

Pregrado

Carrera:

Electricidad Asignatura

Asignatura (UIC):

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título en: tecnólogo superior en electricidad

Tema:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA MICRORED FOTOVOLTAICA DEL ISTER (PANELES, REGULADOR) E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE 4 AULAS NUEVAS A LA MICRORED FOTOVOLTAICA.

Autor/s: Alvarado Caizaluisa Anghelo Sebastian

Guayanay Rosillo Stalin Valentin

Tutor metodológico: Andagoya Alba Luis Daniel.

Sangolquí, 15 de marzo del 2025



Dirigido por: Alvarado Caizaluisa Anghelo Sebastian

Título: Tecnólogo Superior en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: anghelo.alvarado@ister.edu.ec



Dirigido por: Guayanay Rosillo Stalin Valentin

Título: Tecnólogo Superior en Electricidad

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: stalin.guayanay@ister.edu.ec



Dirigido por: Andagoya Alba Luis Daniel

Título: Máster en Integración de las Energías Renovables en el Sistema Eléctrico/ Ingeniero Eléctrico.

Matriz: Sangolquí -Ecuador

Correo electrónico: luis.andagoya@ister.edu.ec

**Todos los derechos
reservados.**

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libredifusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

©2024 Tecnológico Universitario

Rumiñahui SANGOLQUÍ – ECUADOR

Alvarado Caizaluisa Anghelo Sebastian

Guayanay Rosillo Stalin Valentin

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA MICRORRED FOTOVOLTAICA DEL ISTER (PANELES, REGULADOR) E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE 4 AULAS NUEVAS A LA MICRORRED FOTOVOLTAICA.



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 15 de Marzo del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO
Presente**

Por medio de la presente, yo, **ANGHELO SEBASTIAN ALVARADO CAIZALUISA**, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA MICRORED FOTOVOLTAICA DEL ISTER (PANELES, REGULADOR) E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE 4 AULAS NUEVAS A LA MICRORED FOTOVOLTAICA**, de la Tecnología Superior en **ELECTRICIDAD**; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

**ANGHELO SEBASTIAN ALVARADO CAIZALUISA
C.I.: 1728022151**

**MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec**



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-2-2.2

Sangolquí, 15 de marzo del 2025

**MSc. Elizabeth Ordoñez
DIRECTORA DE DOCENCIA**

**MSc. Mónica Loachamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN**

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**

Presente

Por medio de la presente, yo, **STALIN VALENTIN GUAYANAY ROSILLO** declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA MICRORED FOTOVOLTAICA DEL ISTER (PANELES, REGULADOR) E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE 4 AULAS NUEVAS A LA MICRORED FOTOVOLTAICA**, de la Tecnología Superior en **ELECTRICIDAD**; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

En fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,

STALIN VALENTIN GUAYANAY ROSILLO
C.I.: 1150265450

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

En el siguiente mantenimiento se tiene como objetivo realizar una serie de acciones para mejorar y garantizar la productividad a lo mayor posible del sistema fotovoltaico instalado

FORMULARIO PARA ENTREGA DE PROYECTOS EN BIBLIOTECA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

CT-ANX-2025-ISTER-3

CARRERA:

ELECTRICIDAD

AUTOR /ES:

**ALVARADO CAIZALUISA ANGHELO SEBASTIAN
GUAYANAY ROSILLO STALIN VALENTIN**

TUTOR (METODOLÓGICO Y ACADÉMICO):

ING. ANDAGOYA ALBA LUIS DANIEL

CONTACTO ESTUDIANTE:

**0998708677
0986818360**

CORREO ELECTRÓNICO:

Anghelo.alvarado@ister.edu.ec
Stalin.guayanay@ister.edu.ec

TEMA:

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA MICRORRED FOTOVOLTAICA DEL
ISTER (PANELES, REGULADOR) E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE 4 AULAS
NUEVAS A LA MICRORRED FOTOVOLTAICA.**

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

RESUMEN EN ESPAÑOL:

En el siguiente mantenimiento se tiene como objetivo realizar una serie de actuaciones para mejorar y garantizar la productividad a lo mayor posible del sistema fotovoltaico instalado en el ISTER, para así tener una eficiencia en la productividad de energía y poder minimizar los tiempos de parada por averías o mal funcionamiento de esta.

