



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**ANÁLISIS DE COSTOS ENERGETICOS DE UN SISTEMA  
FOTOVOLTAICO, COMPARANDO REGULADORES MPPT Y PWM PARA  
LA GENERACIÓN Y CONTROL DE ENERGIA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

**AUTORES:**

XAVIER ANTONIO PARRALES PAREDES

JESÚS VINICIO ORTEGA ORTEGA

**TUTOR:** ING. JOSE ROBERTO JAIME CARRIEL, MSc

Guayaquil-Ecuador

2022

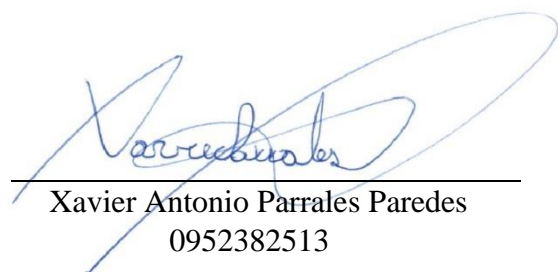
## **CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TIULACIÓN**

Nosotros, Xavier Antonio Parrales Paredes con documento de identificación N° 0952382513 y Jesús Vinicio Ortega Ortega con documento de identificación N° 0921230926 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 5 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Xavier Antonio Parrales Paredes  
0952382513



---

Jesús Vinicio Ortega Ortega  
0921230926


**CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

Nosotros, Xavier Antonio Parrales Paredes con documento de identificación No. 0952382513 y Jesús Vinicio Ortega Ortega con documento de identificación No. 0921230926, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “ANÁLISIS DE COSTOS ENERGÉTICOS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, COMPARANDO REGULADORES MPPT Y PWM PARA LA GENERACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA”, el cual ha sido desarrollado para optar por 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, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 5 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Xavier Antonio Parrales Paredes  
0952382513



---

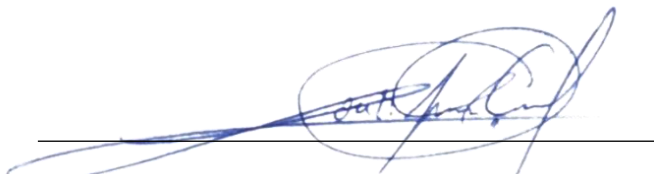
Jesús Vinicio Ortega Ortega  
0921230926

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, José Roberto Jaime Carriel, con documento de identificación N° 09911477776, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “ANÁLISIS DE COSTOS ENERGÉTICOS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, COMPARANDO REGULADORES MPPT Y PWM PARA LA GENERACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA”, realizado por Xavier Antonio PARRALES PAREDES con documento de identificación N° 0952382513 y Jesús Vinicio ORTEGA ORTEGA documento de identificación N° 0921230926, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 5 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Ing. José Roberto Jaime Carriel, MSc.

1713338158

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a:

A mi madre a mi padre, quienes dieron mucho tiempo y esfuerzo para formarme y guiarme hasta lograr cumplir mi meta de ser un profesional.

Finalmente dedico también este logro al niño que algún día fui, que anhelaba y soñaba cumplir la meta de ser un profesional para poder ayudar a todos sus seres queridos.

**Xavier Antonio Parrales Paredes**

Dedico esta tesis a:

A mis padres que me formaron como persona y su aliento nunca me falló y me hizo seguir adelante. Gracias a mi pareja e hija por su apoyo incondicional y por hacer realidad mis sueños.

**Jesús Vinicio Ortega Ortega**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, a mis padres, Antonia y Xavier y a mi hermana, Doménica por toda la ayuda moral, espiritual y económica que me brindaron durante todos mis procesos estudiantiles, por ser mi soporte principal y darme la fuerza para nunca rendirme.

Agradezco a mis amigos y compañeros María José, Oscar, Mariela, Jesús y Angeline por la ayuda brindada durante cada semestre.

**Xavier Antonio Parrales Paredes**

Agradezco a Dios por bendecirme en la vida, por guiarme a lo largo de esta trayectoria Universitaria.

Gracias a mis padres: Jorge y Orfa, por ser los principales protagonistas de este logro, por los consejos, valores y principios inculcados.

Agradezco a todos mis docentes de la carrera, por compartir sus enseñanzas a lo largo de mi trayectoria en la Universidad Politecnica Salesiana.

Mis agradecimientos también están dedicados a mis compañeras Sara, Angeline por el apoyo y guía brindada.

A mi compañero de tesis Xavier, que a lo largo de mi etapa universitaria se ha convertido en un amigo incondicional. Le doy gracias por el arduo trabajo que realizamos en este proyecto de titulación.

**Jesús Vinicio Ortega Ortega**

## RESUMEN

El proyecto tiene la finalidad de diseñar e implementar un módulo didáctico para representar el sistema solar fotovoltaico utilizando dos diferentes tipos de reguladores con el fin de establecer un análisis para mejorar la generación y control de energía.

La transición mundial actual de producción de energía a energías renovables es un tema prioritario en la agenda energética, la energía es un elemento central de la inversión, la innovación, el desarrollo industrial y el crecimiento económico. Uno de los métodos de generación de energía utilizando la energía solar como elemento básico es a través de los sistemas solares fotovoltaicos, cuya producción ha aumentado mucho en módulos fotovoltaicos, este tipo de sistemas demuestran ser prometedores, cada vez con mayor eficiencia y menor costo, por lo tanto, esta tecnología se usa en la actualidad. [1]

Por ello lo esencial es el análisis de potencia de los controladores para mostrar el almacenamiento de energía diaria y realizar la comparación de la eficiencia de estos al momento de la captación de radiación, se realizará la validación de datos empleando el software PVsyst que proporciona un análisis del sistema y la producción de energía por medio de las características de los equipos del módulo. Como propósito adicional, se demostrará la función de del sistema solar y como la energía alternativa es viable para su implementación en lugar de la energía convencional.

**Palabras claves:** Energías renovables, Sistema solar fotovoltaico, Energía Solar, Módulo Didáctico, Control de Energía, Energía Convencional, Software PVsyst.

## ABSTRACT

The project has the objective to design and implement a didactic module to represent the solar photovoltaic system using two different types of controllers in order to establish an analysis to improve the generation and control of energy.

The current global transition from energy production to renewable energy is high on the energy agenda, energy is critical for investment, innovation, industrial development and economic growth. One of the methods of power generation using solar energy as raw material is through solar photovoltaic systems, whose production has greatly increased in photovoltaic modules, these systems are proving to be promising, with increasing efficiency and lower cost, therefore, this technology is currently used. [1]

Therefore, the essential is the power analysis of the controllers to show the daily energy storage and make the comparison of the efficiency of these at the time of radiation harvesting, data validation will be performed using the PVsyst software that provides an analysis of the system and energy production through the characteristics of the module equipment. As an additional purpose, the function of the solar system will be demonstrated and how alternative energy is viable for its implementation instead of conventional energy.

**Keywords:** Renewable energy, solar photovoltaic system, solar energy, training module, energy control, conventional energy, PVsyst software.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	ii
CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA.....	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. CAPITULO I: PROBLEMÁTICA.....	1
1.1. Título.....	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Problemática .....	1
1.4. Justificación.....	2
1.5. Delimitación .....	2
1.6. Beneficiarios .....	3
1.7. Objetivos .....	3
1.7.1. Objetivo General .....	3
1.7.2. Objetivos Específicos .....	3
1.8. Marco Metodológico.....	4
2. CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEORICA .....	5
2.1. Energías alternativas.....	5
2.1.1 Energías alternativas en el Ecuador .....	5
2.1.2 Energía Solar .....	6

2.1.3 Radiación Solar.....	6
2.2. Sistemas Fotovoltaicos .....	7
2.2.1 Características de los Sistemas Fotovoltaicos .....	7
2.3. Tipos de Sistemas Fotovoltaicos .....	8
2.3.1 Sistemas Fotovoltaicos sin conexión a la red .....	8
2.3.2 Sistemas Fotovoltaicos con conexión a la red .....	9
2.4. Paneles Solares .....	10
2.4.1 Celdas Fotovoltaicas .....	11
2.5. Batería RITAR 12V 20 AH.....	12
2.6. Controlador o regulador en Sistemas Fotovoltaicos .....	13
2.6.1 Controlador de carga SmartSolar MPPT 75/15 .....	13
2.6.2 Controlador de carga BlueSolar PWM .....	14
2.7. Inversor Phoenix .....	14
2.8. Interruptor automatico magnetotérmico ABB .....	15
2.9. Tomacorriente .....	16
2.10. Luminarias .....	17
2.11. Software PVsyst.....	17
3. CAPITULO III: METODOLOGÍA Y MEDIOS.....	19
3.1. Implementación del módulo didáctico .....	19
3.1.2 Diseño del módulo didáctico.....	19
3.1.3 Listado de Materiales.....	23
3.1.4 Construcción del módulo didáctico.....	24
3.2 Pruebas de funcionamiento .....	27
3.2.1 Prueba de funcionamiento del controlador MPPT 75/15 .....	28
3.2.2 Prueba de funcionamiento del controlador PWM .....	31

3.3 Simulación del Sistema Fotovoltaico de PVsyst .....	33
4. CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS .....	38
4.1. Resultados de la implementación del módulo didáctico .....	38
4.2. Resultados de las pruebas de funcionamiento en los controladores de carga.....	39
4.3. Resultados de la simulación en el software PVsyst.....	45
4.4. Presupuesto .....	48
4.5. Análisis de costo en Kwh: Energía Convencional vs. Energía Solar .....	48
4.6. Análisis de costos y eficiencia de los reguladores de energía: MPPT vs. PWM .	55
5. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	59
5.1. Conclusiones .....	59
5.2. Recomendaciones .....	60
BIBLIOGRAFIA.....	61
ANEXOS .....	63

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Ubicación Universidad Politecnica Salesiana Sede Guayaquil.....	3
<b>Ilustración 2:</b> Desarrollo de la potencia efectiva de 2008 a 2018.....	6
<b>Ilustración 3:</b> Tipos de Radiación Solar.....	7
<b>Ilustración 4:</b> Aplicaciones de los Sistemas Aislados.....	8
<b>Ilustración 5:</b> Sistema Fotovoltaico aislado a la red.....	9
<b>Ilustración 6:</b> Aplicaciones de los Sistemas conectados a la red.....	10
<b>Ilustración 7:</b> Panel Solar.....	11
<b>Ilustración 8:</b> Célula Fotovoltaica.....	12
<b>Ilustración 9:</b> Batería Ritar DC 12-40.....	12
<b>Ilustración 10:</b> Controlador de carga MPPT 75/15.....	13
<b>Ilustración 11:</b> Controlador de carga PWM.....	14
<b>Ilustración 12:</b> Inversor Phoenix.....	15
<b>Ilustración 13:</b> Interruptor ABB.....	16
<b>Ilustración 14:</b> Tomacorriente.....	16
<b>Ilustración 15:</b> Luminaria LED.....	17
<b>Ilustración 16:</b> Vista del software PVsyst.....	18
<b>Ilustración 17:</b> Vista frontal de la estructura del panel fotovoltaica.....	20
<b>Ilustración 18:</b> Vista frontal del soporte de los reflectores.....	21
<b>Ilustración 19:</b> Vista frontal de la metalmecánica del modulo.....	22
<b>Ilustración 20:</b> Modulo didáctico de Energía Renovable.....	23
<b>Ilustración 21:</b> Soporte del panel solar fotovoltaico.....	24
<b>Ilustración 22:</b> Medidas para la metalmecánica del tablero.....	25
<b>Ilustración 23:</b> Vista preliminar de los paneles de.....	26
<b>Ilustración 24:</b> Prueba preliminar de funcionamiento de los equipos.....	26
<b>Ilustración 25:</b> Metalmecánica del Módulo didáctico de Energía Renovable.....	27
<b>Ilustración 26:</b> Prueba de generación del Sistema Fotovoltaico.....	28
<b>Ilustración 27:</b> Pantalla de datos de las condiciones climáticas para el MPPT.....	29
<b>Ilustración 28:</b> Visualización de datos en la aplicación SmartSolar.....	29
<b>Ilustración 29:</b> Pantalla de datos de las condiciones climáticas para el PWM.....	31
<b>Ilustración 30:</b> Angulo Optimo de Inclinación- Software PVsyst.....	33
<b>Ilustración 31:</b> Consumo doméstico diario.....	34
<b>Ilustración 32:</b> Distribución horaria del consumo.....	34
<b>Ilustración 33:</b> Dimensionamiento del conjunto Solar Fotovoltaico-MPPT.....	35
<b>Ilustración 34:</b> Resultados principales de la simulación-MPPT.....	35
<b>Ilustración 35:</b> Dimensionamiento del conjunto Solar Fotovoltaico-PWM.....	36
<b>Ilustración 36:</b> Resultados principales de la simulación-PWM.....	37
<b>Ilustración 37:</b> Conexión interna de los equipos.....	38
<b>Ilustración 38:</b> Modulo didáctico de Energía Renovable.....	39
<b>Ilustración 39:</b> Diagrama de Tensión del panel entregada a los controladores.....	40
<b>Ilustración 40:</b> Diagrama de corriente del panel entregada a los controladores.....	40
<b>Ilustración 41:</b> Diagrama de potencia del panel entregada a los controladores.....	41
<b>Ilustración 42:</b> Diagrama de voltaje que recibe la batería de los controladores.....	42

<b>Ilustración 43:</b> Diagrama de corriente que recibe la batería de los controladores.....	42
<b>Ilustración 44:</b> Diagrama de potencia que recibe la batería de los controladores.....	43
<b>Ilustración 45:</b> Diagrama de voltaje que consume la carga en el sistema alimentado por los controladores.....	43
<b>Ilustración 46:</b> Diagrama de corriente que consume la carga en el sistema alimentado por los controladores .....	44
<b>Ilustración 47:</b> Diagrama de potencia que consume la carga en el sistema alimentado por los controladores.....	44
<b>Ilustración 48:</b> Diagrama de Producción normalizada de energía (MPPT).....	45
<b>Ilustración 49:</b> Diagrama de Producción normalizada de energía (PWM).....	47
<b>Ilustración 50:</b> Diagrama del costo de la tarifa de consumo en 5 años (MPPT) .....	50
<b>Ilustración 51:</b> Diagrama del costo de la tarifa de consumo en 10 años (MPPT) .....	52
<b>Ilustración 52:</b> Diagrama del costo de la tarifa de consumo en 5 años (PWM) .....	53
<b>Ilustración 53:</b> Diagrama del costo de la tarifa de consumo en 10 años (PWM) .....	55
<b>Ilustración 54:</b> Diagrama de consumo de Kw/h Controlador .....	58

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Ventajas y Desventajas de los sistemas fotovoltaicos.....	8
<b>Tabla 2:</b> Listado de Materiales .....	24
<b>Tabla 3:</b> Datos del controlador MPPT 75/15.....	30
<b>Tabla 4:</b> Datos del controlador PWM.....	32
<b>Tabla 5:</b> Resultados principales de la producción de energía (MPPT) .....	46
<b>Tabla 6:</b> Resultados principales de la producción de energía (PWM) .....	47
<b>Tabla 7:</b> Presupuesto del módulo didáctico.....	48
<b>Tabla 8:</b> Presupuesto del sistema fotovoltaico por 5 años (MPPT) .....	49
<b>Tabla 9:</b> Análisis de energía en W/h en los primeros 5 años (MPPT) .....	49
<b>Tabla 10:</b> Diferencia de energía convencional Vs. energía SFV en 5 años (MPPT) ....	50
<b>Tabla 11:</b> Presupuesto del sistema fotovoltaico por 10 años (MPPT).....	51
<b>Tabla 12:</b> Análisis de energía en W/h en los primeros 10 años (MPPT) .....	51
<b>Tabla 13:</b> Diferencia de energía convencional Vs. energía SFV en 10 años (MPPT) ..	51
<b>Tabla 14:</b> Presupuesto del sistema fotovoltaico por 5 años (PWM) .....	52
<b>Tabla 15:</b> Análisis de energía en W/h en los primeros 5 años (PWM) .....	53
<b>Tabla 16:</b> Diferencia de energía convencional Vs. energía SFV en 5 años (PWM) .....	53
<b>Tabla 17:</b> Presupuesto del sistema fotovoltaico por 10 años (PWM) .....	54
<b>Tabla 18:</b> Análisis de energía en W/h en los primeros 10 años (PWM) .....	54
<b>Tabla 19:</b> Diferencia de energía convencional Vs. energía SFV en 10 años (PWM) ...	55
<b>Tabla 20:</b> Generación de energía-Controlador MPPT 75/15 Vs. Controlador PWM ...	56
<b>Tabla 21:</b> Análisis de costo y eficiencia del Controlador MPPT Vs. Controlador PWM .....	57

**INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1:</b> Hoja técnica del panel solar SunLink Pv.....	63
<b>Anexo 2:</b> Hoja técnica de la batería RITAR DC 12-40 .....	65
<b>Anexo 3:</b> Hoja técnica del controlador de carga SmartSolar MPPT 75/15.....	67
<b>Anexo 4:</b> Hoja Técnica del controlador de carga BlueSolar PWM .....	68
<b>Anexo 5:</b> Hoja técnica del inversor Phoenix .....	69
<b>Anexo 6:</b> Plano de las estructuras para paneles solares .....	71
<b>Anexo 7:</b> Plano de la estructura metálica del módulo didáctica de energía renovable ..	72
<b>Anexo 8:</b> Plano de detalle de los paneles del módulo didáctico .....	73
<b>Anexo 9:</b> Reporte del software PVSyst-Controlador MPPT .....	97
<b>Anexo 10:</b> Reporte del software PVsyst-Controlador PWM .....	104

## **1. CAPITULO I: PROBLEMATICA**

### **1.1. Título**

Análisis de costos energéticos de un sistema fotovoltaico, comparando reguladores MPPT y PWM para la generación y control de energía.

### **1.2. Antecedentes**

Actualmente la electricidad se ha convertido en una necesidad por los beneficios que trae, y su falta genera malestar por ser muy utilizada en la vida diaria; luces, tecnología para educación primaria, universitaria y otras funciones. La electricidad se transporta y distribuye fácilmente a través de cables, lo que le permite iluminar áreas remotas, elevando el nivel de vida para el desarrollo económico y social, la comunicación, la educación y los servicios. [2] La radiación solar es la energía emitida por el astro sol, capaz de propagarse en cualquier dirección a través del espacio con la ayuda de ondas electromagnéticas, a esta energía se le denomina motor de los procesos gaseosos de la atmósfera y del clima en general. El objetivo fundamental de los paneles o módulos fotovoltaicos es convertir la luz solar en electricidad, generalmente están protegidos por un panel de vidrio templado en un lado del panel y en el otro lado de la lámina de polímero, los rayos solares atraviesan estas capas hasta que se llegar a las celdas solares.

El software PVsyst ofrece una cartera diversa de todos los componentes necesarios para poder diseñar y dimensionar un sistema de energía solar, para que nuestro sistema funcione de manera correcta y eficiente, se deben considerar los aspectos como son; orientación e inclinación durante la instalación y todos los parámetros y especificaciones de cada elemento o dispositivo incluido en el sistema solar fotovoltaico; controlador de carga, batería, módulo, controlador, consumo de carga, gráfico de potencia, balance y resultados de radiación anual. [3]

### **1.3. Problemática**

Actualmente la carrera de Ingeniería en Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana de la sede Guayaquil, consta con asignaturas que analiza los sistemas eléctricos aplicando energías renovables que actualmente es un tema que se está potenciando a nivel mundial.



Cuando los estudiantes están cruzando las asignaturas relacionadas con energías renovables se ha visualizado la falta de un módulo didáctico en los laboratorios de la Universidad, por ende, no todos los estudiantes tendrán la disponibilidad de realizar una práctica para poder adquirir esos conocimientos que brindan las materias relacionadas con energía renovables.

Se plantea realizar un entrenador fotovoltaico para establecer un análisis en torno a la eficiencia energética generada por cada controlador, para así demostrar el ahorro energético que se presenta aplicando energías renovables como es el uso de paneles solares fotovoltaicos, en el capítulo 4 se expone el análisis en base al precio base de la energía convencional de la red en Kwh y la energía solar fotovoltaica en base a la inversión del sistema fotovoltaico y la potencia generada por el tiempo para obtener el Kwh.

#### **1.4. Justificación**

Debido a la problemática especificada en el ítem anterior al finalizar la implementación del módulo entrenador didáctico aplicando sistemas solares fotovoltaicos, se logrará analizar los costes que se presentan al usar estos sistemas, y se indicará cuál es el tipo de controlador más eficiente para la generación de energía, mediante el MPPT o el PWM y se establecerá las ventajas y desventajas con respecto a la ubicación de los paneles solares siempre tomando en cuenta el estado climático de la zona en la cual será implementado.

#### **1.5. Delimitación**

La ubicación donde se implementará este proyecto y análisis fotovoltaico es en la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL. El módulo de entrenamiento se lo ubicará en el laboratorio de energías renovables, este está ubicado en la segunda planta del edificio E, del campus Centenario.



*Ilustración 1: Ubicación Universidad Politecnica Salesiana Sede Guayaquil*

Fuente: Google Maps

## 1.6. Beneficiarios

Debido a la implementación de este entrenador aplicando sistemas solares fotovoltaico y el análisis que se realizaran por medio de este, harán que estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana, futuros estudiantes de esta o de otras entidades educativas que acudan a visitas técnicas, casas abiertas, cursos prácticos que actualmente realiza la UPS.

## 1.7. Objetivos

### 1.7.1. Objetivo General

Establecer diferencias entre costos de energéticos de un sistema fotovoltaico, comparando reguladores MPPT y PWM para la generación y control de energía.

### 1.7.2. Objetivos Específicos

- Diseñar en AutoCAD el módulo didáctico con el sistema solar fotovoltaico que permitirá realizar los análisis.

- Implementar el módulo de didáctico con el sistema solar fotovoltaico que permitirá realizar los análisis.
- Facilitar a los estudiantes la manipulación, conexión de los equipos en los sistemas solares fotovoltaicos de una manera más factible y práctica.
- Analizar los resultados obtenidos de la energía renovable adquirida por el módulo de entrenador didáctico y comparar con el uso de energías convencionales.
- Comparar sistemas fotovoltaicos por el costo de Kwh generado.

### **1.8. Marco Metodológico**

Para este proyecto técnico del diseño e implementación de un módulo de entrenador didáctico aplicando sistemas solares fotovoltaicos lograr alcanzar los objetivos planteados con éxito se deberá seguir con una metodología cualitativa por las cuestiones y dificultades en las que actualmente se vive por la pandemia, al finalizar el proyecto los nuevos estudiantes se verán beneficiados al poder contar con un módulo didáctico para la comprensión eficaz de los conceptos y teorías que se verán en las asignaturas que conlleven energía renovables.

La técnica de investigación aplicada en este proyecto técnico fue la de conocer la necesidad que tiene la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil en el área de energías renovables al no contar con un módulo didáctico y, por ende, junto con las Autoridades se concretó la ejecución del proyecto de Implementación del módulo entrenador didáctico, otra herramienta que ayudará a los nuevos estudiantes es el conocer el uso potencial del Software PVSyst en el cuál contarán para diseñar un sistema fotovoltaico y comparar resultados teóricos con los prácticos.

## **2. CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEORICA**

### **2.1. Energías alternativas**

Las energías alternativas, tienen la característica de estar disponible nuevamente durante un cierto período natural en una cantidad similar a la cantidad ya gastada; el lapso de tiempo es un orden de magnitud más corto a escala humana. [4]

Ciertos grupos de energía renovable pueden proporcionar electricidad, calor y energía mecánica, y crear combustibles que pueden satisfacer una variedad de demanda de servicios energéticos. Diferentes tecnologías de energía renovable se pueden utilizar en puntos de consumo en áreas rurales y urbanas, mientras que otras se utilizan principalmente en grandes redes. [5]

La energía proporcionada por las tecnologías de energía renovable puede ser [5]:

- Variable e impredecible en diferentes escalas de tiempo
- Variable pero predecible
- Continua
- Controlable

#### **2.1.1 Energías alternativas en el Ecuador**

La fuente de energía primaria más productiva de Ecuador durante 2008-2018 fue el petróleo, con una producción de petróleo crudo que se mantuvo en promedio de 189 millones de barriles entre 2008-2018 y alcanzó un máximo histórico en 2014 con una producción anual de 203 millones de barriles. En cambio, las energías renovables tienen una cuota energética menor. Sin embargo, la producción de esta energía creció un 33% entre 2008-2018, siendo la hidroelectricidad un componente importante. [6]

El sector eléctrico ecuatoriano tiene como objetivo asegurar el suministro eléctrico por medio del desarrollo de fuentes de energía limpia y priorizando el uso de fuentes de energía renovables, especialmente la hidroeléctrica, contribuyendo a diversificar la matriz energética y reduciendo significativamente el consumo de combustibles fósiles.[7]

La producción total de electricidad en Ecuador en el año 2018 fue de 29.243 GWh. La electricidad a partir de energía alternativa es de 21.224,31 GWh, lo que representa el

72,58% del total, la energía no renovable es de 8.019,28 GWh, lo que representa el 27,42%. [7]

En la ilustración 2, se representan la evolución del uso de energías renovables en el periodo de 2008 a 2018.

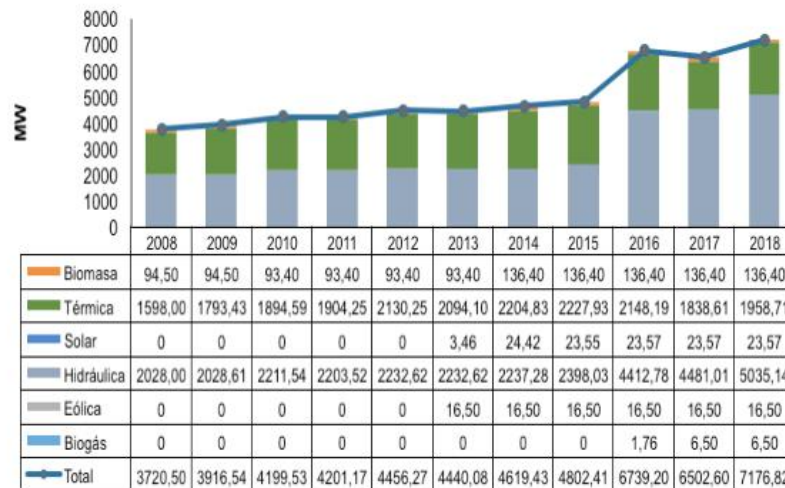


Figura Nro. 1-3: Evolución de la capacidad de potencia efectiva en el SNI periodo 2008-2018

### Ilustración 2: Desarrollo de la potencia efectiva de 2008 a 2018

Fuente: Plan maestro de electricidad

## 2.1.2 Energía Solar

La tecnología solar aprovecha la energía de la radiación que se crea por medio del sol en forma de calor o luz, generan electricidad gracias a las instalaciones fotovoltaicas o mediante energía solar concentrada, generan energía térmica o eléctrica para iluminación directa, son modulares, se pueden utilizar tanto en sistemas de energía centralizados, como se puede utilizar para la energía solar descentralizada, está estrechamente relacionada con la demanda de energía. [5]

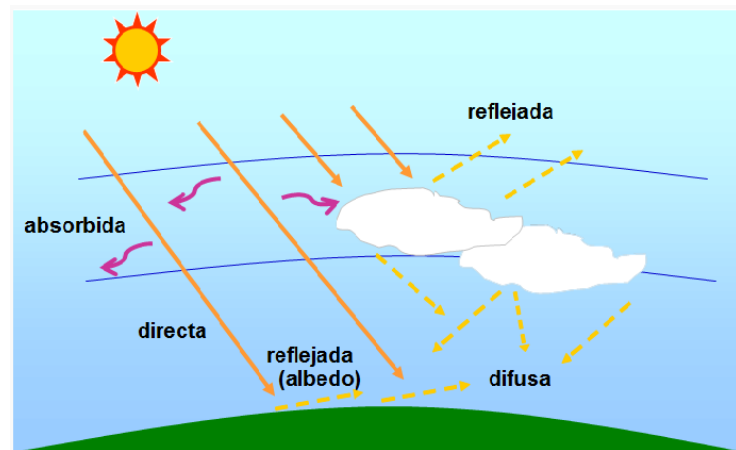
Las tecnologías que utilizan energía solar se pueden dividir en energía solar térmica y generación de energía solar fotovoltaica. [8]

## 2.1.3 Radiación Solar

La primordial fuente de energía para las necesidades energéticas de la Tierra es la radiación solar, produce en promedio el 50% de la energía que el Sol envía a la Tierra. Los rayos del sol se emiten en todas las longitudes de onda, pero son más altos en la región de luz visible, que se mide en unidades de  $W/m^2$ . [9]

La radiación es un parámetro clave para dimensionar un sistema fotovoltaico y hay muchos tipos según las condiciones climáticas y los patrones de emisión de un lugar a otro, existen diversos tipos como [9]:

- Radiación Directa
- Radiación Albedo
- Radiación Difusa
- Radiación Total



**Ilustración 3:** Tipos de Radiación Solar

Fuente: Publicación-Radiación Solar: Factor Clave Para El Diseño De Sistemas Fotovoltaicos

## 2.2. Sistemas Fotovoltaicos

El principal método de aprovechar de forma directa de la energía solar son los sistemas fotovoltaicos, en los que las células solares convierten los rayos del sol en electricidad, conocido como el efecto fotoeléctrico descubierto por Einstein, que consiste en que la luz puede producir electricidad al iluminar determinados aparatos, por lo que es importante conocer la potencia necesaria para la carga y la radiación solar. [9]

### 2.2.1 Características de los Sistemas Fotovoltaicos

La energía solar fotovoltaica tiene ventajas y desventajas tanto técnicas como no técnicas. Las ventajas y desventajas de esta colección a menudo son complicadas. Además, son una tecnología muy fiable. [10]

VENTAJAS
Renovable
Limpia
Inagotable
Producción económica retribuida
modulares y sin parte móviles
subvenciones
DESVENTAJAS
Difícil almacenamiento
No competitiva
Gran inversión económica inicial
Procesos de fabricación de módulos de alto costo

**Tabla 1:** Ventajas y Desventajas de los sistemas fotovoltaicos

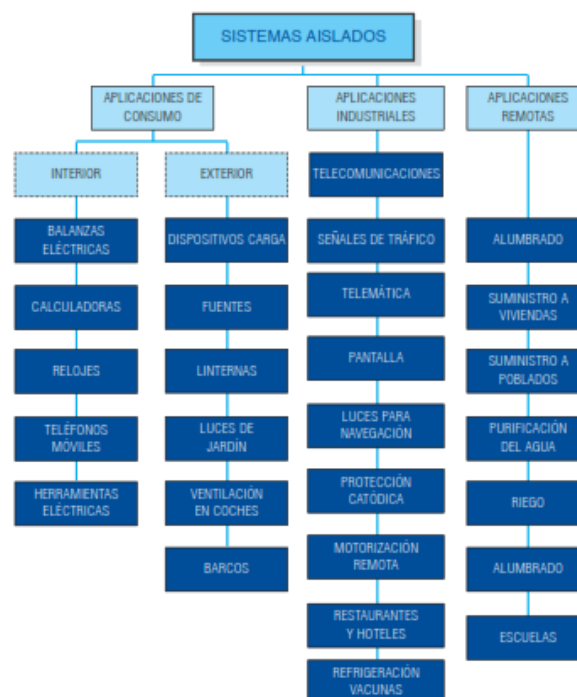
Fuente: Libro-Energía Solar fotovoltaica

### 2.3. Tipos de Sistemas Fotovoltaicos

Las aplicaciones de la energía solar en sistemas presentan dos principales tipos:

#### 2.3.1 Sistemas Fotovoltaicos sin conexión a la red

La energía solar fotovoltaica se considera rentable de generar energía y es la forma más eficiente de suministrar electricidad para diversas aplicaciones, como se muestra en la ilustración 4. [10]



**Ilustración 4:** Aplicaciones de los Sistemas Aislados

Fuente: Libro-Energía Solar fotovoltaica

Estos sistemas requieren muchos componentes comunes de gestión para ser priorizados y gestionados en tiempos de escasez y abundancia, y la instalación de equipos eléctricos fotovoltaicos debe dividirse en cuatro partes principales que deben coordinarse y garantizar su correcto funcionamiento. Como se pueden visualizar en la ilustración 5, estos elementos son un módulo fotovoltaico, un controlador o regulador de carga, una batería y un inversor solar. [11]



**Ilustración 5:** Sistema Fotovoltaico aislado a la red

Fuente: Instalación Solar Fotovoltaica para Vivienda Rural

### 2.3.2 Sistemas Fotovoltaicos con conexión a la red

Una instalación con conexión a la red consiste básicamente en módulos fotovoltaicos que forman un generador fotovoltaico, un inversor que transforma la corriente continua de los paneles en corriente alterna y la suministra a la red; finalmente, un medidor de potencia que alimenta a la red. Estos sistemas se han beneficiado de la creación de esta energía limpia, que permite precios más bajos a medida que crece el mercado, y el rendimiento del sistema se expone en la ilustración 6. [10]





**Ilustración 6:** Aplicaciones de los Sistemas conectados a la red

Fuente: Libro-Energía Solar fotovoltaica

La principal diferencia entre SFV autónomo y un sistema conectado a la red es la ausencia de subsistemas de gestión de batería y carga. Además, en una instalación conectada a la red, el inversor se mantiene en fase con el voltaje de la red. [12]

## 2.4. Paneles Solares

Los módulos fotovoltaicos producen corriente continua (DC) que se puede almacenar directamente en la batería y cuando se extrae electricidad de la batería, está en modo de corriente continua. Para dar servicio a una aplicación de (AC) específica, debe tener un inversor, que es un dispositivo electrónico responsable de convertir la corriente directa en corriente alterna. [13]

El panel de SunLink Pv con una potencia de 150W, se implementa en el módulo didáctico para pruebas en este proyecto y tiene las siguientes características [14]:

- Alta y estable conversión eficiente basada sobre 8 años de experiencia profesional.
- Combinación de alta eficiencia con atractiva apariencia.
- Garantizada fiabilidad elevada 0-+3% tolerancia de salida de poder.
- Garantiza un rendimiento del 90% en 12 años de uso y un 80% en 25 años.

En el anexo 1 se detallan las características eléctricas y térmicas del panel solar.



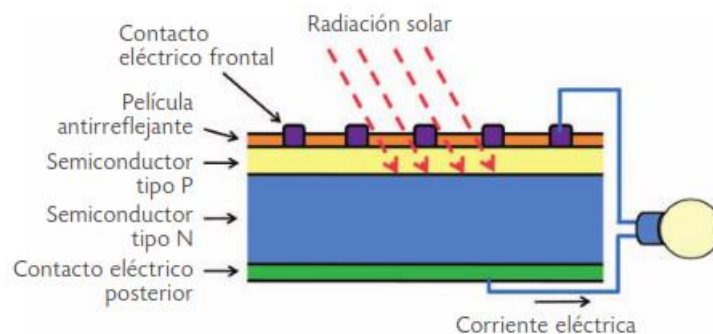
**Ilustración 7:** Panel Solar

Fuente: Hoja técnica de SunLink PV

#### 2.4.1 Celdas Fotovoltaicas

Los dispositivos que transforman la energía solar en electricidad se conocen como celdas fotovoltaicas. La luz que cae sobre dos capas de dispositivos semiconductores crea una tensión o diferencia de potencial entre las dos capas. Este voltaje puede impulsar la corriente a través de un circuito externo para que se pueda generar un trabajo útil. [15]

Para obtener el consumo de corriente, se requiere la producción de uniones  $p-n$ , es decir, la fabricación de semiconductores donde una región está hecha de un semiconductor de tipo  $n$  y la otra de un semiconductor de tipo  $p$ . Este proceso de fabricación no implica pegar un semiconductor  $p$  al  $n$ , pero debe garantizar que la red cristalina del semiconductor no se rompa a medida que se mueve de una región a otra como se presenta en la ilustración 8. [15]



**Ilustración 8:** Célula Fotovoltaica

Fuente: Libro-Energía Solar fotovoltaica

## 2.5. Batería RITAR 12V 20 AH

En los sistemas fotovoltaicos, los acumuladores se utilizan en general como sistemas de almacenamiento de energía que permiten que la carga funcione cuando el propio generador fotovoltaico no puede producir suficiente energía, ya que puede cambiar temporalmente entre el tiempo de producción y el tiempo de consumo. Las baterías se utilizan normalmente en SFV independientes o aislados y rara vez se utilizan en sistemas conectados a la red. [13]

Las baterías RITAR DC tienen una excelente integridad y confiabilidad. Está especialmente diseñado para cargas y descargas cíclicas frecuentes y para descargas profundas repetidas. Adecuado para almacenamiento de energía renovable solar y eólica, energía solar y eólica, equipos médicos y móviles, CATV, equipos médicos, etc. [16]

En la ilustración 9 se muestra la batería a implementar en el proyecto y en el anexo 2, se presenta la hoja de dato del equipo.



