca – Ecuador, el modelo de gestión que tomaron fue genérico y se logra implementar en zonas similares al del caso de estudio, para el desarrollo eficaz del proyecto se basaron del método sistemático mediante encuestas y variables medioambientales estocásticas con el fin de desarrollar la infraestructura desde la generación hasta el consumo.

A inicios del 2023 los autores (Íñiguez Morán, Villa Ávila, Ochoa Correa, Larco Barros, & Sempértegu Álvarez, 2023, págs. 46-57) presentaron un artículo científico en la revista de gran impacto INGENIUS donde presentaron un estudio de eficiencia energética aplicado a una bicicleta eléctrica urbana por la cual es alimentada mediante una estación de carga solar fotovoltaica autónoma cumpliendo la regulación ecuatoriana No. ARCERNNR 002/20, este proyecto logra combatir los desafíos de movilidad humana en todas las ciudades del mundo, para ello, aplicaron una metodología experimental aplicando todos las características y parámetros que conllevan un proyecto de energía solar fotovoltaica y sus resultados muestran que el cargador de la batería logra alcanzar un 92% de carga que equivalen a 4.82 horas de movilidad, dando así un logro eficaz para las personas que adquieran este tipo de proyectos.

En la revista “Energía Estratégica” a mediados del 2023 la autora (Francovich, 2023) da a conocer que el Ecuador trabaja en tres proyectos de regulación con el fin de impulsar la generación distribuida, en la cual indica que estas normativas buscan elevar la capacidad instalada de

generación dado que la ARCENNR presenta el Sistemas de Generación Distribuida para Autoabastecimiento (SGDA) ha incrementado los últimos meses: de 17.1 MW con fecha del 31 de diciembre del 2022 en la cual consta 423 proyectos a una cifra mayor de 24.2 MW con fecha del 30 de marzo del 2023 en la cual consta 486 proyectos, es decir, hubo un crecimiento de aproximadamente el 41.5% con respecto a la potencia activa.

2.1.4.1. RADIACIÓN NATURAL

La energía solar y la energía radiante son dos conceptos estrechamente relacionados, con historias de desarrollo paralelas. Las ondas electromagnéticas del sol constituyen la mayor fuente de energía radiante natural, utilizada junto con otras aplicaciones para producir electricidad a través de sensores térmicos o paneles fotovoltaicos.

Los rayos del sol son una fuente natural primordial de energía radiante, junto con la luz de las estrellas, este tipo de energía es esencial en procedimientos básicos para la vida orgánica como la fotosíntesis, pero también está presente en objetos tan cotidianos como las bombillas, equipos eléctricos o los equipos médicos de radiodiagnóstico.

2.1.4.2. TIPOS DE RADIACIÓN NATURAL

En función de la intensidad, la frecuencia y la longitud de ondas podemos distinguir los tipos de energías radiantes, estos son algunos más importantes:

- Luz visible, es la única forma de energía radiante que puede ser vista por el ojo humano, que abarca un espectro de longitudes de onda que va desde los 400 a los 700 nanómetros.
- Rayos ultravioletas, presentes en los rayos solares, con una longitud de onda de entre 400 y 100 nanómetros, menor que el de la luz visible pero mayor que el de los rayos x.

- Rayos x, un tipo de radiación muy utilizada en la medicina, al poder atravesar cuerpos opacos y producir fotones así creando una impresión fotográfica, conocida como radiografía.

2.1.5. TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

2.1.5.1. SISTEMA OFF-GRID

Es un sistema de generación fotovoltaica autónoma que no depende de conectarse a la red eléctrica, este sistema consta de paneles solares, regulador de carga, un inversor y baterías solares. Con estos equipos podemos diseñar e implementar un sistema de generación de energía eléctrica aislado, sin necesidad de conectarse a la red eléctrica (X, s.f.).

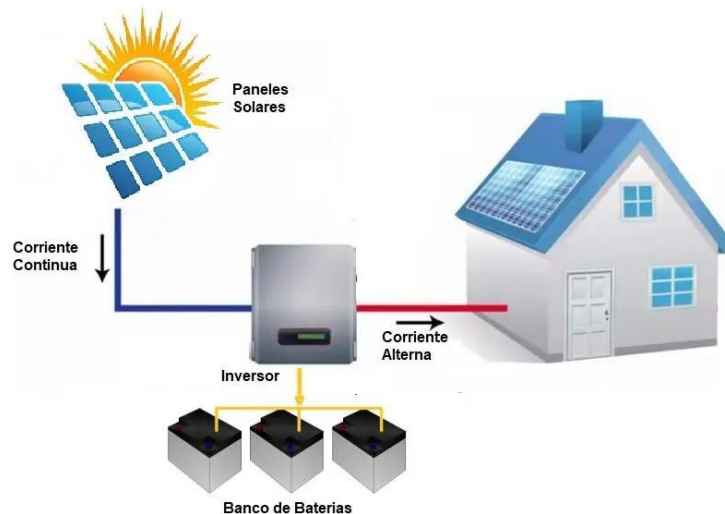


Figura 10. Sistema OFF-GRID

2.1.5.2. SISTEMA ON-GRID

La conexión on-grid en un sistema fotovoltaico que permite aprovechar la energía solar generada y debe conectarse en simultáneamente a la red eléctrica para cubrir la demanda de energía cuando sea necesario. Ofrecer la ventaja de obtener beneficios económicos mediante la compensación de

energía excedente que es una de la característica principal de este sistema y contribuyente a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles al ser una fuente de energía renovable y limpia como lo es la energía solar.

Este sistema se compone principalmente de paneles solares fotovoltaicos, un inversor de corriente y un medidor bidireccional, como su nombre lo indica están conectado a la red ya que su funcionamiento se basa en el sincronismo de esta, es decir que en ausencia de la red el sistema se apaga, no necesita baterías de almacenamiento ya que el exceso de energía generado será despachado directamente a la red pública, durante su separación el sistema se comporta de tres maneras:

- Cuando en el abastecimiento de la demanda mediante el sistema fotovoltaico se tiene mayor energía consumida por la carga, el exceso de energía se despacha a la red.
- Cuando en el abastecimiento de la demanda mediante el sistema fotovoltaico se tiene menor energía consumida por la carga, la red abastece la energía faltante.
- Cuando en el abastecimiento de la demanda mediante el sistema fotovoltaico es igual energía consumida por la carga, se tiene autoabastecimiento sin consumo de la red ni inyección de excedentes de energía.



Figura 11. Sistema ON-GRID

2.1.5.3. SISTEMA HÍBRIDO

El sistema fotovoltaico híbrido, es un sistema ON-GRID, que puede ser respaldado por otros sistemas de generación como por ejemplo generador de combustión y baterías conectados al inversor del sistema.

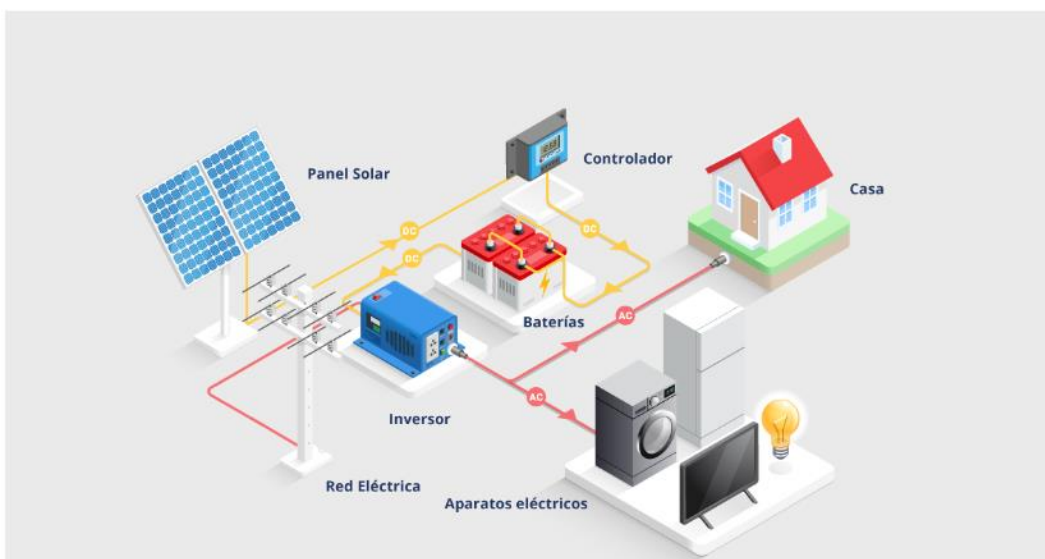


Figura 12. Sistema Híbrido

2.1.6. NORMA ECUATORIANA ARCENNR 001-2021

La regulación ecuatoriana ARCENNR 001-2021 es un conjunto de normativas establecidas por las autoridades ecuatorianas para regular distintos aspectos relacionados con la protección y gestión del medio ambiente en el país. Algunos de los puntos principales que aborda esta regulación son:

- Prevenir y controlar la contaminación ambiental.
- Protección de los recursos naturales
- Gestión de residuos
- Ordenamiento territorial y planificación ambiental
- Evaluación y control ambiental

- Participación ciudadana

2.1.6.1. NORMA ECUATORIANA ARCENNR 001-2021 PARA PROYECTOS FOTOVOLTAICOS

La normativa aplica para todo cliente/consumidor regulado (cuenta contrato vigente) que esté interesado en instalar un SGDA en su vivienda, teniendo como una potencia límite de instalación 1MW, la misma que estará determinada por la capacidad de potencia los inversores mas no de los paneles solares.

Tenemos 2 modalidades de funcionamiento:

- El medidor de cliente regulado y sitio de Sistema SGDA están ubicados en el mismo inmueble o predio.
- El medidor de cliente regulado y sitio de Sistema SGDA están ubicados en distinto inmueble o predio. Para este caso los dos deben estar dentro del perímetro de aprobación de la empresa eléctrica autorizada.

Como requisitos en la aplicación de la normativa se debe tener en cuenta:

- Ser cliente regulado en la Empresa Distribuidora.
- Disponer de punto de conexión con el sistema de empresa distribuidora – Medidor de luz
- No tener deudas.
- Instalar equipos que se sincronicen con la red de distribución.

La distribuidora categoriza 2 tipos de SGDA.

- CATEGORÍA 1: Cuando la potencia nominal del SGDA es menor a 30kW.
- CATEGORÍA 2: Cuando la potencia nominal del SGDA es mayor a la indicada y menor a 1MW.

En el artículo 7 de Regulación establece las condiciones para el diseño de la potencia nominal de SGDA, para lo cual la potencia nominal del (SGDA) Sistema Solar se determinará mediante un exhaustivo estudio carga y demanda energética, con el objetivo de satisfacer la demanda anual de energía del consumidor. La producción anual de energía del SGDA deberá ser igual o menor que la demanda anual de energía del usuario.

2.1.6.1.1. INVERSOR

El inversor cumple un papel fundamental en el sistema fotovoltaico, dado que alimenta a equipos eléctricos domésticos con un nivel de voltaje de 240V o 120V CA, existen inversores como el de CPS SCA5-6KTL mostrado en la figura 4 que llega a ser muy útil en el diseño de un sistema solar fotovoltaico para tipo residencial o comercial dado que presenta características adecuadas para este tipo de proyectos.



Figura 13. Inversor CPS SCA5-6KTL -SM1/EU para sistemas solares fotovoltaicos.

2.1.6.1.2. MÓDULO O PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO

Los módulos o paneles solares fotovoltaicos más usados son los de Policristalino esencial en sistemas aislados y autónomos. En (Gi-Power New Energy Co., 2021) cómo se ilustra en la figura 4 y en tabla 1, se presentan las especificaciones técnicas del módulo analizado.

Tabla 1: Especificaciones Técnicas del Módulo o Panel Fotovoltaico Policristalino, fuente: (Gi-Power New Energy Co., 2021).

Tipo de modelo	GP-160 P-36
Voltaje de circuito abierto (V_{mp})	22.8 V
Voltaje máximo de potencia	19.2 V
Voltaje máximo del sistema	1000 V
Corriente máxima de potencia	8.33 A
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	8.81 A
Pico de potencia (P_{max})	160 W
Efc. celular	18.81%
Tolerancia de pot.	±3%
Número de diodo de derivación	2
Clasificación de fusibles en serie (A)	12

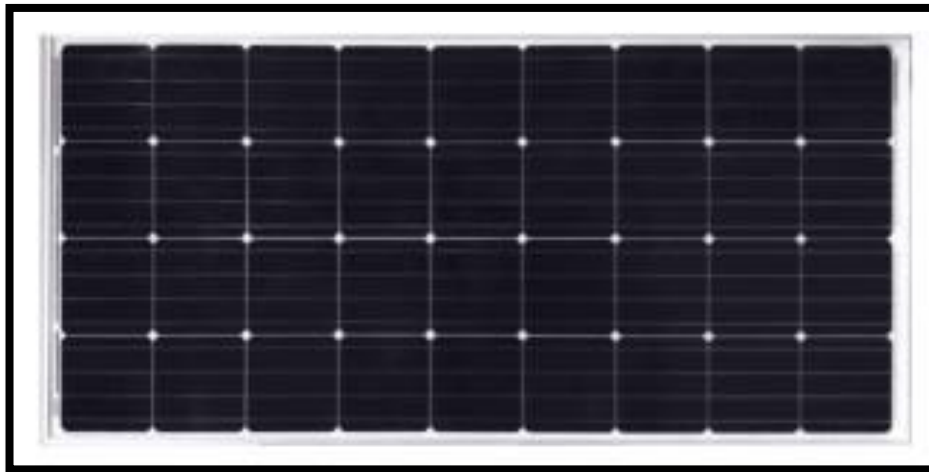


Figura 14. Módulo de Panel Solar 545Wp

2.1.6.1.3. SOFTWARE DE PVSYST

Existen varios programas útiles para analizar sistemas solares fotovoltaicos, pero en estos últimos años se ha vuelto una gran herramienta el software de PVsyst que se muestra en la figura 5, ayudando a profesionales a crear y diseñar proyectos pequeños y grandes que contemplen energía solar fotovoltaica, proporcionando características técnicas como son; informe detallado, reporte de generación y consumo de energía, rendimiento específico, diagrama de pérdidas eléctricas y entre otras características (Usman, 2020).

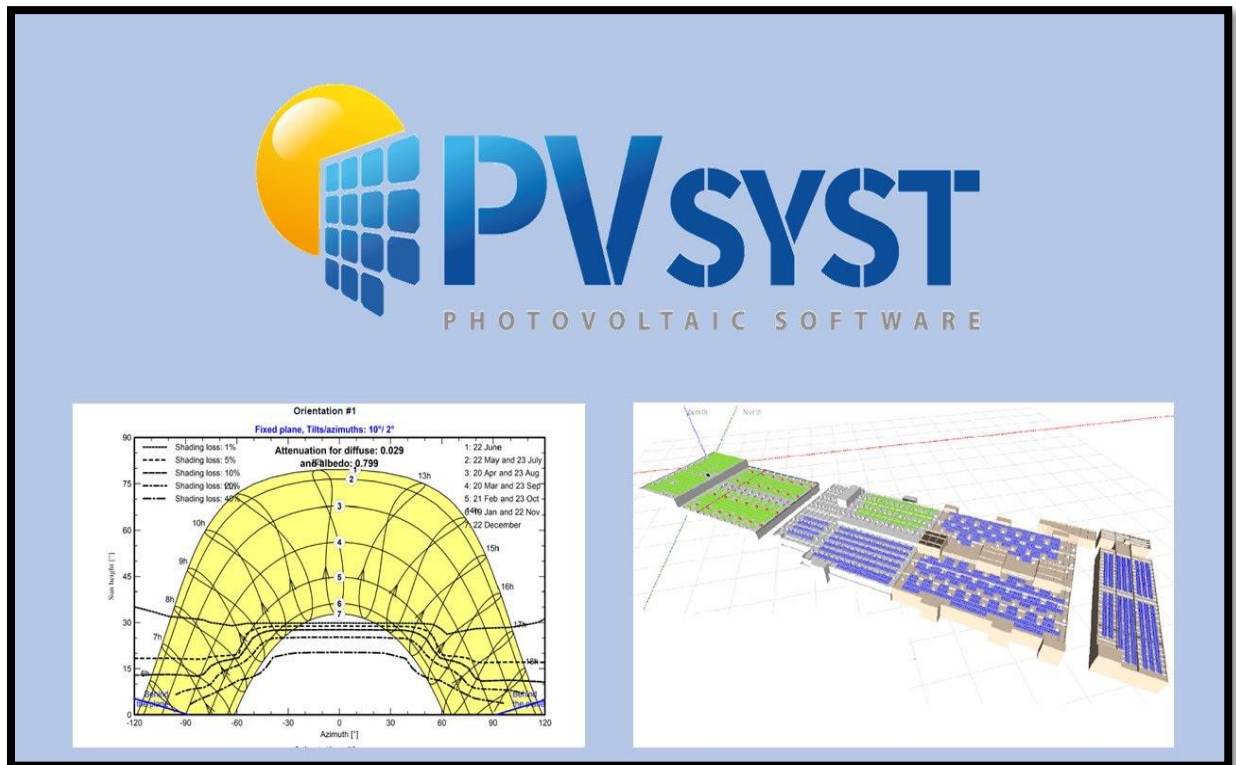


Figura 15. Logotipo y ventanas del software de PVsyst.