Para la realización de este mantenimiento se seguirá normas las cuales nos indican que parámetros se deben cumplir, principalmente nos enfocaremos en los paneles y el regulador a los cuales se les realizara el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo respectivamente, realizar este tipo de mantenimientos estamos garantizando la funcionalidad sino que nos servirá para prolongar la vida útil de nuestros paneles, adicional también se realizara la modificación de los planos de la instalación ya que se encuentran algunos puros mal identificados por ende se procederá a la corrección para su mejor comprensión en los futuros mantenimientos del sistema fotovoltaico, ahorrando energía y economía, para el usuario de esta Microred Fotovoltaica.

PALABRAS CLAVE:

MANTENIMIENTO FOTOLVOLTAICO
SISTEMA HIBRIDO
DIMENSIONAMIENTO DE MICRORED FOTOVOLTAICA.

ABSTRACT:

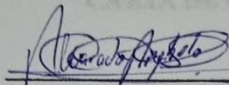
The following maintenance aims to perform a series of actions to improve and guarantee the highest possible productivity of the photovoltaic system installed at ISTER, thus achieving energy efficiency and minimizing downtime due to breakdowns or malfunctions.

To perform this maintenance, standards will be followed that indicate the parameters that must be met. We will primarily focus on the panels and the regulator, which will undergo preventive, corrective, and predictive maintenance, respectively. By performing this type of maintenance, we are not only ensuring their functionality but will also help us extend the useful life of our panels. Additionally, the installation plans will also be modified since some points were misidentified. Therefore, they will be corrected for better understanding in future maintenance of the photovoltaic system, saving energy and money for the user of this Photovoltaic Microgrid.

PALABRAS CLAVE:

PHOTOVOLTAIC MAINTENANCE
HYBRID SYSTEM
SIZING OF PHOTOVOLTAIC MICROGRID.

**CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**



Firma del Estudiante (AUTOR)
Anghelo Alvarado
C.I.: 1728022151



Firma del Estudiante (AUTOR)
Stalin Guayanay
C.I.: 1150265450

MSc. Elizabeth Cardenas
DIRECTORA DE BOLENCIA

MSc. Mónica Loechamín
COORDINADORA DE TITULACIÓN

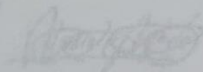
**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE
UNIVERSITARIO**
Pícnento

Por medio de la presente, yo, **ANGHELO SEBASTIAN ALVARADO CAIZALUISA**, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente: Ser autor del trabajo de titulación denominado **MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LA MICRORRED FOTOVOLTAICA DEL ISTER (PANELES, REGULADOR) E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE 4 AULAS NUEVAS A LA MICRORRED FOTOVOLTAICA**, de la Tecnología Superior en **ELECTRICIDAD**; y a su vez manifiesto mi voluntad de ceder al Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui con condición de Universitario los derechos de reproducción, distribución y publicación de dicho trabajo de titulación, en cualquier formato y medio, con fines académicos y de investigación.

Esta cesión se otorga de manera no exclusiva y por un periodo indeterminado. Sin embargo, conservo los derechos morales sobre mi obra.

Es fe de lo cual, firmo la presente.

Atentamente,



ANGHELO SEBASTIAN ALVARADO CAIZALUISA
C.I.: 1728022151

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 15 de Marzo del 2025

Sres.-

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo, **ANGHELO SEBASTIAN ALVARADO CAIZALUISA**, con C.I.: **172802215-1** alumno de la Carrera de **ELECTRICIDAD** cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,

Firma del Estudiante

Anghelo Alvarado

C.I.: **172802215-1**

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero

Tel: 0960052734 / 023524576 / 022331628

www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec



SOLICITUD DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CT-ANX-2025-ISTER-4

Sangolquí, 15 de marzo del 2025

Sres.-
INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO

Presente

Yo, **STALIN VALENTIN GUAYANAY ROSILLO**, con C.I.: **1150265450** alumno de la Carrera **ELECTRICIDAD** cedo al INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO RUMIÑAHUI CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO, los derechos de publicaciones del presente trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional para hacer uso de todos los contenidos con fines estrictamente académico o de investigación.