**Ilustración 9:** Batería Ritar DC 12-40

Fuente: Hoja técnica- Batería DC 12V40Ah

## 2.6. Controlador o regulador en Sistemas Fotovoltaicos

Para que el sistema fotovoltaico funcione correctamente, se debe instalar un sistema de control de carga en la unión de la celda solar y la batería, el controlador evitará la sobrecarga y la descarga para prolongar la vida útil de la batería. [17]

### 2.6.1 Controlador de carga SmartSolar MPPT 75/15

El controlador MPPT que se observa en la ilustración 10, ubicado en el módulo del proyecto tiene diversas características de configuración como [18]:

- **Battery Life:** La gestión inteligente de la batería regula la condición del funcionamiento de carga y, si es necesario, aumentará el nivel de desconexión de carga día a día hasta que se recopile suficiente energía solar para cargar la batería casi al 100 %, a partir de ese momento, el nivel de deslastre de carga se ajustará para alcanzar una carga cercana al 100 % aproximadamente una vez por semana.
- **Sensor interno de temperatura:** Compensación de absorción y tensión de carga flotante en función de la temperatura.
- **Salida de carga:** La batería está protegida contra descargas excesivas conectando todas las cargas a la salida, se desconecta la carga cuando la batería se descarga a un voltaje preestablecido.
- **Ve Direct:** Para conexión por medio de cables a los productos GX.
- **Batería de carga programable:** En los ajustes se consulta en asistencia y descargas.

En el anexo 3, se presentan todas las características técnicas y de configuración del regulador de carga.



**Ilustración 10:** Controlador de carga MPPT 75/15

Fuente: Hoja técnica-Controladores de carga SmartSolar con salida de carga

### 2.6.2 Controlador de carga BlueSolar PWM

Este controlador PWM que se observa en la ilustración 11, ubicado en el módulo del proyecto que posee varias características de configuración como [19]:

- **Batería de carga programable:** Algoritmo programada para batería AGM y GEL.
- Pantalla fabricada de cristal liquido
- **Salida de carga:** Se puede evitar que todas las cargas sobrecarguen la batería conectando una transferencia de carga que apague la carga cuando la batería se descarga a un voltaje preestablecido.
- Salida USB de 5 V

En el anexo 4, se presentan todas las características técnicas y de configuración del controlador de carga.



**Ilustración 11:** Controlador de carga PWM

Fuente: Hoja técnica-Controlador de carga BlueSolar PWM

### 2.7. Inversor Phoenix

El Inversor Phoenix que se presenta en la ilustración 12, se instala en el módulo didáctico del proyecto tiene varias características de configuración como [20]:

- **Potencia elevada de arranque:** Es necesario accionar las cargas, como interruptores para luces LED o electrodomésticos.
- **Fiabilidad garantizada:** El inversor tiene protección contra cortocircuitos y está protegido contra sobrecalentamiento a alta temperatura ambiente.

- **Eco modo:** Si la carga cae por debajo del valor, el inversor cambia al modo de espera continuo de la carga mínimo de 15W; después de entrar en modo de espera, el convertidor está activo durante un tiempo.
- Ve Direct puerto de comunicación.
- **Transferencia de carga a fuente CA:** Se posee una línea de conmutador de transferencia automática, para que los dispositivos electrónicos funcionen sin interrupción.

En el anexo 5, se muestran todas las características técnicas y de configuración del inversor.



**Ilustración 12:** Inversor Phoenix

Fuente: Hoja técnica- Inversores Phoenix

## 2.8. Interruptor automatico magnetotérmico ABB

Los dispositivos de protección de conmutación automática están protegidos contra sobrecarga y cortocircuito, garantizando así la confiabilidad y seguridad de la operación, tienen dos mecanismos de disparo diferentes: mecanismo de disparo térmico para protección de sobrecarga y disparo electromagnético para mecanismo de protección de sobrecarga. [21]

Los interruptores poseen una serie de características importantes como [21]:

- Amplia y completa línea de interruptores automáticos modulares que cubren diferentes aplicaciones y mercados.
- Exclusivos contactos auxiliares inferiores ahorran espacio y tiempo.
- Conforme a las normas internacionales vigentes, la serie se puede utilizar en todo el mundo.

- Los interruptores automáticos termomagnéticos cuentan con una gran cantidad de accesorios que complementan la función de los interruptores automáticos, no solo como dispositivos de protección, sino también en control remoto y monitoreo.



**Ilustración 13:** Interruptor ABB

Fuente: Catálogo-Productos para Distribución de Energía y Automatización

## 2.9. Tomacorriente

Se pueden encontrar estos en instalaciones eléctricas residenciales para conectar a diversos equipos a la corriente eléctrica, pueden ser simples, dobles, triples. Los circuitos eléctricos alimentan los tomacorrientes a través de las cajas de paso y de los interruptores.[22]



**Ilustración 14:** Tomacorriente

Fuente: Guía práctica para viviendas

## 2.10. Luminarias

Sirven para iluminar el ambiente recibiendo corriente eléctrica y mediante radiación electromagnética pueden generar luz internamente poseen tecnología de diodo emisor de luz. [22]



**Ilustración 15:** Luminaria LED

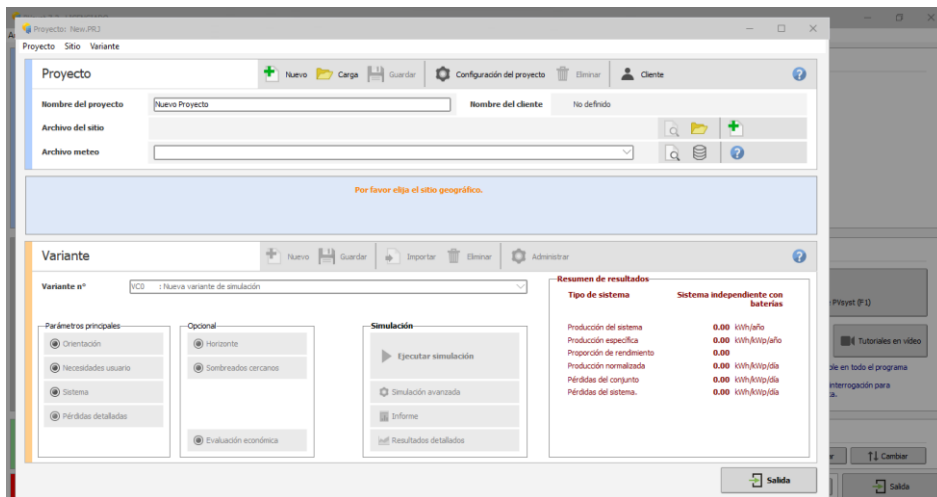
Fuente: Guía práctica para viviendas

## 2.11. Software PVsyst

Esta aplicación Permite explorar, modelar y analizar Información completa sobre el sistema fotovoltaico. Este software Esto le permite medir el tamaño de la reunión por atención la instalación recibió radiación solar dependiendo de la ubicación los datos meteorológicos permiten y tienen en cuenta el modelado 3D la aparición de sombras debido a la imitación del movimiento del sol. [23]

El programa PVsyst tiene una extensa base de datos climática de múltiples sitios y también brinda la capacidad de importar bases de datos climáticas ASCII de varios recursos a los que el usuario tiene acceso. PVsyst describe esta deficiencia en la transmisión de radiación de célula a célula como una función del ángulo de incidencia e involucra componentes de radiación directa y difusa, así como también albedo. [3]





**Ilustración 16:** Vista del software PVsyst

Fuente: Autores

### **3. CAPITULO III: METODOLOGÍA Y MEDIOS**

#### **3.1. Implementación del módulo didáctico**

La intención de ejecutar el proyecto es complementar el aprendizaje teórico de forma práctica sobre energías limpias como lo es la energía solar.

En las siguientes secciones se desglosa las partes para realizar la implementación del módulo didáctico de energía renovable con el fin de obtener los datos necesarios para los análisis planteados.

- Diseño del módulo de energía renovable.
- Construcción de los soportes y piezas del módulo metalmecánico.
- Listado de materiales, equipos y herramientas empleados en la implementación.
- Pruebas de funcionamiento de los equipos del subsistema solar fotovoltaico.
- Simulación del Caso implementado en la prueba de funcionamiento por medio del software PVsyst.

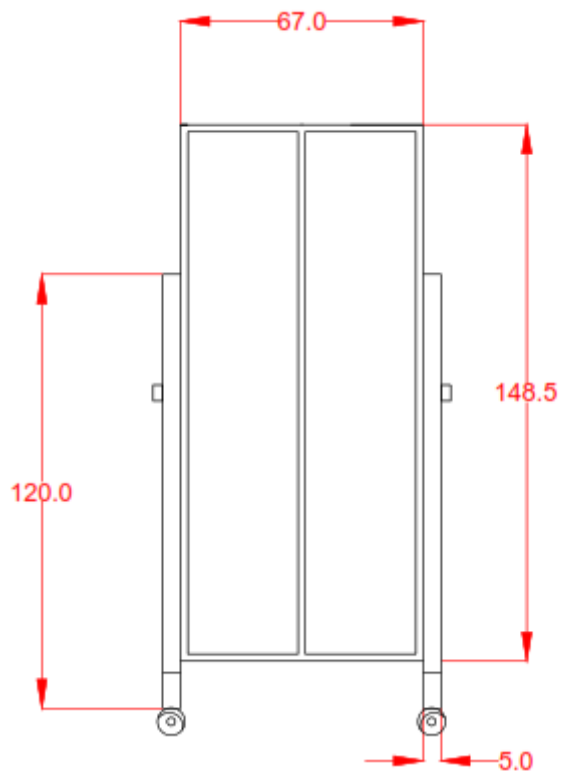
#### **3.1.2 Diseño del módulo didáctico**

Para establecer los lineamientos del diseño del módulo didáctico y los soportes metalmecánicos se utilizaron dos fuentes como referencias.

Para cumplir con características de función y de construcción se empleó como base los módulos entrenadores de energía fotovoltaica de Alecop [24], ya que el objetivo es demostrar cómo opera una instalación solar fotovoltaica.

Para establecer los equipos ubicados en el módulo se optó por seleccionar los cuales puedan ser utilizados en sistemas sin conexión a la red, ya que son los sistemas más sencillos y económicos. La fachada frontal siguió la orientación de los módulos dentro de la Universidad Politécnica Salesiana.

Se diseñó el soporte metálico para el panel solar y los reflectores, los cuales tienen la finalidad de sostener el panel solar fotovoltaico y los reflectores para que sea más conveniente ser transportado de un lugar al otro. De acuerdo a las medidas del panel se diseñó el soporte de 1.20 m de largo y 0.67 m de ancho, con un grosor del tubo de 5 cm para las ruedas inferiores, como se visualiza en la ilustración 17.

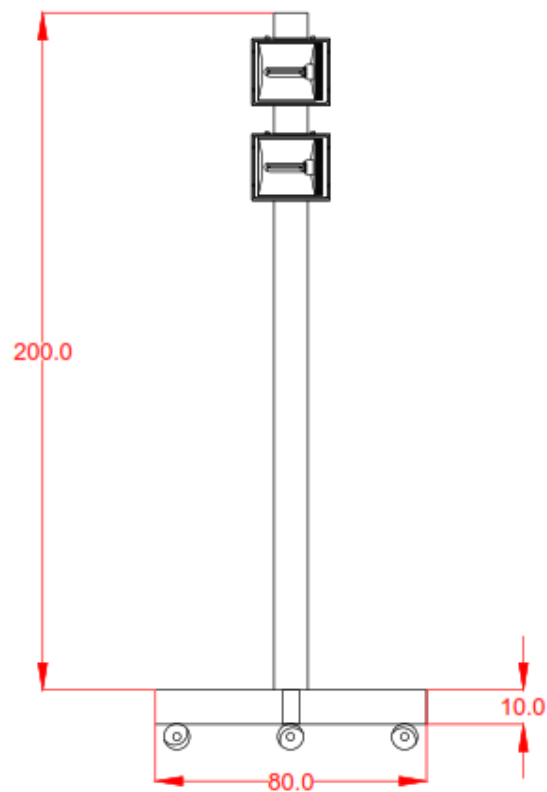


**Ilustración 17:** Vista frontal de la estructura del panel fotovoltaica.

Fuente: Autores

En el anexo 6 se especifican los detalles del diseño del soporte y sus diferentes vistas.

El soporte metálico de los reflectores cuenta con 2 m de largo y 0.8 m de ancha con un grosor de 10 cm en el tubo inferior, el reflector será utilizado como reemplazo de la luz natural para realizar prácticas dentro de las instalaciones de la universidad, que se observa en la ilustración 18.

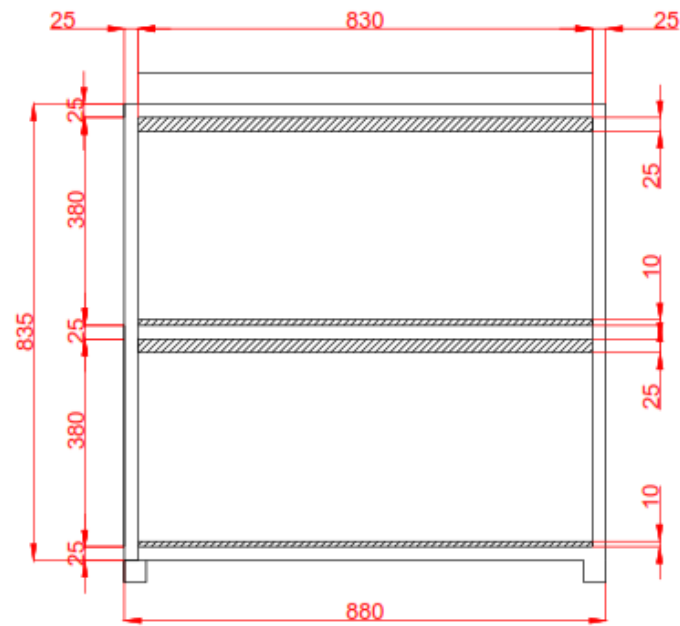


**Ilustración 18:** Vista frontal del soporte de los reflectores

Fuente: Autores

En el anexo 6 se especifican los detalles del diseño del soporte y sus diferentes vistas.

Para establecer las medidas del módulo, se toma como base los equipos designados para ubicarse dentro del tablero, la medida de la plancha lisa de aluminio para la carcasa del tablero es de 2 mm, con medidas de 0.835 m de largo y 0.880 m de ancho, como se visualiza en la ilustración 19.

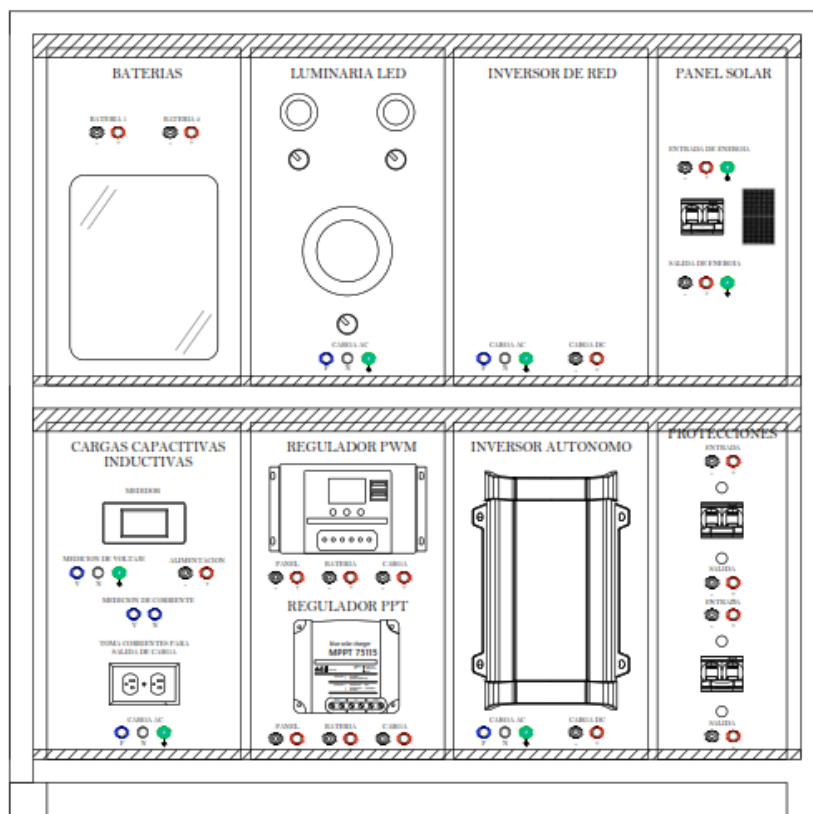


**Ilustración 19:** Vista frontal de la metalmecánica del modulo

Fuente: Autores

En el anexo 7 se especifican los detalles del diseño del soporte y sus diferentes vistas.

Para distribuir las secciones dentro del módulo didáctico se dividió en ocho paneles donde los equipos del sistema solar fotovoltaico están situados y equipos de protección, en el anexo 8 se presentan los detalles de los paneles y sus perforaciones internas. En la ilustración 20 se muestra la implantación para la construcción del módulo didáctico de energía renovable.



**Ilustración 20:** Módulo didáctico de Energía Renovable

Fuente: Autores

### 3.1.3 Listado de Materiales

En la tabla 2 se detallan el listado de materiales, herramientas y equipos que se emplearon para la construcción e instalación final del módulo de energías renovables.

Ítem	Cantidad	Descripción
1	1	Panel Solar SunLink PV SL 110-12P150
2	1	Controlador PWM Victron Energy
3	1	Controlador MPPT Victron Energy 75/15
4	1	Inversor Victron Energy 250 VA
5	1	Inversor micro 200w Smart Grid a red
6	1	Batería RITAR 12-40
7	2	Breakers ABB de 6A CC
8	1	Breaker ABB 15A CC
9	1	Luminaria LED 15 w
10	1	Luminaria Incandescente 60 W
11	1	Tomacorriente
12	2	Selectores
13	1	Medidor de parámetros
14	2	ojos de buey de 25W

15	1	Plancha de aluminio
16	1	Plancha de hierro
17	6	Tubo de acero rectangular
18	10	Pernos
19	1	Pintura Electroestática
20	10	Terminales tipos pin

**Tabla 2:** Listado de Materiales

Fuente: Autores

### 3.1.4 Construcción del módulo didáctico

Se define la construcción del módulo por parte de un sistema con componentes que conforman el sistema solar fotovoltaico; Desde la carcasa metalmecánica hasta la instalación de los equipos.

Según los diseños presentados en el capítulo 3.1.2, se realizó la elaboración de los soportes metalmecánicos y metalmecánica del módulo. Para los soportes del panel solar y reflectores se utilizaron tubos rectangulares de 25 × 50 mm de grosor, según las medidas del diseño se realizaron los cortes y fueron sujetos con pernos M6 de 1”.

En la ilustración 21, se puede visualizar el soporte terminado para sujetar el panel solar fotovoltaico.



**Ilustración 21:** Soporte del panel solar fotovoltaico

Fuente: Autores

Tanto el soporte como el solar fotovoltaico fueron protegidos en su capa superior con una pintura en polvo electrostática.

Para fabricar la carcasa metalmecánica del módulo según las medidas de los planos electricos como se muestra en la ilustración 22, se utilizó una plancha de aluminio lisa con un grosor de 2 mm con medidas de 0.61 m de largo  $\times$  1.22 m de ancho, se realizaron los cortes para las caras laterales y traseras y para la base son 2 tubos cuadrados de grosor de 1 ½”.

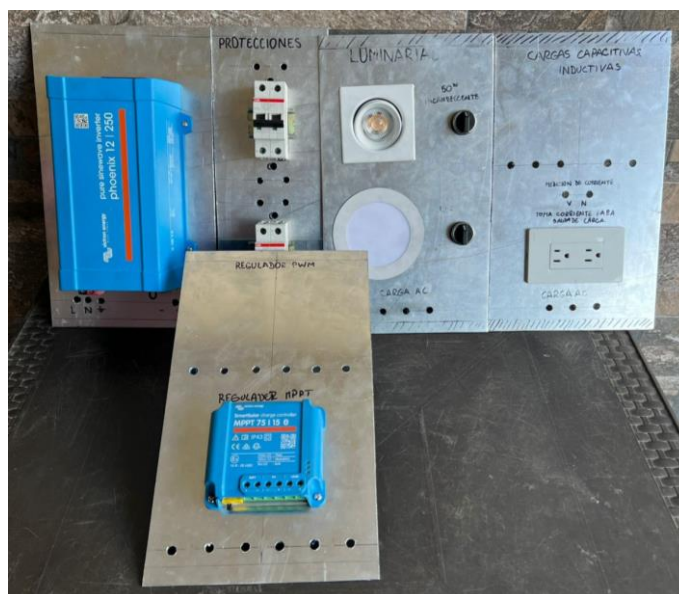


**Ilustración 22:** Medidas para la metalmecánica del tablero

Fuente: Autores

Se cortan las secciones de paneles de los equipos de 0.365 m de largo y 0.21 m de ancho en total son 8 paneles de planchas de hierro de grosor de 1 mm, recubierto de acrílico transparente y se realizaron las perforaciones para sujetar los equipos, como se observa en la ilustración 23.





**Ilustración 23:** Vista preliminar de los paneles de

Fuente: Autores

Para Asegurar una correcta instalación se realizó una prueba de conexión de los equipos para comprobar que puedan trabajar en condiciones adecuadas, como se muestra en la ilustración 24.



**Ilustración 24:** Prueba preliminar de funcionamiento de los equipos

Fuente: Autores

En la ilustración 25 se presenta la metalmecánica final del módulo de energía renovable y los paneles donde se ubicarán los equipos.



**Ilustración 25:** Metalmecánica del Módulo didáctico de Energía Renovable

Fuente: Autores

### 3.2 Pruebas de funcionamiento

En ítem se va a detallar las pruebas de funcionamiento que se aplicaron a los controladores de carga al ser los encargados de regulación del flujo de energía para el sistema fotovoltaico, la finalidad es recopilar datos que van a ser la evidencia de los análisis presentados en el capítulo 4.

Se realizaron diversas pruebas de generación del sistema solar fotovoltaico sin conexión a la red durante 1 semana, en el cual la batería tendría que ser cargada al 100% para alimentar una carga de 15 W representada por una luminaria LED de forma constante, en un periodo de 8 horas para el análisis de comparación entre el sistema puede generar mayor cantidad de energía dependiendo del controlador a implementar.

Se selecciono la lectura de datos del día de menor irradiación solar para exponer el funcionamiento del controlador de modo más eficiente, en la ilustración 26 se presenta la conexión del módulo de energía renovable para representar el caso de estudio.



**Ilustración 26:** Prueba de generación del Sistema Fotovoltaico

Fuente: Autores

### 3.2.1 Prueba de funcionamiento del controlador MPPT 75/15

Se aplico el caso de estudio indicado en el punto 3.2, el controlador MPPT tiene la característica de ampliar su rango de captación de energía para almacenar la mayor cantidad de energía posible, el panel solar de capacidad de 150 W por las condiciones climáticas y el índice bajo de irradiación genero 48 w de energía como se muestra en la ilustración 27, se tomó la lectura de los siguientes parámetros de energía para el análisis:

- Tensión, corriente y potencia entregada por el panel solar al sistema
- Tensión, corriente y potencia entregada por la batería al sistema
- Tensión, corriente y potencia que consume la carga en el sistema



**Ilustración 27:** Pantalla de datos de las condiciones climáticas para el MPPT

Fuente: Autores

El controlador MPPT, tiene la característica de tener Bluetooth integrado en donde se puede visualizar los datos y configuraciones de los datos del controlador de manera remota como se observa en la ilustración 28.



**Ilustración 28:** Visualización de datos en la aplicación SmartSolar

Fuente: Autores

Los parámetros de energía recolectados por el controlador MPPT en un plazo de 8 horas (9:00 am-17:00 pm) son presentados en la tabla 3.










	CONTROLADORES	9:00	9:15	9:30	9:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	
TENSION QUE ENTREGA PANEL (V)	 MPPT	28	28,1	28,1	29,2	28,8	29	29,2	29,1	31,3	32,3	33,8	32,3	32,3	32,5	32,9	32,9	33,4	33,6	33,3	32,9	32,9	32,5	34,6	34,3	33,2	33,2	33,2	33,9	33,6	34	33,6	28,4	28,1	0,7	0	0	
CORRIENTE QUE ENTREGA PANEL AL SISTEMA (A)	 MPPT	1,4	1,4	1,5	2	1,2	1,3	2	2	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,6	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1	0,8	0,1	0	0	
POTENCIAS QUE ENTREGA PANEL AL SISTEMA (W)	 MPPT	39,2	39,3	42,2	58,5	34,6	37,7	58,5	58,2	43,9	45,2	40,6	38,8	38,8	39	52,6	39,5	36,7	40,3	36,6	39,5	36,2	32,5	34,6	34,3	33,2	33,2	39,8	40,7	36,9	37,4	37	28,4	22,5	0,07	0	0	
TENSION QUE ENTREGA LA BATERIA AL SISTEMA (V)	 MPPT	13,3	14,3	12,5	14,3	14,3	14,3	13,3	14,3	12,5	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	13,3	13,7	12	12	0	
CORRIENTE DE LA BATERIA	 MPPT	3,4	1,9	2	1,4	1,8	1,8	3,4	1,9	2	1,4	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,7	1,4	1,4	1,4	1,3	1,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,1	0,4	-1,2	-1,2	0	
POTENCIAS QUE ENTREGA LA BATERIA AL SISTEMA (W)	 MPPT	45,3	27,2	24,9	20	25,7	25,7	45,3	27,2	24,9	20	25,7	25,7	25,7	25,7	24,3	24,3	22,8	22,8	22,8	21,4	24,3	20	20	20	20	18,6	15,7	20	20	20	20	18,6	14,6	5,48	-14,4	-14,4	0
VOLTAJE DE LA CARGA	 MPPT	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4
CORRIENTE QUE CONSUME LA CARGA	 MPPT	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
POTENCIAS QUE CONSUME LA CARGA (W)	 MPPT	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0

Tabla 3: Datos del controlador MPPT 75/15

Fuente: Autores

### 3.2.2 Prueba de funcionamiento del controlador PWM

Se aplico el caso de estudio indicado en el punto 3.2, el controlador PWM es mayormente empleado cuando hay un alto índice de radiación solar ya que dentro de su sistema tiene un rango limitado de captación de energía, el panel solar de capacidad de 150 W por las condiciones climáticas y el índice bajo de irradiación genero 50 w de energía como se muestra en la ilustración 29, se tomó la lectura de los siguientes parámetros de energía para el análisis:

- Tensión, corriente y potencia entregada por el panel solar al sistema
- Tensión, corriente y potencia entregada por la batería al sistema
- Tensión, corriente y potencia que consume la carga en el sistema



**Ilustración 29:** Pantalla de datos de las condiciones climáticas para el PWM

Fuente: Autores

Los parámetros de energía recolectados por el controlador PWM pueden ser visualizados en una pantalla de configuración, en un plazo de 8 horas (9:00 am-17:00 pm) son presentados en la tabla 4.










	CONTROLADORES	9:00	9:15	9:30	9:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45				
TENSION QUE ENTREGA PANEL (V)	 PWM	19,7	20,1	21	23	22,4	22,6	23,7	20,1	25,1	25,2	29,3	26,6	25,6	27,4	27,8	27,9	33,5	30,2	30,4	29,8	29,1	32,2	32,2	32	30	28,5	29,3	32,1	31,6	31,4	30,2	16,3	17,1	13,1	0	0				
CORRIENTE QUE ENTREGA PANEL AL SISTEMA (A)	 PWM	1	0,9	1	0,9	0,9	0,9	1	1,1	1	1	1,1	1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0	0	0				
POTENCIAS QUE ENTREGA PANEL AL SISTEMA (W)	 PWM	19,7	18,1	21	20,7	20,2	20,3	23,7	22,1	25,1	25,2	32,2	26,6	28,2	24,6	25	25,1	30,1	27,1	27,3	26,8	26,2	29	29	28,8	27	25,6	26,4	28,8	25,3	25,2	27,2	14,7	13,7	0	0	0				
TENSION QUE ENTREGA LA BATERIA AL SISTEMA (V)	 PWM	14,2	14,3	14,1	14,2	14,2	14,2	14,2	14,3	14,1	14,2	14,2	14,2	14,2	14,1	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,4	13,4	13,6	13,5	13,5	13,5	13,6	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	11,2	10	0			
CORRIENTE DE LA BATERIA	 PWM	2,9	1,5	1,9	1,2	1,2	1,3	2,9	1,5	1,9	1,2	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0	0	0		
POTENCIAS QUE ENTREGA LA BATERIA AL SISTEMA (W)	 PWM	41,2	21,4	26,8	17	17	18,4	41,2	21,4	26,8	17	17	18,4	18,4	17	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	14,8	16,1	16,1	16,3	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,1	16,1	16,2	16,1	16,1	16,2	16,1	-2,69	0	0	0
VOLTAJE DE LA CARGA	 PWM	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	14,4	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	0	0	0	
CORRIENTE QUE CONSUME LA CARGA	 PWM	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0	0	0	
POTENCIAS QUE CONSUME LA CARGA (W)	 PWM	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	0	0	0	

Tabla 4: Datos del controlador PWM

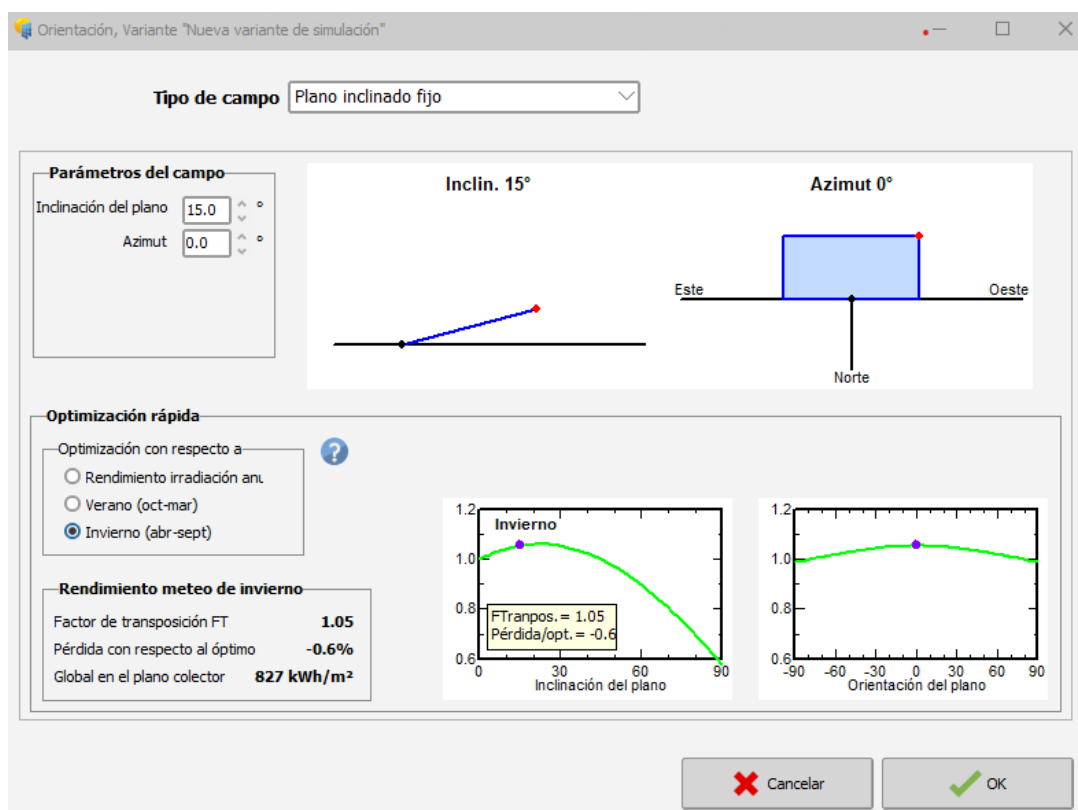
Fuente: Autores



### 3.3 Simulación del Sistema Fotovoltaico de PVsyst

Se emplea el software PVsyst para simular el caso de estudio aplicado en un sistema sin conexión a la red en el cual se seleccionan los equipos del módulo de energía renovable alimentando una luminaria LED de 15 w, en ambos casos tendrán los mismos parámetros principales para la simulación, exceptuando los controladores.

Se coloca un ángulo óptimo de inclinación de  $15^\circ$  ya que es el ángulo mínimo que se debe de usar, como se indica en la ilustración 30.