3. CAPÍTULO 3

3.1. PROPUESTA A DESARROLLAR DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 19.80 kWp

Para elaborar el trabajo de titulación con la modalidad de proyecto técnico de primera instancia se aplicará un método de investigación experimental recopilando datos similar mediante la revisión sistemática de documentos en repositorios institucionales, documentos y artículos científicos con el fin de establecer un conjunto de información para el desarrollo del proyecto.

Se deberá contemplar o adquirir un abanico de conocimientos en programas de ingeniería como son el AutoCAD y PVsyst, para lograr realizar el diseño del sistema de generación solar fotovoltaica y simular el comportamiento del sistema obteniendo los resultados de sus diversas características. Se contempla estudiar y analizar la regulación ecuatoriana N° ARCERNNR 001/2021 para identificar cuáles son los parámetros eléctricos y cómo deberán estar constituidos para cumplir cada uno de sus indicadores.

3.1.1. LUGAR REFERENCIADO PARA DISEÑO DE SISTEMA ON-GRID

Partiendo de las indicaciones previas se procede a identificar el lugar de estudio en el cual se elaborará el proyecto técnico, contemplando un análisis del consumo energético siendo este el edificio, con el fin de establecer los valores de demanda que se consumen en un determinado periodo de tiempo.



Figura 16. Edificio donde se pretende instalar el diseño.

3.1.2. LEVANTAMIENTO DE CARGAS ELÉCTRICAS

La demanda del edificio E la cual la obtenemos en base a la demanda total del medidor desde la partida en el diseño del sistema on-grid, y como se observa en el **ANEXO 1**, se realiza la respectiva medición de cargas que tiene el edificio para de este considerar un proporcional del registro de la planilla y el análisis de carga de este edificio. Aparte la conexión del sistema fotovoltaico a la red del previo se realizará en el tablero de distribución del cuarto piso **TD-4P**.



Figura 17. Medidor del edificio de diseño



Figura 18. Centro de carga, punto de conexión del sistema fotovoltaico.

Tabla 2 Levantamiento eléctrico del edificio E

PISO	AREA	PANEL LED-40W	LED ODB-32W	LED ODB-5W	LAMPARA CAMPANA LED-150W	TOMACORRIENTE 110V-150W	TOMACORRIENTE 220V-240W	TOMA TRIFASICO 220V-750W
SUBTERRANEO	PASILLO	16				4		
	AULA HIDRAULICA	8				14	10	
	NEUMATICA	6				11	6	
	MANUFACTURA ADITIVA	6				11	1	
	AUTOMOTIVE	6				6	1	3
	EQUIPOS NAVALES	6				4		
	VEHICULOS ELECTRICOS E HIBRIDOS	6				5		1
	SISTEMA DE INYECCION	6				5		
	AULA NUEVA	6				5	6	
	TREN DE FUERZA MOTRIZ	6				3		
	INGENIERIA EN MANTENIMIENTO	5				6		
	SIN NOMBRE	8				5		
	SIN NOMBRE 1	8	1			4		
	BODEGA	1				1		
	PASILLO	16				4		
PLANTA BAJA	AUTOMOTRIZ	7	10		22	25	2	1
	ENTRADA		10	7		2		
MEZZANINE	PASILLO	2				2		
	CNC - FAB	7				5	4	
	AUTOTRONICA	8				22		
PISO 1	COMUNICACIONES OPTICAS	8				14		
	IPT	8				58		
	DTAI. LABORATORIO	6				10		
	LABORATORIO COMPUTO E2	8				41		
	CPI Y ROBOTICA	8				8		4
	CUARTO DE RACK	1				3		
	BAÑO	4	4			2		
	ELECTRICIDAD DEL AUTOMOVIL	6				6		
	SIN NOMBRE 2	6				5		
	SIN NOMBRE 3	8				5	2	1
	LABORATORIO COMPUTO E1	8				41		
	PROTOTIPADO	6				5	2	
PASILLO	18				4			

PISO 2	ALTA TENSION	6				5		2
	PROTECCIONES ELECTRICAS	8				6		6
	INSTALACIONES INDUSTRIALES	8				3		9
	BIOINSTRUMENTACION Y BIOMECANICA	8				15		
	BAÑO	4	4			2		
	TERMODINAMICA	6				11	2	1
	RESISTENCIA DE MATERIALES	6				11		
	GENERACION	8				8		4
	SEP	8				41		
	TRANSFORMADORES	6				11		7
	CIRCUITOS ELECTRICOS I Y II	8				5		10
	MOTORES Y GENERADORES	8				13		12
	PASILLO	14				4		
PISO 3	PASILLO	16				4		
	BAÑO	4	4			2		
	FABRICACION FLEXIBLE	8				18	3	
	AUTOMATIZACION INDUSTRIAL II	8				14	11	
	LABORATORIO DE METROLOGIA	8				17		
	SISTEMAS DE ARRANQUE Y CARGA	8				8		
	SENSORES Y ACTUADORES	6				17		
	CONTROL AUTOMATICO	6				11		
	REDES INDUSTRIALES Y SCADA	8				7		14
	LABORATORIO DE COMPUTO E3	8				41		
	ELECTRONICA DE POTENCIA	6				7	2	
	LABORATORIO DE COMPUTO E4	8				41		
	LABORATORIO DE COMPUTO E5	8				41		
PISO 4	ELECTRONICA DIGITAL	8				34		2
	ELECTRONICA ANALOGICA	8				34		2
	TELECOMUNICACIONES	8				20		
	BAÑO	4	4			2		
	FISIOLOGIA	6				14		
	FISICA	6				14		
	AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	8				15		4
	LABORATORIO DE COMPUTACION AVANZADO	8				41		
	LABORATORIO DE IDIOMAS	6				40		
	LABORATORIO DE TELEMATICA	8				41		
	LABORATORIO DE COMPUTO E8	8				41		
	PASILLO	16				5		
	DIRECCION DE CARRERA	8				20		
ESCALERAS	PASILLO ESCALERAS		6					
TOTAL P. ELEC.		531	43	7	22	1030	52	83
SUBTOTAL CARGAS CON EFICIENCIA 75% (W)		21240	1376	35	3300	154500	12480	62250
DEMANDA TOTAL (W)		21240						
CORRIENTE APROXIMADA (A)		55,74						

3.1.3. DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA DE DISEÑO

Ya identificando el lugar, en el ANEXO 2, se muestra el proceso para determinar la superficie del área donde se pretende diseñar el proyecto técnico dimensionando el sistema fotovoltaico 19.80kWp se utilizará un área de 93.6m², por motivos que el módulo fotovoltaico tiene las siguientes dimensiones 1.134m de ancho y de largo 2.278m como se indica en la figura 19 y para llegar a esa potencia se utilizaran 36 módulos fotovoltaicos y su respectivo estudio de sombra en cual nos permito verificar el área útil a usar que se encuentra señalada con un recuadro en la Figura 18.

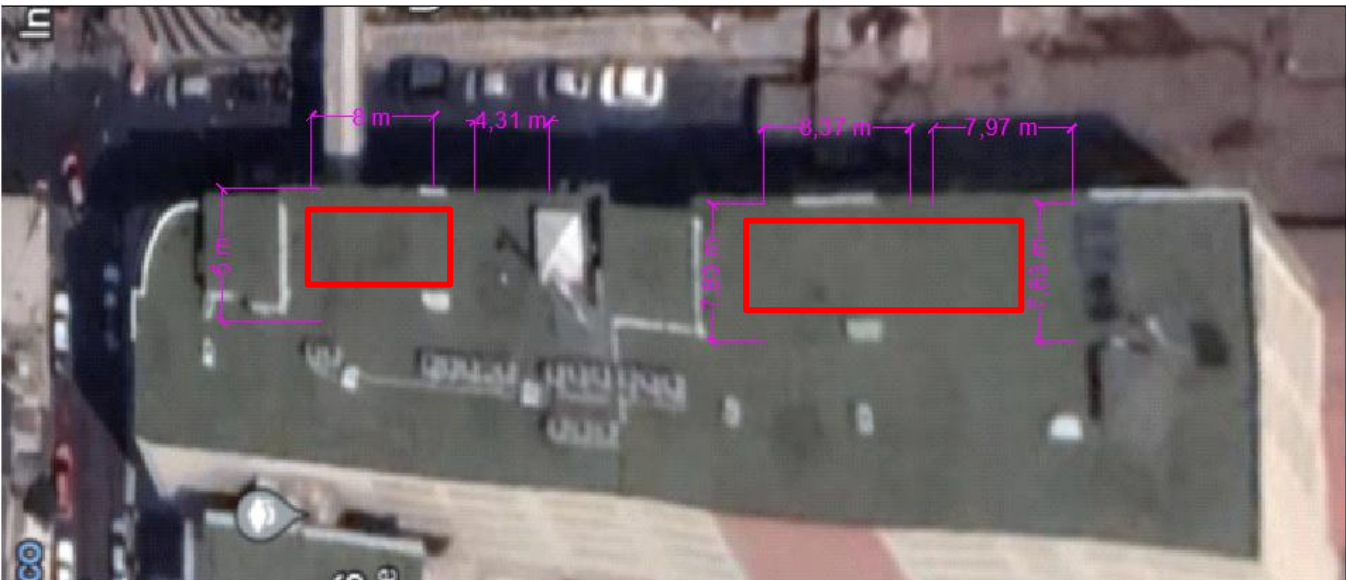


Figura 19. Dimensionamiento del área

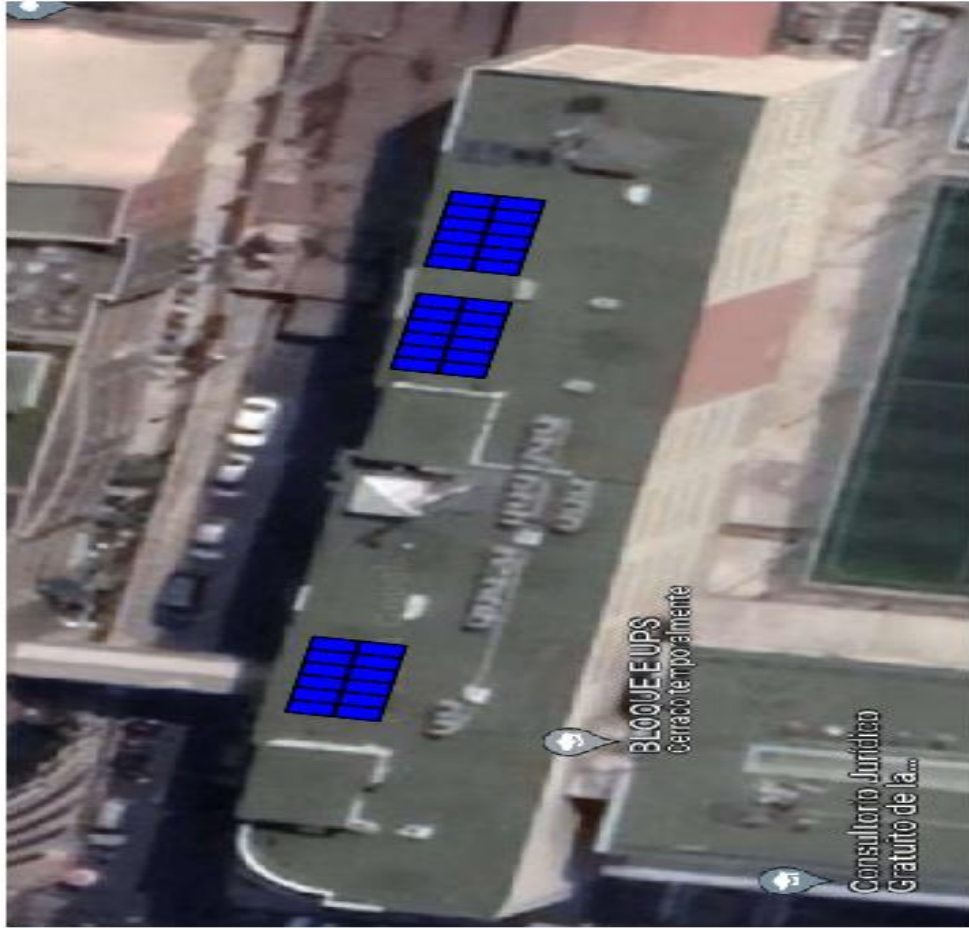


Figura 20. Diseño de paneles solares con AutoCAD.



Figura 21. Explicación de ubicación.

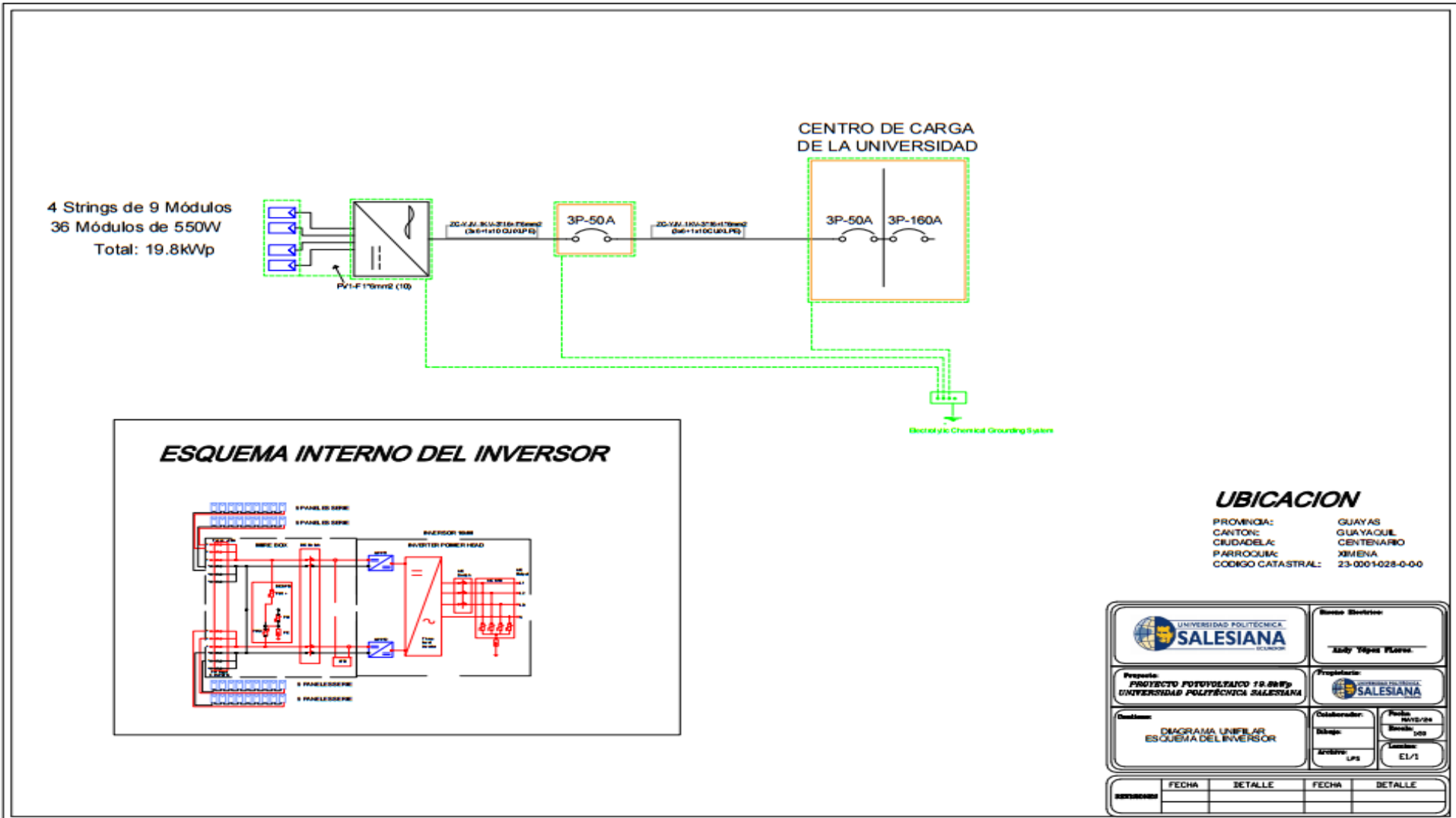
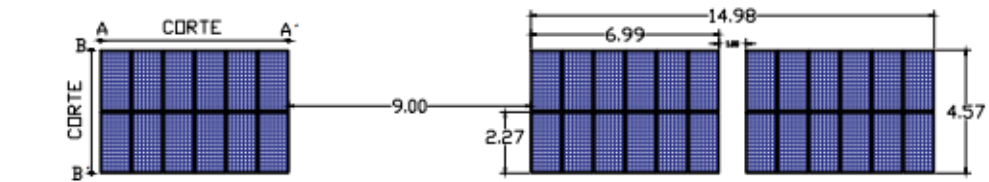
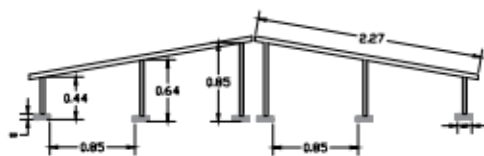


Figura 22. Diagrama unifilar

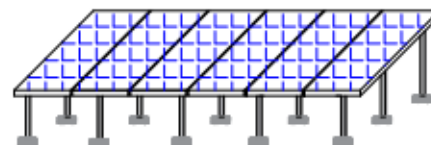
IMPLANTACIÓN DE PANELES



CORTE B-B'



CORTE A-A'



UBICACION

PROVINCIA: GUAYAS
 CANTON: GUAYACUL
 CIUDAD: CENTENARIO
 PARROQUIA: XBENA
 CODIGO CATASTRAL: 23-005-028-0-0

		Área Académica Área de Ingeniería	
Proyecto: PROYECTO FOTOVOLTAICO 10.000w UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		Propietario: 	
Nombre: IMPLANTACION DE PANELES CORTES DE VISTA		Fecha: Escala: Autor: Revisor:	
Fecha:		Escala:	
Detalle:		Detalle:	

Figura 23. Implantación de paneles.