Atentamente,

Firma del Estudiante
Stalin Guayanay
C.I.: 1150265450

SÓLO PARA USO DEL ISTER
Verificación de Pro-registros

☐ Documentación	Notas
☐ Calificaciones de Ingreso	Notas
☐ Niveles aprendidos de Inglés	Notas
☐ Prácticas Profesionales	Notas
☐ Matrículas y Anexos	Notas
☐ Otros	Notas

Después de la pertinente revisión, el estudiante se compromete a: ☐ Hacerse ☐ Ceder ☐ No Ceder
para garantizar el proceso de titulación, durante el periodo 2024-2025, en el Repositorio Institucional, en el que se encuentre en la Biblioteca General del ISTER.

MATRIZ SANGOLQUÍ: Av. Atahualpa 1701 y 8 de Febrero
Telf: 0960052734 / 023524576 / 022331628
www.ister.edu.ec / info@ister.edu.ec

DEDICATORIA

A nuestros padres que nos han formado con buenos hábitos y valores lo que nos ha ayudado a seguir adelante en todo momento que se a presentado en este camino del aprendizaje, a nuestros familiares en general que nos han motivado a conseguir nuestras metas.

AGRADECIMIENTO

Con total gratitud y reconocimiento, extendemos nuestra más sincera gratitud a nuestro director de tesis, el Ing. Daniel Andagoya. Su dedicación docente y su inestimable guía han sido los pilares fundamentales en la dirección de este proyecto.

Expresamos el agradecimiento a los docentes que nos han guiado en estos periodos académicos, cuyas perspicaces observaciones y constructivos comentarios han sido cruciales para la consolidación de este trabajo.

Mi gratitud al Tecnológico Universitario Rumiñahui, que ha fomentado el desarrollo de un espíritu crítico esencial para el análisis de los desafíos presentados para la ejecución de este proyecto.

A cada uno de ustedes, mi mas profundo agradecimiento por su invaluable contribución a este viaje académico.

Contenido

1.	CAPITULO I.....	1
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Planteamiento del Problema	1
1.2.	Justificación.....	2
1.3.	Alcance	3
1.4.	Al finalizar el proyecto se entregará:.....	4
1.5.	Objetivos General y Específicos.....	4
2.	CAPITULO II.....	6
2.	MARCO TEÓRICO	6
2.3.1	Instalación Fotovoltaica Conectada a la red:	7
2.3.2	Instalación Fotovoltaica Anclada a la Red, con baterías.	7
2.3.3	Instalaciones Fotovoltaicas Aisladas.	7
2.4.1.	Paneles Fotovoltaicos Monocristalinos:	8
2.4.2.	Placas solares Policristalinas:	8
2.4.3.	Placas solares Amorfas o de Capa Fina:.....	8
2.6.1.	Módulos Fotovoltaicos	10
2.6.2.	Regulador:	10
2.6.3.	Inversor:.....	11
2.6.4.	Baterías:	11
2.6.5.	Electrodo a Tierra:	11
2.7.1.	Mantenimiento Preventivo:	12
2.7.2.	Plan De Manteneimeinto Preventivo.....	13
2.7.3.	Mantenimiento Correctivo:	14
3.	CAPITULO III	16
3.	DISEÑO E IMPLEMENTACION	16
3.1.	Diseño E Implementacion Del Sistema Fotovoltaico.....	16
3.2.	Levantamiento De Informacion Y Demanda De Carga	16
3.3.	Dimensionamiento Del Sistema Fotovoltaico	18
3.3.1.	Determinacion De Las Necesidades Del Usuario.....	20
3.3.2.	Determinación De Las Pérdidas Totales Del Sistema	21
3.3.3.	Carga Máxima Del Sistema	22
3.3.4.	Determinación De La Energía Solar Disponible	22
3.3.5.	Calculo De Paneles Necesarios	23
3.3.6.	Dimensiones Del Sistema De Acumulación.....	24