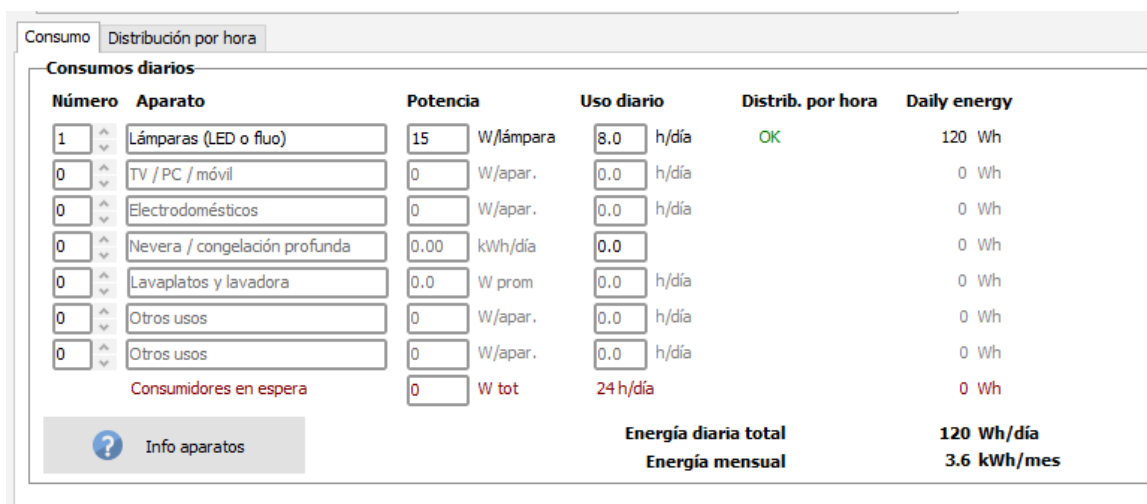


**Ilustración 30:** Angulo Optimo de Inclinación- Software PVsyst

Fuente: Autores

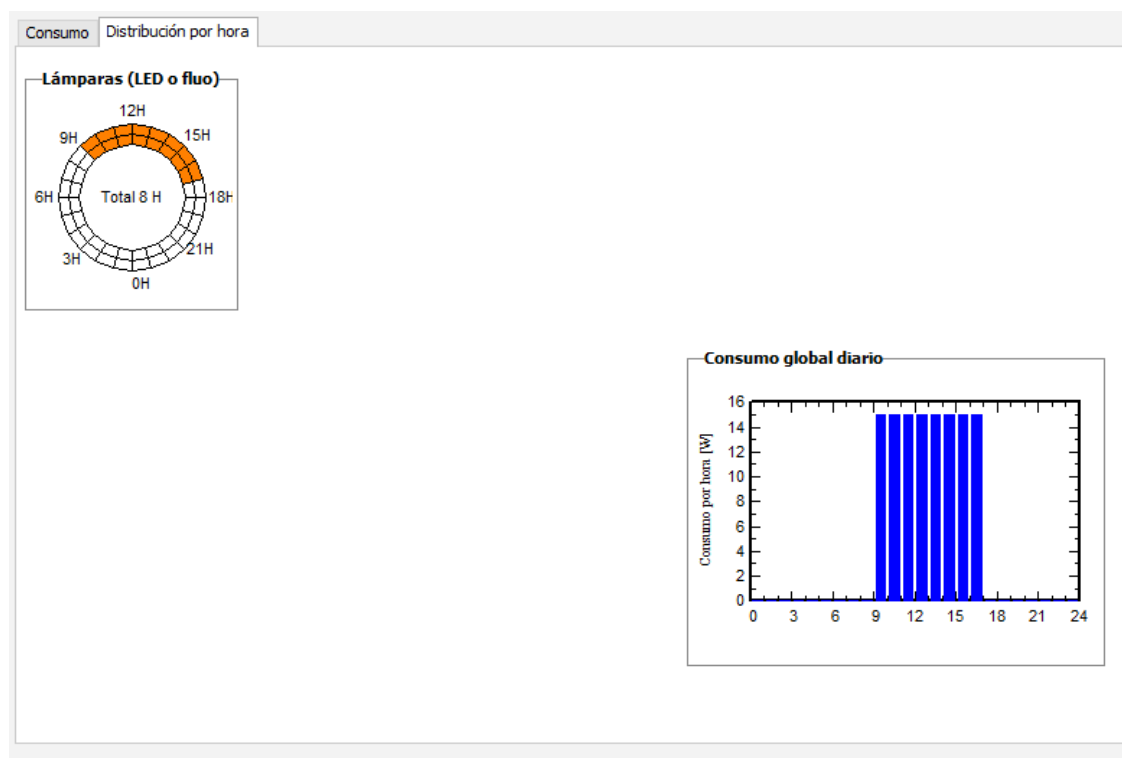
Se define el consumo diario que es igual al caso de evaluación en la prueba de generación, una carga de 15 W en un periodo de 8 horas y su distribución en el horario de 9 am-17 pm, que se indica en la ilustración 31 y 32.





**Ilustración 31:** Consumo doméstico diario

Fuente: Autores



**Ilustración 32:** Distribución horaria del consumo

Fuente: Autores

Luego de elegir la necesidad del usuario según el caso de estudio, se define el sistema fotovoltaico independiente seleccionando los equipos dentro de la biblioteca de equipos de PVsyst.

## CASO 1: Controlador MPPT 75/15

De acuerdo a la característica del sistema se seleccionan los equipos y en el regulador de carga se escoge el modo operativo (MPPT) con las características del equipo de acuerdo a su hoja técnica, que se observa en la ilustración 33.

Neceidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado 5.0 % Voltaje de la batería (usuario) 12 V  
 0.1 kWh/día Ingrese autonomía solicitada 4.0 día(s) Capacidad sugerida 47 Ah  
 Potencia FV sugerida 40.0 Wp (nom.)

Almacenamiento Conjunto FV Respaldo Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto  
 Nombre Conjunto FV  
 Orientación Plano inclinado fijo Inclinación 15° Azimut 0°

Ayuda de pre-dimensionamiento  
 Sin dimensionar  Ingrese potencia planeada 0.0 kWp  
 Redimens. ... o área disponible 0 m<sup>2</sup>

Seleccione el módulo FV  
 Todos los módulos Ordenar módulos Potencia Tecnología  
 Sunlink PV 150 Wp 15V Si-poly SL 110-12 (150) Desde 2015 Manufacturer 201

Voltajes de dimensionamiento: Vmpp (60°C) 15.3 V Voc (-10°C) 25.6 V

Seleccione el modo de control y el controlador  
 Convertidor de entrada de voltaje fijo CC  
 Controlador universal Generic Corriente máx. de carga-descarga  
 Modo operativo:  Acoplamiento directo  Convertidor MPPT  Convertidor CC-CC  
 DCDC 1000 W 12 V 14 A 1 A Universal controller with DCDC conv

Diseño del conjunto FV  
 Número de módulos y cadenas Condiciones de operación:  
 Mód. en serie 1 debe ser/estar:  Sin restricciones Vmpp (60°C) 15 V  
 Nóm. de cadena 1 entre 1 y 1 Vmpp (20°C) 19 V Voc (-10°C) 26 V  
 Irradia. plano 1000 W/m<sup>2</sup>  
 Imp (STC) 8.2 A Potencia de funcionamiento máx. 0.2 kW  
 Isc (STC) 8.9 A (en 1000 W/m<sup>2</sup> y 50°C)  
 Isc (en STC) 8.8 A Potencia nom. conjunto (STC) 150 Wp

Ilustración 33: Dimensionamiento del conjunto Solar Fotovoltaico-MPPT

Fuente: Autores

La selección de los equipos con las características iguales a los equipos dentro del módulo es fundamental ya que entrega un reporte más preciso para el análisis de la producción de energía, el programa proporciona un informe completo ubicado en el anexo 9, muestra las características del sistema y los diversos diagramas de producción que se pueden utilizar, en la ilustración 34 se presentan los resultados detallados y los 4 principales diagramas para el análisis de la energía del sistema.

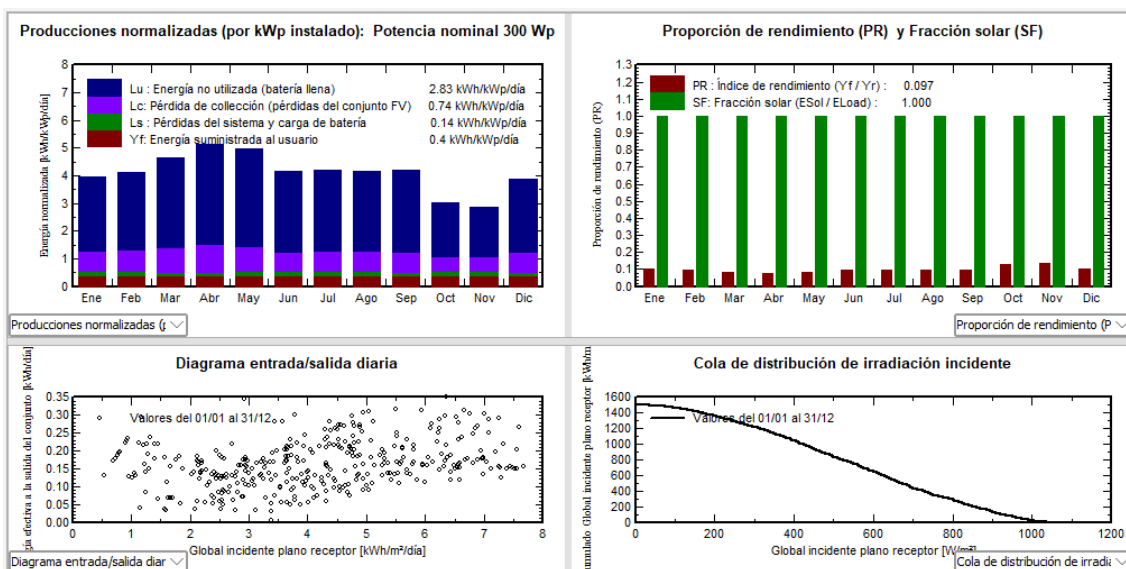


Ilustración 34: Resultados principales de la simulación-MPPT

Fuente: Autores

## CASO 2: Controlador PWM

De acuerdo a la característica del sistema se seleccionan los equipos y en el regulador de carga se escoge el modo operativo (convertidor de tensión CC-CC) con las características del equipo de acuerdo a su hoja técnica, que se observa en la ilustración 35.

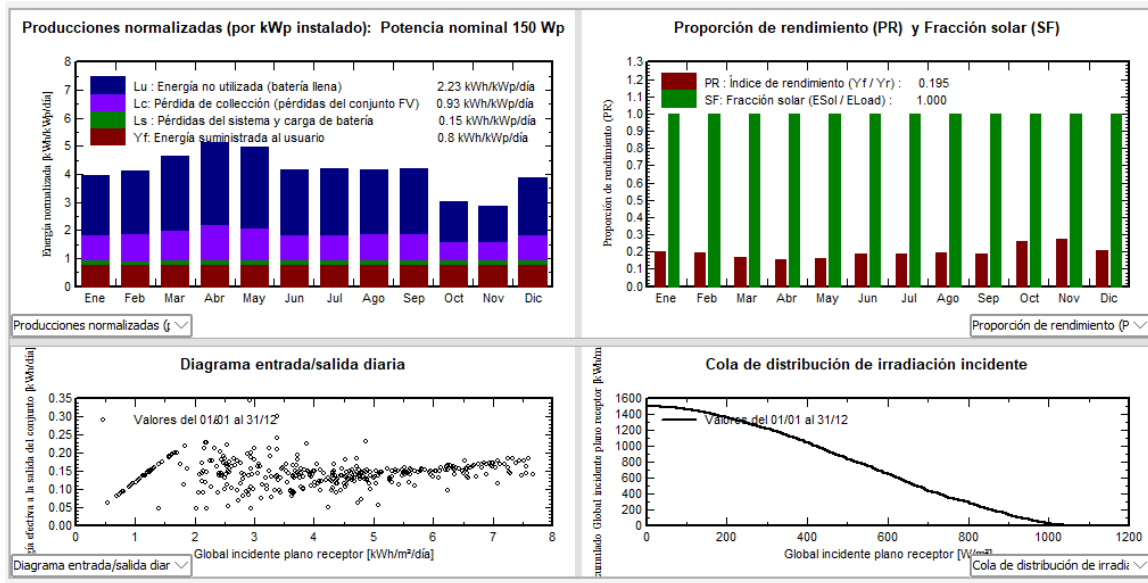
The screenshot displays a software interface for solar system design, divided into several sections:

- Inputs and Summary:**
  - Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado: 5.0 %
  - 0.1 kWh/día
  - Ingrese autonomía solicitada: 4.0 día(s)
  - Voltaje de la batería (usuario): 12 V
  - Capacidad sugerida: 47 Ah
  - Potencia FV sugerida: 40.3 Wp (nom.)
- Almacenamiento | Conjunto FV | Respaldo | Esquema Simplificado**
  - Nombre y orientación del subconjunto:
    - Nombre: Conjunto FV
    - Orientación: Plano inclinado fijo
    - Inclinación: 15°
    - Azimut: 0°
  - Ayuda de pre-dimensionamiento:
    - Sin dimensionar
    - Ingrese potencia planeada: 0.0 kWp
    - Redimens. ... o área disponible: 0 m<sup>2</sup>
- Seleccione el módulo FV**
  - Ordenar módulos:  Potencia  Tecnología
  - Selected module: Sunlink PV, 150 Wp 15V, Si-poly, SL 110-12 (150), Desde 2015, Manufacturer 201
  - Voltajes de dimensionamiento: V<sub>mpp</sub> (60°C) 15.3 V, Voc (-10°C) 25.6 V
- Seleccione el modo de control y el controlador**
  - Controlador universal:  Generico
  - Convertidor de entrada de voltaje fijo CC
  - Modo operativo:
    - Acoplamiento directo
    - Convertidor MPPT
    - Convertidor CC-CC
  - DCDC 1000 W 12 V 14 A 1 A Universal controller with DCDC conv:
  - Los parámetros de funcionamiento del controlador universal se ajustará automáticamente de acuerdo con las propiedades del sistema.
- Diseño del conjunto FV**
  - Número de módulos y cadenas:
    - Mód. en serie: 1
    - Núm. de cadena: 1
    - debe ser/estar:  Sin restricciones
    - entre 1 y 1
  - Condiciones de operación:
    - V<sub>mpp</sub> (60°C): 15 V
    - V<sub>mpp</sub> (20°C): 19 V
    - Voc (-10°C): 26 V
    - Irradia. plano: 1000 W/m<sup>2</sup>
    - Imp (STC): 8.2 A
    - Isc (STC): 8.9 A
    - Isc (en STC): 8.8 A
  - Potencia de funcionamiento máx. 0.2 kW (en 1000 W/m<sup>2</sup> y 50°C)
  - Potencia nom. conjunto (STC) 150 Wp

**Ilustración 35:** Dimensionamiento del conjunto Solar Fotovoltaico-PWM

Fuente: Autores

Dentro del catálogo de equipos para la selección del controlador al ser una tecnología antigua (PWM) no se encontró un regulador con las características iguales al controlador Victron, para el análisis de la producción de energía se seleccionó el proporcionado por la biblioteca de equipos, el programa proporciona un informe completo ubicado en el anexo 10, indica las características del sistema y los diversos diagramas de producción que se pueden utilizar, en la ilustración 36 se presentan los resultados detallados y los 4 principales diagramas para el análisis de la energía del sistema.



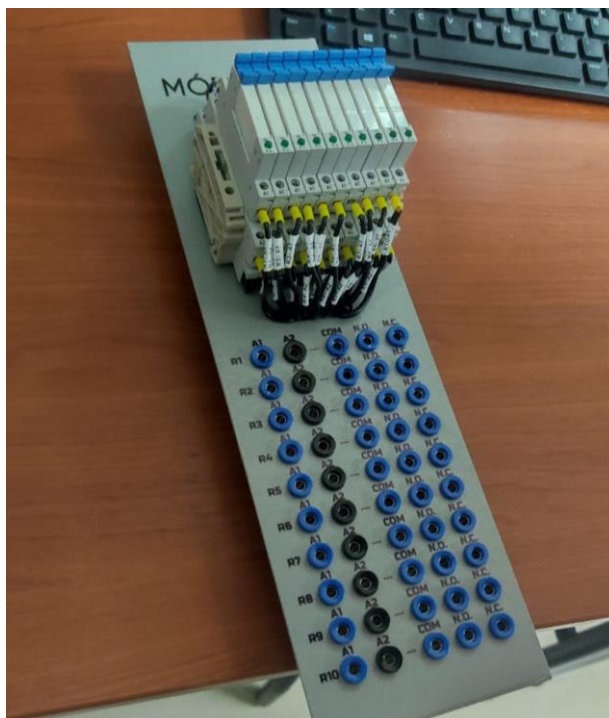
**Ilustración 36:** Resultados principales de la simulación-PWM

Fuente: Autores

## 4. CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados de la implementación del módulo didáctico

De acuerdo con la ilustración 20, se realizó la instalación final de los equipos dentro de la metalmecánica del módulo didáctico, en los paneles interiores se realizaron la conexión de las entradas y salidas de los equipos mediante terminales ojo de buey y tipo pin hacia el exterior como se presenta en la ilustración 37.



**Ilustración 37:** Conexión interna de los equipos

Fuente: Autores

Al tener correctamente todos los equipos empotrados en los paneles dentro del módulo en la parte exterior se trazaron serigrafía de los equipos para orientar a los estudiantes la manera correcta de conectar los equipos, en la ilustración 38 se visualiza la implementación del módulo didáctico de energía renovable.



**Ilustración 38:** Modulo didáctico de Energía Renovable

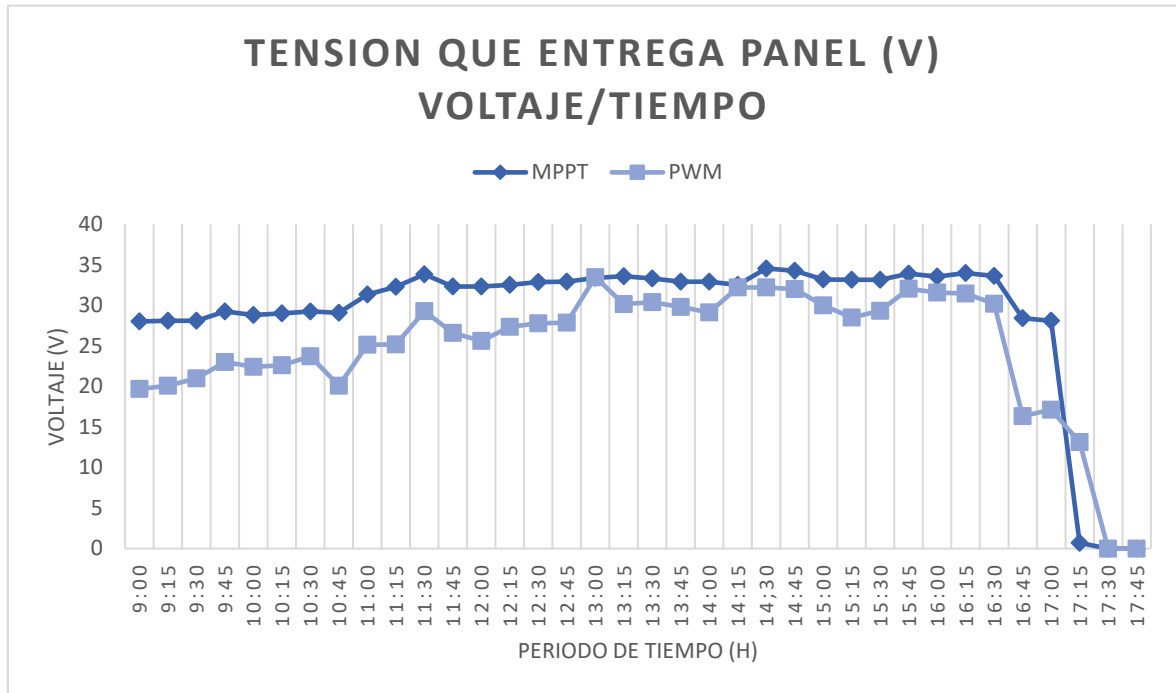
Fuente: Autores

Como resultado se desarrolló el proyecto de la creación de un módulo didáctico de energía renovable que puede ser utilizado para demostrar el funcionamiento de un sistema conectado a la red y un sistema independiente de energía, el módulo estará situado en el laboratorio de generación en el Bloque “E” de la Universidad Politecnica Salesiana Sede Guayaquil, para ser usado por lo estudiantes de la carrera de Ingeniera en Electricidad.

#### **4.2. Resultados de las pruebas de funcionamiento en los controladores de carga**

Las pruebas de generación en los controladores de carga, muestran el correcto funcionamiento del sistema solar fotovoltaico al aplicar el uso de dos diferentes controladores se realiza una comparación de que controlador es óptimo para controlar la generación de energía y aprovechar al máximo el almacenamiento en el sistema fotovoltaico. En la tabla 3 y tabla 4, se indica la lectura de parámetros de energía del sistema por cada controlador, en base a los resultados se realizaron diagramas comparativos de tendencias de tensión, corriente y potencia de los controladores.

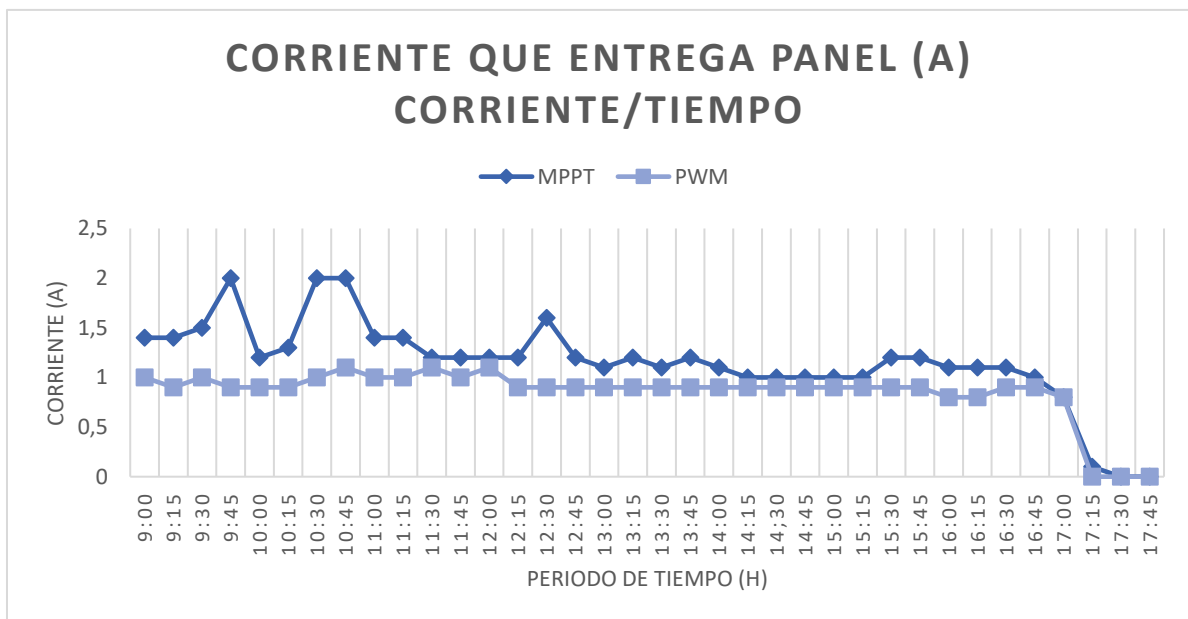
En la ilustración 39, se muestra el diagrama de tensión que entrega el panel solar a los controladores de energía.



**Ilustración 39:** Diagrama de Tensión del panel entregada a los controladores

Fuente: Autores

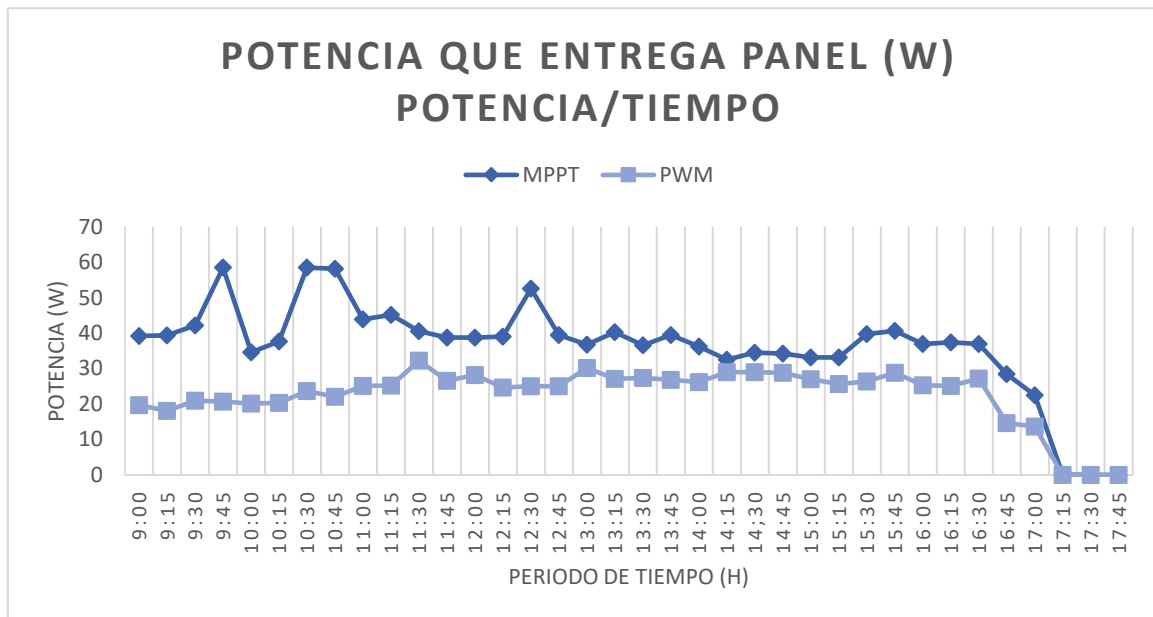
En la ilustración 40, se presenta el diagrama de corriente que entrega el panel solar a los controladores de energía.



**Ilustración 40:** Diagrama de corriente del panel entregada a los controladores

Fuente: Autores

La ilustración 41, se señala el diagrama de potencia que entrega el panel solar a los controladores de energía.



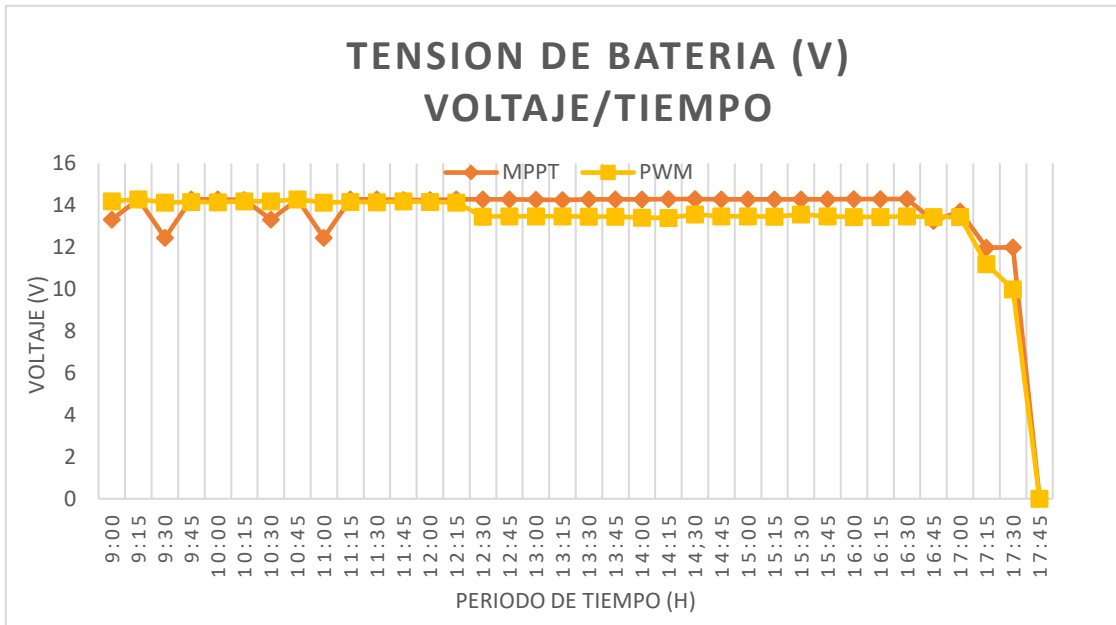
**Ilustración 41:** Diagrama de potencia del panel entregada a los controladores

Fuente: Autores

De acuerdo con los datos de las tablas de los parámetros básicos de energía (V, I, P) el controlador MPPT capta mayores índices de irradiación al transformarse en energía aprovecha más la irradiación que absorbe el panel solar fotovoltaico.

En la ilustración 42, se observa el diagrama de tensión que entrega la batería al sistema por medio de los controladores de energía.

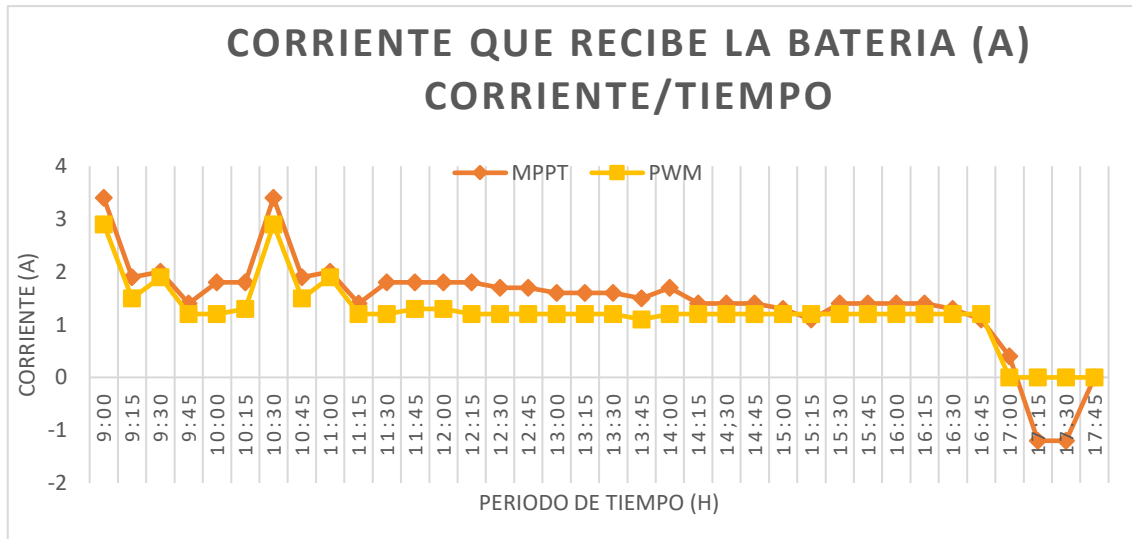




**Ilustración 42:** Diagrama de voltaje que recibe la batería de los controladores

Fuente: Autores

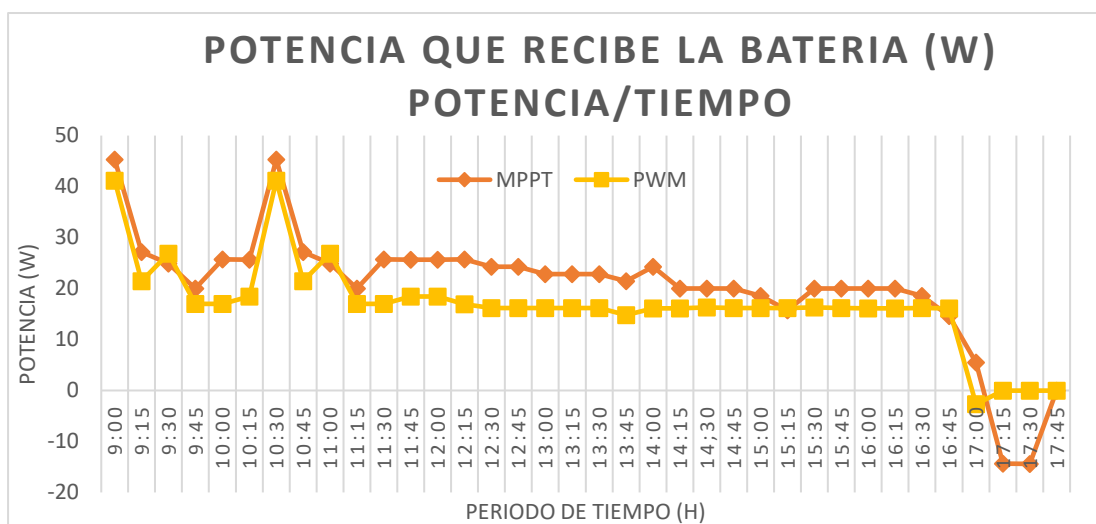
En la ilustración 43, se visualiza el diagrama de corriente que entrega la batería al sistema por medio de los controladores de energía.



**Ilustración 43:** Diagrama de corriente que recibe la batería de los controladores

Fuente: Autores

La ilustración 44, presenta el diagrama de potencia que entrega la batería al sistema por medio de los controladores de energía.

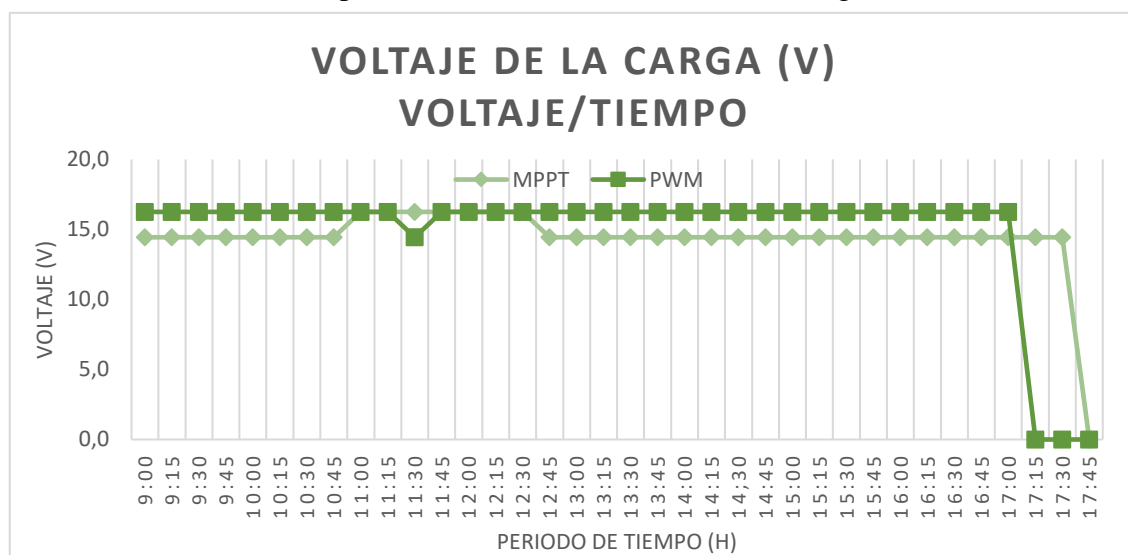


**Ilustración 44:** Diagrama de potencia que recibe la batería de los controladores

Fuente: Autores

Acorde a las tablas de los parámetros de energía que es entregada por medio de la batería al sistema entre los controladores puede haber un margen de diferencia máximo de un 5%, en el cual el controlador MPPT entrega mayor cantidad de energía en (W) que el controlador PWM.

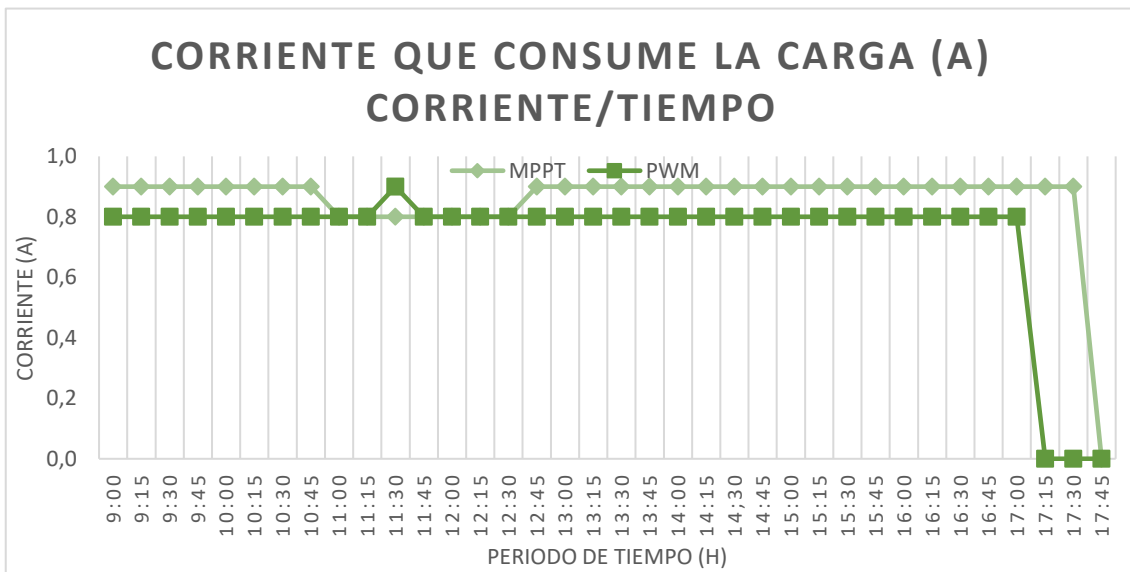
En la ilustración 45, señala el diagrama de tensión que consume la carga de energía almacenada en el sistema por medio de los controladores de energía.