3.1.4. EQUIPOS A UTILIZAR EN EL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para el dimensionamiento se consideró utilizar el panel fotovoltaico 540W \approx 555W Monocrystalline PV Module CHSM72M-HC Series (182)

ASTRO ENERGY

ASTRO 5 Semi
CHSM72M-HC
Serie Monofacial (182)
540~555W

Garantía

12/ Garantía del producto de 12 años

25/ Garantía de potencia lineal de 25 años

98,00%
84,80%
80,70%

Depreciación lineal de potencia = 0,21%/año

Garantía de potencia lineal de 25 años

Características principales

- PERC+ / Half-cut
- Corte no destructivo
- Resistencia a PID
- Bajo coste de BOS y LCOE

ISO 9001:2015 - Sistema de gestión de la calidad ISO
ISO 14001:2015 - Sistema de gestión ambiental ISO
ISO 45001:2018 - Seguridad y salud en el trabajo
La primera empresa de energía solar en obtener la certificación ISO 45001

TOP PERFORMER
PVEL
Tier 1
BlomburgNEF

Figura 24. Panel solar 550 Wp

540~555W

RANGO DE POTENCIA

0~+3%

TOLERANCIA DE POTENCIA

21,5%

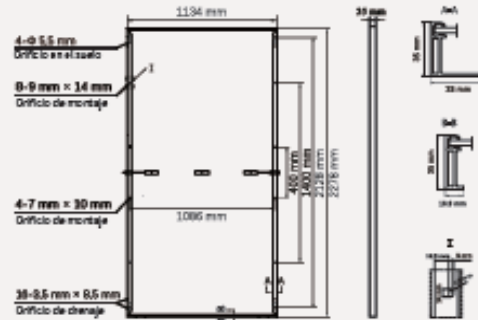
EFICIENCIA MÁX. DEL MÓDULO

≤ 2,0%DEGRADACIÓN DE POTENCIA
PRIMER AÑO**≤ 0,55%**DEGRADACIÓN DE POTENCIA
AÑOS 2-25

Especificaciones mecánicas

Dimensiones exteriores (lar. × an. × al.)	2278 × 1134 × 35 mm
Tipo de célula	Monocristalina P type
N.º de células	144 (6×24)
Tecnología del marco	Aluminio anodizado plateado
Grosor del vidrio frontal	3,2 mm
Longitud del cable (incluido el conector)	En vertical: (+) 350 mm, (-) 250 mm; longitud a medida
Diámetro del cable (IEC/UL)	4 mm ² / 12 AWG
Ⓢ Prueba de carga mecánica máxima	5400 Pa (frontal) / 2400 Pa (trazera)
Tipo de conector (IEC/UL)	HCB40 (estándar) / MC4-EVO2A (opcional)
Peso del módulo	26,9 kg
Unidad de embalaje	31 uds. / caja
Peso de la unidad de embalaje (para contenedor de 40' HQ)	885 kg
Módulos por contenedor de 40' HQ	620 uds. (sujeto al contrato de venta)

Ⓢ Consulte el manual de instalación de módulos de silicio cristalino de Astronergy o póngase en contacto con el departamento técnico.
Prueba de carga mecánica máxima = 1,5 × Carga mecánica máxima en el cálculo de diseño.



Especificaciones eléctricas

STC: Irradiancia 1000 W/m², Temperatura de célula 25 °C, AM-L5

Potencia máxima (P _{mpp} / Wp)	540	545	550	555
Voltaje a máxima potencia (V _{mpp} / V)	41,76	41,93	42,10	42,27
Intensidad a máxima potencia (I _{mpp} / A)	12,93	13,00	13,06	13,13
Voltaje en circuito abierto (V _{oc} / V)	49,70	49,90	50,10	50,30
Intensidad en cortocircuito (I _{sc} / A)	13,72	13,81	13,90	13,98
Eficiencia del módulo	20,9%	21,1%	21,3%	21,5%

NMOT: Irradiancia 800 W/m², Temperatura ambiente 20 °C, AM-L5, Velocidad del viento 1 m/s

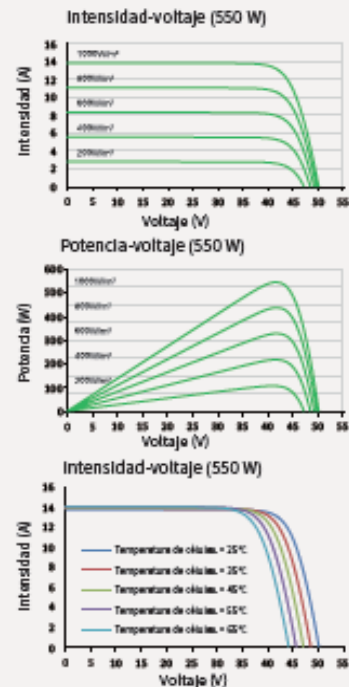
Potencia máxima (P _{mpp} / Wp)	403,5	407,3	411,0	414,8
Voltaje a máxima potencia (V _{mpp} / V)	38,92	39,08	39,24	39,39
Intensidad a máxima potencia (I _{mpp} / A)	10,37	10,42	10,48	10,53
Voltaje en circuito abierto (V _{oc} / V)	46,97	47,16	47,34	47,53
Intensidad en cortocircuito (I _{sc} / A)	11,13	11,20	11,27	11,35

Valores nominales de temperatura (STC)

Coefficiente de temperatura (P _{mpp})	-0,34%/°C	N.º de diodos	3
Coefficiente de temperatura (I _{sc})	+0,04%/°C	Grado IP de caja de conexiones	IP 68
Coefficiente de temperatura (V _{oc})	-0,25%/°C	Intensidad nominal de fusible en serie	25 A
Temperatura de operación nominal del módulo (NMOT)	41 ± 2°C	Voltaje máximo del sistema (IEC/UL)	1500V _{ac}

Parámetros de operación

Curva



© Chint New Energy Technology Co., Ltd. Se reserva el derecho de interpretación final. Póngase en contacto con nuestra empresa para consultar la versión más reciente con fines de contratación.
En caso de divergencias, prevalecerá la versión inglesa.
<https://www.astronergy.com>

301200

Figura 25. Ficha técnica panel solar

Ya con la demanda que tiene en este edificio y el área limitante que me permite dimensionar la mayor cantidad de planta solar se determina el tipo de inversor a utilizar para este diseño, ya que cualquier inversor tiene la capacidad de dimensionar de manera ideal a 1.2 W y se recomienda sobredimensionar hasta 1.3 W de la planta solar, por lo que se decidió usar el inversor CPS SCA16/18KTL-T1/SA, teniendo en cuenta el tipo de salida que este tiene y la capacidad de planta solar que pueda soportar.

Inverter-Asia/Europe

CPS SCA16/18KTL-T1/SA

Chint Power String Inverter
High Return of the Whole Life Cycle



Low Investment

Three-phase string series inverters products providing standard configuration DC switch, integrated DC combiner box, optional 4G/Wi-Fi/RS485 communication, which can match the requirements of different customers, support 10% rated overload which can efficiently decrease initial investment of system.

High Profits

High DC/AC ratio up to 1.5; Three-phase string inverters can provide 98.3% maximum efficiency, 97.3% Euro efficiency, 99.5% MPPT efficiency, senseless topology design and international known device options, which can guarantee the profits of the Whole Life Cycle.

Maintenance Warranty

String inverter can support remote monitoring, fault diagnosis and software upgrade, 7*24H after-sales service can guarantee the maintenance of the Whole Life Cycle.

Inverter-Asia/Europe

Model Name	CPS SCA16KTL-T1/SA	CPS SCA18KTL-T1/SA
DC Input		
Max. DC Voltage		800Vdc
MPPT Operating Voltage Range		180-750Vdc
Start Voltage		250Vdc
Rated DC Voltage		300Vdc
Number of MPPT		3
Number of DC Connection Sets per MPPT		3
Max. Input current per MPPT		40.5A/40.5A
Max. DC short-circuit current per MPPT		45A/45A
DC Disconnection Type		Integrated Switch
AC Output		
Rated AC Power	16kW	16kW
Max. AC Power	16kVA	20kVA
Rated AC Voltage		230V
Rated AC Voltage Range		150V-300V(A-Stackable)
Grid Connection Type		3φ / N / PE
Max. AC Current	42A	48A
Grid Frequency		50/60Hz
Grid Frequency Range		45-65.5-69Hz
Power Factor (cosφ)		±0.9(adjustable)
Current THD		< 3%
AC Disconnection Type		-
System Data		
Topology		Transformerless
Max. Efficiency		97.3%
Euro Efficiency		98.3%
Consumption at Standby/Night		< 6W/1W
Protection		
DC reverse connection protection		Yes
AC short circuit protection		Yes
Leakage current protection		Yes
Grid monitoring		Yes
Ground fault monitoring		Yes
Surge Protection		DC Type II / AC Type II
Environment Data		
Ingress Protection		IP65
Cooling Method		Cooling Fans
Operating Temperature		-25°C to +60°C
Ambient Humidity		0 - 100%, Non-condensing
Altitude		4000m
Display and Communication		
Display		LED + APP(Blueboth)
Communication		RS485(Standard) / Wi-Fi & 4G (Optional)
Mechanical Data		
Dimensions (W*H*D)		555 * 445 * 270mm
Weight		41kg
DC Connection Type		MC4
AC Connection Type		Plug and play connector
Safety		
Certifications		EN 61000-6, EN/IEC 62109, IEC 61727/821/15

Figura 26. Inversor

3.1.5. CÁLCULO DE VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

Para verificar los voltajes y corrientes de las entradas del inversor utilizado, se realiza el cálculo de voltaje y corriente con los datos especificados en las fichas técnicas del módulo e inversor, además de corroborarlo en el software PVsyst para evitar fallas de sobrecargas, previniendo tener errores en el sistema.

Para este cálculo vamos a utilizar:

- Un inversor de 16 kW que contiene 2 controladores de carga MPPT y por cada uno de ellos tiene 3 entradas.
- Se usarían 36 módulos con potencia de 550 Wp, un voltaje de 42.10v y corriente de 13.06A
 - Para el funcionamiento de arranque del inversor se debe cumplir con un rango de voltaje en cada entrada de MPPT entre (180-750) Vdc.

En las entradas del MPPT se conectarán 9 paneles en serie por cada una de las entradas y cada una de estas series son string.

$9 \times V_{mppt} = 378.9 \text{ Vdc}$, con este resultado verifico que estoy dentro del rango que se debe cumplir.

- La máxima corriente que cada MPPT puede recibir es de 40.5A.

Por lo que en cada MPPT se conectarán 2 string, y como estas están conectadas en series la corriente en ambos es la misma.

$I_1 + I_2 = 13.06 + 13.06 = 26.12\text{A}$, que el resultado obtenido de la corriente estoy cumpliendo con los parámetros requeridos para su buen funcionamiento.

- La máxima corriente de cortocircuito DC que puede soportar es de 45A por cada MPPT y cada panel tiene una corriente de cortocircuito de 13.90A y se conectan 2 string por cada MPPT, por lo que la corriente de estas son la misma ya que están conectados en serie.

$$I1+I2= 13.90 + 13.90 = 27.80 < 45A.$$

La potencia de la planta será de $36 \times 550W_p = 19.80kW_p$.

Cada uno de estos valores serán verificados y comparados, en el software PVSYSY.

3.1.6. DISEÑO EN PVSYSY

Una vez que se define el inversor que se va a utilizar, con la ayuda del software de PVsyst se diseña el proyecto técnico del sistema solar fotovoltaico y se determinan los valores que a su vez deberán cumplir las características técnicas y eléctricas expuestas en la regulación ecuatoriana N° ARCERNR 001/2021.

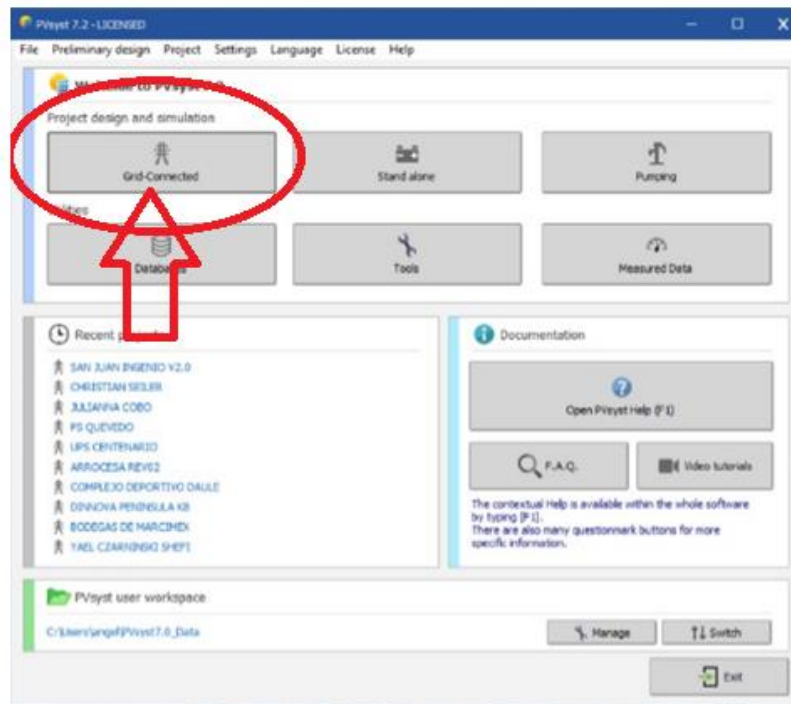


Ilustración 1. Inicio diseño proyecto técnico definición tipo de conexión.

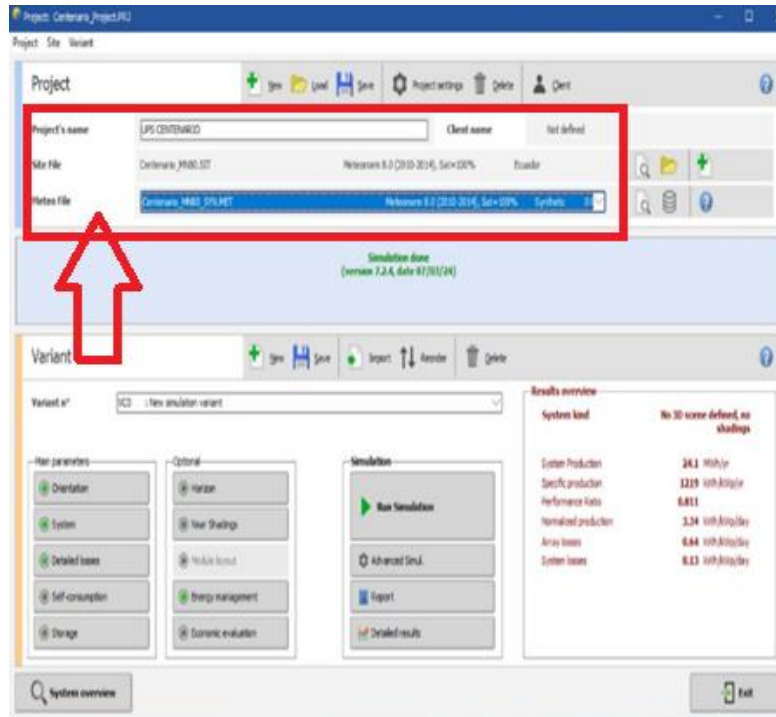


Ilustración 2. Nombre del proyecto.