3.3.7.	Dimensionamiento Del Sistema De Regulacion	26
3.3.8.	Dimensionamiento Del Sistema De Inversion.....	26
3.4.	Caracteristicas De Las Cargas.	27
3.5.	Implementacion	56
3.5.1.	Capacitación Virtual Por Parte De La Empresa J3m.....	56
3.5.2.	Indicaciones Previas A Realizar El Mantenimiento Del Sistema Fotovoltaico.....	56
3.5.3.	Ejecucion Del Mantenimiento De La Microred Fotovoltaica	57
3.5.4.	Ejecucion De La Instalacion Del Alimentador A Los Talleres Nuevos.	66
3.5.5.	Armado De Cajas Termicas En Los Talleres Nuevos	68
3.5.6.	Mantenimiento Del Electrodo A Tierra.....	68
4.	CAPITULO IV	73
4.1.	Pruebas.	73
4.2.	Resultados.....	78
5.	CAPITULO V	79
5.1.	Conclusiones.....	79
5.2.	Recomendaciones	80

LISTA DE FIGURAS

2

Figura 1 .- Tipos y Tamaños de Paneles Solares	9
Figura 2.- Uso de paneles solares, según su entorno.	10
Figura 3.-Grafica de consumo eléctrico de las Eras del ISTER	17
Figura 4.- Modelo de Panel Fotovoltaico instalado	18
Figura 5.- Batería de Gel, Instalada en el sistema de respaldo.	19
Figura 6.- Inversores de Energía Instalados en el sistema de transformación.	19
Figura 7.- Reguladores de tipo AC/DC, instalados en el sistema de regulación.	20
Figura 8.- Datos obtenidos de Radiación solar disponible, plataforma Meteonorm.	23
Figura 9.- DISEÑO DE ILUMINACION, EN DIALUX	34
Figura 10.- DISEÑO DE ILUMINACION EN DIALUX, PARA TALLER DE ELECTRICIDAD 1	35
Figura 11.- DISEÑO DE ILUMINACION EN DIALUX, PARA TALLER DE ELECTRICIDAD 2	35
Figura 12.- DISEÑO DE ILUMINACION EN DIALUX, PARA AULA DE MECANICA 1	36
Figura 13.- DISEÑO DE ILUMINACION EN DIALUX, PARA TALLER DE MECANICA 2	36
Figura 14.- Alimentadores de cobre tipo AWG – THHN en mm2	44
Figura 15.- Amperaje soportado por los distintos conductores de Cobre tipo THHN	44
Figura 165.- Check list, para mantenimiento de Modulos Fotovoltaicos y estructura	46
Figura 17.- Check list, para mantenimiento de Canalizaciones Y Conexiones CC.	47
Figura 18.- Check list, para mantenimiento del Inversor.	48
Figura 19.- Check list, para mantenimiento de Cableado AC, Canalización.	49
Figura 20.-Check list, para la Caja de Protección y Medicion.	50
Figura 21.-Diagrama unifilar	51

Figura 22.- Plano AutoCAD Era A.	53
Figura 23.- Plano AutoCAD Era B.	54
Figura 24.- Plano AutoCAD Era C.	55
Figura 25.- Capacitación virtual de sistemas fotovoltaicos con la empresa J3M	56
Figura 26.- Capacitación Presencial de sistemas fotovoltaicos con la empresa J3M	57
Figura 27.- Ejecución del mantenimiento fotovoltaicos con la empresa J3M	58
Figura 28.-Aclaración de dudas durante el mantenimiento con la empresa J3M	59
Figura 29.- Ejecución de limpieza de paneles Fotovoltaicos	60
Figura 30.- Ejecución de mantenimientos en los equipos electrónicos.	60
Figura 31.- Check List, post mantenimiento	61
Figura 32.- Check List, Post mantenimiento	62
Figura 33.- Check List, Post mantenimiento	63
Figura 34.- Check List, Post mantenimiento	64
Figura 35.- Check List, Post mantenimiento.	65
Figura 36.- Tendido de Cableado y Manguereado, para llevar la nueva	66
Figura 37.- Derivación de la Alimentación aérea hacia la Instalación Soterrada.	67
Figura 38.- Instalación Aérea de la Acometida nueva	67
Figura 39.- Instalación de Acometidas a las distintas Cajas Térmicas.	68
Figura 40.- medición de la resistividad del suelo a 1 metro de distancia	69
Figura 41.- Valor obtenido en el telurómetro de la resistividad del suelo a 1 metro.	69
Figura 42.- Valor obtenido en el telurómetro de la medición del Electrodo.	70
Figura 43.- Agregado electrolítico Solido.	71
Figura 44.- Colocación del Agregado Electrolítico Solido.	71
Figura 45.- Valor obtenido una vez integrado el Agregado electrolítico Solido.	72
Figura 46.- Prueba visual del sistema en funcionamiento.	73
Figura 47.- Captura de pantalla de Monitoreo del sistema	78