**Ilustración 45:** Diagrama de voltaje que consume la carga en el sistema alimentado por los controladores

Fuente: Autores

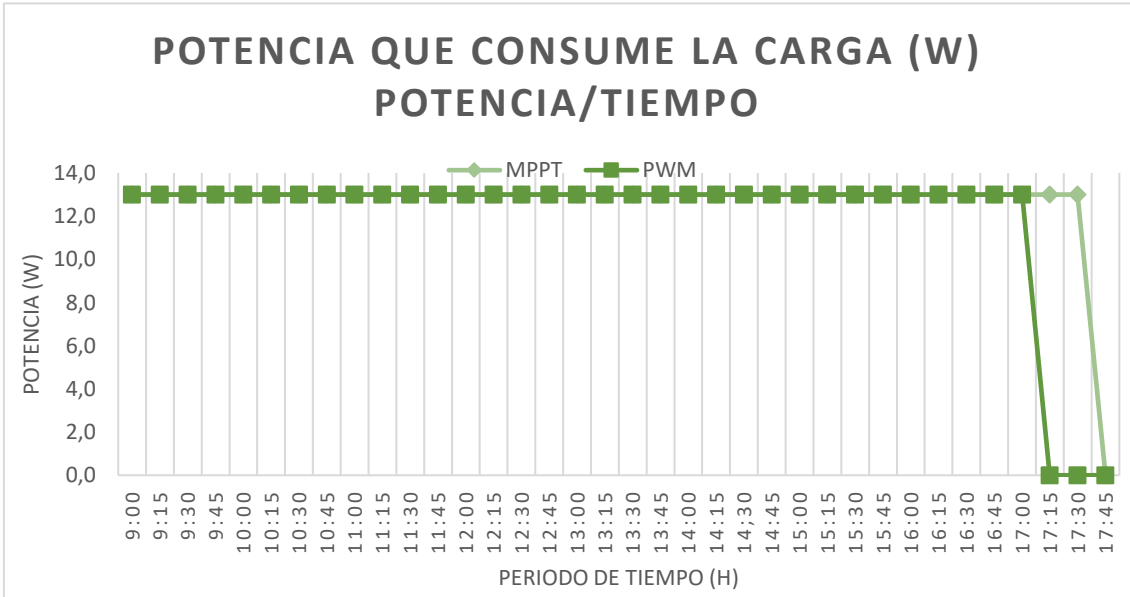
En la ilustración 46, se muestra el diagrama de corriente que consume la carga de energía almacenada en el sistema por medio de los controladores de energía.



**Ilustración 46:** Diagrama de corriente que consume la carga en el sistema alimentado por los controladores

Fuente: Autores

La ilustración 47, representa el diagrama de potencia que consume la carga de energía almacenada en el sistema por medio de los controladores de energía.



**Ilustración 47:** Diagrama de potencia que consume la carga en el sistema alimentado por los controladores

Fuente: Autores

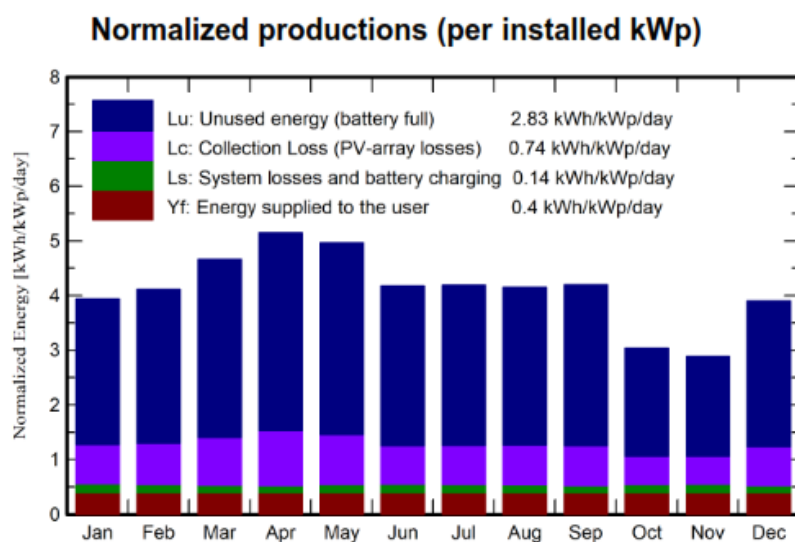
Al finalizar la evaluación de datos por parte de los parámetros medidos, se puede diferenciar la capacidad entre los reguladores para cubrir las cargas que son alimentadas de energía eléctrica en el sistema, el controlador PWM tiene una capacidad menor de generación de energía y tiempo de descarga en relación al controlador MPPT. A su vez, se puede asegurar que la instalación fotovoltaica simulada mediante el módulo didáctico consigue suministrar la energía requerida por el sistema.

### 4.3. Resultados de la simulación en el software PVsyst

Los resultados del reporte de simulación detallado proporcionado por el software PVsyst, permite comparar datos entre los resultados de la prueba de generación del punto 4.2 y los resultados del programa al simular el mismo sistema con características casi iguales.

#### CASO 1: CONTROLADOR MPPT

La simulación permite conocer un estimado proporcional a la energía que produce el sistema independiente resuelto en el caso de estudio, Al configurar el sistema independiente con los datos de la instalación provee el diagrama de la producción normalizada de energía en Kwh. En la ilustración 48, se expone el diagrama de barras en el cual se contempla que se puede suplir de energía al usuario y se tiene un excedente de energía sin utilizar de 2,83 Kwh/día.



**Ilustración 48:** Diagrama de Producción normalizada de energía (MPPT)

Fuente: Autores

La tabla 5 del balance y los resultados principales que se expone en la ilustración 49, permite examinar los datos de generación en un periodo de doce meses, en los cuales desglosa la producción de energía en el sistema fotovoltaico.

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>E_Avail</b> kWh	<b>EUnused</b> kWh	<b>E_Miss</b> kWh	<b>E_User</b> kWh	<b>E_Load</b> kWh	<b>SolFrac</b> ratio
<b>January</b>	134.0	117.4	29.65	24.71	0.000	3.720	3.720	1.000
<b>February</b>	122.4	111.2	27.88	23.56	0.000	3.360	3.360	1.000
<b>March</b>	147.8	140.3	34.92	30.22	0.000	3.720	3.720	1.000
<b>April</b>	150.4	150.6	37.03	32.53	0.000	3.600	3.600	1.000
<b>May</b>	144.3	149.8	37.40	32.58	0.000	3.720	3.720	1.000
<b>June</b>	117.3	121.7	30.93	26.19	0.000	3.600	3.600	1.000
<b>July</b>	122.5	126.2	31.97	27.13	0.000	3.720	3.720	1.000
<b>August</b>	124.6	125.3	31.52	26.78	0.000	3.720	3.720	1.000
<b>September</b>	126.7	122.1	30.87	26.42	0.000	3.600	3.600	1.000
<b>October</b>	98.6	90.8	22.97	18.28	0.000	3.720	3.720	1.000
<b>November</b>	93.3	83.4	20.84	16.33	0.000	3.600	3.600	1.000
<b>December</b>	133.7	116.2	29.28	24.74	0.000	3.720	3.720	1.000
<b>Year</b>	1515.9	1455.1	365.26	309.47	0.000	43.800	43.800	1.000

#### Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	E_User	Energy supplied to the user
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	E_Load	Energy need of the user (Load)
E_Avail	Available Solar Energy	SolFrac	Solar fraction (EUsed / ELoad)
EUnused	Unused energy (battery full)		
E_Miss	Missing energy		

**Tabla 5:** Resultados principales de la producción de energía (MPPT)

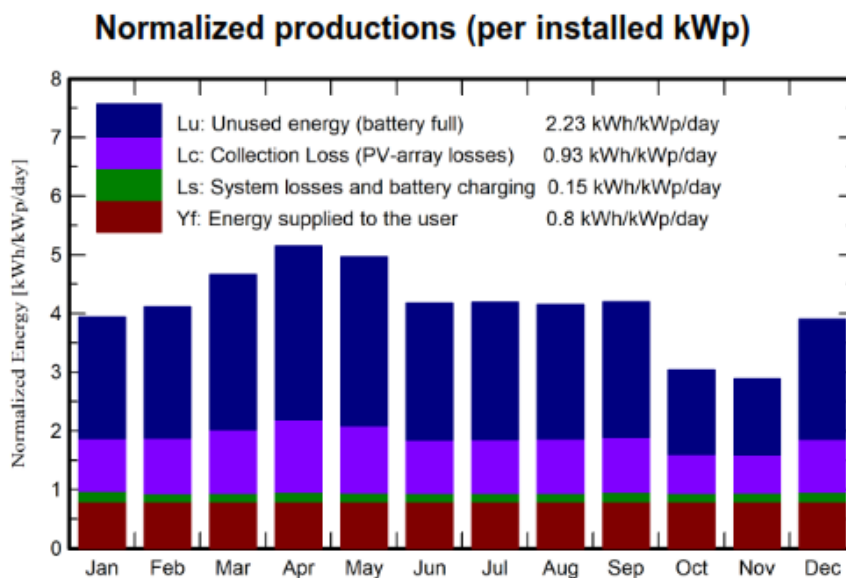
Fuente: Autores

El resultado muestra que el sistema simulado puede suministrar energía a la carga sin inconvenientes por el tiempo requerido, al ser una carga pequeña de 15 W no tiene índice de pérdida en el sistema y proporciona un excedente de 309,47 Kwh sin utilizarse al emplear el controlador MPPT.

## CASO 2: CONTROLADOR PWM

La simulación entrega un estimado proporcional a la energía que produce el sistema sin conexión a la red resuelto en el caso de estudio, Al configurar la instalación independiente con los datos de la instalación provee el diagrama de la producción normalizada de energía en Kwh, para evaluar el sistema utilizando el controlador PWM al tener una tecnología interna de convertidor de CC-CC, se utiliza el convertidor genérico que se encuentra en el catalogo del programa con la finalidad de la evaluación de datos.

En la ilustración 49, se expone el diagrama de barras en el cual se contempla que se puede suplir de energía al usuario y se tiene un excedente de energía sin utilizar de 2,23 Kwh/día.



**Ilustración 49:** Diagrama de Producción normalizada de energía (PWM)

Fuente: Autores

La tabla 6 del balance y los resultados principales que se expone en la ilustración 49, permite examinar los datos de generación en un periodo de doce meses, en los cuales desglosa la producción de energía en el sistema fotovoltaico.

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	E_Avail kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	134.0	117.4	13.87	9.59	0.000	3.720	3.720	1.000
February	122.4	111.2	13.03	9.34	0.000	3.360	3.360	1.000
March	147.8	140.3	16.34	12.23	0.000	3.720	3.720	1.000
April	150.4	150.6	17.35	13.28	0.000	3.600	3.600	1.000
May	144.3	149.8	17.52	13.35	0.000	3.720	3.720	1.000
June	117.3	121.7	14.46	10.45	0.000	3.600	3.600	1.000
July	122.5	126.2	14.95	10.83	0.000	3.720	3.720	1.000
August	124.6	125.3	14.70	10.61	0.000	3.720	3.720	1.000
September	126.7	122.1	14.40	10.34	0.000	3.600	3.600	1.000
October	98.6	90.8	10.63	6.64	0.000	3.720	3.720	1.000
November	93.3	83.4	9.62	5.78	0.000	3.600	3.600	1.000
December	133.7	116.2	13.65	9.47	0.000	3.720	3.720	1.000
Year	1515.9	1455.1	170.51	121.91	0.000	43.800	43.800	1.000

**Legends**

GlobHor	Global horizontal irradiation	E_User	Energy supplied to the user
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings	E_Load	Energy need of the user (Load)
E_Avail	Available Solar Energy	SolFrac	Solar fraction (EUsed / ELoad)
EUnused	Unused energy (battery full)		
E_Miss	Missing energy		

**Tabla 6:** Resultados principales de la producción de energía (PWM)

Fuente: Autores

El resultado muestra que el sistema simulado puede suministrar energía a la carga sin inconvenientes por el tiempo requerido, al ser una carga pequeña de 15 W no tiene índice de pérdida en el sistema y proporciona un excedente de 121,91 Kwh sin utilizarse al emplear el controlador PWM.

#### 4.4. Presupuesto

El presupuesto se muestra en la Tabla 7, donde se desglosan los equipos y materiales utilizados para la construcción e implementación del módulo didáctico de energía renovable, el panel solar tiene un periodo de 10 años con respecto a la vida útil, el presupuesto representa una inversión que beneficia a la Carrera de Ingeniería en Electricidad.

ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Estructuras y planchas colegio San Gabriel	1	\$ 350,00	\$ 350,00
2	Baterías selladas 12v 40 Ah	1	\$ 130,00	\$ 130,00
3	Varia 1F 0,5KVA 220/0 2A	1	\$ 76,72	\$ 76,72
4	Reflectores	2	\$ 55,00	\$ 110,00
5	Panel Solar	2	\$ 150,00	\$ 300,00
6	Soporte panel Solar y reflectores	2	\$ 60,00	\$ 120,00
7	Controlador MPPT Victron Energy	1	\$ 175,00	\$ 175,00
8	Controlador PWM Victron Energy	1	\$ 45,00	\$ 45,00
9	Inversor Solar 250 VA Victron Energy	1	\$ 150,00	\$ 150,00
10	Selectores de 2 Posiciones	2	\$ 5,00	\$ 10,00
11	Luminaria incandescente 60W	1	\$ 5,00	\$ 5,00
12	Luminaria led 15W	1	\$ 6,00	\$ 6,00
13	Breakers tipo riel Din	3	\$ 15,00	\$ 45,00
14	Medidor de parámetros en corriente continua	1	\$ 7,00	\$ 7,00
15	Riel Din	1	\$ 3,00	\$ 3,00
16	Tomacorriente Biticino 15A	1	\$ 2,80	\$ 2,80
17	Borneras plus banana hembra negras	25	\$ 0,50	\$ 12,50
18	Borneras plus banana hembra rojas	25	\$ 0,50	\$ 12,50
<b>Total:</b>				\$ 1.560,52

**Tabla 7:** Presupuesto del módulo didáctico

Fuente: Autores

#### 4.5. Análisis de costo en Kwh: Energía Convencional vs. Energía Solar

Para realizar en análisis económico con el fin de calcular la tarifa del consumo de la energía eléctrica convencional proporcionada por la empresa eléctrica y la energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico, se detalla el presupuesto de los equipos del sistema utilizando los 2 diferentes reguladores de energía, se plantea un análisis de 5 a 10

años para compensar la inversión económica que produce instalar el sistema solar fotovoltaico.

En la tabla 8, se detalla el presupuesto para el sistema independiente controlado por el regulador MPPT 75/15 en un plazo de 5 años.

<b>PRESUPUESTO DE SISTEMA A LOS 5 AÑOS CONTROLADOR MPPT</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
PANEL SOLAR 150W	1	\$ 170,00	\$ 170,00
CONTOLADOR DE CARGA MPPT 75/15	1	\$ 150,00	\$ 150,00
BATERIA 40 Ah 12VDC	1	\$ 150,00	\$ 150,00
CONDUCTORES	2	\$ 40,00	\$ 80,00
INVERSOR VICTRON ENERGY 250VA	1	\$ 120,00	\$ 120,00
ESTRUCTURA DE PANELES	1	\$ 70,00	\$ 70,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 740,00</b>

**Tabla 8:** Presupuesto del sistema fotovoltaico por 5 años (MPPT)

Fuente: Autores

Para calcular el Vatio hora que genera el sistema, se calculó el promedio de la energía generada y la absorción por metros cuadrados del panel solar.

Al obtener el vatio hora que se calcula en el periodo de tiempo para el dimensionamiento de la tarifa del consumo de la energía, en la tabla 9 se presentan el análisis de energía del W/h para el análisis de costos.

<b>ANALISIS DE ENERGIA Y COSTOS</b>		
PROMEDIO DE Wh	36,300	W/h
VATIOS GENERADOS AL DIA	363,000	W/h
VATIOS GENERADOS A LA SEMANA	2541,000	W/h
VATIOS GENERADOS AL MES	10164,000	W/h
VATIOS GENERADOS AL AÑO	121968,000	W/h
VATIOS GENERADOS A LOS 5 AÑOS	609840,000	W/h
KILLOWATTIOS GENERADOS A LOS 20 AÑOS	609,84	KW/h
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 0,82</b>	<b>KW/h</b>

**Tabla 9:** Análisis de energía en W/h en los primeros 5 años (MPPT)

Fuente: Autores



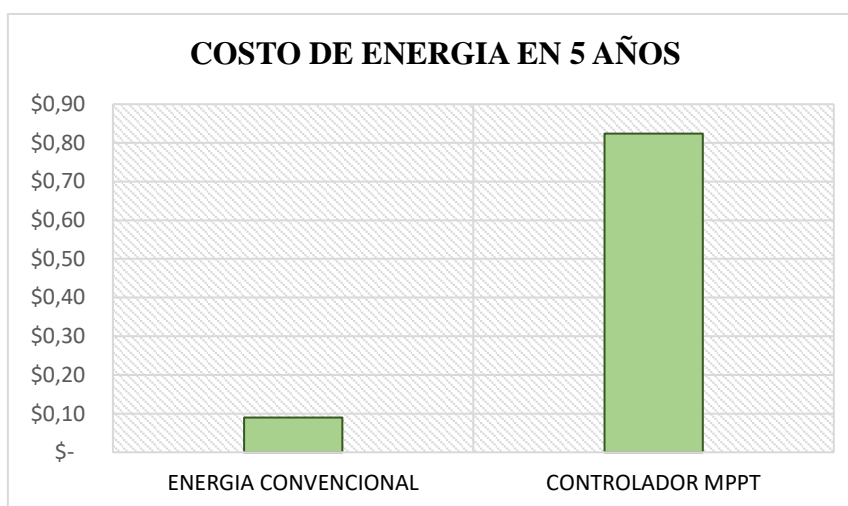
Con una tarifa de consumo de \$0,82 el kilovatio hora, se presenta en la tabla 10 la comparación de costos entre la tarifa de la energía convencional y la energía SFV.

<b>DIFERENCIA DE ENERGIA CONVENCIONAL VS SOLAR</b>		
ENERGIA CONVENCIONAL	\$ 0,09	KW/h
CONTROLADOR MPPT	\$ 0,82	KW/h
<b>DIFERENCIA</b>	<b>\$ 0,73</b>	<b>KW/h</b>

**Tabla 10:** Diferencia de energía convencional Vs. energía SFV en 5 años (MPPT)

Fuente: Autores

Como conclusión la energía convencional es \$ 0,73 más económica que la energía solar fotovoltaica en un periodo de 5 años, en la ilustración 50 se muestra el diagrama de barras del análisis.



**Ilustración 50:** Diagrama del costo de la tarifa de consumo en 5 años (MPPT)

Fuente: Autores

En la tabla 11, se detalla el presupuesto para el sistema independiente controlado por el regulador MPPT 75/15 en un plazo de 10 años.

<b>PRESUPUESTO DE SISTEMA A LOS 5 AÑOS CONTROLADOR MPPT</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
PANEL SOLAR 150W	1	\$ 170,00	\$ 170,00
CONTOLADOR DE CARGA MPT	2	\$ 150,00	\$ 300,00
BATERIA 40 Ah 12VDC	3	\$ 150,00	\$ 450,00
CONDUCTORES	3	\$ 40,00	\$ 120,00
INVERSOR VICTRON ENERGY 250VA	3	\$ 120,00	\$ 360,00
ESTRUCTURA DE PANELES	2	\$ 70,00	\$ 140,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1.540,00</b>

**Tabla 11:** Presupuesto del sistema fotovoltaico por 10 años (MPPT)

Fuente: Autores

Al obtener el vatio hora que se calcula en el periodo de tiempo para el dimensionamiento de la tarifa del consumo de la energía, en la tabla 12 se presentan el análisis de energía del W/h para el análisis de costos.

<b>ANALISIS DE ENERGIA Y COSTOS</b>		
PROMEDIO DE Wh	36,300	W/h
VATIOS GENERADOS AL DIA	363,000	W/h
VATIOS GENERADOS A LA SEMANA	2541,000	W/h
VATIOS GENERADOS AL MES	10164,000	W/h
VATIOS GENERADOS AL AÑO	121968,000	W/h
VATIOS GENERADOS A LOS 10 AÑOS	1219680,000	W/h
KILLOWATTIOS GENERADOS A LOS 20 AÑOS	1219,68	KW/h
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 0,79</b>	<b>KW/h</b>

**Tabla 12:** Análisis de energía en W/h en los primeros 10 años (MPPT)

Fuente: Autores

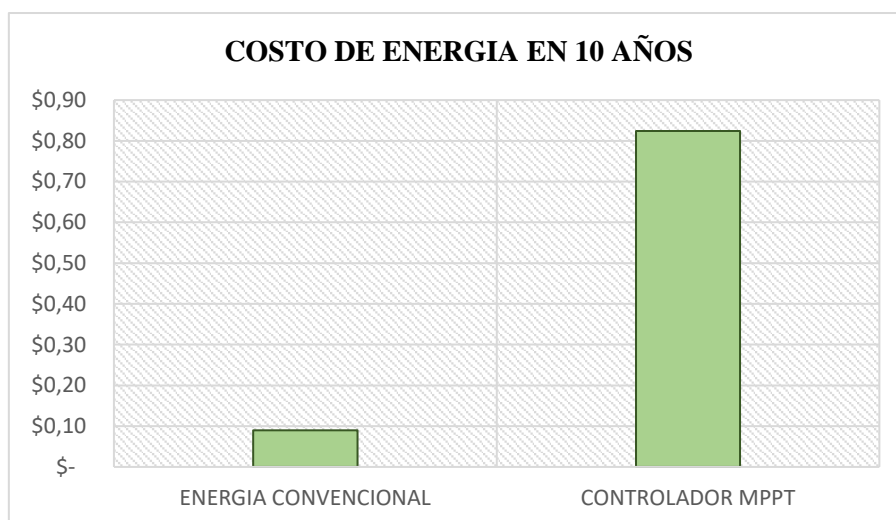
Con una tarifa de consumo de \$0,79 el kilovatio hora, se presenta en la tabla 13 la comparación de costos entre la tarifa de la energía convencional y la energía SFV.

<b>DIFERENCIA DE ENERGIA CONVENCIONAL VS SOLAR</b>		
ENERGIA CONVENCIONAL	\$ 0,09	KW/h
CONTROLADOR MPPT	\$ 0,79	KW/h
<b>DIFERENCIA</b>	<b>\$ 0,70</b>	<b>KW/h</b>

**Tabla 13:** Diferencia de energía convencional Vs. energía SFV en 10 años (MPPT)

Fuente: Autores

Como conclusión la energía convencional es \$ 0,70 más económica que la energía solar fotovoltaica en un periodo de 5 años, en la ilustración 51 se muestra el diagrama de barras del análisis.



**Ilustración 51:** Diagrama del costo de la tarifa de consumo en 10 años (MPPT)

Fuente: Autores

En la tabla 14, se detalla el presupuesto para el sistema independiente controlado por el regulador de energía PWM en un periodo de 5 años.

<b>PRESUPUESTO DE SISTEMA A LOS 5 AÑOS CONTROLADOR MPPT</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
PANEL SOLAR 150W	1	\$ 170,00	\$ 170,00
CONTOLADOR DE CARGA MPT	1	\$ 45,00	\$ 45,00
BATERIA 40 Ah 12VDC	1	\$ 150,00	\$ 150,00
CONDUCTORES	2	\$ 40,00	\$ 80,00
INVERSOR VICTRON ENERGY 250VA	1	\$ 120,00	\$ 120,00
ESTRUCTOR DE PANELES	1	\$ 70,00	\$ 70,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 635,00</b>

**Tabla 14:** Presupuesto del sistema fotovoltaico por 5 años (PWM)

Fuente: Autores

Se calcula en el periodo de tiempo para el dimensionamiento de la tarifa del consumo de la energía, en la tabla 15 se presentan el análisis de energía del W/h para el análisis de costos.

<b>ANALISIS DE ENERGIA Y COSTOS</b>		
PROMEDIO DE Wh	22,670	W/h
VATIOS GENERADOS AL DIA	226,700	W/h
VATIOS GENERADOS A LA SEMANA	1586,900	W/h
VATIOS GENERADOS AL MES	6347,600	W/h
VATIOS GENERADOS AL AÑO	76171,200	W/h
VATIOS GENERADOS A LOS 5 AÑOS	380856,000	W/h
KILLOWATTIOS GENERADOS A LOS 10 AÑOS	380,86	KW/h
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 0,60</b>	<b>KW/h</b>

**Tabla 15:** Análisis de energía en W/h en los primeros 5 años (PWM)

Fuente: Autores

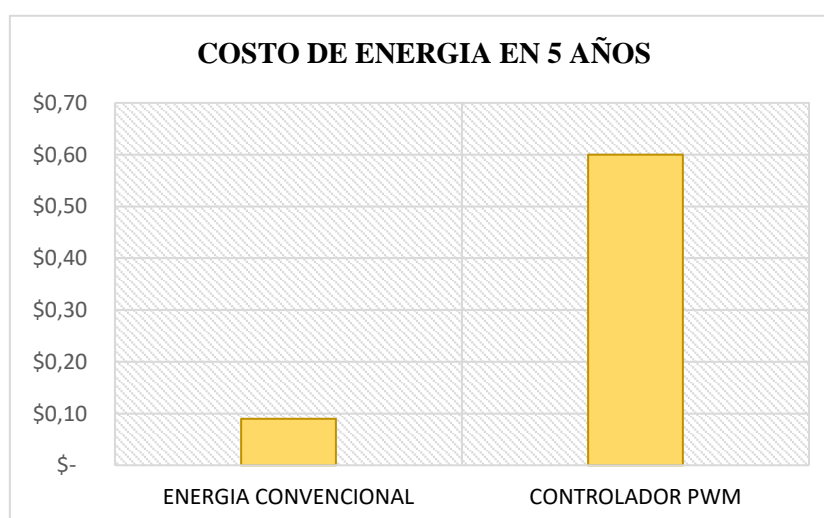
La tarifa de consumo de \$0,60 el kilovatio hora, se presenta en la tabla 16 la comparación de costos entre la tarifa de la energía convencional y la energía SFV.

<b>DIFERENCIA DE ENERGIA CONVENCIONAL VS SOLAR</b>		
ENERGIA CONVENCIONAL	\$ 0,09	KW/h
CONTROLADOR PWM	\$ 0,60	KW/h
<b>DIFERENCIA</b>	<b>\$ 0,51</b>	<b>KW/h</b>

**Tabla 16:** Diferencia de energía convencional Vs. energía SFV en 5 años (PWM)

Fuente: Autores

Como resolución la energía convencional es \$ 0,51 más económica que la energía solar fotovoltaica en un plazo de 5 años, en la ilustración 52 se muestra el diagrama de barras del análisis.



**Ilustración 52:** Diagrama del costo de la tarifa de consumo en 5 años (PWM)

Fuente: Autores

. En la tabla 17, se detalla el presupuesto para el sistema independiente controlado por el regulador de energía PWM en un periodo de 10 años.

<b>PRESUPUESTO DE SISTEMA A LOS 5 AÑOS CONTROLADOR MPPT</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
PANEL SOLAR 150W	1	\$ 170,00	\$ 170,00
CONTOLADOR DE CARGA MPT	2	\$ 45,00	\$ 90,00
BATERIA 40 Ah 12VDC	3	\$ 150,00	\$ 450,00
CONDUCTORES	3	\$ 40,00	\$ 120,00
INVERSOR VICTRON ENERGY 250VA	3	\$ 120,00	\$ 360,00
ESTRUCTOR DE PANELES	2	\$ 70,00	\$ 140,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1.330,00</b>

**Tabla 17:** Presupuesto del sistema fotovoltaico por 10 años (PWM)

Fuente: Autores

Se calcula en el periodo de tiempo para el dimensionamiento de la tarifa del consumo de la energía, en la tabla 18 se presentan el análisis de energía del W/h para el análisis de costos.

<b>ANALISIS DE ENERGIA Y COSTOS</b>		
PROMEDIO DE Wh	22,670	W/h
VATIOS GENERADOS AL DIA	226,700	W/h
VATIOS GENERADOS A LA SEMANA	1586,900	W/h
VATIOS GENERADOS AL MES	6347,600	W/h
VATIOS GENERADOS AL AÑO	76171,200	W/h
VATIOS GENERADOS A LOS 10 AÑOS	761712,000	W/h
KILLOWATTIOS GENERADOS A LOS 10 AÑOS	761,71	KW/h
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 0,57</b>	<b>KW/h</b>

**Tabla 18:** Análisis de energía en W/h en los primeros 10 años (PWM)

Fuente: Autores

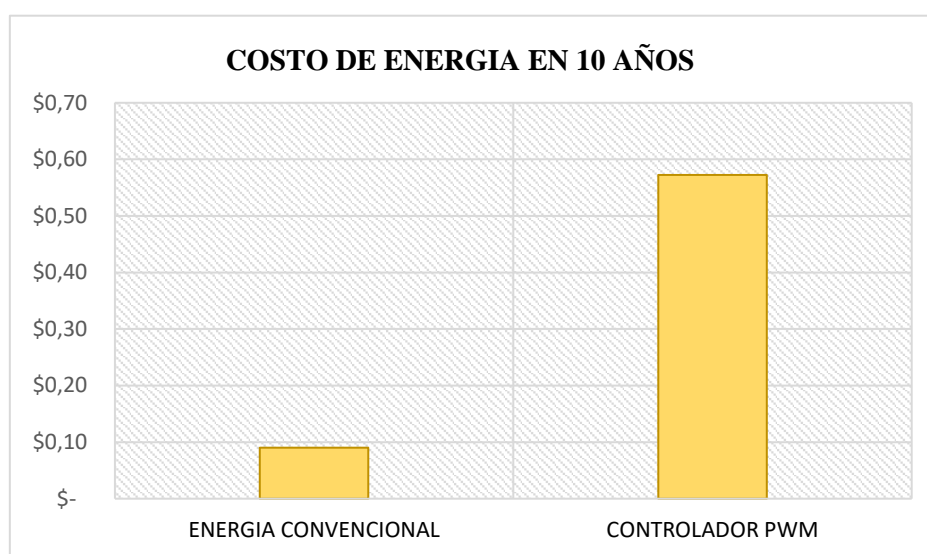
La tarifa de consumo de \$0,57 el kilovatio hora, se presenta en la tabla 19 la comparación de costos entre la tarifa de la energía convencional y la energía SFV.

<b>DIFERENCIA DE ENERGIA CONVENCIONAL VS SOLAR</b>		
ENERGIA CONVENCIONAL	\$ 0,09	KW/h
CONTROLADOR PWM	\$ 0,57	KW/h
<b>DIFERENCIA</b>	<b>\$ 0,48</b>	<b>KW/h</b>

**Tabla 19:** Diferencia de energía convencional Vs. energía SFV en 10 años (PWM)

Fuente: Autores

Como resolución la energía convencional es \$ 0,48 más económica que la energía solar fotovoltaica en un plazo de 5 años, en la ilustración 53 se muestra el diagrama de barras del análisis.








**Ilustración 53:** Diagrama del costo de la tarifa de consumo en 10 años (PWM)

Fuente: Autores

#### 4.6. Análisis de costos y eficiencia de los reguladores de energía: MPPT vs. PWM

En esta sección se evalúa el análisis de energía generada que se puede suministrar de forma sostenible, focalizado en el controlador de parámetros en los sistemas fotovoltaico como lo es el regulador de energía.

Para ello se expone la información de acuerdo al caso de estudio del ítem 3. 2, en el cual se especifica con la ayuda de la tabla 20, la generación de energía en el tiempo y el consumo eléctrico en Kwh en relación al controlador MPPT 75/15 y el controlador PWM.

TENSION QUE ENTREGA PANEL (V)	CONTROLADORES	9:00	9:15	9:30	9:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45
POTENCIAS QUE ENTREGA PANEL AL SISTEMA (W)	 MPPT	39.2	39.34	42.15	58.48	34.56	37.7	58.48	58.16	43.862	45.192	40.584	38.784	38.796	39	52.608	39.48	36.729	40.32	36.63	39.48	36.201	32.5	34.55	34.25	33.17	33.15	39.78	40.68	36.905	37.378	36.982	28.42	22.488	0.07	0	0
	 PWM	19.7	18.09	21	20.7	20.16	20.34	23.7	22.088	25.15	25.18	32.23	26.58	28.182	24.624	25.002	25.065	30.132	27.144	27.342	26.82	26.226	28.98	28.98	28.8	27	25.641	26.397	28.845	25.256	25.152	27.18	14.688	13.696	0	0	0
RADIACION SOLAR W/m <sup>2</sup>		9:00 - 10:00	10:00 - 11:00			11:00 - 12:00			12:00 - 13:00			13:00 - 14:00			14:00 - 15:00			15:00 - 16:00			16:00 - 17:00			17:00 - 18:00													
		575.00	702.00			888.00			945.00			932.00			853.00			712.00			513.00			292.00													
GENERACION POR HORA	 MPPT	44.79			47.23			42.11			42.47			38.29			34.38			36.70			34.92			5.64											
	 PWM	19.87			21.57			27.28			25.72			27.86			28.25			26.97			23.07			3.42											

**Tabla 20:** Generación de energía-Controlador MPPT 75/15 Vs. Controlador PWM









Fuente: Autores

Con la cuantificación de la generación de energía, se calcula un promedio de la radiación solar por  $m^2$  del panel solar.

La eficiencia se expresa por la siguiente formula:

$$\% \text{ eficiencia} = \frac{Kwh \text{ Acumulado}}{E. \text{ Radiación solar} \times \text{dimensiones del panel (m}^2\text{)}}$$

La eficiencia se determina por cada equipo regulador, en la tabla 21 se presenta el análisis final de la eficiencia y costo de los controladores de energía.

ANÁLISIS DE COSTO Y EFICIENCIA DE LOS CONTROLADORES DE ENERGIA		
PRECIO EN EL MERCADO	MPPT 	\$ 175,00
	PW 	\$ 45,00
KILOVATTIOS/HORA RECOLECTADOS	MPPT 	36,28
	PWM 	22,67
GENERACION POR METRO CUADRADO		712,44
(GENERACION * METRO CUADRADO) × DIMESIONES DEL PANEL		610,99
EFICIENCIA	MPPT 	5,94%
	PWM 	3,71%

**Tabla 21:** Análisis de costo y eficiencia del Controlador MPPT Vs. Controlador PWM

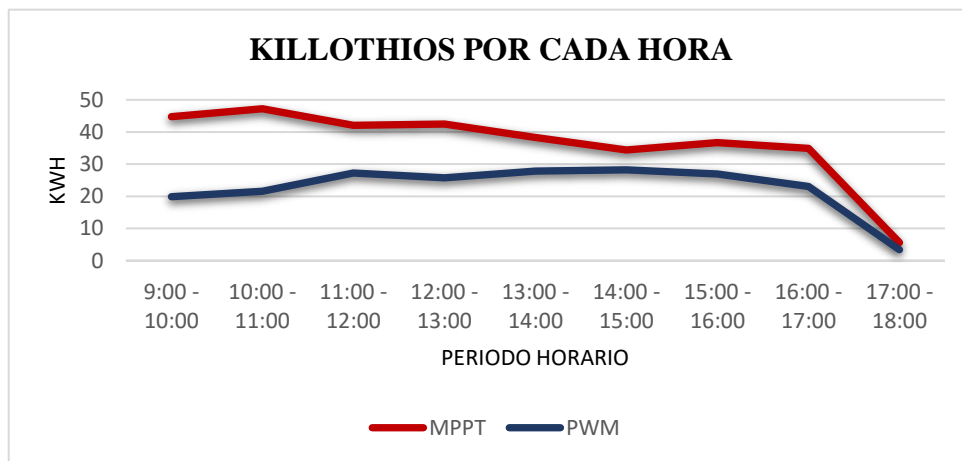
Fuente: Autores

Como conclusión del análisis de datos de los equipos, el controlador MPPT 75/15 al tener una tecnología que amplía el rango de captación solar aprovechando el máximo su potencia, por ello demuestra tener una eficiencia del 5,94% al recibir, controlar y entregar



energía al sistema por un periodo mayor de tiempo en comparación del controlador PWM con una eficiencia del 3,71%, la tecnología de este se considera antigua ya que posee una limitación al utilizarlo en casos donde la radiación solar no es abundante o no hay un índice elevado de hora solar pico.