En la ilustracion 1, se selecciona el tipo de coneccion a que se utilizara para el diseño, mientras que en la ilustracion 2, se le da nombre del proyecto.

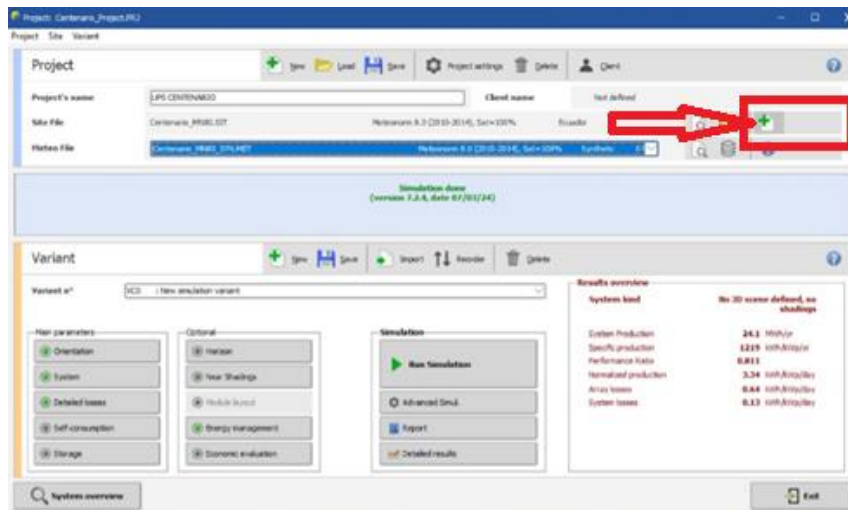
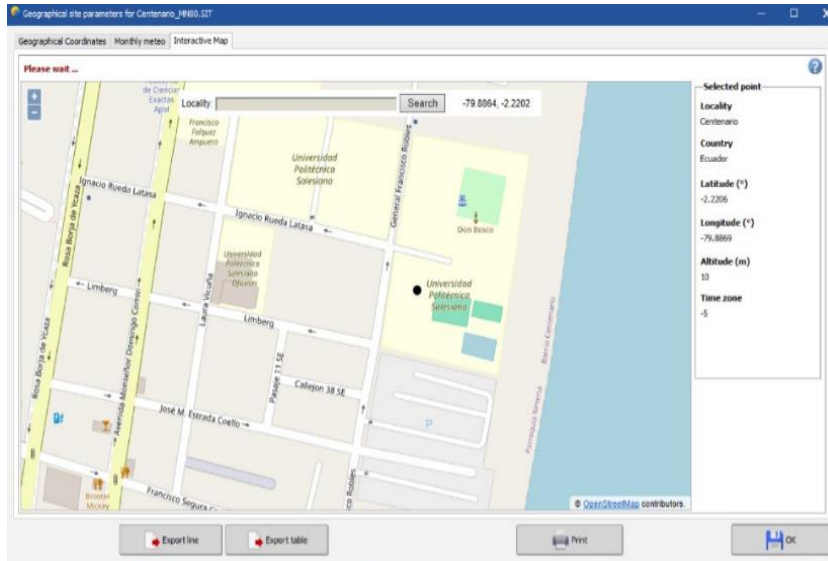


Ilustración 3. Selección de ubicación geográfica.



4

Ilustración 4. Selección punto de ubicación donde se realiza el diseño.

En la ilustración 3 se da clic en el recuadro con el signo + color verde para que este dirija a elegir la locación geográfica del predio, en la ilustración 4 se selecciona el punto de ubicación donde se realizara el diseño.

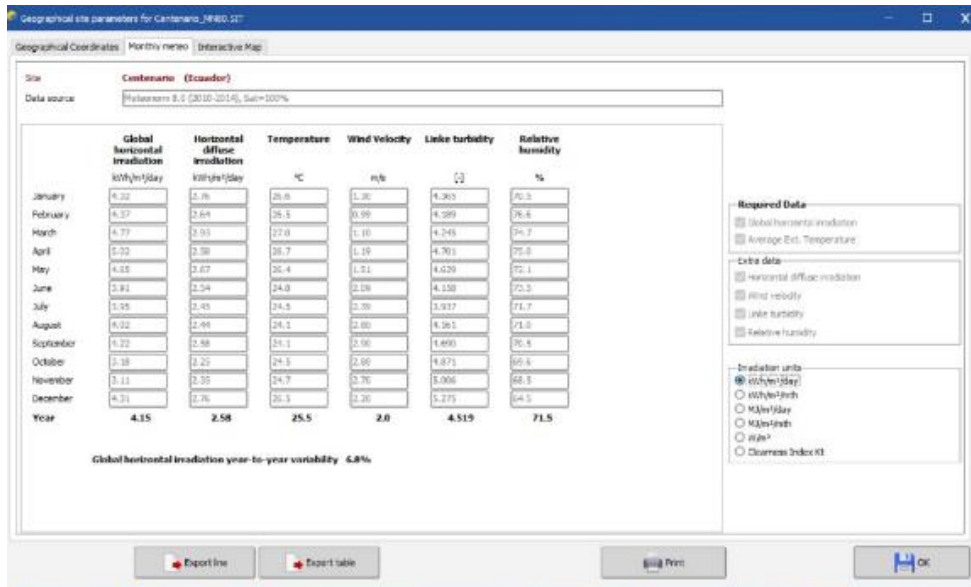


Ilustración 5. Radiaciones.

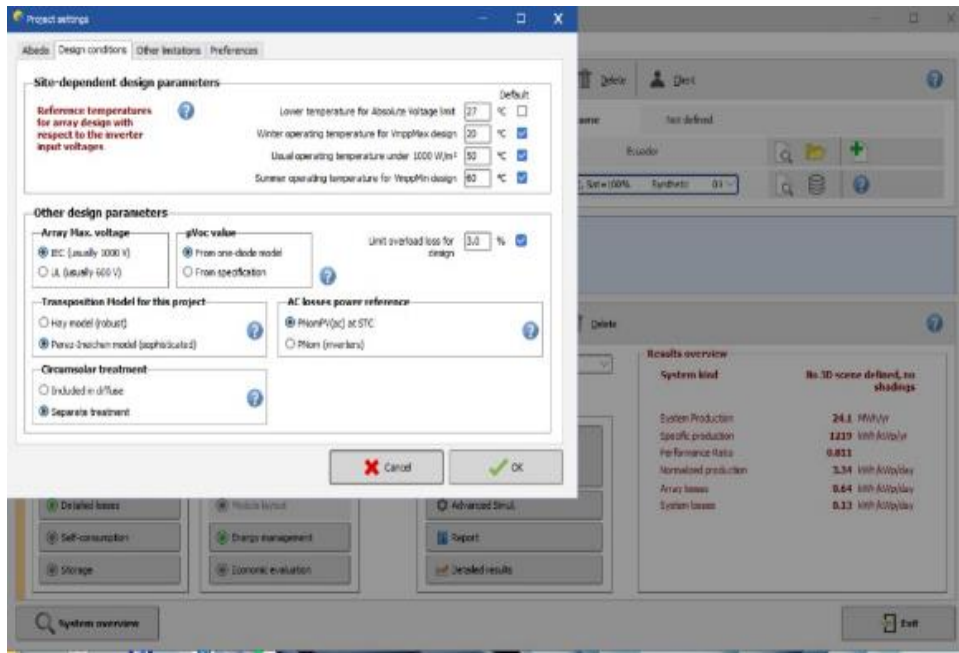


Ilustración 6. Radiaciones

En la ilustración 5 y 6 se muestra la radiación sola, en la ilustración 7 se detallan los pasos que se deben hacer para seleccionar los elementos que se utilizarán en el diseño del programa como son:

1. Se selecciona el panel fotovoltaico
2. Se selecciona el inversor
3. Se elige la cantidad de inversores
4. Se elige la cantidad de paneles
5. Se selecciona el número de strings (se selecciona la cantidad e grupos de paneles que estarán en serie).
6. Se verifica que esta todo correcto
7. Se selecciona OK para finalizar el diseño.

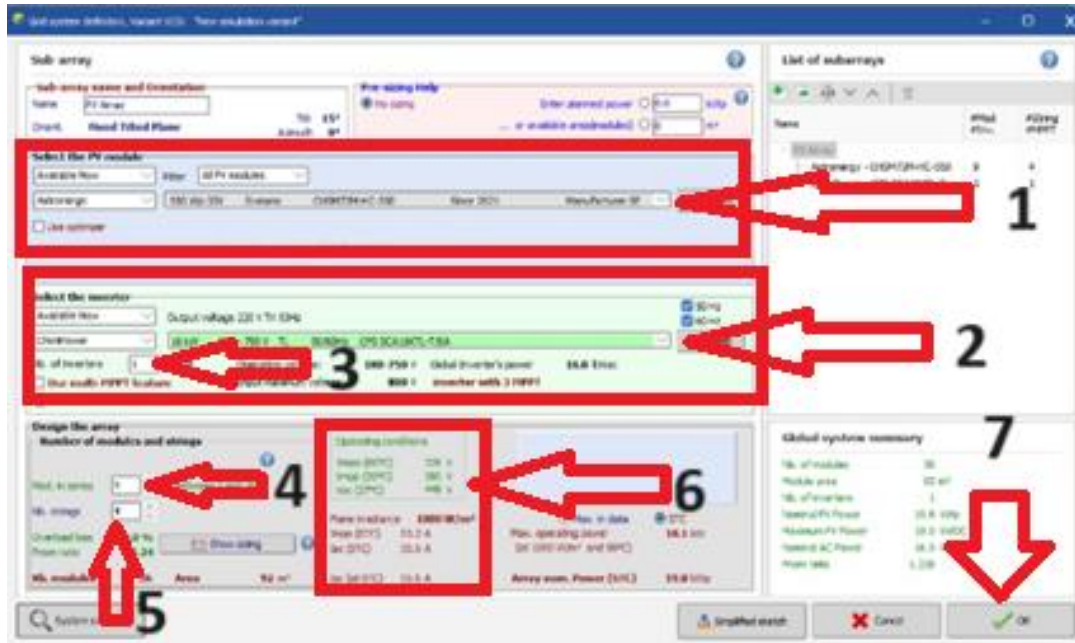


Ilustración 7. Selección de elementos a utilizar.

Una vez terminada la asignación de los elementos que se van a utilizar en el diseño del sistema on-grid se procede a ejecutar el software y se obtiene el campo de la ilustración 8, en el que se analiza el porcentaje de generación anual. Para lo cual se recomienda que lo más Optimo es utilizar la generación más baja, ya que esta es la generación más exacta que se puede tener anualmente.

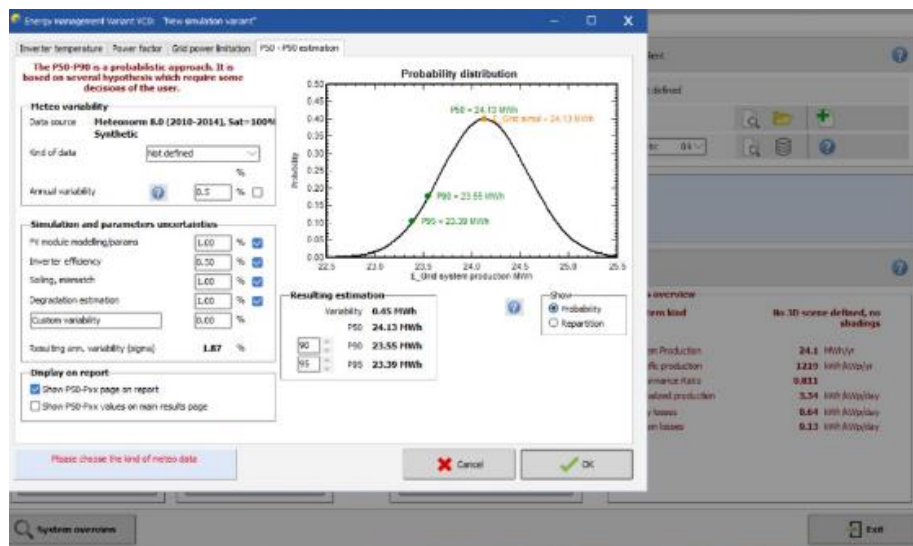


Ilustración 8. Resultado final del diseño.

En el anexo de software PVSYS se reflejan los reportes obtenidos del diseño, donde se realizaron pruebas con diferentes periodos de tiempos para identificar cuáles son los meses en los que más persiste el consumo energético en el edificio, y así determinar cómo se logrará compensar ese consumo energético sin que el sistema solar fotovoltaico se vea afectado.

3.1.6.1. ESTIMACIÓN DE AHORRO

Para determinar el ahorro estimado de consumo se necesita recopilar datos del previo, mismo que es el edificio E de la Universidad Politécnica Salesiana, estos datos son las condiciones climáticas recopilada de la tabla 3 elaborada con los datos obtenidos en el reporte del PVsyst. Referenciado en el **ANEXO 3**

Tabla 3 porcentajes Climatización

Efecto temperatura

	Tª ambiente	I (W/m ²)	TNOC	Tª célula	T ensayo panel	Pérdidas %/°C	Rto T
Enero	26,61	1000	45	57,86	25,00	0,35	88,50%
Febrero	26,46	1000	45	57,71	25,00	0,35	88,55%
Marzo	27,00	1000	45	58,25	25,00	0,35	88,36%
Abril	26,68	1000	45	57,93	25,00	0,35	88,47%
Mayo	26,41	1000	45	57,66	25,00	0,35	88,57%
Junio	24,80	1000	45	56,05	25,00	0,35	89,13%
Julio	24,45	1000	45	55,70	25,00	0,35	89,26%
Agosto	24,12	1000	45	55,37	25,00	0,35	89,37%
Septiembre	24,14	1000	45	55,39	25,00	0,35	89,36%
Octubre	24,51	1000	45	55,76	25,00	0,35	89,23%
Noviembre	24,68	1000	45	55,93	25,00	0,35	89,17%
Diciembre	26,53	1000	45	57,78	25,00	0,35	88,53%

También es necesario tener los datos del efecto de la radiación diaria del lugar referenciado para el diseño, en tabla 4 se tiene un porcentaje promedio mensual de producción del sistema fotovoltaico, así como la generación de kWh/m² por mes, para esto tomamos los datos de radiación en el reporte del PVsyst. Referenciado en el **ANEXO 3**

Tabla 4 radiación mensual

Radiación						
	Días	Azimut 0º (kWh/m ² día)	Pérdidas totales	Radiación Azimut - 180 (kWh/m ² día)	PR	kWh/m ² mes
Enero	31	4,16	n.a.	3,71	80,4%	92,46
Febrero	28	4,68	n.a.	3,88	80,8%	87,67
Marzo	31	5,03	n.a.	4,39	79,3%	108,01
Abril	30	4,73	n.a.	4,86	78,2%	113,94
Mayo	31	4,45	n.a.	4,68	80,5%	116,81
Junio	30	3,97	n.a.	3,93	81,7%	96,41
Julio	31	3,58	n.a.	3,95	81,4%	99,63
Agosto	31	4,06	n.a.	3,92	81,9%	99,51
Septiembre	30	4,77	n.a.	3,96	81,3%	96,67
Octubre	31	4,68	n.a.	2,88	82,6%	73,68
Noviembre	30	4,30	n.a.	2,73	83,0%	68,06
Diciembre	31	4,39	n.a.	3,67	81,0%	92,26
Media				3,88		

Para verificar si existe un ahorro en los periodos de tiempos analizados se evaluarán los resultados mediante tablas de comparación y muestreo.

Para lo cual es necesario saber la demanda de cada mes, por lo que se usa la aplicación de la Corporación Nacional de Electricidad **CNEL**, ingresando con el código único del cliente, previa autorización al encargado del edificio E de la Universidad Politécnica Salesiana.