RESUMEN

En el siguiente mantenimiento se tiene como objetivo realizar una serie de actuaciones para mejorar y garantizar la productividad a lo mayor posible del sistema fotovoltaico instalado en el ISTER, para así tener una eficiencia en la productividad de energía y poder minimizar los tiempos de parada por averías o mal funcionamiento de esta.

Para la realización de este mantenimiento se seguirá normas las cuales nos indican que parámetros se deben cumplir, principalmente nos enfocaremos en los paneles y el regulador a los cuales se les realizara el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo respectivamente, realizar este tipo de mantenimientos estamos garantizando la funcionabilidad sino que nos servirá para prolongar la vida útil de nuestros paneles, adicional también se realizara la modificación de los planos de la instalación ya que se encuentran algunos putos mal identificados por ende se procederá a la corrección para su mejor comprensión en los futuros mantenimientos del sistema fotovoltaico, ahorrando energía y economía, para el usuario de esta Microred Fotovoltaica.

1. CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La implementación de sistemas fotovoltaicos en la actualidad para aprovechar la energía, hoy en día muchas personas están implementando especialmente para poder afrontar la crisis energética que hoy en día está atravesando Latinoamérica pero más fuerte ha golpeado nuestro territorio, este tipo de fuente de energía es muy recomendable la ley orgánica la ampara que cualquier persona pueda hacer la implementación de este tipo de sistema por ser una fuente de energía limpia, pero como todo proyecto necesita un mantenimiento respectivo para que pueda funcionar siempre al 100% , aunque en si una de las ventajas del sistema es que este no necesita un mantenimiento muy seguido pero si uno que lo realice una persona especializada, por lo que está compuesto por elementos sensibles que al ser mal manipulados perderán sus características de funcionabilidad y acortaran su vida útil.

En el presente proyecto nosotros nos enfocaremos principalmente en el mantenimiento de los paneles y el regulador del sistema fotovoltaico integrado en el ISTER, para ello nos enfocaremos en cuatro partes esenciales.

1.1. Planteamiento del Problema

El sistema de energía fotovoltaica instalada en el ISTER necesita el debido mantenimiento, ya que esta fuente de energía ayuda a los talleres de fuentes no convencionales, micro mercado, patio de maniobras, entre otros a tener energía proveniente de la luz solar, para optimizar el trabajo de manera eficiente en los paneles y el regulador, de esta manera generar energía eléctrica más estable, limpia y continua. Al ser un sistema fotovoltaico estas placas cuentan con una gran resistencia y durabilidad sin embargo su producción energética se puede ver afectada sino realizamos el debido mantenimiento periódicamente y adecuada, ocasionando el deterioro en menor tiempo de estas placas fotovoltaicas.

Estos sistemas fotovoltaicos, al ser una fuente de energía renovable y limpia, presenta

otros problemas como viene siendo sus costos, de implementación y la necesidad de mantenimiento técnico, con personal capacitado para realizar el trabajo.

En caso de no dar un mantenimiento adecuado, se presentarán otros problemas, como el deterioro de los equipos a corto tiempo, presentando fallas en la generación de energía, lo cual interrumpiría el suministro eléctrico.

Estos sistemas se utilizan debido a la deficiencia en la generación de energía eléctrica o durante los cortes del suministro eléctrico son una solución crucial que garantiza la disponibilidad de energía, su uso está regulado para asegurar su efectividad y seguridad.

1.2. Justificación

En respuesta a la problemática que se ha presentado en la institución, se ve la necesidad de realizar un mantenimiento preventivo de los sistemas fotovoltaico ya instalados.