Para finalizar, en la ilustración 54 se presentan el diagrama de tendencia del consumo de energía que fue almacenada en cada sistema independiente regulando por el controlador de carga.



**Ilustración 54:** Diagrama de consumo de Kw/h Controlador

MPPT Vs. PWM

Fuente: Autores

## 5. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- De acuerdo con el análisis planteado en el punto 4.6, se determino la diferencia de la generación de energía en kilovatios de cada controlador a través de la recopilación de datos en un plazo de 7 días, a partir de ese punto se calculo la eficiencia de los reguladores en un sistema solar fotovoltaico dando como resultado mayor eficiencia del 5, 94% por parte del controlador MPPT versus a una eficiencia del 3, 71% del controlador PWM.
- Empleando el software AutoCAD utilizando como referencia los módulos de Alecop [24], se logró diseñar el módulo didáctico de energía renovable desde la carcasa metalmecánica hasta las estructuras de soporte para el panel solar fotovoltaico y el reflector.
- Se realizo el correcto desarrollo e implementación del módulo de energía renovable para el análisis de costos energéticos del sistema solar fotovoltaico.
- Se ejecuto el proyecto de titulación con el objetivo adicional de facilitar el aprendizaje de manera práctica de las fuentes de energía renovable que existen a los estudiantes de la Universidad Politecnica Salesiana de la carrera de Ingeniera en Electricidad.
- Se realizo el correcto estudio de la energía solar fotovoltaica por medio de las pruebas de generación que se detallan en el capítulo 3 sección 3.2 y capitulo 4 sección 4.2.
- Por medio de los datos que se detallan en el caso de estudio y el presupuesto del sistema solar independiente, se calculo la tarifa de la demanda en Kwh de la energía SFV aplicando los distintos controladores, el regulador PWM al tener un precio económico en el mercado la tarifa del consumo es menor por \$0,20 en relación al regulador MPPT. Sin embargo, en comparación a la red convencional es recomendable no utilizar este tipo de instalaciones en lugares donde la red convencional tiene cobertura.

## 5.2. Recomendaciones

- Se aconseja tomar las medidas de seguridad pertinente al realizar las posibles conexiones que se pueden ejecutar en el módulo didáctico de energía.
- Se sugiere realizar mantenimiento preventivo al módulo didáctico de energía renovable para conservar en óptimas condiciones los equipos situados en el interior.
- Se aconseja usar el calibre de conductores adecuado para la conexión de la batería a los controladores de carga.
- Se recomienda instalar un sistema solar fotovoltaica en zonas donde la red convencional no posea cobertura y zonas que tengan un alto índice de radiación solar para aprovechar al máximo la inversión.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Chávez and A. Norma, “Antecedentes, perspectivas y potencial de la energía solar fotovoltaica en la industria en Puebla, México,” *Rev. Energías Renov.*, vol. 3, no. 9, pp. 10–27, 2019, doi: 10.35429/jre.2019.9.3.10.27.
- [2] C. Ordoñez and L. Rivera, “Diseño de un arreglo fotovoltaico para la iluminación interior de viviendas de la Comuna Masa 2-Golfo de Guayaquil,” *Univ. Politec. Sales.*, p. 143, 2021.
- [3] F. Barquín Vidal, “Análisis de la ponderación de los diferentes parámetros en la producción de las instalaciones fotovoltaicas según PVsyst,” 2019.
- [4] A. Cabello, “Solución para el desarrollo sustentable,” p. 48, 2006, [Online]. Available: [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren\\_report\\_es.pdf%0Ahttps://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren\\_report\\_es-1.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf%0Ahttps://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srren_report_es-1.pdf).
- [5] K. Seyboth *et al.*, *Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. 2011.
- [6] MERNR, “Energía, sociedad y ambiente,” *Balanc. Energético Nac.* 2019, p. 30, 2019.
- [7] M. De and N. O. Renov, “Plan Maestro de Electricidad.”
- [8] C. Arancibia and R. Best, “La Energía del Sol,” p. 8, 2010, doi: 10.14409/cc.v1i14.2184.
- [9] S. Sepúlveda, “Radiación Solar: Factor Clave Para El Diseño De Sistemas Fotovoltaicos,” *Rev. Mundo FESC*, vol. 8, pp. 60–65, 2014, [Online]. Available: <file:///C:/Users/HP User/Downloads/Dialnet-RadiacionSolar-5109240.pdf>.
- [10] Colegio oficial ingenieros de telecomunicación, *Energía solar fotovoltaica*. 2019.
- [11] J. Alvarado Ladron de Guevara, “Diseño y Cálculo de una instalcion fotovoltaica aislada,” 2018.
- [12] H. Cornejo, “Sistema solar fotovoltaico de conexion a red en el centro materno Infantil de la universidad de Piura,” 2013.
- [13] M. A. Abella, “Sistemas Fotovoltaico,” *Cent. Investig. Energéticas, Medioambientales y tecnológicas*, p. 59, 2017.
- [14] SunLink, “Panel SunLink PV.” p. 2.
- [15] E. Sobrino, “Sistema de regulación fotovoltaico basado en microcontrolador,” pp. 1–64, 2006, [Online]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5493/Memòria.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
- [16] RITAR, “BATERIA DC 12-40 (12V40Ah),” 2018.
- [17] T. Días and G. Carmona, “Componentes de una instalación solar fotovoltaica,” p. 24, 2020, [Online]. Available: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf>.

- [18] VICTRON ENERGY, “Controladores de carga SmartSolar con salida de carga MPPT 75/10, 75/15, 100/15, 100/20-48V,” 2018.
- [19] Victron energy, “Controlador de carga BlueSolar PWM-LCD&USB 12/24V y 48V.”
- [20] Victron energy, “Inversores Phoenix Smart,” 2018.
- [21] ABB, “Productos para Distribución de Energía y Automatización.” p. 411, 2021.
- [22] Proenergía, “Guía práctica para viviendas,” 2011.
- [23] C. García Castro, “Simulación de instalaciones fotovoltaicas con pvsyst,” 2015.
- [24] Alecop, “Energías Renovables,” 2021.

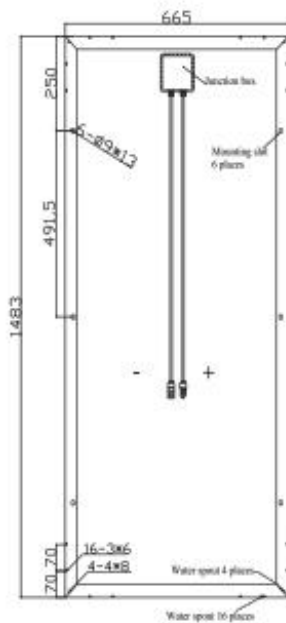
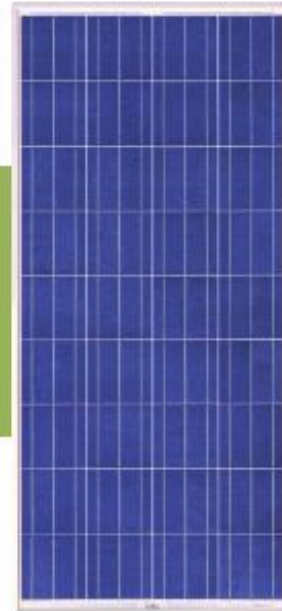
## ANEXOS

## Anexo 1: Hoja técnica del panel solar SunLink Pv



## 150 W Maximum Power

High Efficiency Poly-crystalline  
Solar Module



### BENEFITS

- High and stable conversion efficiency based on over 8 years professional experience.
- High reliability with guaranteed 0 - +3% output power tolerance.
- Proven materials, tempered front glass, and a sturdy anodized aluminum frame allow modules to operate reliably in multiple mounting configuration.
- Combination of high efficiency and attractive appearance.

### QUALITY AND SAFETY

- 25-year output power warranty.
- ISO9001:2008 (Quality Management System) certified factory.
- IEC61215, Safety tested IEC61730, CE.
- Product Quality Warranty & Product Liability Insurance guarantee end users' benefit.

### TEMPERATURE COEFFICIENTS

Temperature coefficients		at 1000 W/m <sup>2</sup> , 25 °C, air mass: 1.5	
Voltage coefficient ( $V_{oc}$ )	$\beta$		- 0.35 %/K
Current coefficient ( $I_{sc}$ )	$\alpha$		+ 0.055 %/K
Power coefficient ( $P_{mp}$ )	$\gamma$		- 0.45 %/K
Minimum power tolerance			0 - + 3 %



SunLink PV Technology Co., Ltd.  
Nanyuan Road, Zhangjiagang Economic Development Zone,  
Jiangsu Province, 215600, China.  
Tel: +86-512-58166568 58166568  
Fax: +86-512-58166560  
www.sunlink-pv.com

## 150 W Maximum Power

### TECHNICAL DATA

Solar cell	36 poly-crystalline 156 × 156 mm
Front glass	3.2 mm tempered glass
Junction box	IP65 rated
Bypass-diodes	2 pieces
Output cables	900 mm length cable, compatible with MC <sup>4</sup> IV connectors
Frame	anodized aluminium
Weight	12 kg
Dimensions	1483 × 665 × 35 mm

### WARRANTY AND CERTIFICATIONS

Warranty	10 years workmanship, 12 years 90%, 25 years 80% power warranty
Certifications	IEC61215, Safety tested IEC61730, CE

### ELECTRICAL DATA

Module Type	SL110-12P150	SL110-12P145	SL110-12P140	SL110-12P135	SL110-12P130
Nominal peak power ( $P_{max}$ )	150W	145W	140W	135W	130W
Nominal voltage ( $V_{mp}$ )	17.2V	17.2V	17.2V	17.2V	17.2V
Nominal current ( $I_{mp}$ )	8.72A	8.43A	8.14A	7.85A	7.56A
Open circuit voltage ( $V_{oc}$ )	21.6V	21.6V	21.6V	21.6V	21.6V
Short circuit current ( $I_{sc}$ )	9.25A	8.94A	8.64A	8.19A	8.02A
Module efficiency	15.1%	14.6%	14.1%	13.6%	13.1%
Operating Temperature	-40→+85°C	-40→+85°C	-40→+85°C	-40→+85°C	-40→+85°C
Maximum System Voltage	1000 V DC	1000 V DC	1000 V DC	1000 V DC	1000 V DC
STC: Irradiation: 1000 W/m <sup>2</sup> , module temperature: 25 °C, air mass: 1.5 (EN 60904-3)					
Maximum power ( $P_{max}$ )	108W	105W	101W	97W	94W
Nominal voltage ( $V_{mp}$ )	16.5V	16.5V	16.5V	16.5V	16.5V
Nominal current ( $I_{mp}$ )	6.56A	6.34A	6.12A	5.91A	5.69A
Open circuit voltage ( $V_{oc}$ )	19.9V	19.9V	19.9V	19.9V	19.9V
Short circuit current ( $I_{sc}$ )	6.89A	6.66A	6.43A	6.10A	5.97A
NOCT: Irradiation: 800 W/m <sup>2</sup> , module temperature: 45 °C, air mass: 1.5 Performance under weak light conditions (200 W/m <sup>2</sup> ) EN60904-1, 95.3 % or higher of the STC efficiency (1000 W/m <sup>2</sup> ) is achieved					

### PACKING CONFIGURATION

	20'GP	40'GP
Container		
Pieces per pallet	30	30
Pallets per container	14	30
Pieces per container	420	900

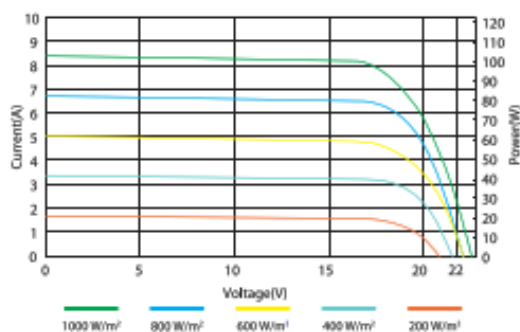
### EXAMPLES OF APPLICATION

- Grid-connected systems, for E.G.
  - Residential solar power systems.
  - Public and industrial solar power systems.
- Solar power stations.


CAUTION: Read Safety And Installation Instructions Before Using The Product.  
© April 2012 SunLink PV Technology Co., Ltd. All rights reserved.  
Reproductions included in this datasheet are subject to change without notice.

♻️ Printed on recycled paper.

Current-Voltage & Power-Voltage Curve (SL110-12P145)




## Anexo 2: Hoja técnica de la batería RITAR DC 12-40






## DC12-40(12V40Ah)

### Specification


Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	40Ah@20hr-rate to 1.75V per cell @25°C
Weight	Approx. 12.4 Kg (Tolerance ± 3.0%)
Internal Resistance	Approx. 11.0 mΩ
Terminal	F4(M5) F11 (M6)
Max. Discharge Current	400A (5 sec)
Design Life	12 years (floating charge)
Max. Charging Current	12.0 A
Reference Capacity	C3 30.5AH C5 34.4AH C10 38.1AH C20 40.0AH
Float Charging Voltage	13.6 V~13.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -3mV/C/Cell
Cycle Use Voltage	14.6 V~14.8 V @ 25°C Temperature Compensation: -4mV/C/Cell
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ± 5°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for up to 6 months at 25°C and then recharging is recommended. Monthly Self-discharge ratio is less than 3% at 25°C. Please charge batteries before using.
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.



DC (Deep Cycle) series batteries provide superior high integrity and reliability. It is specially designed for frequent cyclic charge and discharging. By using strong grids, thick plate and specially active material are designed for repeated deep-discharge applications. The DC series batteries offer 30% more cyclic life than the standby series. It is suitable for solar and wind renewable energy storage, mobility and medical equipment and cable TV etc.

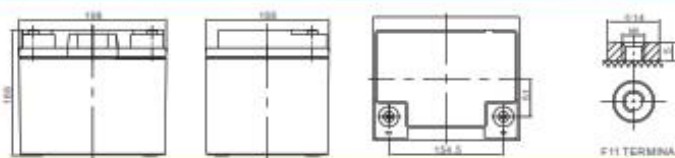




ISO 9001    ISO 14001    OHSAS 18001



MH 28539

### Dimensions



Length	190±2mm (7.50 inches)
Width	166±2mm (6.54 inches)
Height	160±2mm (6.30 inches)
Total Height	160±2mm (6.30 inches)
Terminal	Value
M5	6~7 N°m
M6	8~10 N°m
M8	10~12 N°m

Unit: mm

#### Constant Current Discharge Characteristics : A(25°C)

F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	97.13	73.83	43.56	24.29	14.47	11.27	8.840	7.519	4.823	4.000	2.073
1.65V	89.47	69.04	41.26	23.47	13.98	10.92	8.576	7.283	4.785	3.962	2.062
1.70V	82.92	64.93	39.12	22.71	13.61	10.46	8.311	7.086	4.709	3.886	2.036
1.75V	76.07	60.81	37.58	22.00	13.09	10.19	8.084	6.889	4.633	3.848	2.000
1.80V	69.23	55.69	36.19	21.02	12.64	10.00	7.896	6.800	4.557	3.810	1.981
1.85V	54.17	46.08	30.69	18.77	11.56	9.308	7.404	6.260	4.291	3.581	1.962

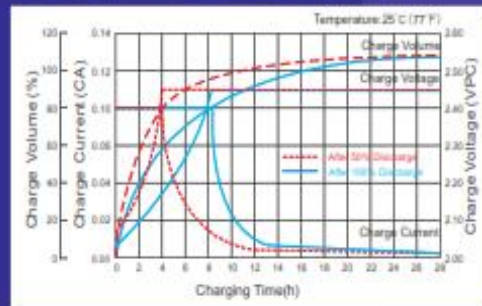
#### Constant Power Discharge Characteristics : WPC(25°C)

F.V/Time	10MIN	15MIN	30MIN	1HR	2HR	3HR	4HR	5HR	8HR	10HR	20HR
1.60V	165.4	128.8	79.15	45.61	27.35	21.40	17.04	14.23	9.399	7.845	4.139
1.65V	159.2	125.2	77.30	44.83	26.62	20.87	16.62	13.85	9.324	7.769	4.102
1.70V	148.6	118.5	73.58	43.51	25.95	20.07	16.09	13.50	9.211	7.618	4.065
1.75V	138.3	111.9	71.00	42.31	25.03	19.57	15.72	13.19	9.061	7.543	3.991
1.80V	127.4	103.4	68.71	40.58	24.46	19.46	15.41	13.02	8.910	7.467	3.954
1.85V	101.1	86.88	58.92	36.44	22.52	18.15	14.51	12.04	8.422	7.053	3.917

(Note) The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge cycle not the minimum values. The battery must be fully charged before the capacity test. The C<sub>20</sub> should reach 95% after the first cycle and 100% after the third cycle.



Charge Characteristic Curve for Cycle Use(U)

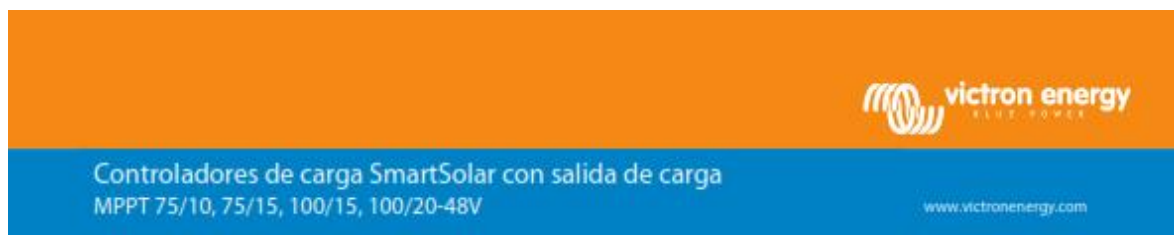


Please do not reuse information without the necessary written consent. Please contact us for the right to publish and reuse the social information.

**HENGYANG RITAR POWER CO.,LTD.**  
 URL: [www.ritarpower.com](http://www.ritarpower.com)

Address: 1 Shuangyang Road, Songshan International Park, Shuangyang District, Henan Province, China 421201  
 Tel: +86-374-2022020 Fax: +86-374-2022019 E-mail: [ritar@ritarpower.com](mailto:ritar@ritarpower.com) Website: [www.ritarpower.com](http://www.ritarpower.com)

### Anexo 3: Hoja técnica del controlador de carga SmartSolar MPPT 75/15



Controlador de carga SmartSolar MPPT 75/15



Detección de Bluetooth Smart Battery Sense



Detección de Bluetooth BMV-712 Smart Battery Monitor



#### Bluetooth Smart Integrado

La solución inalámbrica para configurar, controlar, actualizar y sincronizar los controladores de carga SmartSolar.

#### VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

#### Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

#### Salida de carga

Se puede evitar que la batería se descargue en exceso conectando todas las cargas a la salida de carga. Esta salida desconectará la carga cuando la batería se haya descargado hasta alcanzar una tensión preestablecida. (Modelo 48V: interfaz con un relé) También se puede establecer un algoritmo de gestión inteligente de la batería: ver BatteryLife. La salida de carga es a prueba de cortocircuitos.

#### BatteryLife: gestión inteligente de la batería

Si un controlador de carga solar no es capaz de recargar la batería a plena capacidad en un día, lo que sucede es que el ciclo de la batería cambia continuamente entre los estados "parcialmente cargada" y "final de descarga". Este modo de funcionamiento (sin recarga completa periódica) destruirá una batería de plomo-ácido en semanas o meses. El algoritmo BatteryLife controlará el estado de carga de la batería y, si fuese necesario, incrementará día a día el nivel de desconexión de la carga (esto es, desconectará la carga antes) hasta que la energía solar recogida sea suficiente como para recargar la batería hasta casi el 100%. A partir de ese punto, el nivel de desconexión de la carga se modulará de forma que se alcance una recarga de casi el 100% alrededor de una vez a la semana.

#### Algoritmo de carga de batería programable

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

#### Temporizador día/noche y opción de regulador de luminosidad

Consulte la sección Asistencia y Descargas > Software en nuestra página web para más información.

#### Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

#### Sensor opcional de la tensión y de la temperatura externas de la batería vía Bluetooth

Se puede usar un sensor Smart Battery Sense o un monitor de baterías BMV-712 Smart para comunicar la tensión y la temperatura de la batería a uno o más controladores de carga SmartSolar.

#### Función de recuperación de baterías completamente descargadas

Empezará a cargar incluso si la batería está descargada hasta cero voltios. Se reconectará a una batería de ion litio completamente descargada con función de desconexión interna.

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 75/10	MPPT 75/15	MPPT 100/15	MPPT 100/20
Tensión de la batería (Selección automática)		12 / 24V		12 / 24 / 48V
Corriente de carga nominal	10A	15A	15A	20A
Potencia PV nominal, 12V 1a.b)	145W	220W	320W	290W
Potencia PV nominal, 24V 1a.b)	290W	440W	440W	580W
Potencia PV nominal, 48V 1a.b)	n.a.	n.a.	n.a.	1160W
Máxima corriente de corto circuito PV 2)	15A	15A	15A	20A
Desconexión automática de la carga		SI		
Tensión máxima del circuito abierto PV		75V		100V
Eficiencia máxima		98%		
Autoconsumo - on de la carga	12V: 19 mA 24V: 16 mA			26 / 20 / 19 mA
Autoconsumo - off de la carga	12V: 10 mA 24V: 8 mA			10 / 8 / 7 mA
Tensión de carga de "absorción"		14,4V / 28,8V (ajustable)		14,4V / 28,8V / 57,6V (a9)
Tensión de carga de "flotación"		13,8V / 27,6V (ajustable)		13,8V / 27,6V / 55,2V (a9)
Algoritmo de carga		adaptativo multi fase		
Compensación de temperatura		-16 mV / °C, -32 mV / °C resp.		
Corriente de carga continua		15A		20A / 20A / 1A
Desconexión de carga por baja tensión		11,7V/23,2V/44,8V u 11,8V/23,6V/47,2V o algoritmo BatteryLife		
Reconexión de carga por baja tensión		13,1V/26,2V/52,4V o 14V/28V/56V o algoritmo BatteryLife		
Protección:		Cortocircuito de salida/Sobrecalentamiento		
Temperatura de trabajo		De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40°C)		
Humedad		95%, sin condensación		
Puerto de comunicación de datos		VE.Direct (consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web)		

CARCASA	
Color	Azul (RAL 5012)
Terminales de conexión	6 mm <sup>2</sup> / AWG10
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)
Peso	0,5 kg 0,6 kg 0,65 kg
Dimensiones (al x an x p)	100 x 113 x 40 mm 100 x 113 x 50 mm 100 x 113 x 60 mm
NORMATIVAS	
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2

1a) Si se conecta más potencia PV, el controlador limitará la entrada de potencia.  
1b) La tensión PV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador.  
Una vez arrancado, la tensión PV mínima será de Vbat + 1V.  
2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.

## Anexo 4: Hoja Técnica del controlador de carga BlueSolar PWM



## Controlador de carga BlueSolar PWM-LCD&amp;USB 12/24V y 48V

www.victronenergy.com



Controladores de carga BlueSolar LCD&amp;USB 12/24-5/10/20



Controladores de carga BlueSolar LCD&amp;USB 12/24-30 y 48-10/20/30

**Pantalla de cristal líquido**

Para seguimiento y configuración

**Salida de carga**

Se puede evitar que la batería se descargue en exceso conectando todas las cargas a la salida de carga. Esta salida desconectará la carga cuando la batería se haya descargado hasta alcanzar una tensión preestablecida. Algunas cargas (especialmente los inversores) es mejor conectarlas directamente a la batería, y el control remoto del inversor a la salida de carga. Puede que se necesite un cable de interfaz especial; por favor, consulte el manual.

Las tensiones de conexión y desconexión son ajustables

**Programación día/noche de la salida de carga**

Esta opción permite preajustar el ON-time después del crepúsculo

**Algoritmo de carga de batería programable**

Algoritmos preprogramados para baterías AGM, GEL, inundadas o LiFePO4 (sólo con BMS Interno)

**Dos salidas USB de 5 voltios**

Corriente máxima (ambas salidas juntas): 2A

BlueSolar PWM Controlador de carga	12/24-5	12/24-10	12/24-20	12/24-30	48-10	48-20	48-30
Tensión de la batería	12/24 V con detección automática de la tensión de entrada				48V		
Corriente de carga nominal	5A	10A	20A	30A	10A	20A	30A
Desconexión automática de las cargas consumidoras	Sí						
Tensión solar máxima	28V / 55V (1)				100V (1)		
Autoconsumo	< 10 mA						
Salida de carga	Control manual + desconexión por baja tensión + temporizador						
Protección	Inversión de la polaridad de la batería (fusible)		Cortocircuito de salida		Sobretemperatura		
Protección contra sobrecarga	Desconexión tras 60 s en caso de alcanzar el 130% de carga						
	Desconexión tras 5 s en caso de alcanzar el 160% de carga						
Puesta a tierra	Desconexión inmediata en caso de cortocircuito						
	Positivo común						
Rango de temp. de funcionamiento	-35 to +60°C (carga completa)						
Humedad (sin condensación)	Máx. 95%						
<b>BATERIA</b>							
Tensión de carga de "absorción"	Ajuste de fábrica: 14,4V / 28,8V				Ajuste de fábrica: 57,0V		
Tensión de carga de "flotación" (2)	Ajuste de fábrica: 13,7V / 27,4V				Ajuste de fábrica: 54,8V		
Desconexión de carga por baja tensión	Ajuste de fábrica: 11,2V / 22,4V				Ajuste de fábrica: 44,8V		
Reconexión de carga por baja tensión	Ajuste de fábrica: 12,0V / 23,2V				Ajuste de fábrica: 50,4V		
<b>USB</b>							
Tensión	5V						
Corriente	2A (total de 2 salidas)						
<b>CARCASA</b>							
Clase de protección	IP20						
Tamaño de los terminales	6 mm <sup>2</sup> / AWG20				16 mm <sup>2</sup> / AWG6		
Peso	0,15kg				0,3kg		
Dimensiones (al x an x p)	96 x 109 x 36 mm (3,8 x 6,7 x 1,4 pulgadas)				101 x 184 x 47 mm (4,0 x 7,4 x 1,8 pulgadas)		
<b>NORMAS</b>							
Seguridad	EN60335-1, IEC 62109-1						
EMC	EN 61000-6-1, EN 61000-6-3, ISO 7637-2						
1) Para 12V utilice paneles solares de 36 celdas Para 24V utilice paneles solares de 72 celdas, o 2 de 36 cel serieB Para 48V utilice 2 paneles solares de 72 celdas o 4 de 36 celdas en serie				2) El controlador conmuta al nivel de tensión de flotación 2 horas después de alcanzada la tensión de absorción Siempre que la tensión de la batería calga por debajo de 15V, se inicia un nuevo ciclo de carga.			

## Anexo 5: Hoja técnica del inversor Phoenix



## Inversores Phoenix

250VA – 1200VA 230V y 120V, 50Hz o 60Hz

[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct

**Puerto de comunicación VE.Direct**

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, mackbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

Totalmente configurable:

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 - 245V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

**Fiabilidad probada**

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los Inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

**Alta potencia de arranque**

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

**Modo ECO**

En modo ECO, el Inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el Inversor permanecerá encendido.

**Interruptor on/off remoto**

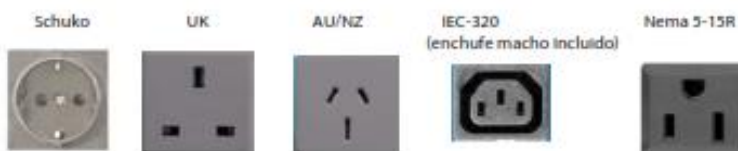
Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

**Diagnóstico LED**

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

**Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático**

Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

**Disponible con tres tomas de corriente distintas****Bornes de tornillo**

No se necesitan herramientas especiales para su instalación



Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/290 24/290 48/290	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont. a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/- 3% - 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		0,1 / 18,6 / 57,2V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver <a href="https://www.victronenergy.com/live/ve-direct">https://www.victronenergy.com/live/ve-direct</a> phoenix-inverters-dynamic-cut-off				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)						
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Eficiencia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 3,2 / 7,0W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reinicio: 2,5 s. ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95%				
CARCASA						
Material y color		Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima		10mm <sup>2</sup> / AWG8	10mm <sup>2</sup> / AWG8	10mm <sup>2</sup> / AWG8	25/10/10mm <sup>2</sup> / AWGA/B/B	35/25/25 mm <sup>2</sup> / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230V: Schuko (CEE 7/6), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 165 x 260 3.4 x 6.5 x 10.2	86 x 172 x 275 3.4 x 6.8 x 10.8	105 x 216 x 305 4.1 x 8.5 x 12.1 (12V modelo: 105 x 250 x 325)	117 x 232 x 327 4.6 x 9.1 x 12.9 (12V modelo: 117 x 252 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		Sí				
Conmutador de transferencia automático		Flux				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN-IEC 60355-1 / EN-IEC 62109-1				
EMC		EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta						



#### Alarma de batería

Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota.



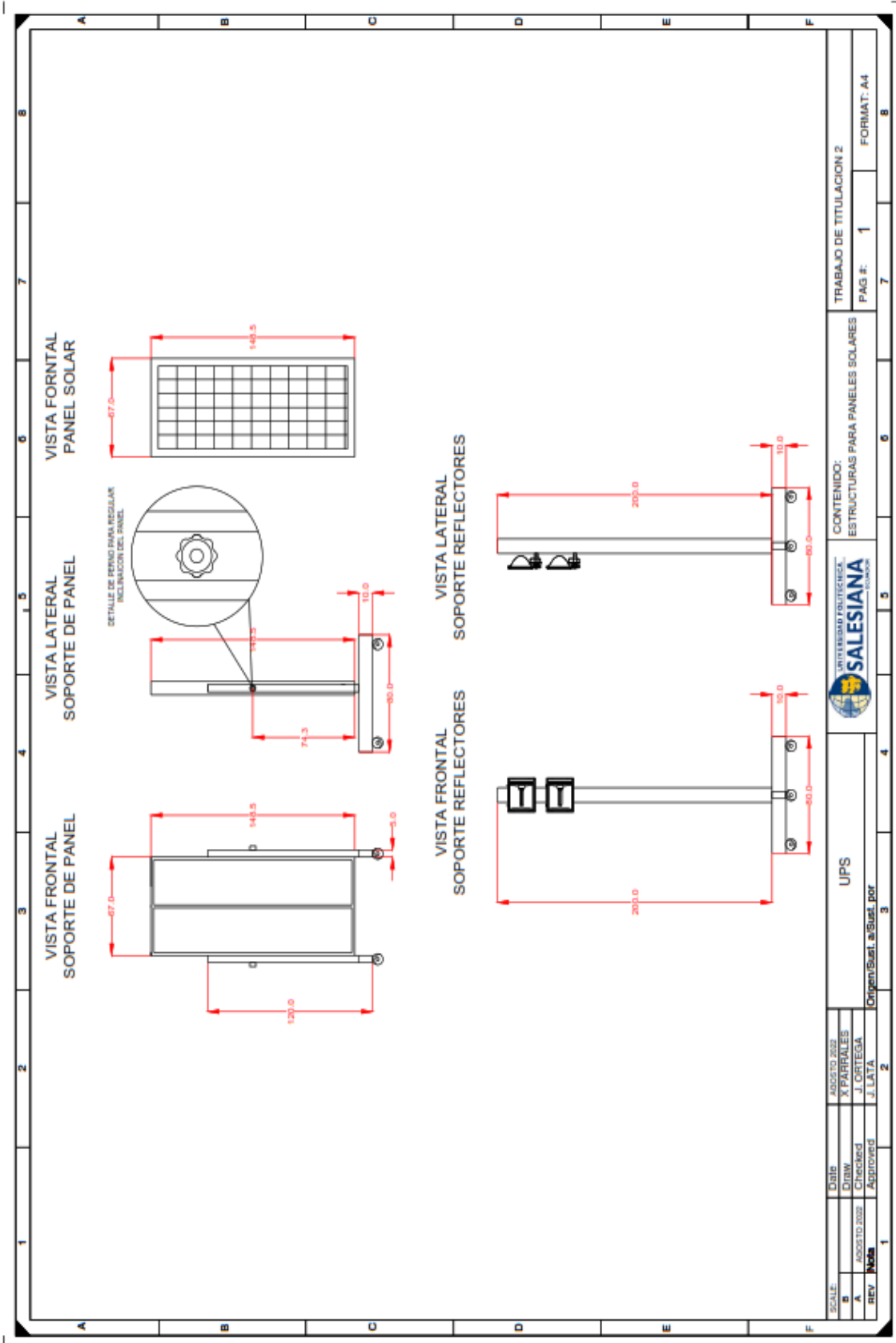
#### Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

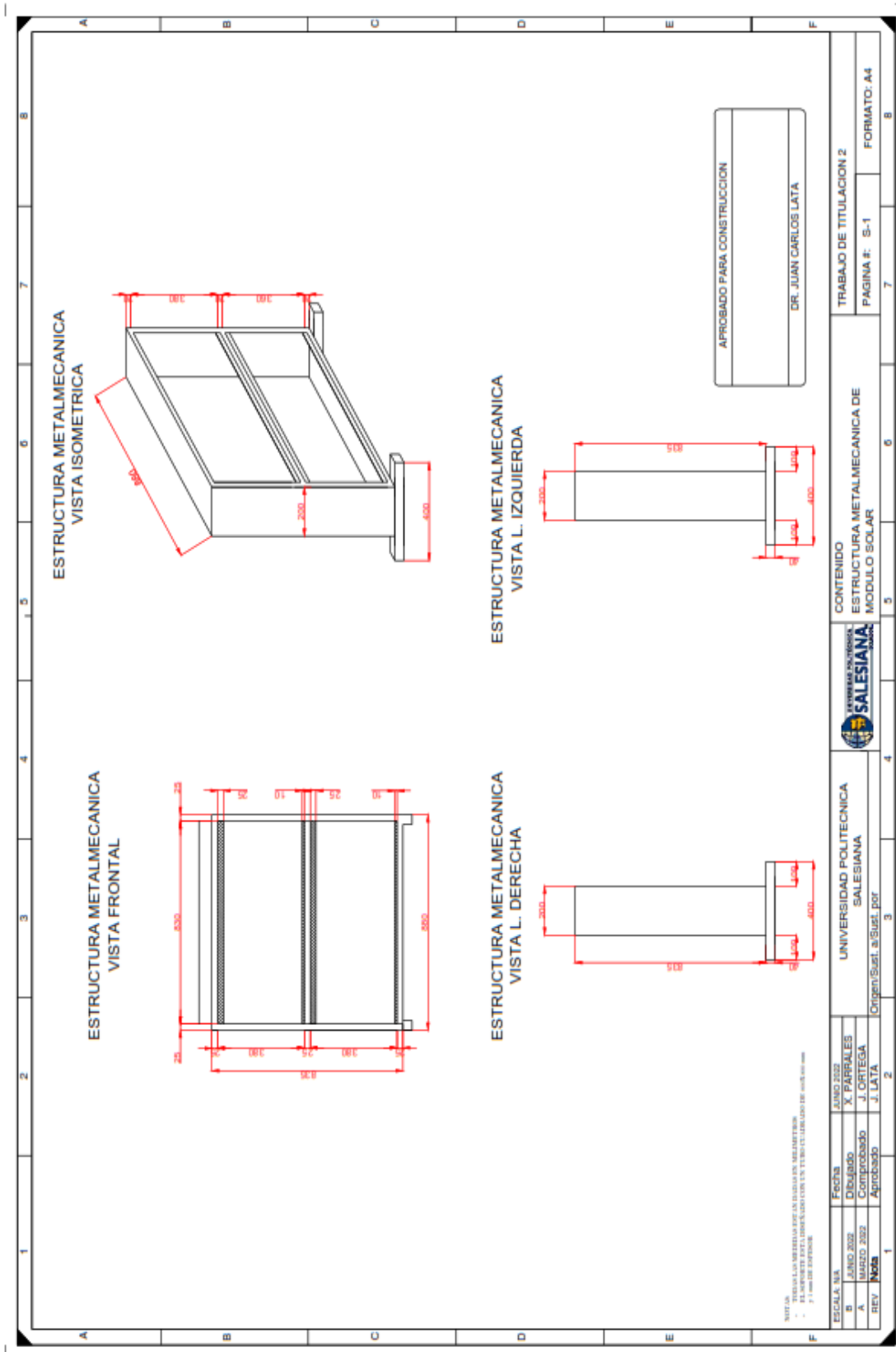


#### Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart (Debe pedirse por separado)