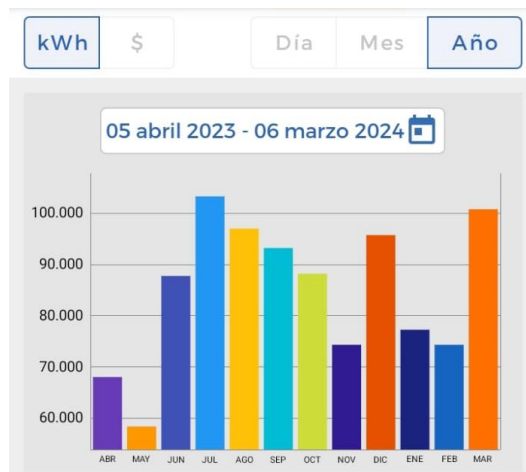


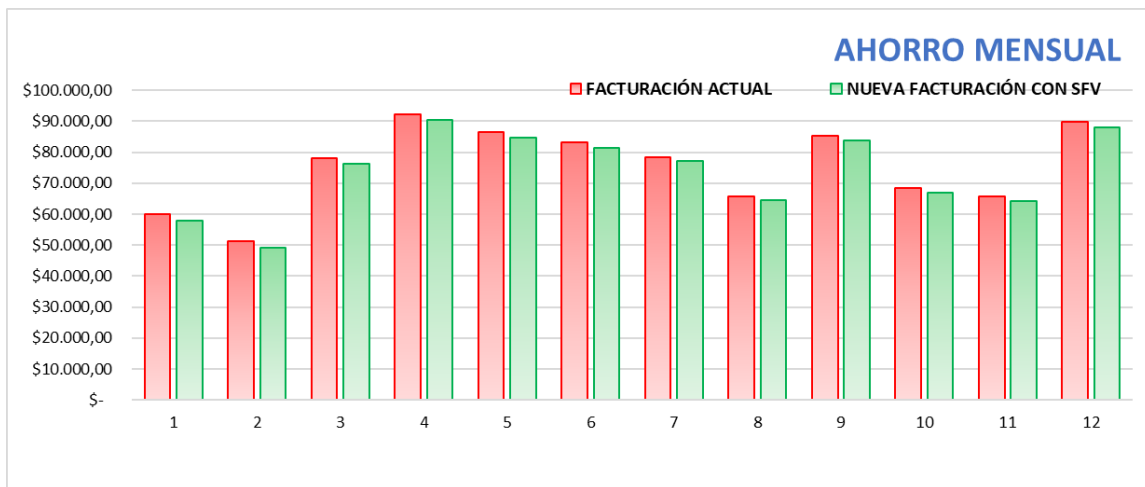
Tabla 5 Consumo mensual de demanda

Con los datos ya consolidados de las tablas realizadas podemos obtener un muestreo donde se aprecia el ahorro utilizando el sistema fotovoltaico haciendo una comparación del consumo de planilla actual versus la nueva planilla con el sistema fotovoltaico.

Tabla 6 Muestreo de consumo energético

MES	CONSUMO DE PLANILLA ACTUAL (kWh)	ENERGIA GENERADA SIST. FOTOVOLTAICO (kWh)	PLANILLA ACTUAL \$ (PA)	NUEVA PLANILLA CON SIST. FOTOVOLTAICO (PCSFV)	AHORRO (PA-PCSFV)
ABRIL	68044	2256	\$ 60.104,09	\$ 58.045,60	\$ 2.058,49
MAYO	58380	2313	\$ 51.286,00	\$ 49.175,69	\$ 2.110,31
JUNIO	87780	1909	\$ 78.112,54	\$ 76.370,79	\$ 1.741,75
JULIO	103320	1973	\$ 92.292,29	\$ 90.492,22	\$ 1.800,07
AGOSTO	97000	1970	\$ 86.525,49	\$ 84.727,69	\$ 1.797,81
SEPTIEMBRE	93240	1914	\$ 83.094,61	\$ 81.348,17	\$ 1.746,45
OCTUBRE	88200	1459	\$ 78.495,78	\$ 77.164,63	\$ 1.331,15
NOVIEMBRE	74340	1348	\$ 65.848,98	\$ 64.619,35	\$ 1.229,63
DICIEMBRE	95760	1827	\$ 85.394,03	\$ 83.727,20	\$ 1.666,83
ENERO	77280	1831	\$ 68.531,64	\$ 66.861,17	\$ 1.670,46
FEBRERO	74340	1736	\$ 65.848,98	\$ 64.265,10	\$ 1.583,89
MARZO	100800	2139	\$ 89.992,87	\$ 88.041,53	\$ 1.951,34
TOTAL	1018484	22673	\$ 905.527,30	\$ 884.839,14	\$ 20.688,17
PROMEDIO	84874	1889	\$ 75.460,61	\$ 73.736,59	\$ 1.724,01

Tabla 7 Comparativa de ahorro mensual



La innovación que este diseño tiene respecto al sistema convencional es que el sistema fotovoltaico es conectado a la red con la ayuda de un medidor bidireccional, el cual mide la cantidad de energía

suministrada por el sistema fotovoltaico junto al suministro por la empresa generadora de electricidad y realiza la respectiva compensación de energía entregada a la propiedad y de esta manera obtener el planillaje de este.

CONCLUSIÓN

Al realizar el análisis de eficiencia energética en la tabla de ahorro estimado se llegó a la conclusión que al utilizar el sistema fotovoltaico on-grid de autoconsumo, se tiene un ahorro energético 22.673kWh anual, ya que este abastece las cargas conectadas ya sea a un sistema residencia, industrial o comercial, compensado con energía suministrada desde la red.

Además, de ser un sistema de energía renovables este es innovador, ya que, mediante equipos amigables con el medio ambiente es capaz de generar energía limpia a través de la captación de radiación solar, permitiendo suministrar la demanda del predio donde se valla a realizar el diseño.

Utilizando el software PVSYST se logró corroborar mediante y comparar la proyección de eficiencia energética que tendría el sistema en diferentes lapsos de tiempo, dando como resultado que esta beneficiaria de manera Óptima a los usuarios que desear realizar su implementación

RECOMENDACIÓN

Se recomienda que previo el dimensionamiento del sistema se realice el estudio de sombras ya que esto permitiría la distribución de los paneles solares en el área útil del sitio, y de esta manera poder tener la Optima generación de energía.

También se recomienda que, para diseñar cualquier tipo de sistema fotovoltaico de autoconsumo, se debe considerar las condiciones climáticas y geográficas ya que esto permite tener una mejor eficiencia al sistema que se desea implementar

Además, se recomienda que antes de realizar este tipo de diseño se analice la regulación ARCERNNR-0021 que trata del sistema de distribución de generación de autoconsumo SDGA para que puedan realizar las conexiones respectivas según las normas que estén vigentes en ese periodo de diseño.

ANEXOS



Anexo 1. Medición de cargas que tiene el edificio.



Anexo 2. Proceso para determinar la superficie del área donde se pretende diseñar el proyecto.



Versión

- Simulation report

Grid-Connected System

Project: UPS CENTENARIO

Variant: New simulation variant No 3D scene defined, no shadings

System power: 19.80 kWp Centenario - Ecuador



Project: UPS CENTENARIO

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
07/03/24 18:24
with v7.2.4

Project summary

Geographical Site	Situation	Project settings
Centenario	Latitude -2.22 °S	Albedo 0.20
Ecuador	Longitude -79.89 °W	
	Altitude 10 m	
	Time zone UTC-5	
Meteo data		
Centenario		
Meteonorm 8.0 (2010-2014), Sat=100% - Synthetic		

System summary

Grid-Connected System	No 3D scene defined, no shadings		
Simulation for year no 1			
PV Field Orientation	Near Shadings	User's needs	
Fixed plane	No Shadings	Unlimited load (grid)	
Tilt/Azimuth 15 / 0 °			
System information			
PV Array		Inverters	
Nb. of modules 36 units		Nb. of units 1 Unit	
Pnom total 19.80 kWp		Pnom total 16.00 kWac	
		Pnom ratio 1.238	

Results summary

Produced Energy	24.13 MWh/year	Specific production	1219 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	81.12 %
-----------------	----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Special graphs	6
Aging Tool	7
P50 - P90 evaluation	9



PVsyst V7.2.4

VC0, Simulation date:
07/03/24 18:24
with v7.2.4

Project: UPS CENTENARIO

Variant: New simulation variant

General parameters

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation			
Orientation		Sheds configuration	Models used
Fixed plane		No 3D scene defined	Transposition Perez
Tilt/Azimuth	15 / 0 °		Diffuse Perez, Meteonom
			Circumsolar separate
Horizon		Near Shadings	User's needs
Free Horizon		No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Astronergy	Manufacturer	ChintPower
Model	CHSM72M-HC-550	Model	CPS SCA16KTL-T/SA
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	550 Wp	Unit Nom. Power	16.0 kWac
Number of PV modules	36 units	Number of inverters	1 units
Nominal (STC)	19.80 kWp	Total power	16.0 kWac
Modules	4 Strings x 9 In series	Operating voltage	180-750 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>40°C)	18.0 kWac
Pmpp	18.08 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.24
U mpp	340 V		
I mpp	53 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	20 kWp	Total power	16 kWac
Total	36 modules	Nb. of inverters	1 Unit
Module area	92.0 m²	Pnom ratio	1.24
Cell area	85.6 m²		

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses				
Loss Fraction	5.5 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	106 mΩ			
		Uc (const)	20.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC			
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s					
Module Quality Loss		Module mismatch losses		Strings Mismatch loss				
Loss Fraction	-0.8 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %			
Module average degradation								
Year no	1							
Loss factor	0.55 %/year							
Mismatch due to degradation								
Imp RMS dispersion	0.4 %/year							
Vmp RMS dispersion	0.4 %/year							
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): User defined profile								
0°	40°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.984	0.949	0.830	0.000



Project: UPS CENTENARIO

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.2.4

VCO, Simulation date:
07/03/24 18:24
with v7.2.4

Main results

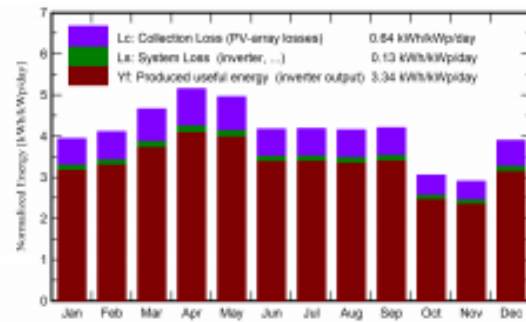
System Production
Produced Energy

24.13 MWh/year

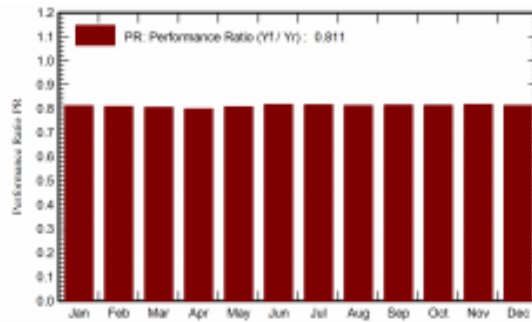
Specific production
Performance Ratio PR

1219 kWh/kWp/year
81.12 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	134.0	85.74	26.61	122.1	115.0	2.043	1.964	0.812
February	122.4	73.90	26.46	115.1	108.5	1.918	1.844	0.809
March	147.8	90.89	27.00	144.4	136.2	2.394	2.304	0.805
April	150.5	77.25	26.68	154.5	145.7	2.542	2.445	0.799
May	144.3	82.70	26.41	153.8	145.1	2.556	2.459	0.808
June	117.3	76.12	24.80	125.1	118.0	2.106	2.026	0.818
July	122.5	75.84	24.45	129.7	122.4	2.180	2.097	0.816
August	124.6	75.54	24.12	128.8	121.5	2.156	2.073	0.813
September	126.7	77.26	24.14	126.1	118.9	2.117	2.035	0.815
October	98.7	69.81	24.51	94.7	89.2	1.594	1.527	0.814
November	93.3	70.42	24.68	87.1	82.0	1.474	1.410	0.818
December	133.7	85.57	26.53	120.9	113.9	2.025	1.946	0.813
Year	1516.0	941.06	25.53	1502.4	1416.2	25.105	24.130	0.811

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

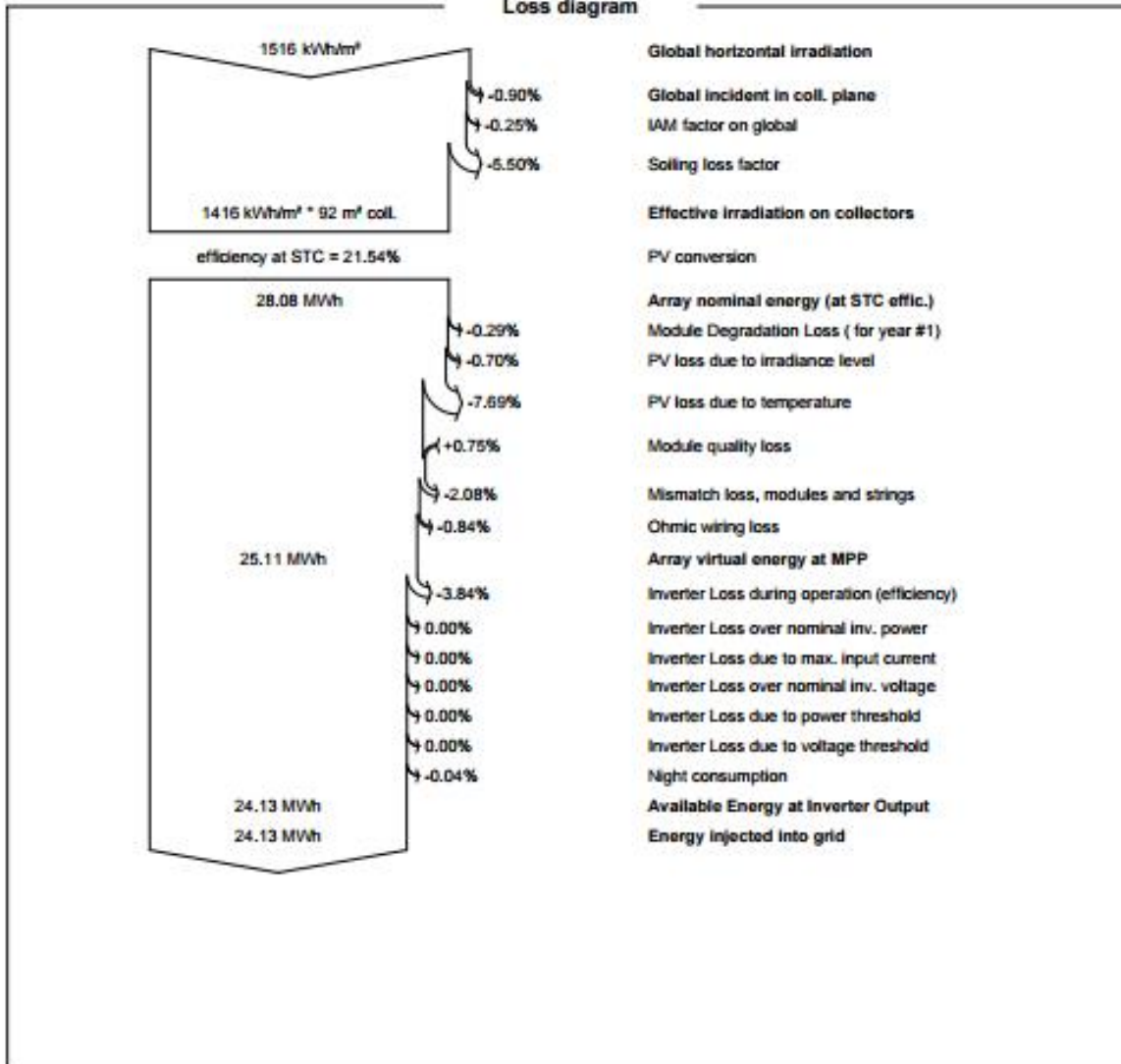


PVsyst V7.2.4
 VCO, Simulation date:
 07/03/24 18:24
 with v7.2.4

Project: UPS CENTENARIO

Variant: New simulation variant

Loss diagram





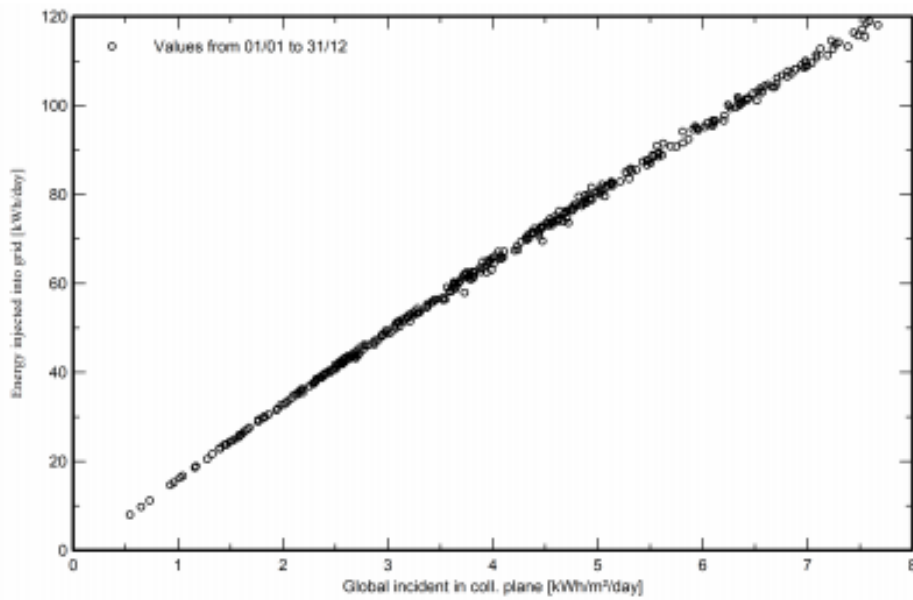
PVsyst V7.2.4
VC0, Simulation date:
07/03/24 18:24
with v7.2.4