En el proyecto que estamos presentando hablamos de un mantenimiento e instalación de equipos de generación fotovoltaica, dentro de la institución, teniendo la implementación del proyecto como una fuente de energía conectada a la red, para abastecer las distintas áreas que se encuentran en el instituto, estos dispositivos van a ser instalados con sus debidas protecciones para garantizar su vida útil.

De acuerdo a las normas y regulaciones, existentes para la instalación de fuentes de energía renovables en este caso fuentes fotovoltaicas, nos amparamos bajo las normativas para realizar las debidas instalaciones, de esta manera realizar una implementación optima de los equipos de generación.

De esta manera aseguramos la vida útil del proyecto a implementar, y que este no presente intermitencias en su funcionamiento, con este proyecto buscamos generar eficiencia energética, y que de esta manera los estudiantes del ISTER, tengan una fuente de energía sustentable, para el uso de sus áreas de estudio, con excelente iluminación según su especialidad, sin que esta les genere un cansancio visual, al momento de estudiar.

Utilizando este sistema de generación fotovoltaica vamos innovando en la tecnología Solar, aprovechando al máximo los recursos que tenemos día tras día, sin ser

dependientes de una

única fuente de alimentación eléctrica, sin contaminar el medio ambiente, ni el medio que nos rodea, siendo así una institución de educación superior, con una fuente de alimentación renovable libre de contaminación.

Establecer los ciertos parámetros, en la instalación, conexión y manejo del mantenimiento de estos sistemas de generación eléctrica de Autoabastecimiento (SGDA), de usuarios Regulados, y las respectivas disposiciones de medición de consumo eléctrico y facturación, de energía eléctrica SGDA. (ARCONEL, 2024)

1.3. Alcance

El alcance del proyecto cubrirá los siguientes aspectos.

En el momento de realizar la inspección visual, se ha podido observar la falta de mantenimiento de los paneles fotovoltaicos, por lo cual se produce una menor generación de energía, debido a las sombras que se van generando por las basuras acumulados sobre nuestro panel, por lo cual, aplicando las normativas y regulaciones de mantenimiento de sistemas fotovoltaicos, se debe seguir el debido procedimiento, para realizar su limpieza con los productos adecuados, sin causar daños a los paneles y el regulador, mediante la revisión visual de los equipos, se tomará en cuenta los elementos de nuestro sistema que estén deteriorados o necesiten ser reemplazados, también se revisará terminales que estén bien ajustadas, para que nuestro sistema fotovoltaico genere energía eléctrica de manera óptima, posteriormente se pondrá en práctica el plan de mantenimiento mencionado de manera correcta con el fin de ser muy cautelosos para no causar daño alguno en el sistema, luego de la inspección se realizará un presupuesto de los elementos que sean necesarios de cambiar, para así poder ejecutar el plan de mantenimiento anteriormente mencionado para los paneles fotovoltaicos instalados en el microred del ISTER especialmente para los (paneles y regulador), se realizarán las respectivas mediciones eléctricas en el cableado para la verificación del sistema y constatar que este se encuentre funcionando de manera óptima al igual que el resto de los elementos que forman parte del sistema fotovoltaico.

1.4. Al finalizar el proyecto se entregará:

- Los paneles y el regulador, dado el respectivo mantenimiento, con sus respectivas mediciones eléctricas, funcionando en toda su capacidad.
- Plan de mantenimiento
- Escrito del proyecto
- Planos actualizados (en caso de ser necesario).
- Detalle de mediciones eléctricas realizadas.

1.5. Objetivos General y Específicos

OBJETIVO GENERAL:

Realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de la Microred fotovoltaica del ISTER (Paneles y Regulador), a través de la aplicación de las normas y regulaciones y mantenimiento para estas fuentes renovables para evitar el deterioro o daño de manera temprana en los equipos que conforman la mencionada Microred.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Investigar las normativas y regulaciones, para el mantenimiento adecuado de sistemas fotovoltaicos.
2. Verificar el sistema ya instalado y diagnosticar el estado de cada uno de los elementos para realizar el mantenimiento respectivo según sea el caso.
3. Verificar si no existen elementos extraños que obstruyan la radiación solar hacia los paneles solares.
4. Revisar protecciones.
5. Verificar las tuberías que no haya filtraciones en donde se canaliza el cableado.
6. Verificar que el regulador este recibiendo la energía producida por los módulos fotovoltaicos.