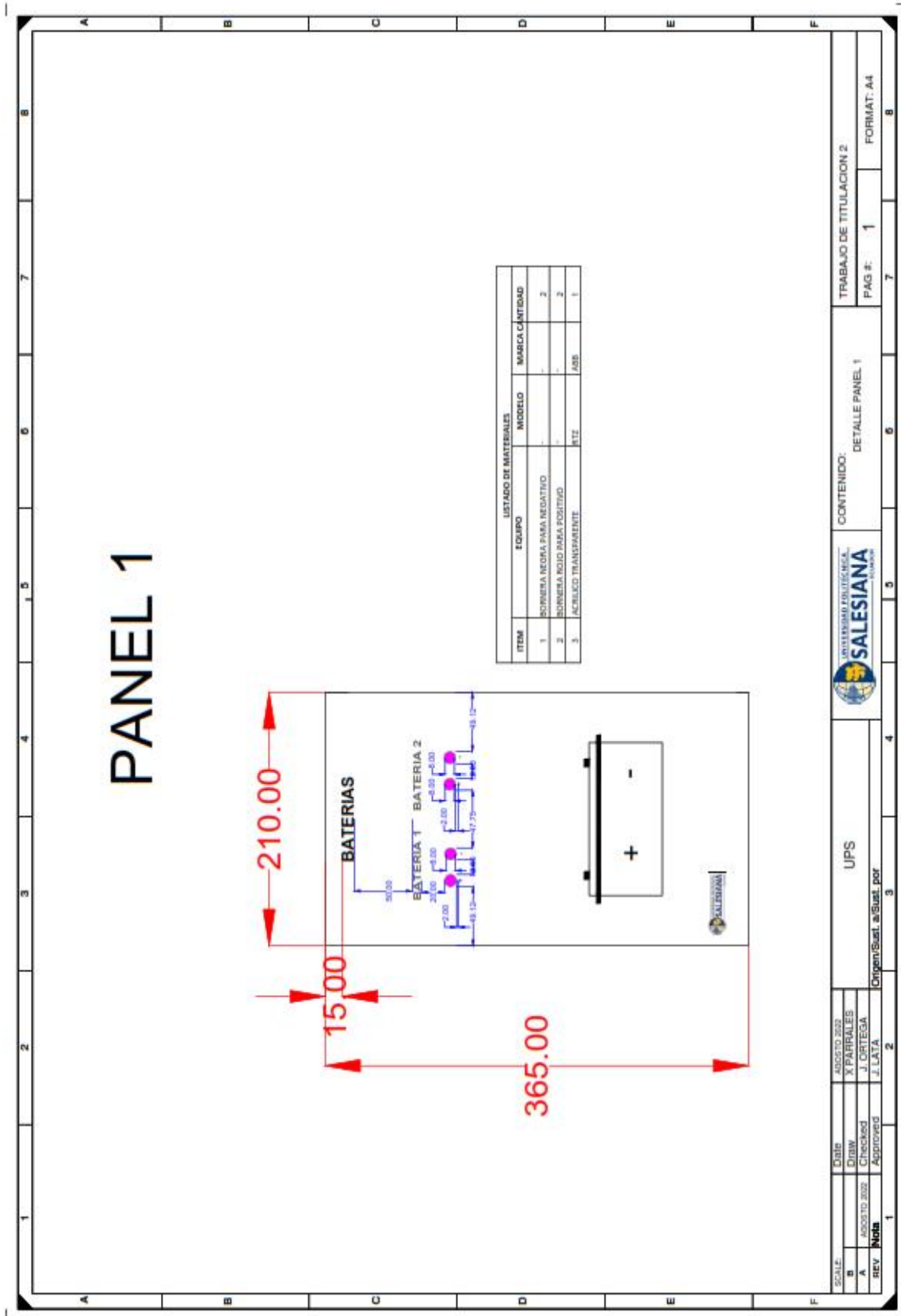
Anexo 6: Plano de las estructuras para paneles solares



Anexo 7: Plano de la estructura metálica del módulo didáctica de energía renovable



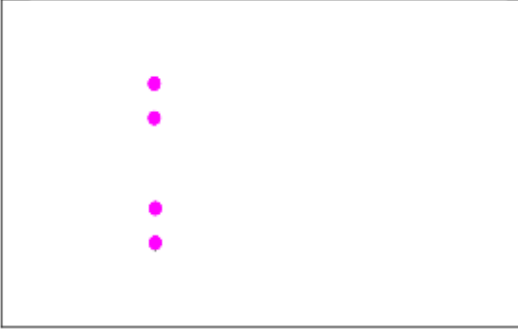
Anexo 8: Plano de detalle de los paneles del módulo didáctico





12345678

# PANEL 1



ESTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	BOMBERA NEGRA PARA NEGATIVO	-	-
2	BOMBERA ROJO PARA POSITIVO	-	-
3	ACRILICO TRANSPARENTE	RTZ	ASE 1

SCALE:	
B	AGOSTO 2022
A	X PARRALES
REV	J. ORTEGA
Nota	J. LATA

UPS

Origen/Sust. a/Sust. por

3

2

4

5

6

7

8

Date	AGOSTO 2022
Drawn	X PARRALES
Checked	J. ORTEGA
Approved	J. LATA

3

2

4

5

6

7

8

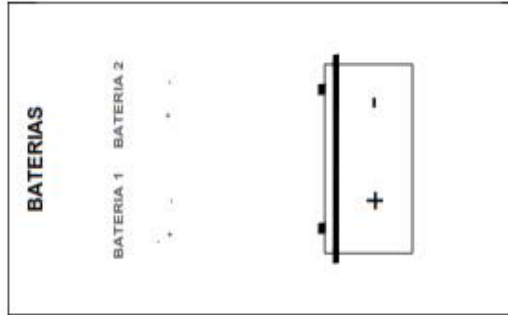
CONTENIDO:  
DETALLE DE PENFORACIONES TABLEROS 1

TRABAJO DE TITULACION 2

PAG #: 1

FORMAT: A4

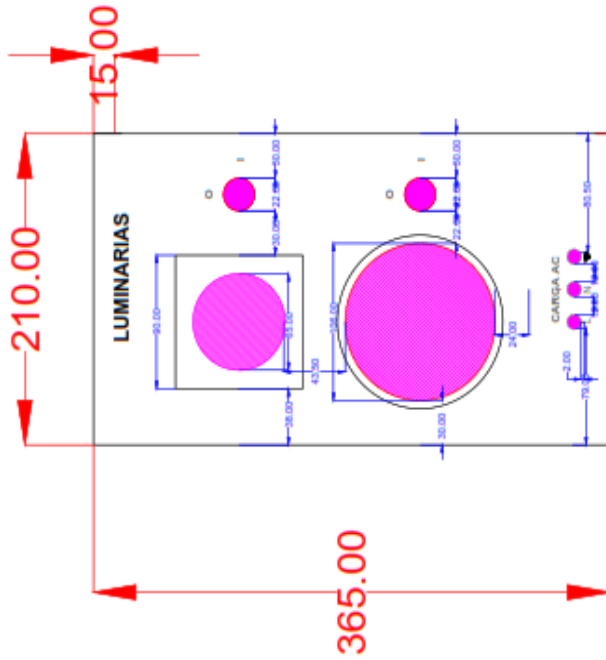
# PANEL 1



LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	BORNERA NEGRA PARA NEGATIVO	-	- 2
2	BORNERA ROJO PARA POSITIVO	-	- 2
3	ACRILICO TRANSPARENTE	RTZ	ABB 1

<table border="1"> <tr> <td>DATE</td> <td>AGOSTO 2022</td> </tr> <tr> <td>DRW</td> <td>X PARRALES</td> </tr> <tr> <td>CHECKED</td> <td>J. ORTEGA</td> </tr> <tr> <td>APPROVED</td> <td>J. LATA</td> </tr> </table>	DATE	AGOSTO 2022	DRW	X PARRALES	CHECKED	J. ORTEGA	APPROVED	J. LATA	UPS Chiguan(Sant. a)Sant. por		CONTENIDO: DETALLE SERIGRAFIA PANEL 1	TRABAJO DE TITULACION 2 PAG # 2	FORMAT: A4
DATE	AGOSTO 2022												
DRW	X PARRALES												
CHECKED	J. ORTEGA												
APPROVED	J. LATA												

# PANEL 2



LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	LUMINARIA LED 5W	-	- 2
2	SELECTOR ON/OFF	-	- 3
3	LUMINARIA LED 15W	-	- 1
4	BORNERS DE CONEXION	-	- 3

SCALE: A: 1:1 B: 1:1 C: 1:1 D: 1:1 E: 1:1 F: 1:1 G: 1:1 H: 1:1 I: 1:1 J: 1:1 K: 1:1 L: 1:1 M: 1:1 N: 1:1 O: 1:1 P: 1:1 Q: 1:1 R: 1:1 S: 1:1 T: 1:1 U: 1:1 V: 1:1 W: 1:1 X: 1:1 Y: 1:1 Z: 1:1 AA: 1:1 AB: 1:1 AC: 1:1 AD: 1:1 AE: 1:1 AF: 1:1 AG: 1:1 AH: 1:1 AI: 1:1 AJ: 1:1 AK: 1:1 AL: 1:1 AM: 1:1 AN: 1:1 AO: 1:1 AP: 1:1 AQ: 1:1 AR: 1:1 AS: 1:1 AT: 1:1 AU: 1:1 AV: 1:1 AW: 1:1 AX: 1:1 AY: 1:1 AZ: 1:1 BA: 1:1 BB: 1:1 BC: 1:1 BD: 1:1 BE: 1:1 BF: 1:1 BG: 1:1 BH: 1:1 BI: 1:1 BJ: 1:1 BK: 1:1 BL: 1:1 BM: 1:1 BN: 1:1 BO: 1:1 BP: 1:1 BQ: 1:1 BR: 1:1 BS: 1:1 BT: 1:1 BU: 1:1 BV: 1:1 BW: 1:1 BX: 1:1 BY: 1:1 BZ: 1:1 CA: 1:1 CB: 1:1 CC: 1:1 CD: 1:1 CE: 1:1 CF: 1:1 CG: 1:1 CH: 1:1 CI: 1:1 CJ: 1:1 CK: 1:1 CL: 1:1 CM: 1:1 CN: 1:1 CO: 1:1 CP: 1:1 CQ: 1:1 CR: 1:1 CS: 1:1 CT: 1:1 CU: 1:1 CV: 1:1 CW: 1:1 CX: 1:1 CY: 1:1 CZ: 1:1 DA: 1:1 DB: 1:1 DC: 1:1 DD: 1:1 DE: 1:1 DF: 1:1 DG: 1:1 DH: 1:1 DI: 1:1 DJ: 1:1 DK: 1:1 DL: 1:1 DM: 1:1 DN: 1:1 DO: 1:1 DP: 1:1 DQ: 1:1 DR: 1:1 DS: 1:1 DT: 1:1 DU: 1:1 DV: 1:1 DW: 1:1 DX: 1:1 DY: 1:1 DZ: 1:1 EA: 1:1 EB: 1:1 EC: 1:1 ED: 1:1 EE: 1:1 EF: 1:1 EG: 1:1 EH: 1:1 EI: 1:1 EJ: 1:1 EK: 1:1 EL: 1:1 EM: 1:1 EN: 1:1 EO: 1:1 EP: 1:1 EQ: 1:1 ER: 1:1 ES: 1:1 ET: 1:1 EU: 1:1 EV: 1:1 EW: 1:1 EX: 1:1 EY: 1:1 EZ: 1:1 FA: 1:1 FB: 1:1 FC: 1:1 FD: 1:1 FE: 1:1 FF: 1:1 FG: 1:1 FH: 1:1 FI: 1:1 FJ: 1:1 FK: 1:1 FL: 1:1 FM: 1:1 FN: 1:1 FO: 1:1 FP: 1:1 FQ: 1:1 FR: 1:1 FS: 1:1 FT: 1:1 FU: 1:1 FV: 1:1 FW: 1:1 FX: 1:1 FY: 1:1 FZ: 1:1 GA: 1:1 GB: 1:1 GC: 1:1 GD: 1:1 GE: 1:1 GF: 1:1 GG: 1:1 GH: 1:1 GI: 1:1 GJ: 1:1 GK: 1:1 GL: 1:1 GM: 1:1 GN: 1:1 GO: 1:1 GP: 1:1 GQ: 1:1 GR: 1:1 GS: 1:1 GT: 1:1 GU: 1:1 GV: 1:1 GW: 1:1 GX: 1:1 GY: 1:1 GZ: 1:1 HA: 1:1 HB: 1:1 HC: 1:1 HD: 1:1 HE: 1:1 HF: 1:1 HG: 1:1 HH: 1:1 HI: 1:1 HJ: 1:1 HK: 1:1 HL: 1:1 HM: 1:1 HN: 1:1 HO: 1:1 HP: 1:1 HQ: 1:1 HR: 1:1 HS: 1:1 HT: 1:1 HU: 1:1 HV: 1:1 HW: 1:1 HX: 1:1 HY: 1:1 HZ: 1:1 IA: 1:1 IB: 1:1 IC: 1:1 ID: 1:1 IE: 1:1 IF: 1:1 IG: 1:1 IH: 1:1 II: 1:1 IJ: 1:1 IK: 1:1 IL: 1:1 IM: 1:1 IN: 1:1 IO: 1:1 IP: 1:1 IQ: 1:1 IR: 1:1 IS: 1:1 IT: 1:1 IU: 1:1 IV: 1:1 IW: 1:1 IX: 1:1 IY: 1:1 IZ: 1:1 JA: 1:1 JB: 1:1 JC: 1:1 JD: 1:1 JE: 1:1 JF: 1:1 JG: 1:1 JH: 1:1 JI: 1:1 JJ: 1:1 JK: 1:1 JL: 1:1 JM: 1:1 JN: 1:1 JO: 1:1 JP: 1:1 JQ: 1:1 JR: 1:1 JS: 1:1 JT: 1:1 JU: 1:1 JV: 1:1 JW: 1:1 JX: 1:1 JY: 1:1 JZ: 1:1 KA: 1:1 KB: 1:1 KC: 1:1 KD: 1:1 KE: 1:1 KF: 1:1 KG: 1:1 KH: 1:1 KI: 1:1 KJ: 1:1 KK: 1:1 KL: 1:1 KM: 1:1 KN: 1:1 KO: 1:1 KP: 1:1 KQ: 1:1 KR: 1:1 KS: 1:1 KT: 1:1 KU: 1:1 KV: 1:1 KW: 1:1 KX: 1:1 KY: 1:1 KZ: 1:1 LA: 1:1 LB: 1:1 LC: 1:1 LD: 1:1 LE: 1:1 LF: 1:1 LG: 1:1 LH: 1:1 LI: 1:1 LJ: 1:1 LK: 1:1 LL: 1:1 LM: 1:1 LN: 1:1 LO: 1:1 LP: 1:1 LQ: 1:1 LR: 1:1 LS: 1:1 LT: 1:1 LU: 1:1 LV: 1:1 LW: 1:1 LX: 1:1 LY: 1:1 LZ: 1:1 MA: 1:1 MB: 1:1 MC: 1:1 MD: 1:1 ME: 1:1 MF: 1:1 MG: 1:1 MH: 1:1 MI: 1:1 MJ: 1:1 MK: 1:1 ML: 1:1 MM: 1:1 MN: 1:1 MO: 1:1 MP: 1:1 MQ: 1:1 MR: 1:1 MS: 1:1 MT: 1:1 MU: 1:1 MV: 1:1 MW: 1:1 MX: 1:1 MY: 1:1 MZ: 1:1 NA: 1:1 NB: 1:1 NC: 1:1 ND: 1:1 NE: 1:1 NF: 1:1 NG: 1:1 NH: 1:1 NI: 1:1 NJ: 1:1 NK: 1:1 NL: 1:1 NM: 1:1 NN: 1:1 NO: 1:1 NP: 1:1 NQ: 1:1 NR: 1:1 NS: 1:1 NT: 1:1 NU: 1:1 NV: 1:1 NW: 1:1 NX: 1:1 NY: 1:1 NZ: 1:1 OA: 1:1 OB: 1:1 OC: 1:1 OD: 1:1 OE: 1:1 OF: 1:1 OG: 1:1 OH: 1:1 OI: 1:1 OJ: 1:1 OK: 1:1 OL: 1:1 OM: 1:1 ON: 1:1 OO: 1:1 OP: 1:1 OQ: 1:1 OR: 1:1 OS: 1:1 OT: 1:1 OU: 1:1 OV: 1:1 OW: 1:1 OX: 1:1 OY: 1:1 OZ: 1:1 PA: 1:1 PB: 1:1 PC: 1:1 PD: 1:1 PE: 1:1 PF: 1:1 PG: 1:1 PH: 1:1 PI: 1:1 PJ: 1:1 PK: 1:1 PL: 1:1 PM: 1:1 PN: 1:1 PO: 1:1 PP: 1:1 PQ: 1:1 PR: 1:1 PS: 1:1 PT: 1:1 PU: 1:1 PV: 1:1 PW: 1:1 PX: 1:1 PY: 1:1 PZ: 1:1 QA: 1:1 QB: 1:1 QC: 1:1 QD: 1:1 QE: 1:1 QF: 1:1 QG: 1:1 QH: 1:1 QI: 1:1 QJ: 1:1 QK: 1:1 QL: 1:1 QM: 1:1 QN: 1:1 QO: 1:1 QP: 1:1 QQ: 1:1 QR: 1:1 QS: 1:1 QT: 1:1 QU: 1:1 QV: 1:1 QW: 1:1 QX: 1:1 QY: 1:1 QZ: 1:1 RA: 1:1 RB: 1:1 RC: 1:1 RD: 1:1 RE: 1:1 RF: 1:1 RG: 1:1 RH: 1:1 RI: 1:1 RJ: 1:1 RK: 1:1 RL: 1:1 RM: 1:1 RN: 1:1 RO: 1:1 RP: 1:1 RQ: 1:1 RR: 1:1 RS: 1:1 RT: 1:1 RU: 1:1 RV: 1:1 RW: 1:1 RX: 1:1 RY: 1:1 RZ: 1:1 SA: 1:1 SB: 1:1 SC: 1:1 SD: 1:1 SE: 1:1 SF: 1:1 SG: 1:1 SH: 1:1 SI: 1:1 SJ: 1:1 SK: 1:1 SL: 1:1 SM: 1:1 SN: 1:1 SO: 1:1 SP: 1:1 SQ: 1:1 SR: 1:1 SS: 1:1 ST: 1:1 SU: 1:1 SV: 1:1 SW: 1:1 SX: 1:1 SY: 1:1 SZ: 1:1 TA: 1:1 TB: 1:1 TC: 1:1 TD: 1:1 TE: 1:1 TF: 1:1 TG: 1:1 TH: 1:1 TI: 1:1 TJ: 1:1 TK: 1:1 TL: 1:1 TM: 1:1 TN: 1:1 TO: 1:1 TP: 1:1 TQ: 1:1 TR: 1:1 TS: 1:1 TT: 1:1 TU: 1:1 TV: 1:1 TW: 1:1 TX: 1:1 TY: 1:1 TZ: 1:1 UA: 1:1 UB: 1:1 UC: 1:1 UD: 1:1 UE: 1:1 UF: 1:1 UG: 1:1 UH: 1:1 UI: 1:1 UJ: 1:1 UK: 1:1 UL: 1:1 UM: 1:1 UN: 1:1 UO: 1:1 UP: 1:1 UQ: 1:1 UR: 1:1 US: 1:1 UT: 1:1 UU: 1:1 UV: 1:1 UW: 1:1 UX: 1:1 UY: 1:1 UZ: 1:1 VA: 1:1 VB: 1:1 VC: 1:1 VD: 1:1 VE: 1:1 VF: 1:1 VG: 1:1 VH: 1:1 VI: 1:1 VJ: 1:1 VK: 1:1 VL: 1:1 VM: 1:1 VN: 1:1 VO: 1:1 VP: 1:1 VQ: 1:1 VR: 1:1 VS: 1:1 VT: 1:1 VU: 1:1 VV: 1:1 VW: 1:1 VX: 1:1 VY: 1:1 VZ: 1:1 WA: 1:1 WB: 1:1 WC: 1:1 WD: 1:1 WE: 1:1 WF: 1:1 WG: 1:1 WH: 1:1 WI: 1:1 WJ: 1:1 WK: 1:1 WL: 1:1 WM: 1:1 WN: 1:1 WO: 1:1 WP: 1:1 WQ: 1:1 WR: 1:1 WS: 1:1 WT: 1:1 WU: 1:1 WV: 1:1 WW: 1:1 WX: 1:1 WY: 1:1 WZ: 1:1 XA: 1:1 XB: 1:1 XC: 1:1 XD: 1:1 XE: 1:1 XF: 1:1 XG: 1:1 XH: 1:1 XI: 1:1 XJ: 1:1 XK: 1:1 XL: 1:1 XM: 1:1 XN: 1:1 XO: 1:1 XP: 1:1 XQ: 1:1 XR: 1:1 XS: 1:1 XT: 1:1 XU: 1:1 XV: 1:1 XW: 1:1 XX: 1:1 XY: 1:1 XZ: 1:1 YA: 1:1 YB: 1:1 YC: 1:1 YD: 1:1 YE: 1:1 YF: 1:1 YG: 1:1 YH: 1:1 YI: 1:1 YJ: 1:1 YK: 1:1 YL: 1:1 YM: 1:1 YN: 1:1 YO: 1:1 YP: 1:1 YQ: 1:1 YR: 1:1 YS: 1:1 YT: 1:1 YU: 1:1 YV: 1:1 YW: 1:1 YX: 1:1 YZ: 1:1 ZA: 1:1 ZB: 1:1 ZC: 1:1 ZD: 1:1 ZE: 1:1 ZF: 1:1 ZG: 1:1 ZH: 1:1 ZI: 1:1 ZJ: 1:1 ZK: 1:1 ZL: 1:1 ZM: 1:1 ZN: 1:1 ZO: 1:1 ZP: 1:1 ZQ: 1:1 ZR: 1:1 ZS: 1:1 ZT: 1:1 ZU: 1:1 ZV: 1:1 ZW: 1:1 ZX: 1:1 ZY: 1:1 ZZ: 1:1	UPS Origin/Bust a Bust por	CONTENIDO: DETALLE PANEL 2	TRABAJO DE TITULACION 2 PAG #: 1 FORMAT: A4
---	-------------------------------	-------------------------------	---

PANEL 2

LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	LUMINARIA LED 6W	-	- 2
2	SECTOR ON/OFF	-	- 3
3	LUMINARIA LED 15W	-	- 1
4	BORNERAS DE CONEXION	-	- 3

SCALE	A	B	C	D	E	F	
DATE	ASO 2022	DESIGN	X FARRALES	CHECKED	J. ORTEGA	APPROVED	J. LATA
REV	Notes	1		2		3	

UPS

Origen/Sust. a/Sust. per

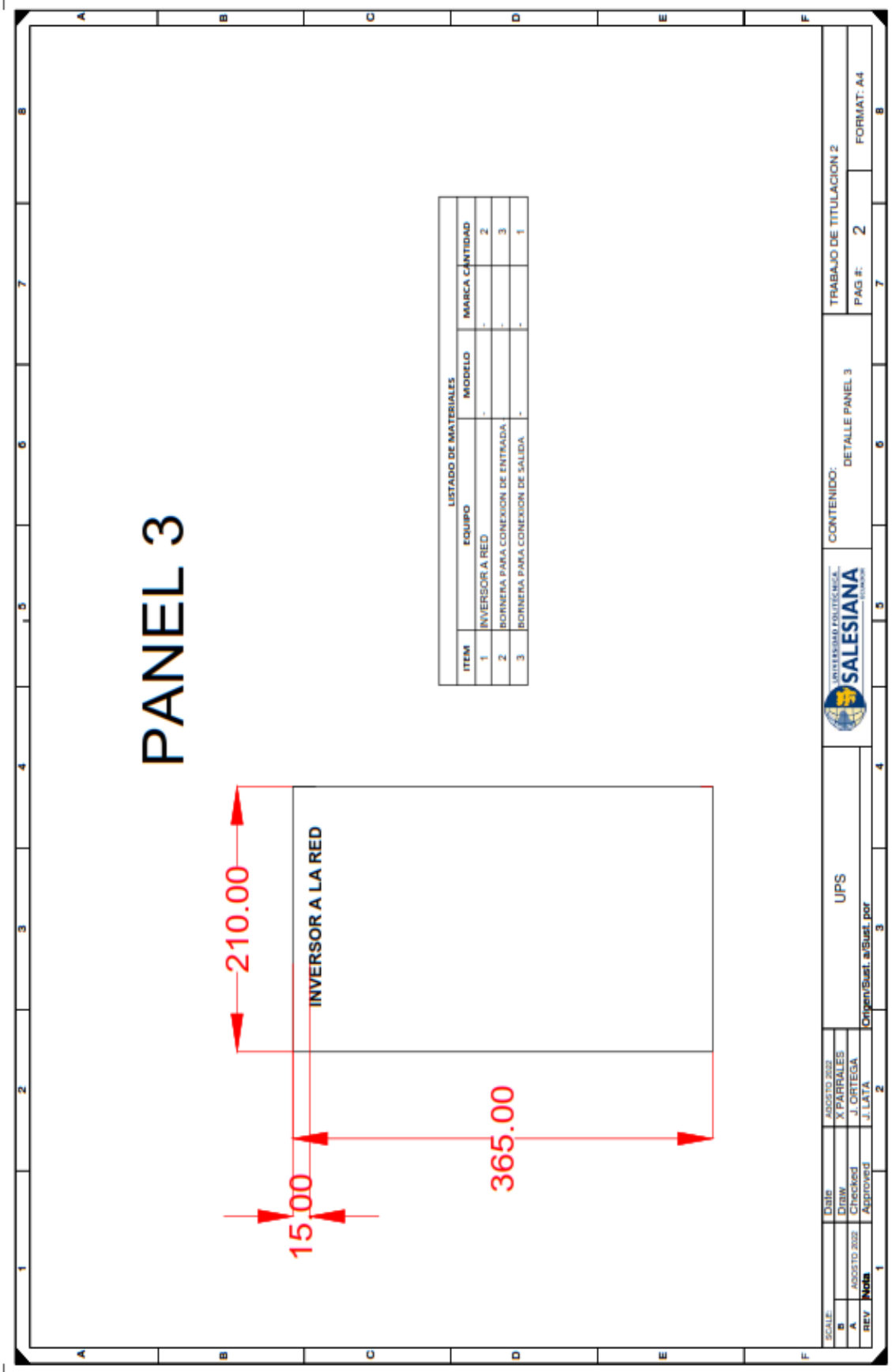
CONTENIDO:	TRABAJO DE TITULACION 2
DETALLE DE PERFORACIONES TABLERO 2	PAG #: 1
	FORMAT: A4

# PANEL 2



LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	LUMINARIA LED 6W	-	- 2
2	SELECTOR ON/OFF	-	- 3
3	LUMINARIA LED 15W	-	- 1
4	BORNERAS DE CONEXION	-	- 3

SCALE:	Date:	ADOSTO 2022	TRABAJO DE TITULACION 2
B	Drawn:	X PARRALES	PAG #: 1
A	Checked:	J. ORTEGA	FORMAT: A4
REV	Approved:	J. LATA	
		Origen: Suel. a Suel. por	
		UPS	



LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	INVERSOR A RED	-	- 2
2	BORNERA PARA CONEXION DE ENTRADA	-	- 3
3	BORNERA PARA CONEXION DE SALIDA	-	- 1



CONTENIDO: DETALLE PANEL 3

TRABAJO DE TITULACION 2

PAG #: 2

FORMAT: A4

UUPS

Origin/Sust. n/Sust. por

APROBADO

APROBADO

APROBADO

# PANEL 3



LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	INVERSOR A RED	-	- 2
2	BORNERA PARA CONEXION DE ENTRADA	-	- 3
3	BORNERA PARA CONEXION DE SALIDA	-	- 1

SCALE:	Date	AGOSTO 2022	TRABAJO DE TITULACION 2
B	DRAW	X PARRALES	PAG #:
A	Checked	J. ORTEGA	3
REV	Approved	J. LATA	FORMAT: A4
1	Origin/Sust. a/Sust. por	3	7
2	4	5	6
CONTENIDO:		DETALLE DE PERFORACIONES PANEL 3	
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		8	

PANEL 3

INVERSOR A LA RED

LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	INVERSOR A RED	-	-
2	BORNERA PARA CONEXION DE ENTRADA	-	2
3	BORNERA PARA CONEXION DE SALIDA	-	3
3	BORNERA PARA CONEXION DE SALIDA	-	1

SCALE:	A	B	C	D	E	F
Date:	AGOSTO 2022					
DRW:	X PARRALES					
Checked:	J. ORTEGA					
Approved:	J. LAJA					

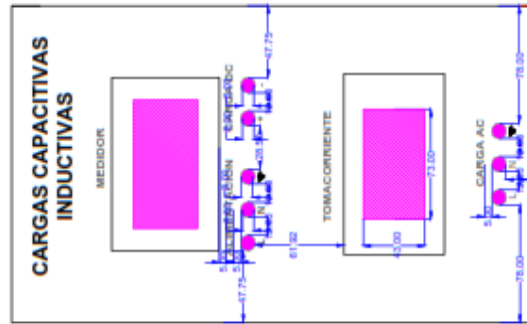
UPS

Origen/Sust. a/Sust. por

CONTENIDO:	TRABAJO DE TITULACION 2
DETALLE PANEL 1	PAG #: 1
	FORMAT: A4

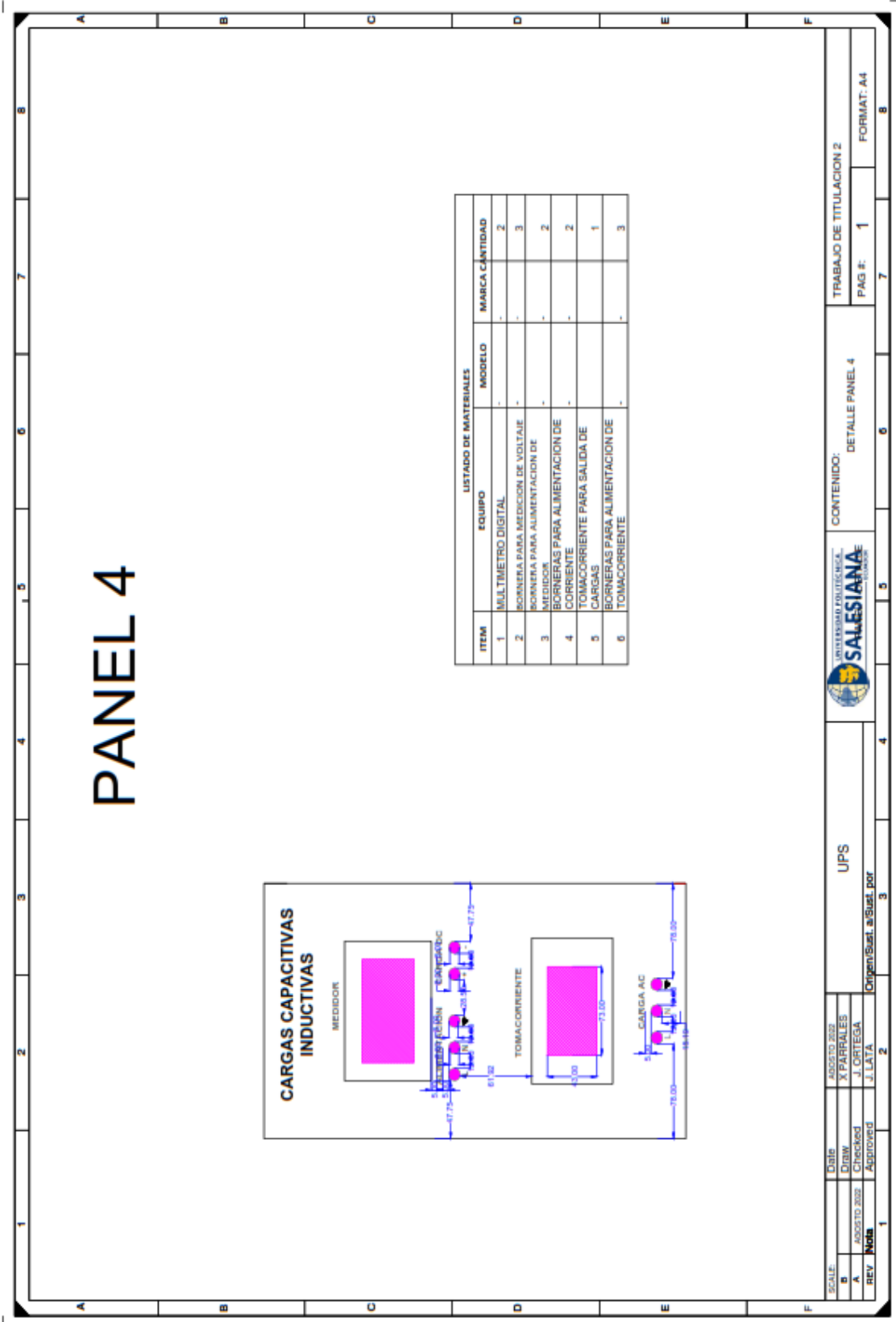


# PANEL 4

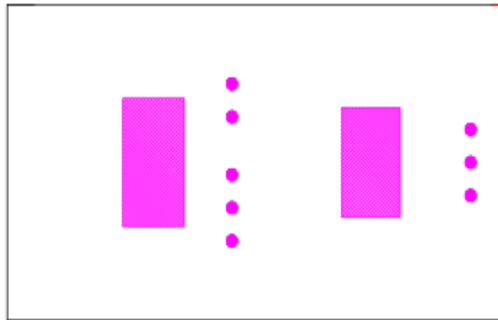


ITEM	EQUIPO	LISTADO DE MATERIALES	MODELO	MARCA	CANTIDAD
1	MULTIMETRO DIGITAL		-	-	2
2	BORNERA PARA MEDICION DE VOLTAJE		-	-	3
3	BORNERA PARA ALIMENTACION DE MEDIDOR		-	-	2
4	BORNERAS PARA ALIMENTACION DE CORRIENTE		-	-	2
5	TOMACORRIENTE PARA SALIDA DE CARGAS		-	-	1
6	BORNERAS PARA ALIMENTACION DE TOMACORRIENTE		-	-	3