Project: UPS CENTENARIO

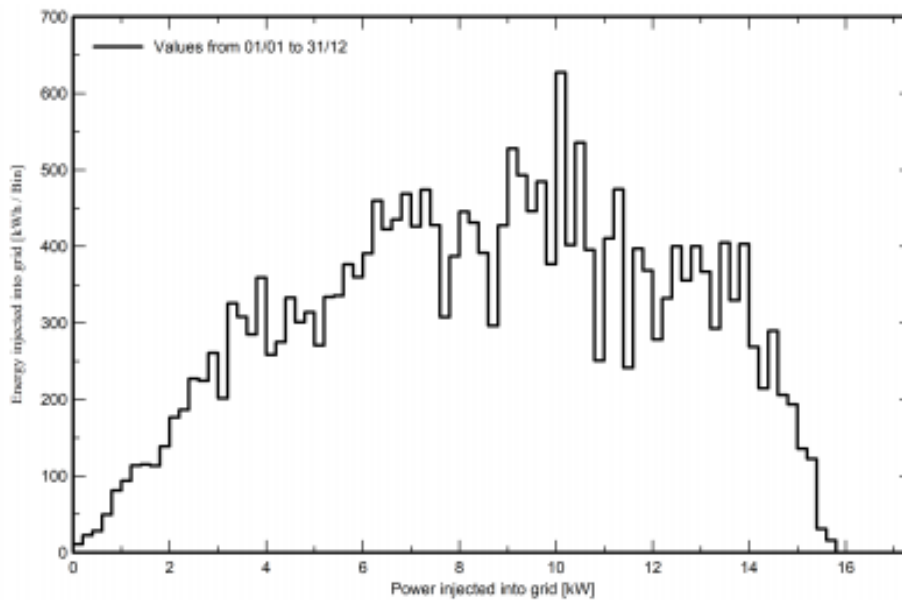
Variant: New simulation variant

Special graphs

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





Project: UPS CENTENARIO

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.2.4

VCD, Simulation date:
07/03/24 18:24
with v7.2.4

Aging Tool

Aging Parameters

Time span of simulation 25 years

Module average degradation

Loss factor 0.55 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year

Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

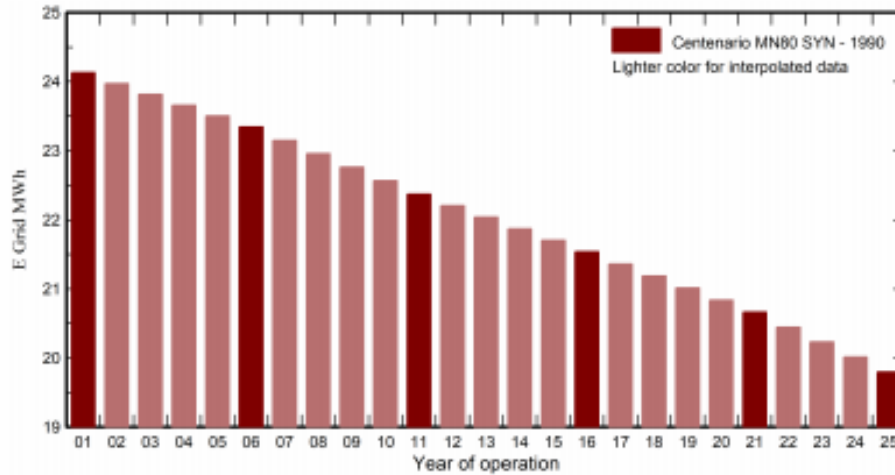
Meteo used in the simulation

#1 Centenario MN80 SYN

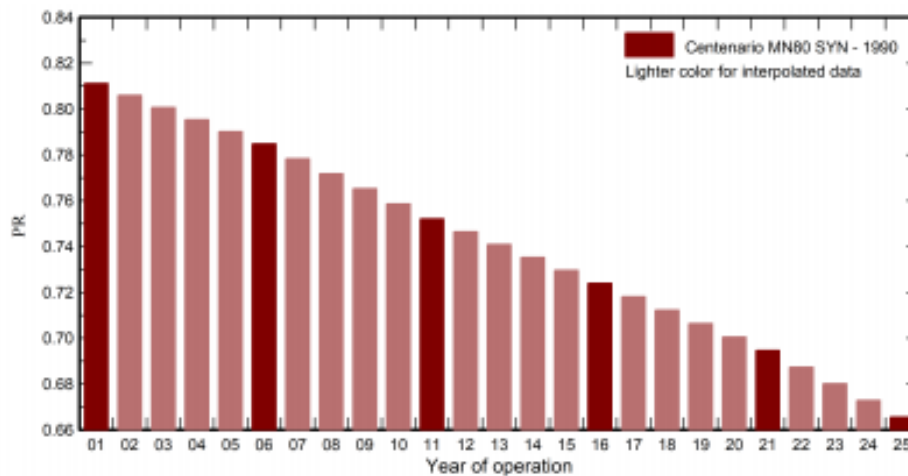
Years 1990 (reference year)

Years simulated 1,6,11,16,21,25

Energy injected into grid



Performance Ratio





Project: UPS CENTENARIO

Variant: New simulation variant

PVsyst V7.2.4

VCO, Simulation date:
07/03/24 18:24
with v7.2.4

Aging Tool

Aging Parameters

Time span of simulation 25 years

Module average degradation

Loss factor 0.55 %/year

Mismatch due to degradation

Imp RMS dispersion 0.4 %/year

Vmp RMS dispersion 0.4 %/year

Meteo used in the simulation

#1 Centenario MN80 SYN

Years 1990 (reference year)

Years simulated 1,6,11,16,21,25

Centenario MN80 SYN

Year	E Grid	PR	PR loss
	MWh		%
1	24.13	0.811	0%
2	23.97	0.806	-0.7%
3	23.82	0.801	-1.3%
4	23.66	0.795	-2%
5	23.50	0.79	-2.6%
6	23.35	0.785	-3.3%
7	23.15	0.778	-4.1%
8	22.96	0.772	-4.9%
9	22.76	0.765	-5.7%
10	22.57	0.759	-6.5%
11	22.37	0.752	-7.3%
12	22.20	0.746	-8%
13	22.04	0.741	-8.7%
14	21.87	0.735	-9.4%
15	21.70	0.73	-10.1%
16	21.54	0.724	-10.8%
17	21.36	0.718	-11.5%
18	21.19	0.712	-12.2%
19	21.01	0.706	-12.9%
20	20.84	0.7	-13.6%
21	20.66	0.695	-14.4%
22	20.45	0.687	-15.3%
23	20.23	0.68	-16.2%
24	20.01	0.673	-17.1%
25	19.80	0.665	-18%



PVsyst V7.2.4
VC0, Simulation date:
07/03/24 18:24
with v7.2.4

Project: UPS CENTENARIO

Variant: New simulation variant

P50 - P90 evaluation

Meteo data

Meteo data ~~meteor~~ norm 8.0 (2010-2014), Sat=100%

Kind Not defined

Year-to-year variability(Variance) 0.5 %

Specified Deviation

Global variability (meteo + system)

Variability (Quadratic sum) 1.9 %

Simulation and parameters uncertainties

PV module modelling/parameters 1.0 %

Inverter efficiency uncertainty 0.5 %

Soiling and mismatch uncertainties 1.0 %

Degradation uncertainty 1.0 %

Annual production probability

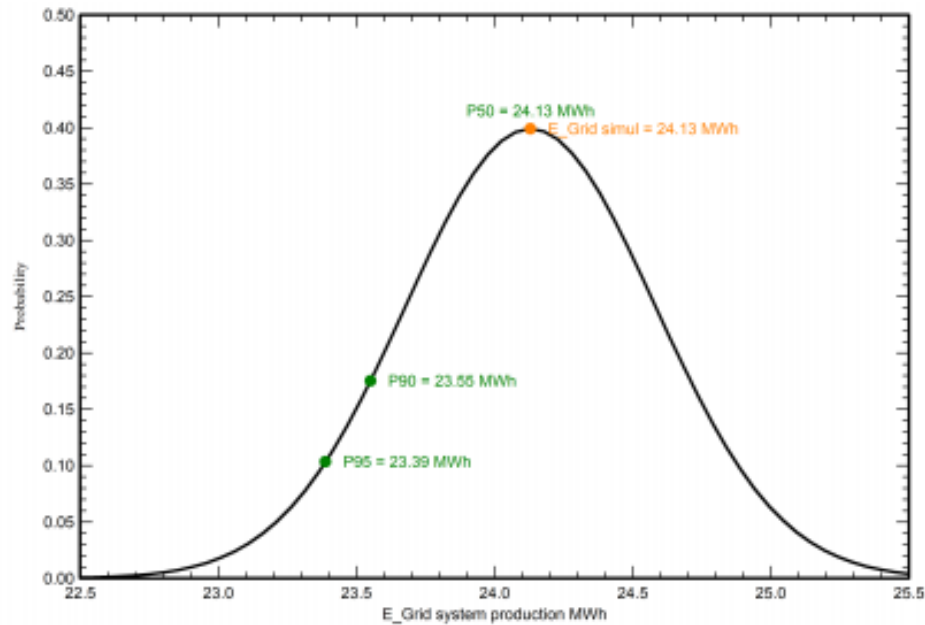
Variability 0.45 MWh

P50 24.13 MWh

P90 23.55 MWh

P95 23.39 MWh

Probability distribution





1. SOLICITUD

Quien suscribe el presente, GARY OMAR AMPUÑO AVILÉS representante legal de la Compañía UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA solicito se sirva otorgar la Factibilidad de Conexión para Autoabastecimiento, considerando los términos descritos a continuación.

2. DATOS DEL SOLICITANTE:

Para modalidades 1 a y 2 a:

Nombre completo o razón social del interesado en instalar un SGDA: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Número de cuenta contrato o de suministro: 200016652477

Cédula de identidad/pasaporte/RUC: 0190151530001

Provincia: GUAYAS

Cantón: GUAYAQUIL

Parroquia: XIMENA

Barrio o recinto: CENTENARIO

Dirección domiciliaria: ROBLES 203 CHAMBER

-LIMBERG

Urbanización o edificio: EDIFICIO

Teléfono convencional o celular: +593 98 549 5838

3. DATOS DEL PROYECTO SGDA:

Modalidad de autoabastecimiento:

1 a

1b

2a

2b

2c

Potencia nominal [*kW*]: 16 KW

¿SGDA con Campo de Conexión para Autoabastecimiento común?:

Si

No

¿Dispone de sistema de almacenamiento de energía?:

Si

No

Producción anual estimada [*MWh*]:

23.39 MWh

Tecnología de generación:

Fotovoltaica

Eólica

Biogás

Biomasa

Hidráulica

Número de fases:

Tipo de SGDA:

Con inversores

Con generador síncrono

Con generador asíncrono

Ubicación del punto de conexión del SGDA:

Provincia: GUAYAS

Cantón: GUAYAQUIL

Parroquia: XIMENA

Barrio o recinto: CENTENARIO

Dirección domiciliaria: ROBLES 203 CHAMBER

-LIMBERG

Urbanización o edificio: EDIFICIO

Coordenadas georreferenciadas UTM WGS84: X: -2.2201398870290 Y: -79.886684775618

Firma del solicitante

Firma de recepción

Fecha de recepción: _____

Código del trámite: _____

INGENIERO ELÉCTRICO PROYECTISTA

Nombre: Andy Yépez Flores.

Cédula: 0920325974

Celular: 0988313790

Correo electrónico: ayepez@chintglobal.com / ayepezflores92@gmail.com

Registro SENESCYT:

**SISTEMA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA PARA
AUTOABASTECIMIENTO**

MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CAPACIDAD NOMINAL INVERSORES 16KW

CAPACIDAD SOLAR Sistema Fotovoltaico 19,8kWp

ÍNDICE

Contenido

1.....	INTRODUCCIÓN
61	
2.....	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO
62	
3.....	CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO
63	
3.1. CÁLCULO DE IRRADIACIÓN SOLAR.....	63
3.2. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	64
3.3. DIMENSIONAMIENTO DEL SGDA.....	64
3.4. DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	65
3.4.1. PANELES FOTOVOLTAICO	65
3.4.2. INVERSORES.....	67
3.4.3. DISTRIBUCIÓN PANELES POR INVERSOR.....	69
3.4.6. CONDUCTORES DC	69
3.4.7. CONDUCTORES TIERRA	72
4. PROTECCIONES ELÉCTRICAS.....	72
4.1. OPTIMIZADOR DE POTENCIA MPPT	72
4.2. DETECCIÓN ANTI ISLA (AUSENCIA DE RED DE CNEL).....	72
4.3. PROTECCIONES EN AC /DC.....	72
5. SISTEMA DE MONITOREO REMOTO.....	75
6. UBICACIÓN DE MEDIDOR Y TRANSFORMADOR EXISTENTE.....	75
7. ANEXOS.....	77

1. INTRODUCCIÓN

En base al proceso de habilitación, instalación y operación de Sistema de Generación distribuida para el autoabastecimiento (SGDA) de la regulación Nro. ARCERNNR-008/23. A continuación, se presenta una descripción de los aspectos a considerar para el dimensionamiento, instalación y conexión de un SGDA, basada en tecnología SOLAR FOTOVOLTAICA, con una capacidad máxima de **16kW** proyecto a nombre de la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, RUC 0190151530001 para operar en sincronismo con la red eléctrica, cuya producción será para autoabastecimiento de las instalaciones, y sus excedentes serán entregados a la red. La residencia está ubicada en Robles 203 Chamber - Limberg



CÓDIGO ÚNICO	0401346629,
RAZON SOCIAL	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
CÉDULA / RUC	0190151530001
COORDENADAS UTM	UTM WGS84: X: 623799,60, Y: 9763293.96

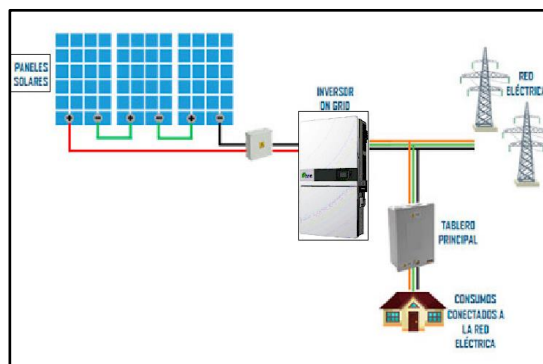
GRÁFICO 1: INFORMACIÓN COMERCIAL UTM WGS84 17S

2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Un sistema fotovoltaico conectado a red es un sistema de generación distribuida de autoconsumo que trabaja de manera conjunta a la red eléctrica pública mediante el sincronismo de sus equipos.

Los paneles solares captan la energía de radiación solar y la transforman en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico, esta energía es proporcionada en corriente continua hacia los inversores para la transformación de corriente continua en alterna.

La Generación fotovoltaica (FV) produce durante el día energía eléctrica que se complementa en todo momento con la proveniente de la red, pudiendo, en determinado momento, suplir la totalidad de la necesidad energética de la instalación y en caso de que exista energía excedente de generación solar esta será devuelta a la red, se detectará por el medidor bidireccional.



3. CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO

3.1. CÁLCULO DE IRRADIACIÓN SOLAR

La estimación de producción energética del SGDA se realizó mediante la herramienta computacional **PVSYST**. A pesar de que el total de horas luz en Ecuador son 12 horas, la energía representativa corresponde a 4.14 horas solar pico. A continuación, se presenta la radiación estimada en sitio de proyecto.

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	134.0	85.74	26.61	122.1	115.0	2.043	1.964	0.812
February	122.4	73.90	26.46	115.1	108.5	1.918	1.844	0.809
March	147.8	90.89	27.00	144.4	136.2	2.394	2.304	0.805
April	150.5	77.25	26.68	154.5	145.7	2.542	2.445	0.799
May	144.3	82.70	26.41	153.8	145.1	2.556	2.459	0.808
June	117.3	76.12	24.80	125.1	118.0	2.106	2.026	0.818
July	122.5	75.84	24.45	129.7	122.4	2.180	2.097	0.816
August	124.6	75.54	24.12	128.8	121.5	2.156	2.073	0.813
September	126.7	77.26	24.14	126.1	118.9	2.117	2.035	0.815
October	98.7	69.81	24.51	94.7	89.2	1.594	1.527	0.814
November	93.3	70.42	24.68	87.1	82.0	1.474	1.410	0.818
December	133.7	85.57	26.53	120.9	113.9	2.025	1.946	0.813
Year	1516.0	941.06	25.53	1502.4	1416.2	25.105	24.130	0.811

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

GRÁFICO 3: RADIACIÓN UBICACIÓN DE SITIO.