<table border="1"> <tr> <td>SCALE:</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>DATE:</td> <td>AGOSTO 2022</td> </tr> <tr> <td>BY:</td> <td>X PARRALES</td> </tr> <tr> <td>CHKD:</td> <td>J. ORTEGA</td> </tr> <tr> <td>REV:</td> <td>1</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	SCALE:	<table border="1"> <tr> <td>DATE:</td> <td>AGOSTO 2022</td> </tr> <tr> <td>BY:</td> <td>X PARRALES</td> </tr> <tr> <td>CHKD:</td> <td>J. ORTEGA</td> </tr> <tr> <td>REV:</td> <td>1</td> </tr> </table>	DATE:	AGOSTO 2022	BY:	X PARRALES	CHKD:	J. ORTEGA	REV:	1	UPS Origen: Sust. a Sust. por	 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA FACULTAD DE INGENIERÍA	CONTENIDO: DETALLE PANEL 4	TRABAJO DE TITULACION 2 PAG. #: 1
SCALE:	<table border="1"> <tr> <td>DATE:</td> <td>AGOSTO 2022</td> </tr> <tr> <td>BY:</td> <td>X PARRALES</td> </tr> <tr> <td>CHKD:</td> <td>J. ORTEGA</td> </tr> <tr> <td>REV:</td> <td>1</td> </tr> </table>	DATE:	AGOSTO 2022	BY:	X PARRALES	CHKD:	J. ORTEGA	REV:	1					
DATE:	AGOSTO 2022													
BY:	X PARRALES													
CHKD:	J. ORTEGA													
REV:	1													



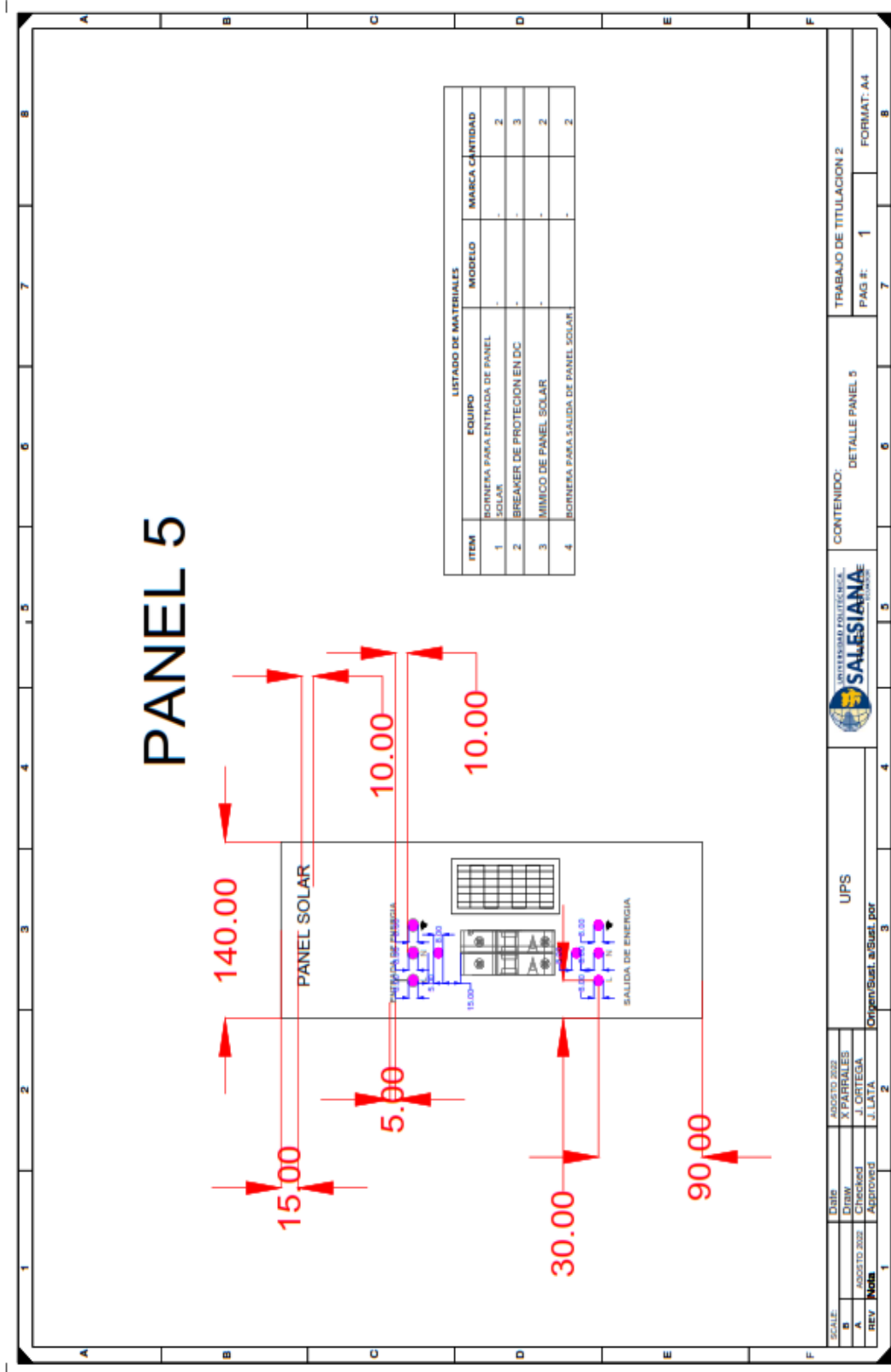
# PANEL 4



LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	MULTIMETRO DIGITAL	-	- 2
2	BORNERA PARA MEDICION DE VOLTAJE	-	- 3
3	BORNERA PARA ALIMENTACION DE MEDICION	-	- 2
4	BORNERAS PARA ALIMENTACION DE CORRIENTE	-	- 2
5	TOMACORRIENTE PARA SALIDA DE CARGAS	-	- 1
6	BORNERAS PARA ALIMENTACION DE TOMACORRIENTE	-	- 3

SCALE	DBIB	ASISTENTE 2022	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	TRABAJO DE TITULACION 2
0	DRW	X PARRALES	SALESIANA	PAG #:
1	CHKD	J. ORTEGA	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	1
REV	DBIB	Agustino	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	FORMAT: A4
		Origen/Busl a Busl por		

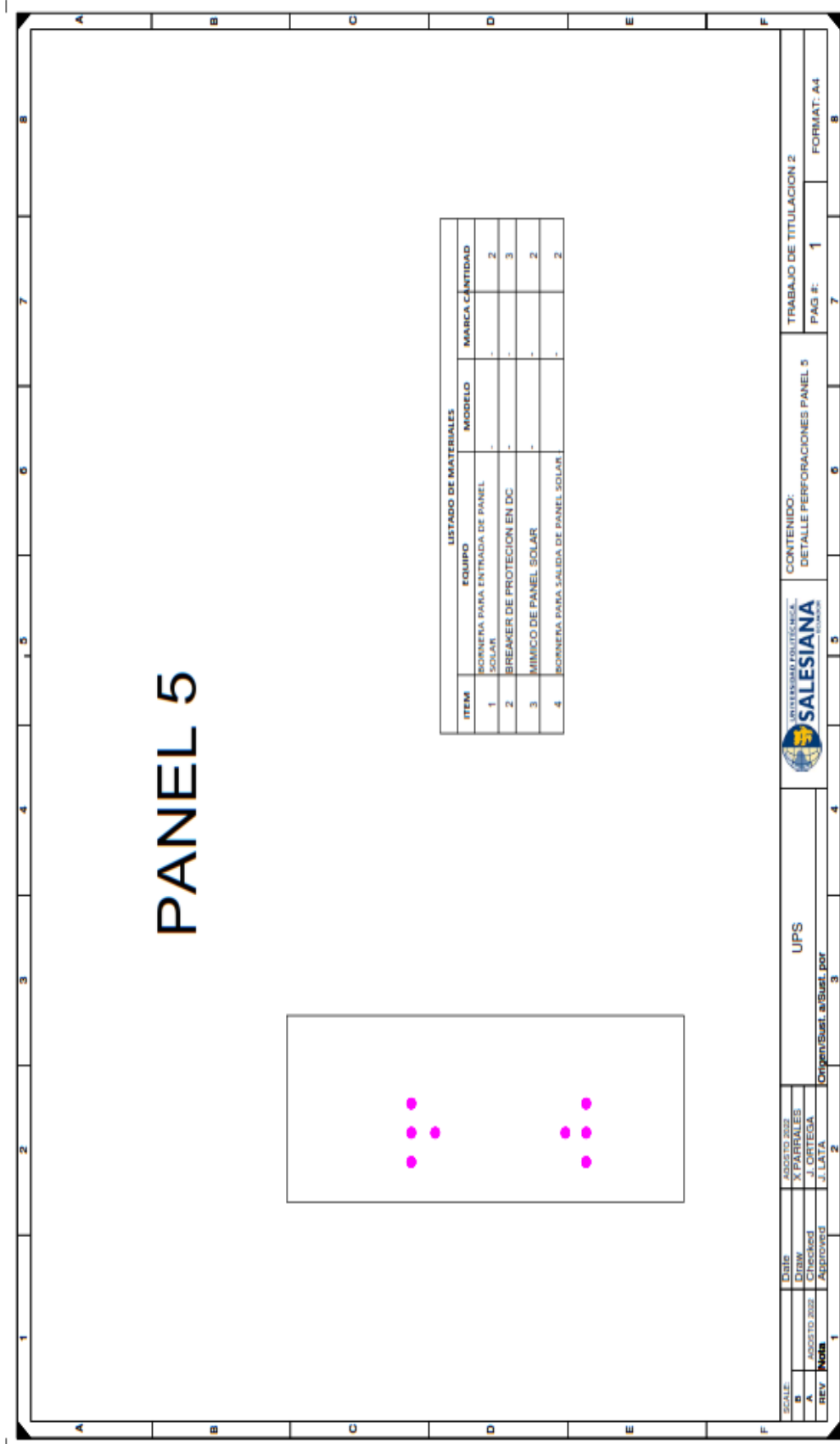




UNIVERSIDAD PONTIFICIA SALESIANA  
 UPS  
 Origen/Suel. a Suel. por

SCALE	DRAW	DATE
0	X PARRALES	AGOSTO 2022
A	J. ORTEGA	
REV	APPROVED	

CONTENIDO:	TRABAJO DE TITULACION 2
DETALLE PANEL 5	PAG #: 1
	FORMAT: A4



# PANEL 5



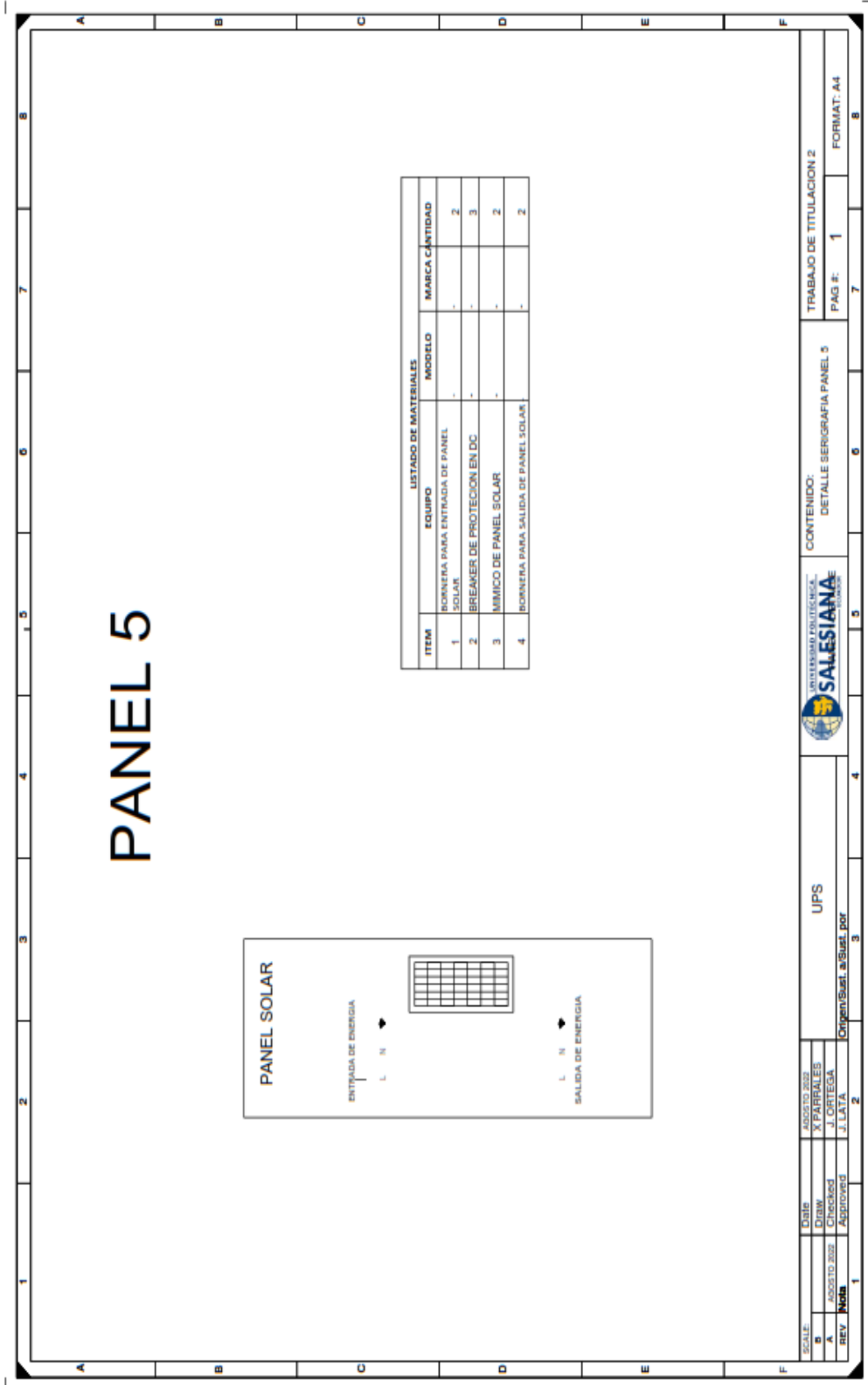
LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	BORNENA PARA ENTRADA DE PANEL SOLAR	-	- 2
2	BREAKER DE PROTECCION EN DC	-	- 3
3	MIMICO DE PANEL SOLAR	-	- 2
4	BORNENA PARA SALIDA DE PANEL SOLAR	-	- 2

SCALE	ADOSTO 2022	DATE	ADOSTO 2022	TRABAJO DE TITULACION 2
DRAW	X PARRALES	DRAW	X PARRALES	PAG #:
CHECKED	J. ORTEGA	CHECKED	J. ORTEGA	1
APPROVED	J. LAITA	APPROVED	J. LAITA	FORMAT: A4
REV	0001	Origin/Sust.	a/Sust. per	
			3	
			4	
			5	
			6	
			7	
			8	

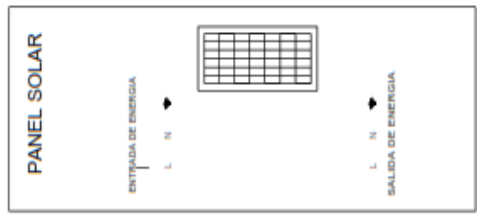


UPS

CONTENIDO:  
DETALLE PERFORACIONES PANEL 5



# PANEL 5



ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	BORNERA PARA ENTRADA DE PANEL SOLAR	-	- 2
2	BREKMER DE PROTECCION EN DC	-	- 3
3	MIMICO DE PANEL SOLAR	-	- 2
4	BORNERA PARA SALIDA DE PANEL SOLAR	-	- 2



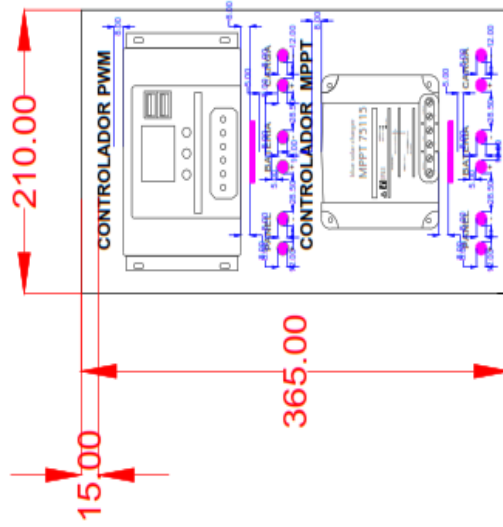
UPS  
Origen/Sust. a/Sust. por

FECHA	AGOSTO 2022
DISEÑADOR	X PARRALES
REVISOR	J. ORTEGA
APROBADO	J. LATA

TRABAJO DE TITULACION 2  
PAG #: 1  
FORMAT: A4

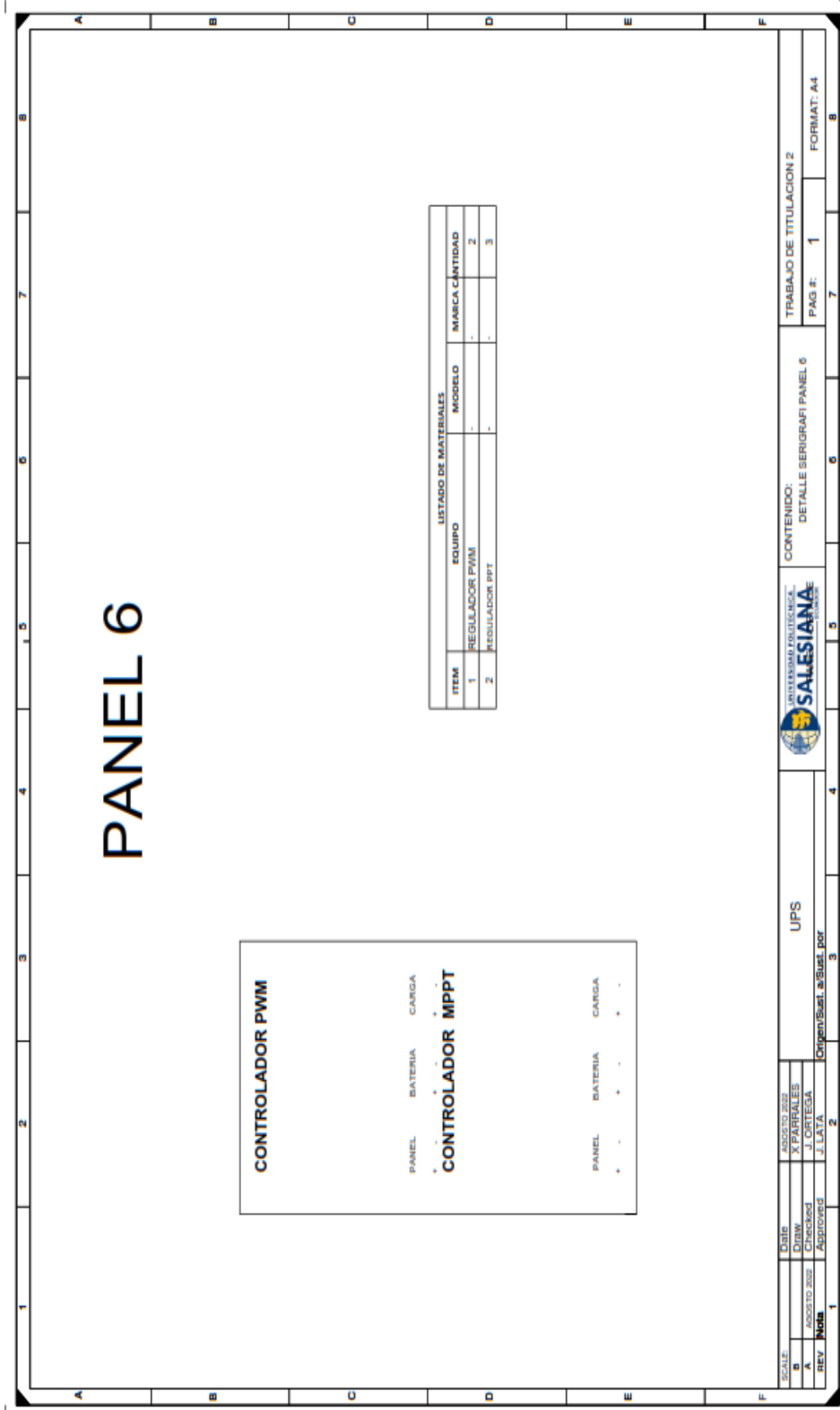
CONTENIDO:  
DETALLE SERIGRAFIA PANEL 5

# PANEL 6



LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	REGULADOR PWM	-	- 2
2	REGULADOR PPT	-	- 3

<table border="1"> <tr> <td>SCALE</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>DESIGN</td> <td>J. L. ORTIZ</td> </tr> <tr> <td>CHECKED</td> <td>J. L. ORTIZ</td> </tr> <tr> <td>APPROVED</td> <td>J. L. ORTIZ</td> </tr> <tr> <td>REV</td> <td>None</td> </tr> </table>	SCALE	1:1	DESIGN	J. L. ORTIZ	CHECKED	J. L. ORTIZ	APPROVED	J. L. ORTIZ	REV	None	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA INSTITUTO TECNICO DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA	CONTENIDO: DETALLE PANEL 6	TRABAJO DE TITULACION 2 PAG # 1
SCALE	1:1												
DESIGN	J. L. ORTIZ												
CHECKED	J. L. ORTIZ												
APPROVED	J. L. ORTIZ												
REV	None												
UPS Origen(Sust. a Sust. por	4	6	8										

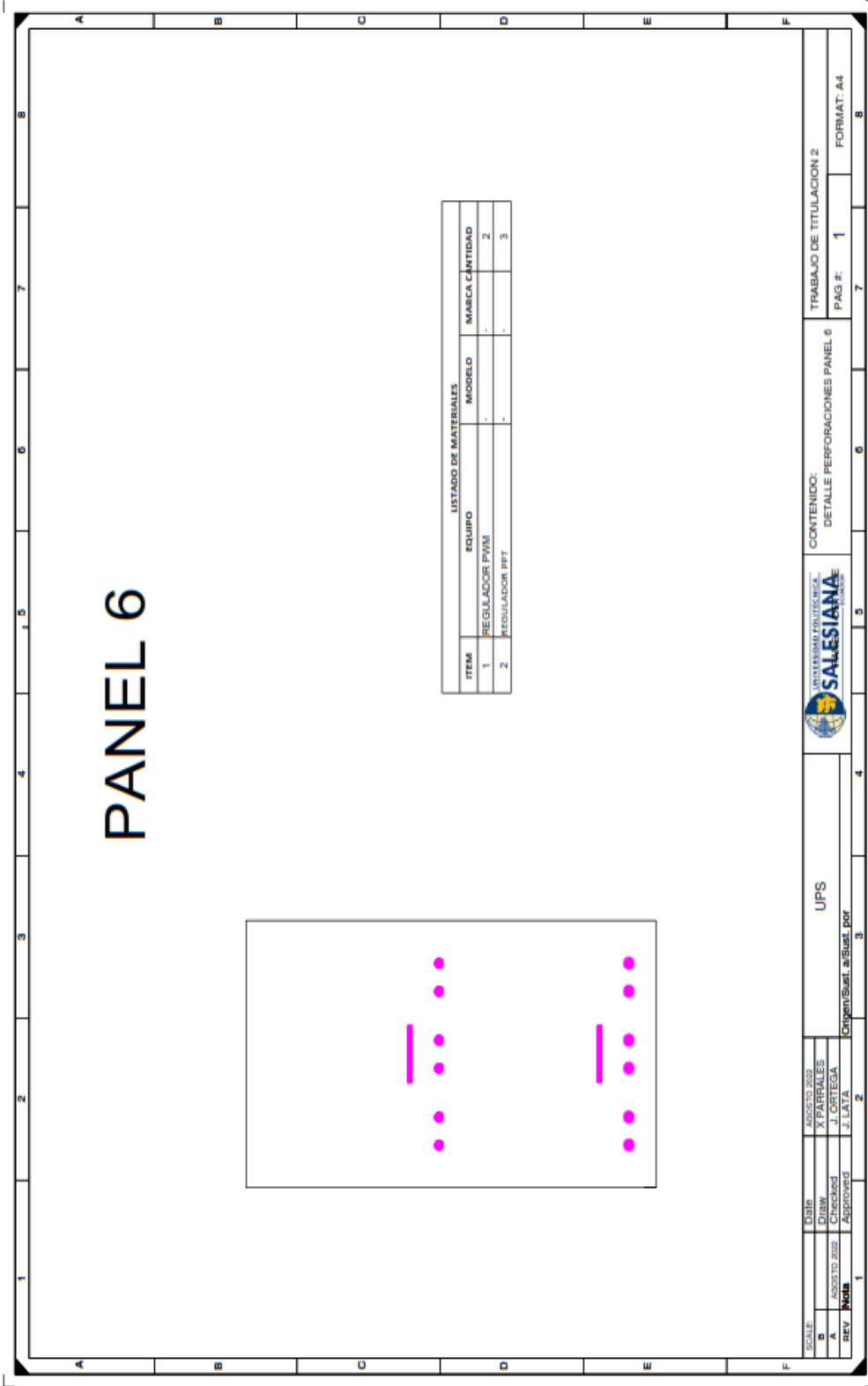


LISTADO DE MATERIALES		
ITEM	EQUIPO	MARCA CANTIDAD
1	REGULADOR PWM	- - 2
2	MODULADOR PPT	- - 3



<b>SCALE</b>	A	<b>PROYECTO 2002</b>	X PARRALES	<b>UPS</b>	<b>TRABAJO DE TITULACION 2</b>
<b>DATE</b>	AGOSTO 2002	<b>ENTRADA</b>	J. CARTEGA	<b>CONTENIDO:</b>	<b>PAG #.</b> 1
<b>REV</b>	1	<b>APPROVED</b>	J. LATA	<b>DETALLE SERIGRAF PANEL 6</b>	<b>FORMAT: A4</b>
					
				<b>Origen: Sust. de Sust. por</b>	





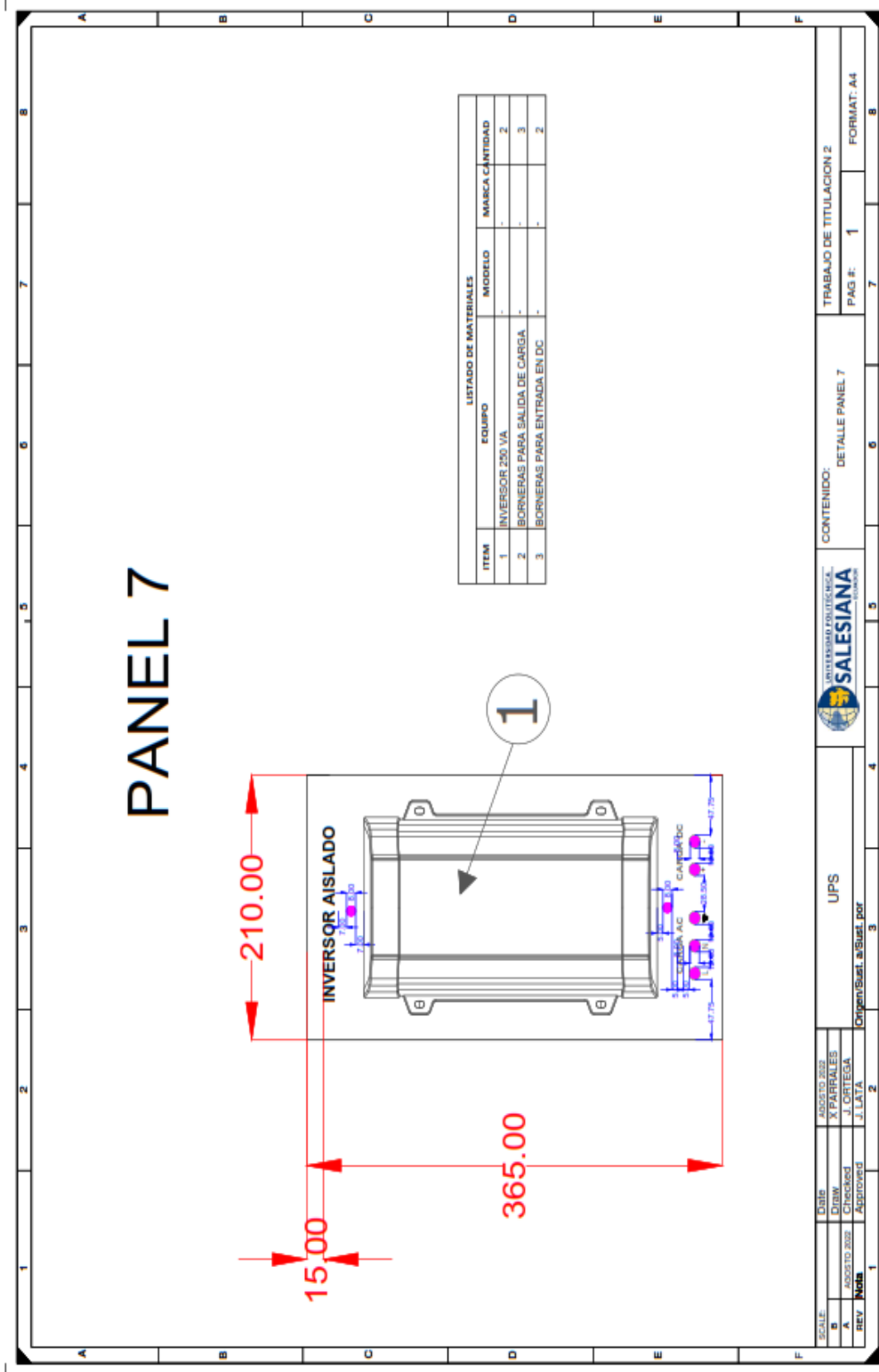
# PANEL 6

LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	REGULADOR PWM	-	- 2
2	REGULADOR PPT	-	- 3

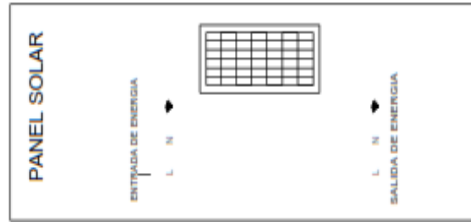
SCALE:	DATE:	DESIGNED BY:
A	AGOSTO 2022	X PARRALES
REV	Checked	J. ORTEGA
1	Approved	J. LATA



CONTENIDO:	TRABAJO DE TITULACION 2
DETALLE PERFORACIONES PANEL 6	PAG #:
	1
	FORMAT: A4



# PANEL 5



LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	BOBINERA PARA ENTRADA DE PANEL SOLAR	-	- 2
2	BREAKER DE PROTECCION EN DC	-	- 3
3	MINICO DE PANEL SOLAR	-	- 2
4	BOBINERA PARA SALIDA DE PANEL SOLAR	-	- 2

SCALE	DURS	AGOSTO 2022
B	DURW	X PARRALES
A	CHECKED	J. ORTEGA
REV	NOB	J. LAZA

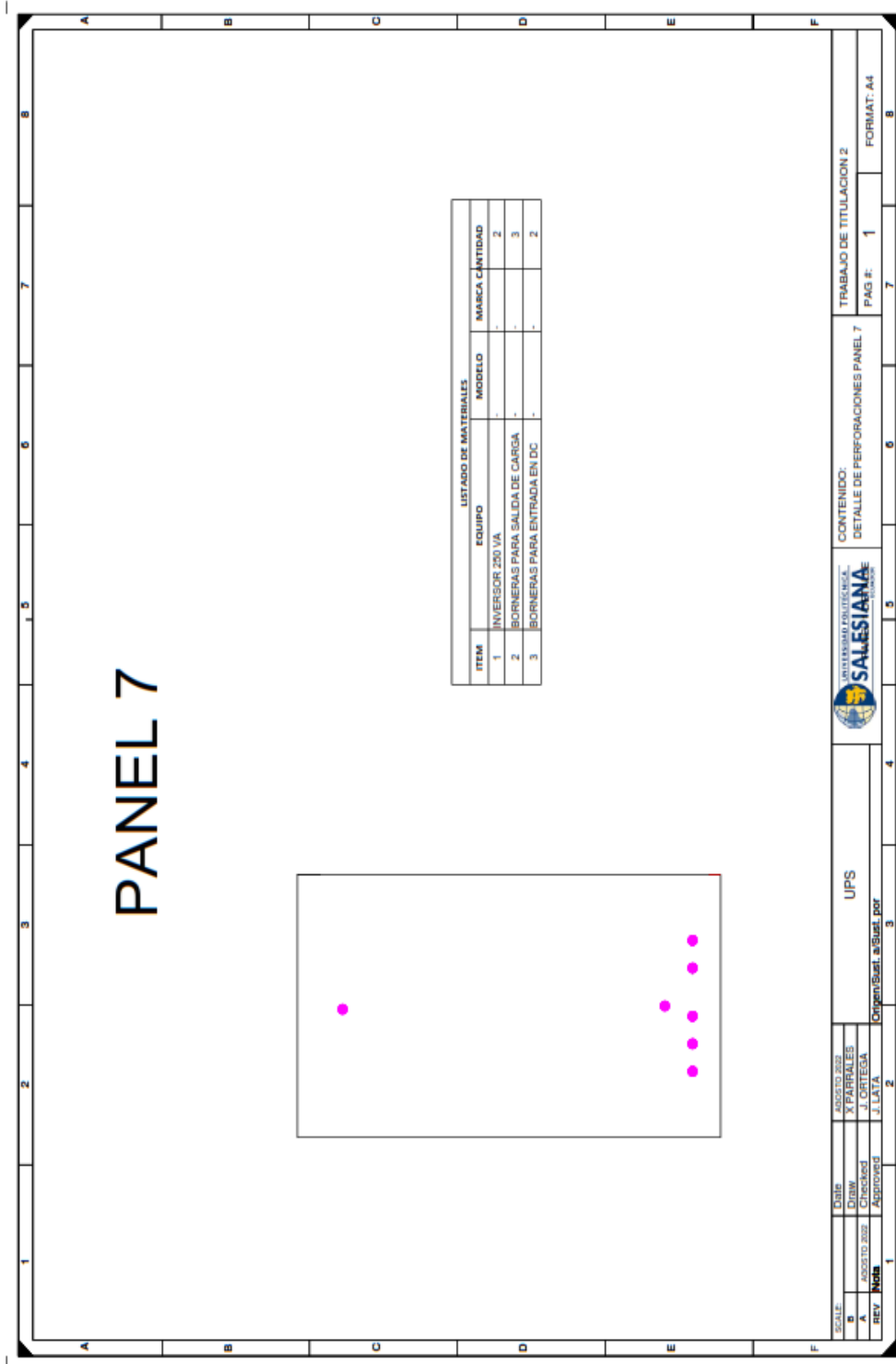
UPS  
Origen/Sust. a/Sust. por

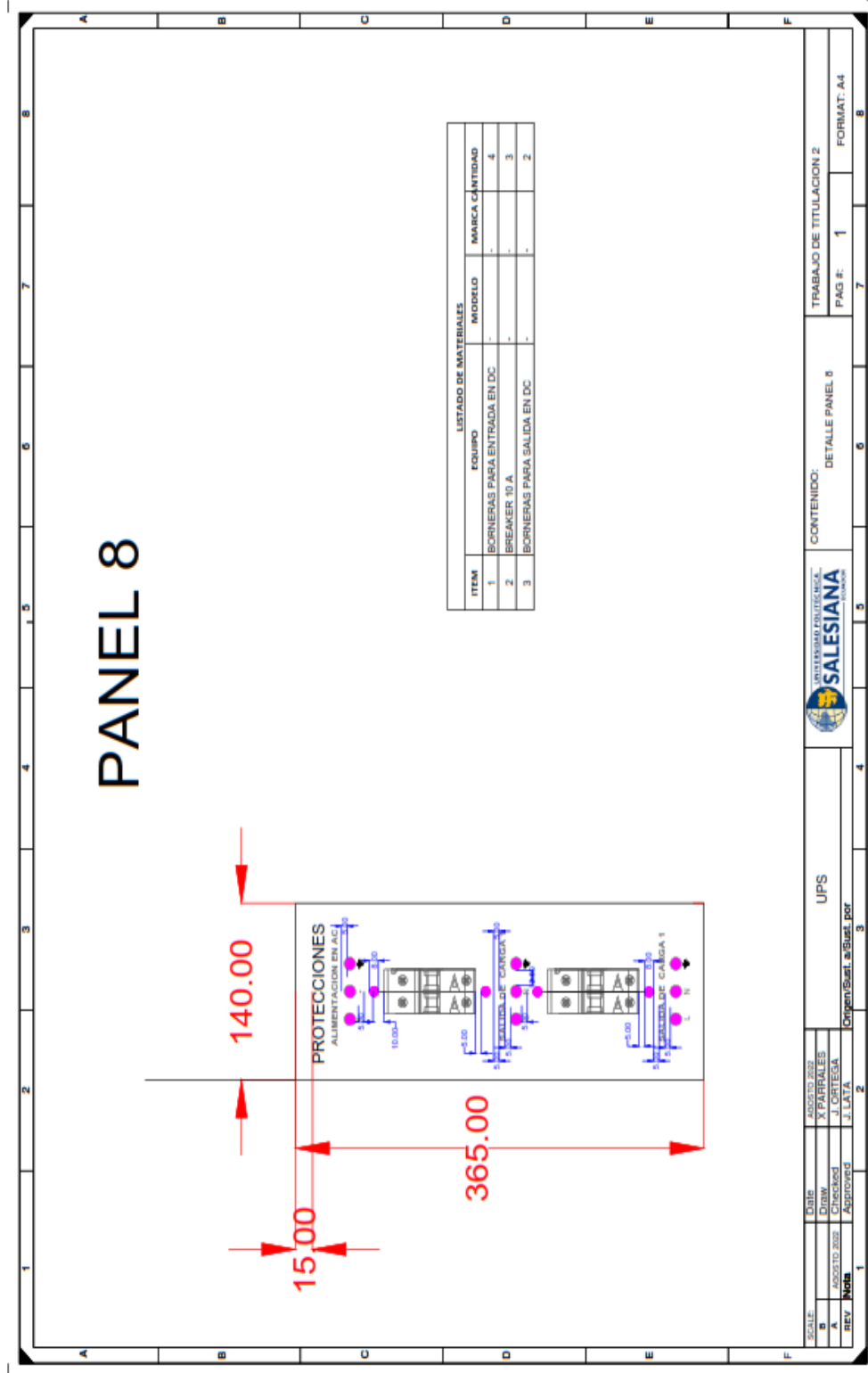


CONTENIDO:  
DETALLE DE SERIGRAFIA PANEL 7

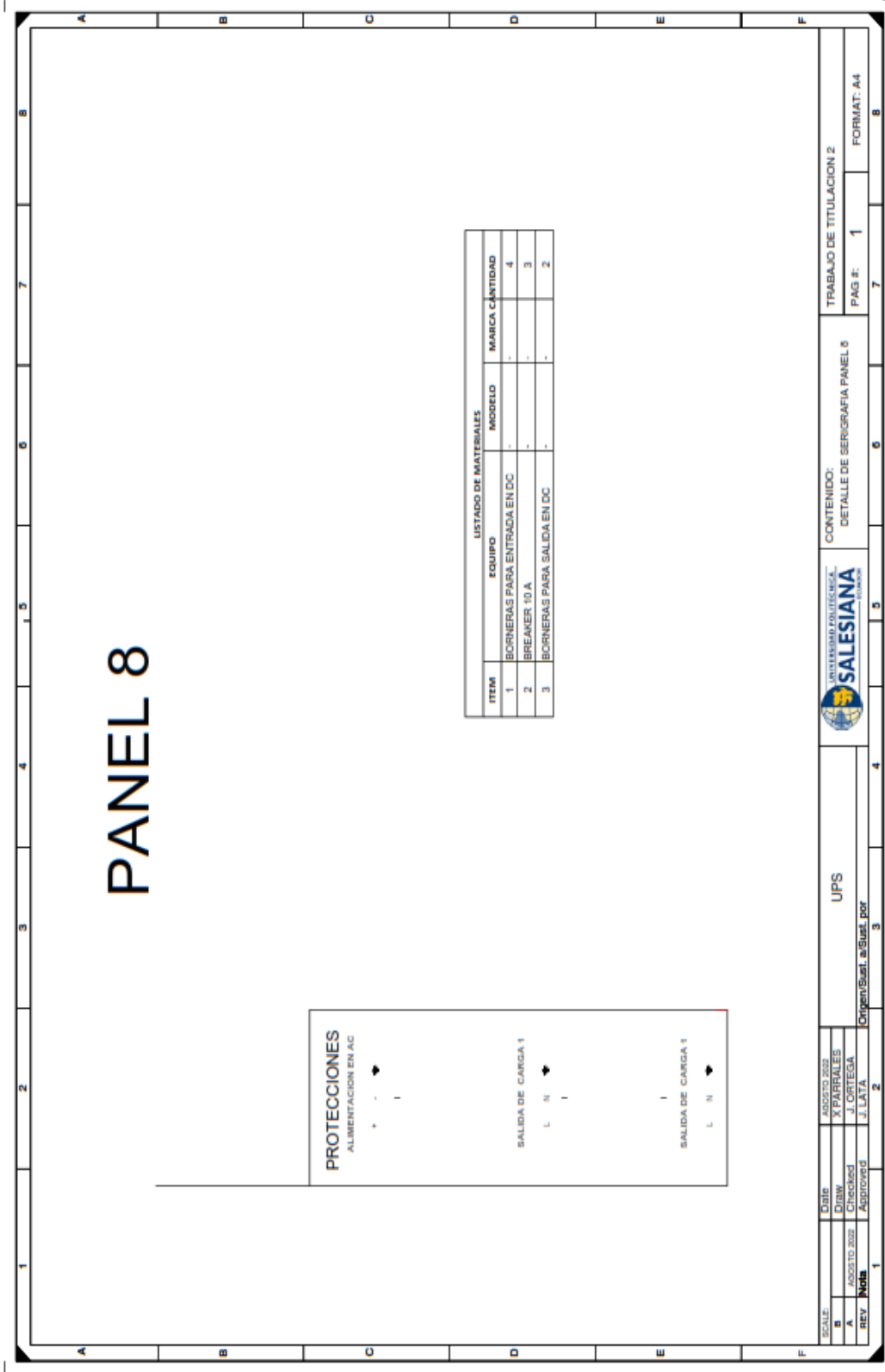
TRABAJO DE TITULACION 2  
PAG #: 1

FORMAT: A4



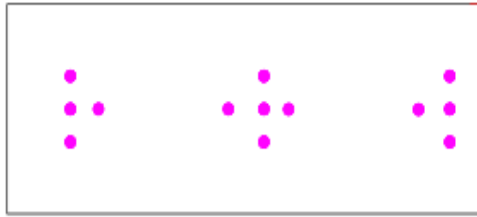


SCALE:	DATE:	X PARRALES	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	CONTENIDO:	TRABAJO DE TITULACION 2
A	AUGUSTO 2022	J. ORTIZ	SALESIANA	DETALLE PANEL 8	PAG #:
REV	1	Approved	Ortiz/J. Ortiz	3	1
			UPS	6	7
			3		8
					FORMAT: A4



SCALE	DSIB	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202
A	DSIB	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202
REV	Nota	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202	ASOCIADO 202
UPS				Origin/Sust. a/Sust. por			
				UNIVERSIDAD SALESIANA			
				INSTITUTO SALESIANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS			
				CONTENIDO: DETALLE DE SERIGRAFIA PANEL 8		TRABAJO DE TITULACION 2	
				PAG #: 1		FORMAT: A4	

# PANEL 8



LISTADO DE MATERIALES			
ITEM	EQUIPO	MODELO	MARCA CANTIDAD
1	BORNERAS PARA ENTRADA EN DC	-	- 4
2	BREAKER 10 A	-	- 3
3	BORNERAS PARA SALIDA EN DC	-	- 2

SCALE: A 1:1000 TO 2000 REV <b>Notes</b>		Date: Draw: Checked: Approved:	2022 TO 2022 X PARRALES J. ORTEGA J. LATA	UPS Origin/Sust. a/Sust. por		CONTENIDO: DETALLE PERFORACIONES PANEL 8	TRABAJO DE TITULACION 2 PAG #: 1	7 8
--	--	---	--	---------------------------------	--	---	-------------------------------------	--------

**Anexo 9:** Reporte del software PVsyst-Controlador MPPT



Version 7.2.8

# PVsyst - Simulation report

## Stand alone system

Project: XP\_JO\_MODULO

Variant: Nueva variante de simulación

Stand alone system with batteries

System power: 300 Wp

UNIVERSIDAD SALESIANA - Ecuador

| Author




**PVsyst V7.2.8**

VC0, Simulation date:  
04/09/22 21:24  
with v7.2.8

**Project: XP\_JO\_MODULO**  
Variant: Nueva variante de simulación

### Project summary

<b>Geographical Site</b> UNIVERSIDAD SALESIANA Ecuador	<b>Situation</b> Latitude -2.22 °S Longitude -79.89 °W Altitude 15 m Time zone UTC-5	<b>Project settings</b> Albedo 0.20
<b>Meteo data</b> UNIVERSIDAD SALESIANA Meteonorm 5.0 (2010-2014), Sat=100% - Sintético		

### System summary

<b>Stand alone system</b>  <b>PV Field Orientation</b> Fixed plane Tilt/Azimuth 15 / 0 °	<b>Stand alone system with batteries</b>  <b>User's needs</b> Daily household consumers Constant over the year Average 0.1 kWh/Day	<b>Battery pack</b> Technology Lead-acid, sealed, AGM Nb. of units 1 Unit Voltage 12 V Capacity 42 Ah
<b>System information</b> <b>PV Array</b> Nb. of modules 2 units Prom total 300 Wp		

### Results summary

Available Energy	365.3 kWh/year	Specific production	1216 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	9.73 %
Used Energy	43.8 kWh/year	Solar Fraction SF			100.00 %

### Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Detailed User's needs	4
Main results	5
Loss diagram	6
Special graphs	7


**PVsyst V7.2.8**

VCO, Simulation date:  
04/09/22 21:24  
with v7.2.8

**Project: XP\_JO\_MODULO**

Variant: Nueva variante de simulación

**General parameters**

Stand alone system		Stand alone system with batteries	
<b>PV Field Orientation</b>			
<b>Orientation</b>			
Fixed plane		<b>Sheds configuration</b>	
Tilt/Azimuth	15 / 0 °	No 3D scene defined	
<b>User's needs</b>			
Daily household consumers			
Constant over the year			
Average	0.1 kWh/Day	<b>Models used</b>	
		Transposition	Perez
		Diffuse	Perez, Meleconorm
		Circumsolar	separate

**PV Array Characteristics**

<b>PV module</b>		<b>Battery</b>	
Manufacturer	Sunlink PV	Manufacturer	MK Battery
Model	SL 110-12 (150)	Model	MK 8G22NF Gel
(Original PVsyst database)		Technology	Lead-acid, sealed, AGM
Unit Nom. Power	150 Wp	Nb. of units	1 Unit
Number of PV modules	2 units	Discharging min. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	300 Wp	Stored energy	0.4 kWh
Modules	1 String x 2 In series	<b>Battery Pack Characteristics</b>	
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Voltage	12 V
Pmpp	266 Wp	Nominal Capacity	42 Ah (C10)
U mpp	32 V	Temperature	Fixed 20 °C
I mpp	8.3 A	<b>Battery Management control</b>	
<b>Controller</b>		Threshold commands as	Battery voltage
Manufacturer	Victron	Charging	14.5 / 12.5 V
Model	SmartSolar MPPT 75/15 12V	Corresp. SOC	0.93 / 0.75
Technology	MPPT converter	Discharging	11.0 / 12.2 V
Temp coeff.	-2.7 mV/°C/Elem.	Corresp. SOC	0.06 / 0.45
<b>Converter</b>			
Maxi and EURO efficiencies	96.0 / 96.0 %		
<b>Total PV power</b>			
Nominal (STC)	0 kWp		
Total	2 modules		
Module area	2.0 m <sup>2</sup>		
Cell area	1.8 m <sup>2</sup>		

**Array losses**

<b>Thermal Loss factor</b>		<b>DC wiring losses</b>		<b>Series Diode Loss</b>	
Module temperature according to Irradiance		Global array res.	66 mΩ	Voltage drop	0.7 V
Uc (const)	20.0 W/m <sup>2</sup> K	Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.9 % at STC
Uv (wind)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s				
<b>Module Quality Loss</b>		<b>Module mismatch losses</b>		<b>Strings Mismatch loss</b>	
Loss Fraction	-0.8 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %
<b>IAM loss factor</b>					
ASHRAE Param: IAM = 1 - bo(1/cosθ - 1)					
bo Param.	0.05				



**PVsyst V7.2.8**

VCO, Simulation date:  
04/09/22 21:24  
with v7.2.8

Project: XP\_JO\_MODULO

Variant: Nueva variante de simulación

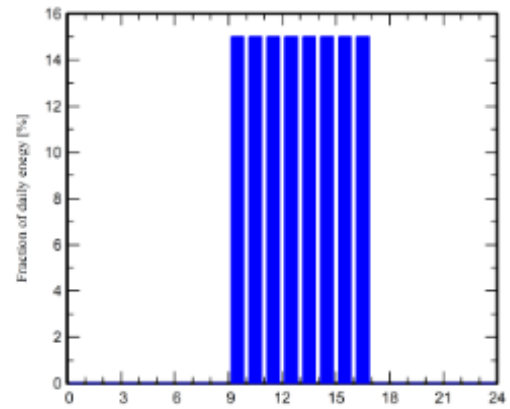
#### Detailed User's needs

Daily household consumers, Constant over the year, average = 0.1 kWh/day

##### Annual values

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lámparas (LED o fluo)	1	15W/lamp	8.0	120
<b>Total daily energy</b>				120Wh/day

##### Hourly distribution





Project: XP\_JO\_MODULO

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.8

VCO, Simulation date:  
04/09/22 21:24  
with v7.2.8

Main results

System Production

Available Energy 365.3 kWh/year  
Used Energy 43.8 kWh/year  
Excess (unused) 309.5 kWh/year

Loss of Load

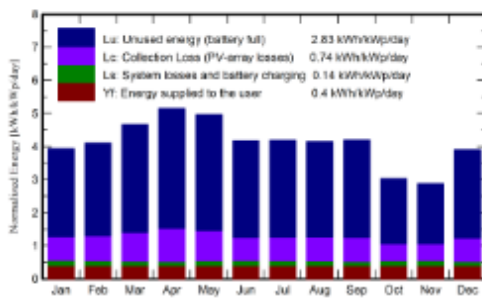
Time Fraction 0.0 %  
Missing Energy 0.0 kWh/year

Specific production 1216 kWh/kWp/year  
Performance Ratio PR 9.73 %  
Solar Fraction SF 100.00 %

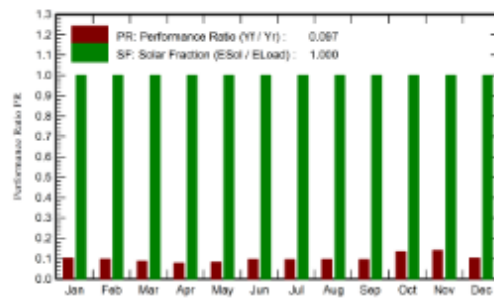
Battery aging (State of Wear)

Cycles SOW 80.6 %  
Static SOW 80.0 %  
Battery lifetime 5.0 years

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	GlobEff	E_Avail	EUnused	E_Miss	E_User	E_Load	SolFrac
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	ratio
January	134.0	117.4	29.65	24.71	0.000	3.720	3.720	1.000
February	122.4	111.2	27.66	23.56	0.000	3.360	3.360	1.000
March	147.6	140.3	34.92	30.22	0.000	3.720	3.720	1.000
April	150.4	150.6	37.03	32.53	0.000	3.600	3.600	1.000
May	144.3	149.8	37.40	32.56	0.000	3.720	3.720	1.000
June	117.3	121.7	30.93	26.19	0.000	3.600	3.600	1.000
July	122.5	126.2	31.97	27.13	0.000	3.720	3.720	1.000
August	124.6	125.3	31.52	26.76	0.000	3.720	3.720	1.000
September	126.7	122.1	30.67	26.42	0.000	3.600	3.600	1.000
October	96.6	90.6	22.97	18.26	0.000	3.720	3.720	1.000
November	93.3	83.4	20.64	16.33	0.000	3.600	3.600	1.000
December	133.7	116.2	29.26	24.74	0.000	3.720	3.720	1.000
Year	1515.9	1455.1	365.26	309.47	0.000	43.600	43.600	1.000

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation  
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings  
 E\_Avail Available Solar Energy  
 EUnused Unused energy (battery full)  
 E\_Miss Missing energy  
 E\_User Energy supplied to the user  
 E\_Load Energy need of the user (Load)  
 SolFrac Solar fraction (EUsed / ELoad)



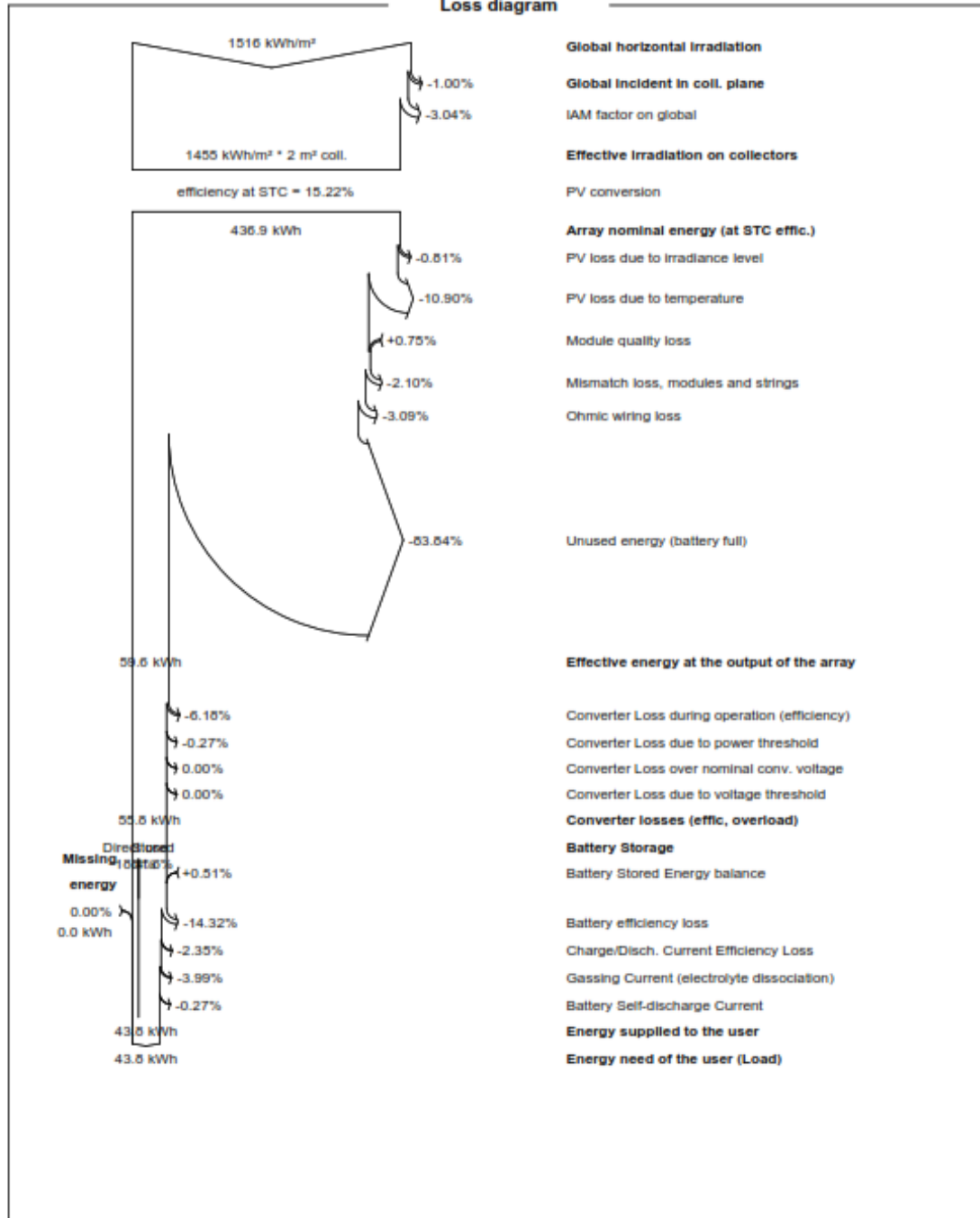
**PVsyst V7.2.8**

VC0, Simulation date:  
04/09/22 21:24  
with v7.2.8

Project: XP\_JO\_MODULO

Variant: Nueva variante de simulación

**Loss diagram**



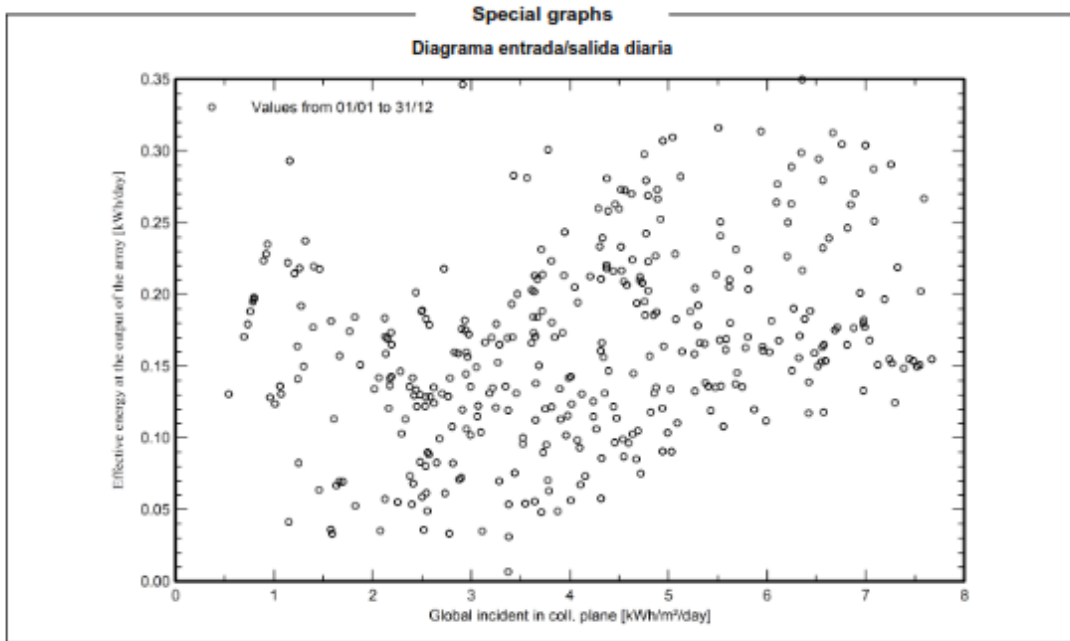


**PVsyst V7.2.8**

VCO, Simulation date:  
04/09/22 21:24  
with v7.2.8

Project: XP\_JO\_MODULO

Variant: Nueva variante de simulación



**Anexo 10:** Reporte del software PVsyst-Controlador PWM

Version 7.2.8

# PVsyst - Simulation report

## Stand alone system

Project: XP\_JO\_MODULO PWM

Variant: Nueva variante de simulación

Stand alone system with batteries

System power: 150 Wp

UNIVERSIDAD SALESIANA - Ecuador

| Author


**PVsyst V7.2.8**

VC0, Simulation date:  
05/09/22 00:43  
with v7.2.8

**Project: XP\_JO\_MODULO PWM**

Variant: Nueva variante de simulación

**Project summary**

<b>Geographical Site</b> <b>UNIVERSIDAD SALESIANA</b> Ecuador	<b>Situation</b> Latitude -2.22 °S Longitude -79.89 °W Altitude 15 m Time zone UTC-5	<b>Project settings</b> Albedo 0.20
<b>Meteo data</b> UNIVERSIDAD SALESIANA Meteonorm 5.0 (2010-2014), Sat=100% - Sintético		

**System summary**

<b>Stand alone system</b> <b>PV Field Orientation</b> Fixed plane Tilt/Azimuth 15 / 0 °	<b>Stand alone system with batteries</b> <b>User's needs</b> Daily household consumers Constant over the year Average 0.1 kWh/Day
<b>System information</b> <b>PV Array</b> Nb. of modules 1 Unit Pnom total 150 Wp	<b>Battery pack</b> Technology Lead-acid, sealed, AGM Nb. of units 1 Unit Voltage 12 V Capacity 42 Ah

**Results summary**

Available Energy	170.5 kWh/year	Specific production	1137 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	19.46 %
Used Energy	43.5 kWh/year			Solar Fraction SF	100.00 %

**Table of contents**

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Detailed User's needs	4
Main results	5
Loss diagram	6
Special graphs	7





## Project: XP\_JO\_MODULO PWM

Variant: Nueva variante de simulación

## PVsyst V7.2.8

VCD, Simulation date:  
05/09/22 00:43  
with v7.2.8

## General parameters

Stand alone system	Stand alone system with batteries	
<b>PV Field Orientation</b>	<b>Sheds configuration</b>	
<b>Orientation</b>	No 3D scene defined	
Fixed plane		
Tilt/Azimuth	15 / 0 °	<b>Models used</b>
		Transposition Perez
		Diffuse Perez, Meteonorm
		Circumsolar separate
<b>User's needs</b>		
Daily household consumers		
Constant over the year		
Average	0.1 kWh/Day	

## PV Array Characteristics

PV module		Battery	
Manufacturer	Sunlink PV	Manufacturer	MK Battery
Model	SL 110-12 (150)	Model	MK 5G22NF Gel
(Original PVsyst database)		Technology	Lead-acid, sealed, AGM
Unit Nom. Power	150 Wp	Nb. of units	1 Unit
Number of PV modules	1 Unit	Discharging min. SOC	20.0 %
Nominal (STC)	150 Wp	Stored energy	0.4 kWh
Modules	1 String x 1 in series	<b>Battery Pack Characteristics</b>	
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Voltage	12 V
Pmpp	133 Wp	Nominal Capacity	42 Ah (C10)
U mpp	16 V	Temperature	Fixed 20 °C
I mpp	5.3 A		
<b>Controller</b>		<b>Battery Management control</b>	
Universal controller		Threshold commands as	SOC calculation
Technology	DC-DC converter	Charging	SOC = 0.90 / 0.75
Temp coeff.	-5.0 mV/°C/Elem.	approx.	13.7 / 12.4 V
<b>Converter</b>		Discharging	SOC = 0.20 / 0.45
Maxi and EURO efficiencies	97.0 / 95.0 %	approx.	11.6 / 12.1 V
DC Input voltage	0.0 V		
<b>Total PV power</b>			
Nominal (STC)	0 kWp		
Total	1 modules		
Module area	1.0 m²		
Cell area	0.9 m²		

## Array losses

Thermal Loss factor	DC wiring losses	Serie Diode Loss
Module temperature according to irradiance	Global array res. 33 mΩ	Voltage drop 0.7 V
Uc (const) 20.0 W/m²K	Loss Fraction 1.5 % at STC	Loss Fraction 3.6 % at STC
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s		
<b>Module Quality Loss</b>	<b>Module mismatch losses</b>	<b>Strings Mismatch loss</b>
Loss Fraction -0.6 %	Loss Fraction (Fixed voltage) 2.5 %	Loss Fraction 0.1 %
<b>IAM loss factor</b>		
ASHRAE Param: IAM = 1 - bo(1/cosθ - 1)		
bo Param. 0.05		



**PVsyst V7.2.8**

VCO, Simulation date:  
05/09/22 00:43  
with v7.2.8

Project: XP\_JO\_MODULO PWM

Variant: Nueva variante de simulación

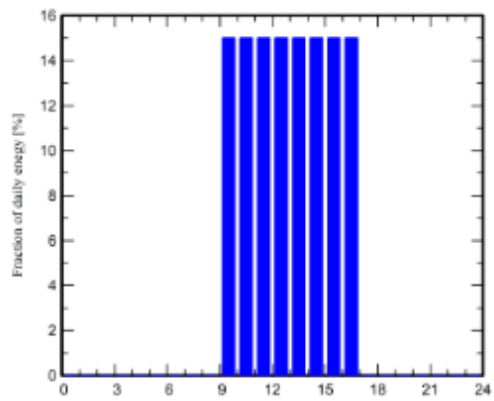
#### Detailed User's needs

Daily household consumers, Constant over the year, average = 0.1 kWh/day

##### Annual values

	Number	Power	Use	Energy
		W	Hour/day	Wh/day
Lámparas (LED o fluo)	1	15W/lamp	8.0	120
Total daily energy				120Wh/day

##### Hourly distribution





Project: XP\_JO\_MODULO PWM

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.8

VCO, Simulation date:  
05/09/22 00:43  
with v7.2.8

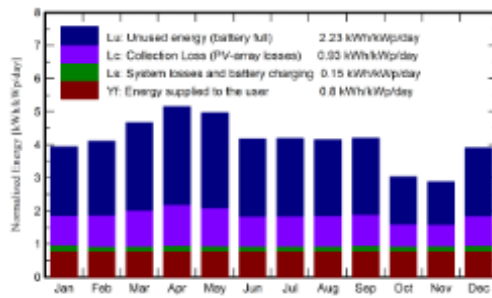
Main results

System Production

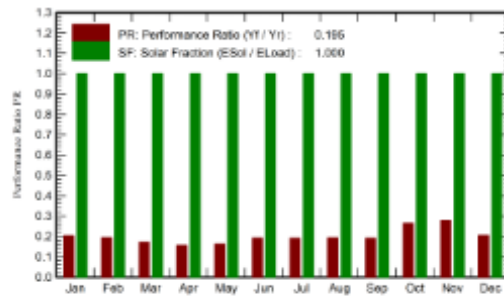
Available Energy 170.5 kWh/year  
Used Energy 43.8 kWh/year  
Excess (unused) 121.9 kWh/year  
**Loss of Load**  
Time Fraction 0.0 %  
Missing Energy 0.0 kWh/year

Specific production 1137 kWh/kWp/year  
Performance Ratio PR 19.46 %  
Solar Fraction SF 100.00 %  
**Battery aging (State of Wear)**  
Cycles SOW 89.4 %  
Static SOW 80.0 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	E_Avall kWh	EUnused kWh	E_Miss kWh	E_User kWh	E_Load kWh	SolFrac ratio
January	134.0	117.4	13.87	9.99	0.000	3.720	3.720	1.000
February	122.4	111.2	13.03	9.34	0.000	3.360	3.360	1.000
March	147.6	140.3	16.34	12.23	0.000	3.720	3.720	1.000
April	150.4	150.6	17.35	13.26	0.000	3.600	3.600	1.000
May	144.3	149.8	17.52	13.35	0.000	3.720	3.720	1.000
June	117.3	121.7	14.46	10.45	0.000	3.600	3.600	1.000
July	122.5	126.2	14.95	10.83	0.000	3.720	3.720	1.000
August	124.6	125.3	14.70	10.61	0.000	3.720	3.720	1.000
September	126.7	122.1	14.40	10.34	0.000	3.600	3.600	1.000
October	98.6	90.6	10.63	6.64	0.000	3.720	3.720	1.000
November	93.3	83.4	9.62	5.78	0.000	3.600	3.600	1.000
December	133.7	116.2	13.65	9.47	0.000	3.720	3.720	1.000
Year	1515.9	1455.1	170.51	121.91	0.000	43.800	43.800	1.000

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation  
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings  
E\_Avall Available Solar Energy  
EUnused Unused energy (battery full)  
E\_Miss Missing energy  
E\_User Energy supplied to the user  
E\_Load Energy need of the user (Load)  
SolFrac Solar fraction (EUsed / ELoad)

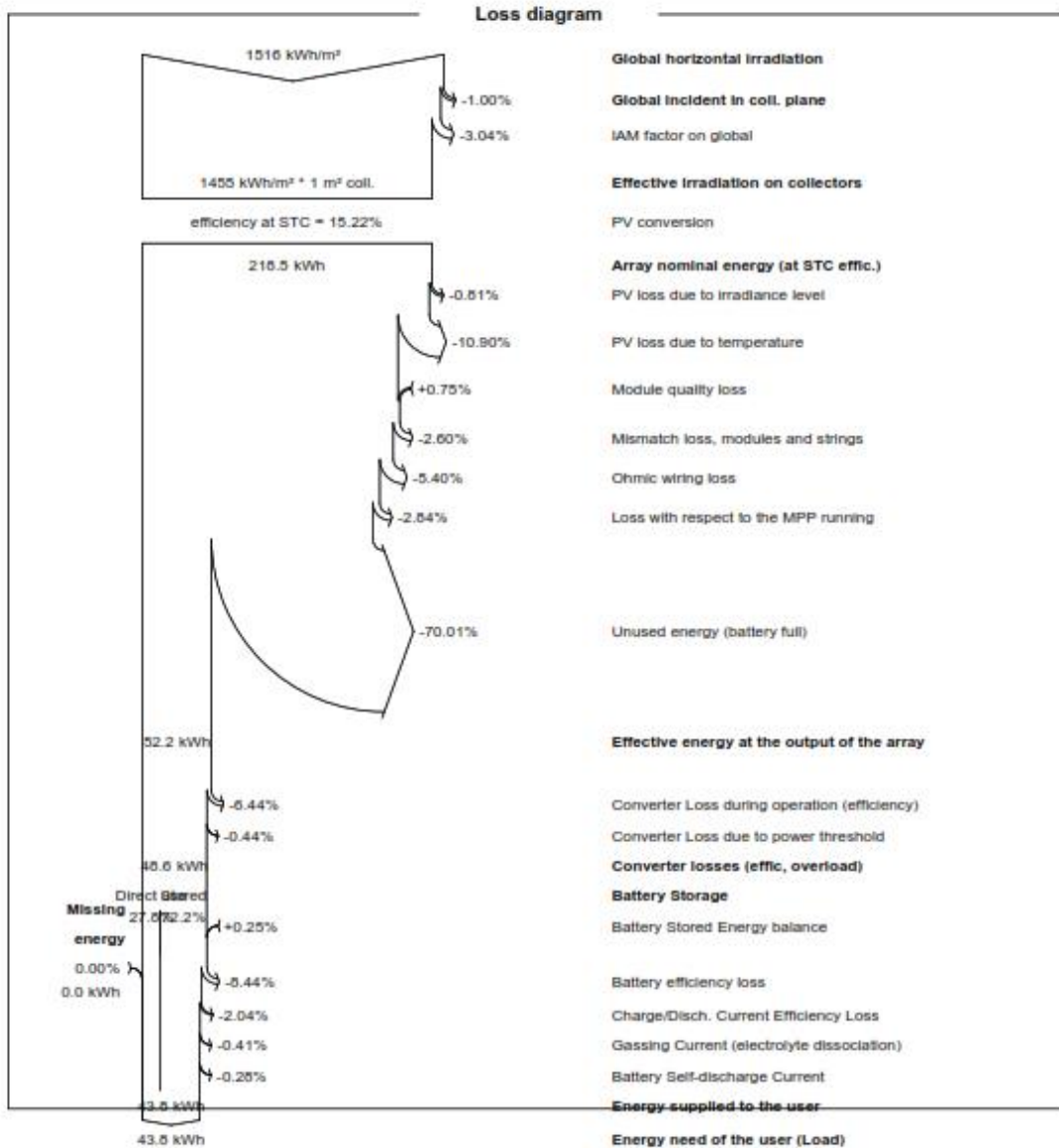


Project: XP\_JO\_MODULO PWM

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.8

VCO, Simulation date:  
05/09/22 00:43  
with v7.2.8





**PVsyst V7.2.8**

VCO, Simulation date:  
05/09/22 00:43  
with v7.2.8

Project: XP\_JO\_MODULO PWM

Variant: Nueva variante de simulación