3.2.ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El Software PVSYST nos proporciona una curva de probabilidad de producción de energía. Para nuestro sistema fotovoltaico. La producción estimada de energía anual es de 24130 kWh

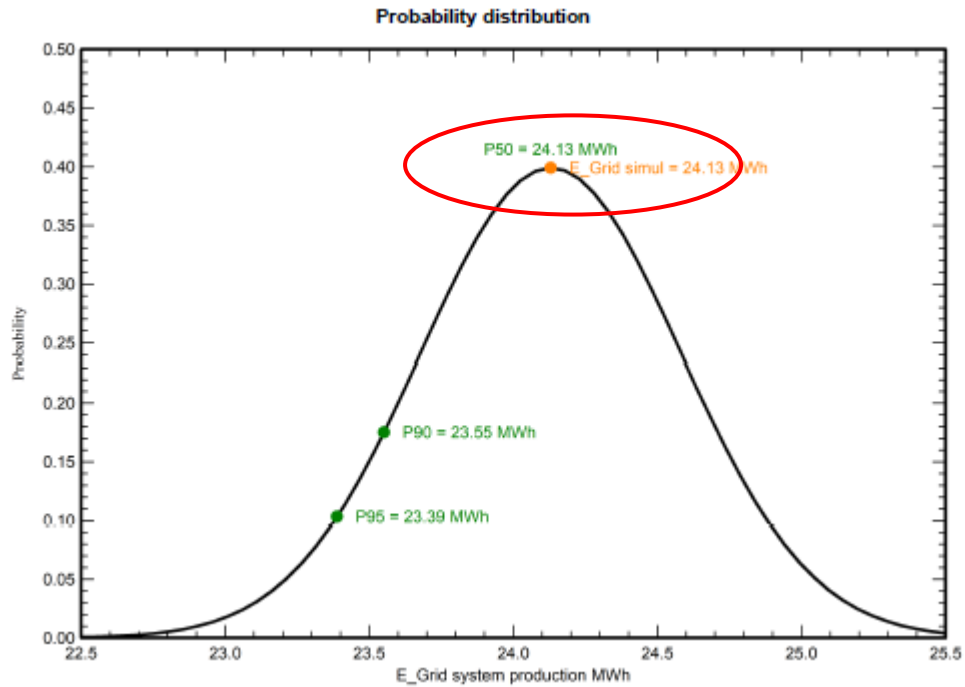


GRÁFICO 4 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

3.3.DIMENSIONAMIENTO DEL SGDA

$$\begin{aligned} \text{Capacidad Máxima a Instalar} &= \frac{\text{DEMANDA DE ENERGÍA ANUAL}}{\text{FACTOR DE PLANTA} * 8760} = \frac{998.340.00 \text{ kWh}}{0.16 * 8760} \\ &= 712.28 \text{ kW} \end{aligned}$$

Sin embargo, la planta instalada es de **16KW**.



GRÁFICO 5: ESTIMACIÓN DE ENERGÍA CNEL

3.4.DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

La planta solar está conformada por **36 paneles solares**, y un total de **1 inversores de 16kW**.

3.4.1. PANELES FOTOVOLTAICO

Los módulos solares instalados corresponden al modelo **Monocrystalline PV Module CHSM72M-HC** de la marca **ASTROENERGY**, con una potencia individual de 550Wp, el proyecto cuenta con **36 módulos solares**.

540~555W

RANGO DE POTENCIA

0~+3%

TOLERANCIA DE POTENCIA

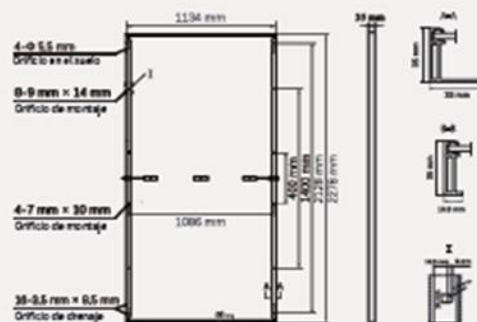
21,5%

EFICIENCIA MÁX. DEL MÓDULO

≤ 2,0%DEGRADACIÓN DE POTENCIA
PRIMERAÑO**≤ 0,55%**DEGRADACIÓN DE POTENCIA
AÑOS 2-25

Especificaciones mecánicas

Dimensiones exteriores (lar. × an. × al.)	2278 × 1134 × 35 mm
Tipo de célula	Monocristalina P type
N.º de células	144 (6*24)
Tecnología del marco	Aluminio anodizado plateado
Grosor del vidrio frontal	3,2 mm
Longitud del cable (Incluido el conector)	En vertical: (+) 350 mm, (-) 250 mm; longitud a medida
Diámetro del cable (IEC/UL)	4 mm ² / 12 AWG
Ⓢ Prueba de carga mecánica máxima	5400 Pa (frontal) / 2400 Pa (trasera)
Tipo de conector (IEC/UL)	HCB40 (estándar) / MC4-EVO2A (opcional)
Peso del módulo	26,9 kg
Unidad de embalaje	31 uds. / caja
Peso de la unidad de embalaje (para contenedor de 40' HQ)	885 kg
Módulos por contenedor de 40' HQ	620 uds. (sujeto al contrato de venta)



Ⓢ Consulte el manual de instalación de módulos de silicio cristalino de Astronergy o póngase en contacto con el departamento técnico.
Prueba de carga mecánica máxima = 1,5 × Carga mecánica máxima en el cálculo de diseño.

Especificaciones eléctricas

STC: Irradiación 1000 W/m², Temperatura de célula 25 °C, AM-1,5

	540	545	550	555
Potencia máxima (P _{mpp} / Wp)	540	545	550	555
Voltaje a máxima potencia (V _{mpp} / V)	41,76	41,93	42,10	42,27
Intensidad a máxima potencia (I _{mpp} / A)	12,93	13,00	13,06	13,13
Voltaje en circuito abierto (V _{oc} / V)	49,70	49,90	50,10	50,30
Intensidad en cortocircuito (I _{sc} / A)	13,72	13,81	13,90	13,98
Eficiencia del módulo	20,9%	21,1%	21,3%	21,5%

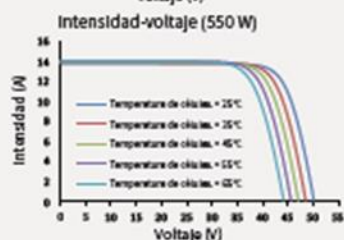
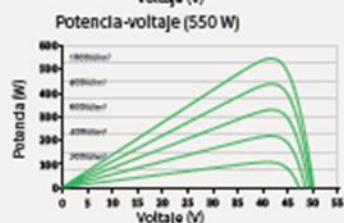
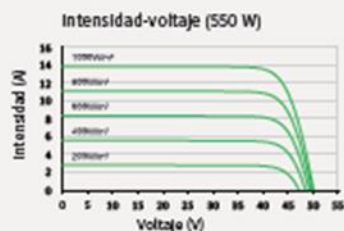
NMOT: Irradiación 800 W/m², Temperatura ambiente 20 °C, AM-1,5, Velocidad del viento 1 m/s

	540	545	550	555
Potencia máxima (P _{mpp} / Wp)	403,5	407,3	411,0	414,8
Voltaje a máxima potencia (V _{mpp} / V)	38,92	39,08	39,24	39,39
Intensidad a máxima potencia (I _{mpp} / A)	10,37	10,42	10,48	10,53
Voltaje en circuito abierto (V _{oc} / V)	46,97	47,16	47,34	47,53
Intensidad en cortocircuito (I _{sc} / A)	11,13	11,20	11,27	11,35

Valores nominales de temperatura (STC)

		Parámetros de operación	
Coefficiente de temperatura (P _{mpp})	-0,34%/°C	N.º de diodos	3
Coefficiente de temperatura (I _{sc})	+0,04%/°C	Grado IP de caja de conexiones	IP 68
Coefficiente de temperatura (V _{oc})	-0,25%/°C	Intensidad nominal de fusible en serie	25 A
Temperatura de operación nominal del módulo (NMOT)	41 ± 2 °C	Voltaje máximo del sistema (IEC/UL)	1500V _{DC}

Curva



© Chint New Energy Technology Co., Ltd. Se reserva el derecho de interpretación final. Póngase en contacto con nuestra empresa para consultar la versión más reciente con fines de contratación. En caso de divergencias, prevalecerá la versión inglesa.
<https://www.astronergy.com>

302306

3.4.2. INVERSORES

INVERSOR 16KW



Para la conversión de corriente continua DC en corriente alterna AC, se usará **1 INVERSORES** de la marca CHINT POWER SYSTEM de 16KW modelo: CPS SCA16KTL-T1/SA. Los inversores residenciales proporcionan instalaciones con alto rendimiento, aporta para disminuir de manera eficiente la inversión inicial de todo el sistema, pues posee un sistema de enfriamiento por convección natural y no cuenta con una pantalla evitando así el derrame de pixeles al estar expuesta al sol.

GRÁFICO 1: MODELO INVERSOR

Model Name	CPS SCA18KTL-T1/SA	CPS SCA18KTL-T1/SA
DC Input		
Max. DC Voltage	800Vdc	
MPPT Operating Voltage Range	180-750Vdc	
Start Voltage	250Vdc	
Rated DC Voltage	360Vdc	
Number of MPPT	2	
Number of DC Connection Sets per MPPT	3	
Max. input current per MPPT	40.5A/40.5A	
Max. DC short-circuit current per MPPT	45A/45A	
DC Disconnection Type	Integrated Switch	
AC Output		
Rated AC Power	16kW	18kW
Max. AC Power	18kVA	20kVA
Rated AC Voltage	220V	
Rated AC Voltage Range	150V-300V(Adjustable)	
Grid Connection Type	3Φ / N / PE	
Max. AC Current	42A	48A
Grid Frequency	50/60Hz	
Grid Frequency Range	45-55/55-65Hz	
Power Factor (cosφ)	±0.8(adjustable)	
Current THD	< 3%	
AC Disconnection Type	-	
System Data		
Topology	Transformerless	
Max. Efficiency	97.3%	
Euro Efficiency	98.3%	
Consumption at Standby/Night	< 6W/1W	
Protection		
DC reverse connection protection	Yes	
AC short circuit protection	Yes	
Leakage current protection	Yes	
Grid monitoring	Yes	
Ground fault monitoring	Yes	
Surge Protection	DC Type II / AC Type II	
Environment Data		
Ingress Protection	IP65	
Cooling Method	Cooling Fans	
Operating Temperature	-25°C to +60°C	
Ambient Humidity	0 - 100%, Non-condensing	
Altitude	4000m	
Display and Communication		
Display	LED + APP(Bluetooth)	
Communication	RS485(Standard) / Wi-Fi & 4G (Optional)	
Mechanical Data		
Dimensions (W*H*D)	555 * 446 * 270mm	
Weight	41kg	
DC Connection Type	MC4	
AC Connection Type	Plug and play connector	
Safety		
Certifications	EN 61000-8,EN/IEC 62109,IEC 61727/62116	

TABLA 1: FICHA TÉCNICA INVERSOR 16kW

3.4.3. DISTRIBUCIÓN PANELES POR INVERSOR

La agrupación de paneles se realiza en “Strings” o “Cadenas” **9 Paneles en serie, teniendo un total de 4 strings. El inversor está constituido por 36 paneles**, como se muestra en la figura siguiente:

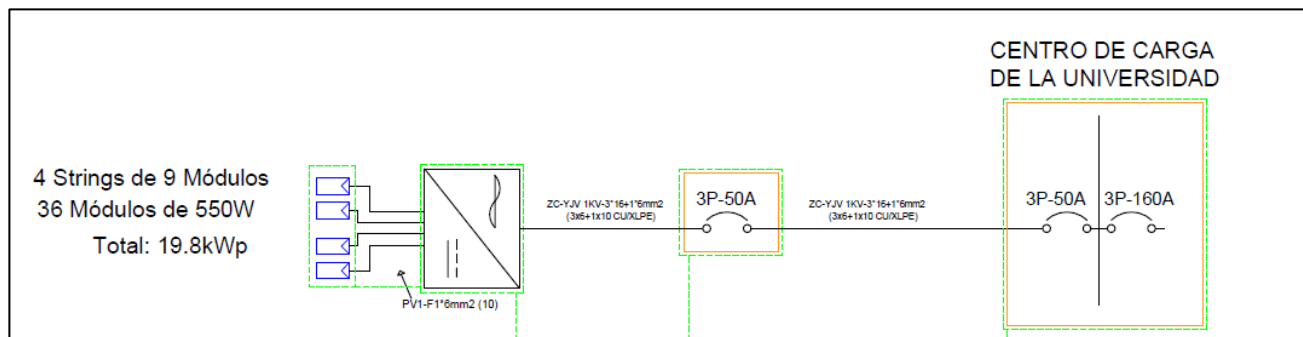


GRÁFICO 8: DIAGRAMA UNIFILAR CONEXIÓN

3.4.4. TABLERO DE PROTECCION DC

Cada string o cadena de paneles solares llega a un tablero de conexión que contiene portafusibles con un fusible de 20 A cada uno.

3.4.5. TABLERO DE PROTECCIÓN AC

El inversor tendrá su protección en un tablero principal de 50A.

3.4.6. CONDUCTORES DC

Los conductores a utilizar son flexibles y con una sección adecuada para evitar las caídas de tensión y calentamientos. Deben de ser resistentes a intemperie. En la parte de corriente continua, la sección a utilizar debe ser la suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1.5%.

Los valores de corrientes y voltajes máximo de strings son las siguientes:

STC	Isc	13.90A
	Impp	13.06 A
	Vmpp	42.1 V
	Voc	50.10 V
NOCT	Isc	11.20 A
	Impp	10.42 A
	Vmpp	39.08V
	Voc	47.16 V

Inversores de 16kw	
N° serie (max)	9
I _{max} String	13.06 A
V _{ppm} max	378.9

TABLA 2: DATOS DE STRING.

Cable model	Conductor cross-section (mm ²)	Approximate outer diameter (mm)	Approximate Copper index (kg/km)	Approximate Weight (kg/km)	Current carrying capacity (A)		
					Single cable free in the air	Single cable on a surface	Two loaded cables touching on a surface
PV1-F	2.5	5.1	21.0	44.1	41	39	33
PV1-F	4	5.5	32.2	57.8	55	52	44
PV1-F	6	6.4	51.5	82.9	70	67	57
H1Z2Z2-K	2.5	5.5	21.0	48.7	41	39	33
H1Z2Z2-K	4	5.9	32.2	62.7	55	52	44
H1Z2Z2-K	6	6.8	51.5	88.6	70	67	57
H1Z2Z2-K	2x2.5	5.5x11.5	42.0	98.0	41	39	33
H1Z2Z2-K	2x4	5.9x12.3	64.4	126	55	52	44
H1Z2Z2-K	2x6	6.8x14.1	103	178	70	67	57

Ambient temperature :60°C Max. conductor temperature :120°C

TABLE 3: CABLE SOLAR PV1-F 6MM2

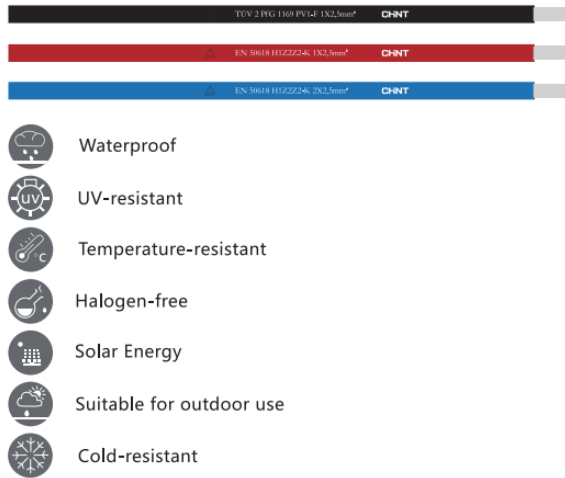


TABLE 4: CABLE SOLAR PV1-F 6MM2 SOLAR

3.4.7. CONDUCTORES TIERRA

Todos los equipos Paneles Solares, e Inversores están conectados a tierra mediante un **cable calibre #10**, para la protección de los equipos, principalmente los inversores que son dispositivos con tarjetas electrónicas.

4. PROTECCIONES ELÉCTRICAS

4.1.OPTIMIZADOR DE POTENCIA MPPT

Los optimizadores de potencia son transformadores DC-DC que maximizan la potencia de la instalación ya que obliga trabajar a los paneles en su punto máximo de potencia (MPPT), regulan el voltaje de salida tratando de mantenerlo constante y en condiciones de falla ofrece condiciones de seguridad donde actúan con un aislamiento galvánico (desacoplamiento) y con esto reduce el voltaje de salida de los paneles en 1 V lo cual hace que las corrientes de cortocircuito I_{sc} sean mínimas.

- El optimizador de potencia hará que el sistema trabaje a 1 V en las siguientes condiciones:
- En condiciones de falla
- Si los optimizadores están desconectados del Inversor
- Si el switch del inversor se encuentra apagado
- Si el switch de seguridad está apagado
- Si el disyuntor AC está apagado

4.2.DETECCIÓN ANTI ISLA (AUSENCIA DE RED DE CNEL)

Los inversores incluyen detección de isla involuntaria según lo exige UL 1741/IEEE 1547. El inversor realizará continuamente perturbaciones bidireccionales en la frecuencia de la corriente de salida mediante la inyección de una pequeña cantidad de potencia reactiva para detectar una posible condición de isla. Si la red es estable, estas pequeñas perturbaciones tendrán efectos insignificantes en la frecuencia de voltaje del sistema. Sin embargo, en una condición de isla, los cambios en la potencia reactiva obligarán a la frecuencia del voltaje del sistema a desviarse significativamente, lo que provocará que el inversor deje de funcionar y se desconecte de la red.

4.3.PROTECCIONES EN AC /DC

Para la protección y desconexión de cada uno de los inversores a las barras se utilizaron breakers trifásico **3P-50 AMP**, corriente de ruptura de 6KA marca Chint Power System.



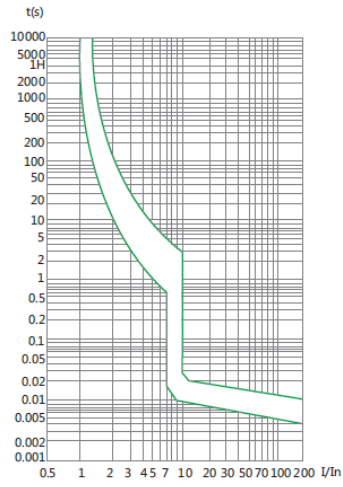
GRÁFICO 9: BREAKER CHINT 3P-50A

Y la protección en DC se la realiza mediante **fusible en cada línea de la bajante de paneles solares de 15A**. Los seccionadores DC de 20A son parte del equipo inversor. Por seguridad y para facilidad del mantenimiento, en el string Box debe de considerarse un elemento seccionador redundante al existente en el inversor (NEC 690), se empleará el seccionador **NB1-63DC 2P C20A DC500V 6kA(R)**.



GRÁFICO 10: FUSIBLE - PROTECCIÓN DC 1000V y SECCIONADOR NB1-63DC 2P C20A DC500V 6kA(R).

5.5 Curves shown in Figure 1



5.6 Wiring: Apply to 25 mm² wire connection terminals
Tightening torque 2.5N·m

Rated current In (A)	Copper wire nominal cross sectional area(mm ²)
1-6	1
10	1.5
13,16,20	2.5
25	4
32	6
40,50	10
63	16

5.7 Each pole power consumption of the circuit breaker

Rated current In (A)	Each pole maximum power consumption(W)
1-10	2
13-32	3.5
40-63	5

5. SISTEMA DE MONITOREO REMOTO

Los inversores cuentan con un sistema de monitores propio de CPS, en el que se registra la producción de energía diaria, mensual y anual de la planta fotovoltaica. Esto se puede monitorear a través de la aplicación CHINT CONNECT o el portal <https://solar.chintpower.com/#/dashboard/overview>.



GRÁFICO 10: ENTORNO GRÁFICO MONITOREO INVERSORES

6. UBICACIÓN DE MEDIDOR Y TRANSFORMADOR EXISTENTE

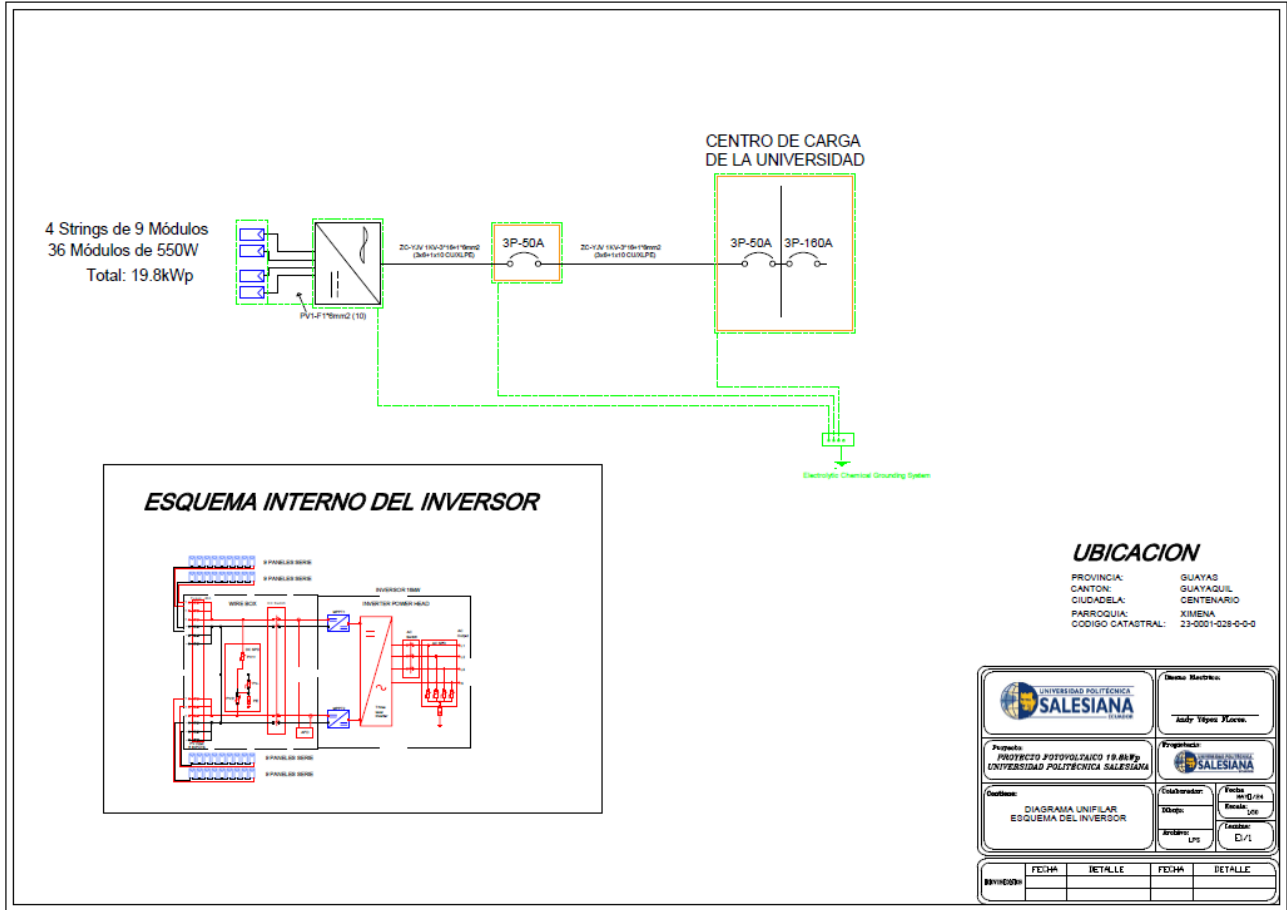
El medidor está ubicado en la parte frontal de la residencia y está abastecido por un transformador de 75kVA.



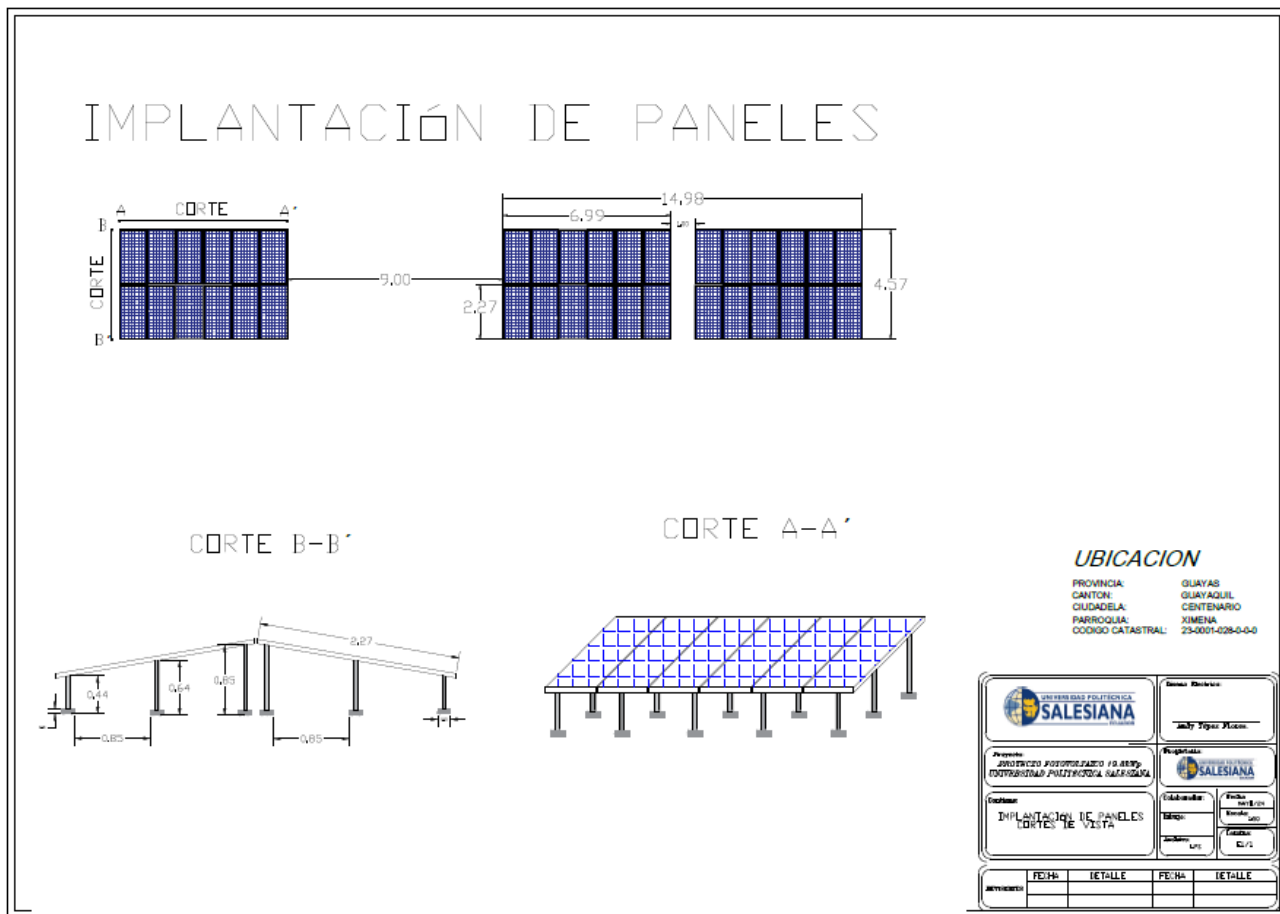
GRÁFICO 11: MEDIDOR Y TRANSFORMADOR EXISTENTE

7. Anexos

1. DIAGRAMA UNIFILAR



2. IMPLANTACIÓN PANELES CUBIERTA



.....

Ing. ANDY YEPEZ FLORES

REFERENCIAS O BIBLIOGRAFÍAS

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2021). *RESOLUCIÓN*

Nro. *ARCERNNR -001/2021* . Obtenido de *ARCERNNR*:
<https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/03/Resolucion-ARCERNNR-001-2021.pdf>

Alusin Solar. (09 de Enero de 2020). *Principales componentes de una instalación fotovoltaica*. Obtenido

de *Alusinsolar SolarStructures*: <https://alusinsolar.com/principales-componentes-de-una-instalacion-fotovoltaica/>

Armijos Sigüenza, K. I., & Cabrera Vidal, J. G. (07 de Diciembre de 2020). *Implementación de un Sistema*

Fotovoltaico de 600w para alimentación del laboratorio de metrología. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis / Grado:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19591>

BUNUEL, S. R. (11 de DICIEMBRE de 2023). *SOLFY*. Obtenido de Buñuel, S. R. (2023, diciembre 11).

Historia Del Panel Solar: ¿cómo Nació YCuál Ha Sido Su Evolución? - Solfy.net. Solfy.net.
<https://solfy.net/placas-solares/historia-del-panel-solar-como-nacio-y-cual-ha-sido-su-evolucion/>

Francovich, G. (14 de Junio de 2023). *Ecuador trabaja en tres proyectos de regulación para impulsar la*

generación distribuida. Obtenido de *Revista Energía Estratégica*:
<https://www.energiaestrategica.com/ecuador-trabaja-en-tres-proyectos-de-regulacion-para-impulsar-la-generacion-distribuida/>

GEESOL RENOVABLES. (22 de DICIEMBRE de 2023). Obtenido de *Renovables, G.* (2023, 22

diciembre). ¿Dónde se pueden instalar paneles solares? - Instalaciones Fovovoltaicas. Instalaciones Fovovoltaicas.
<https://www.geesol.com/donde-se-pueden-instalar-paneles-solares/#:~:text=Techos%20residenciales%3A%20Como%20decimos>

Gi-Power New Energy Co. (12 de Enero de 2021). *AE SOLAR ALTERNATIVE ENERGY*. Obtenido de
AE SOLAR ALTERNATIVE ENERGY: <https://es.enfsolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/11243>

Google Maps. (22 de Junio de 2023). *Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil, Campus Centario*. Obtenido de Google Maps:
<https://www.google.com.ec/maps/place/Universidad+Polit%C3%A9cnica+Salesiana+-+Guayaquil/@-2.220199,-79.8871801,19.5z/data=!4m6!3m5!1s0x902d6e4fced73235:0xb76f5008ec6c4345!8m2!3d-2.2201494!4d-79.8866849!16s%2Fg%2F1hc6d1px9>

Green Cloud. (23 de Septiembre de 2022). *Batería MPG12V100F*. Obtenido de GreenCloud Solar - Led:
<http://greencloud.pk/product/narada-12v-100ah-polymer/>

HiPower. (22 de junio de 2022). Obtenido de <https://blog.hipowercr.com/que-es-y-como-funciona-un-sistema-hibrido-de-energia-solar#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20sistema%20h%C3%ADbrido,de%20paneles%20solares%20y%20bater%C3%ADas>.

Íñiguez Morán, V., Villa Ávila, E., Ochoa Correa, D., Larco Barros, C., & Sempértegu Álvarez, R. (01 de Enero de 2023). Estudio de eficiencia energética de una bicicleta eléctrica urbana cargada con una estación de carga solar fotovoltaica autónoma y su cumplimiento con la regulación ecuatoriana No. ARCERNR – 002/20. *INGENIUS Revista de Ciencia y Tecnología*, págs. 46-57. doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n29.2023.04>

Martínez Barrera, L. M., & Quito Jara, H. P. (18 de Mayo de 2022). *Gestión de la demanda para la recarga de vehículos eléctricos aplicada a la regulación ecuatoriana con generación solar*

fotovoltaica. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis / Grado: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22604>

Morán Carabajo, C. E., & Villa Villa, B. F. (12 de Septiembre de 2022). *Comportamiento de un sistema fotovoltaico aislado en presencia de irradiación solar y artificial*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis / Grado: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23574>

Rivera Galarza, L. A., & Ordoñez Garzón, C. J. (Marzo de 2021). *Diseño de un arreglo fotovoltaico para la iluminación interior de viviendas de la Comuna MASA 2 – Golfo De Guayaquil*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana / Tesis / Grado: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20326>

Solar Top Store. (28 de Enero de 2021). *Controlador MPPT Victron Energy*. Obtenido de SOLAR TOP STORE: <https://www.solartopstore.com/collections/victron-bluesolar-mppt/products/victron-bluesolar-mppt-100-50>

Sun Supply. (02 de Julio de 2021). *Componentes de un sistema de energía solar*. Obtenido de Sun Supply: <https://www.sunsupplyco.com/componentes-de-un-sistema-de-energia-solar/>

UABDIVULGA. (20 de JULIO de 2021). Obtenido de De Barcelona, U. A. (s. f.). Energías renovables, una publicación digital en formato breve para hacer divulgación. UABDivulga Barcelona Investigación E Innovación. <https://www.uab.cat/web/detalle-noticia/energias-renovables-una-publicacion-digital-en-form>

UNITED NATIONS, S. F. (s.f.). Obtenido de United Nations. (s. f.). ¿Qué son las energías renovables? | Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>

Usman, M. (Mayo de 2020). *Sistemas Solares Fotovoltaicos Usando PVsyst*. Obtenido de Fiverr: <https://www.fiverr.com/eosman/solar-pv-design-using-helioscope-simulations>

Victron Energy. (28 de Junio de 2023). *Inversor Phoenix 12 / 1200*. Obtenido de VICTRON ENERGY

BLUE POWER: <https://www.victronenergy.com/es/inverters/phoenix-inverter-vedirect-250va-800va>

X, E. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es un sistema fotovoltaico on grid y off-grid? (s. f.). Enel X.

<https://www.enelx.com/cl/es/preguntas-y-respuestas/que-es-un-sistema-fotovoltaico-on-grid-y-off-grid>