- 7.** Ejecutar el plan de mantenimiento de manera adecuada para solucionar los posibles problemas que se hayan encontrado, al momento de ejecutar los puntos anteriormente mencionados.
- 8.** Se realizará la entrega de un sistema fotovoltaico operativo y funcional al 100% de su capacidad, luego de haber realizado el mantenimiento respectivo.

2. CAPITULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. FUENTES DE ENERGIAS RENOVABLES.

Al hablar de fuentes de energía renovables, debemos partir por conocer sobre los tipos de energías renovables que conocemos hoy en día, si bien sabemos que estas fuentes energéticas, son renovables debido a que provienen de la luz solar, el viento, entre otras. Estas fuentes no producen emisiones de quema de combustibles, estas fuentes de energía han sido tomadas en cuenta en la actualidad debido a los cambios climáticos, si bien es cierto estas fuentes de energía son renovables, pero también necesitan ser dadas sus respectivos mantenimientos para su optimo funcionamiento. (UNIDAS, 2024)

2.2. FUENTES DE PRODUCCION ENERGETICA EN LATINOAMERICA.

En toda América latina, los países que la conforman tienen como principal fuente energética las HIDROELECTRICAS, pero con el paso del tiempo han ido implementando parque Eólicos y en la actualidad la mayor parte de países están implementando sistemas FOTOVOLTAICOS, de esta manera aseguran el recurso energético para la población, esto implica abrir mercados de producción e instalación de estos equipos, al igual que dar sus debidos mantenimientos periódicamente para que no pierdan eficiencia estos sistemas energéticos. (Vidas, 2021)

2.3. TIPOS DE CONEXIONES FOTOVOLTAICAS.

Las instalaciones Fotovoltaicas (FV), aprovechan la energía emitida a través de la radiación solar, convirtiéndola en Energía Eléctrica, y de esa manera poder utilizarla en nuestros hogares y lugares de trabajo, utiliza módulos fotovoltaicos, los cuales se encargan de realizar la conversión de radiación solar a Energía Eléctrica, continuando con

el Inversor el cual transforma nuestra energía de Corriente Continua DC en Corriente Alterna AC, la cual ya la podemos utilizar en nuestro entorno, entre estas instalaciones Fotovoltaicas, encontramos distintos tipos los cuales deben ser estudiados, para proponer la mejor opción, para el entorno en el que lo vamos a implementar, según la situación e intereses:

2.3.1 Instalación Fotovoltaica Conectada a la red:

Como su nombre lo indica, son fuentes de energía, ancladas con la red Comercial, prioriza el autoconsumo utilizando la energía de la instalación solar mientras pueden contar con ella y cuando no sea así, trabaja la red comercial, lo que diferencia un tipo de otro, es que la gestión de los excedentes, lo haremos con la energía generada y no consumida de nuestra instalación.

Dentro de la energía fotovoltaica conectada a la red, sabemos que debemos contar con un medidor bidireccional, el cual reduce nuestro consumo energético cuando nuestro sistema fotovoltaico produce energía y no la consumimos, esta energía se inyecta a la Red Publica Eléctrica, haciendo que nuestro medidor, descuenta esos Kilovatios hora, de nuestra planilla eléctrica.

2.3.2 Instalación Fotovoltaica Anclada a la Red, con baterías.

Al contar con un sistema de almacenamiento, de energía, nosotros aseguramos la productividad energética, en caso de cortes o en caso, de días lluviosos, en los cuales trabajan nuestras baterías, para que no nos quedemos sin suministro eléctrico, de esta manera, cuando no utilicemos la energía Fotovoltaica Generada, esta se inyecte a la red eléctrica, abaratando nuestra carta eléctrica.

2.3.3 Instalaciones Fotovoltaicas Aisladas.

Como su nombre lo indica, son sistemas de generación Fotovoltaica auto consumida, es por esto que, en este tipo de instalación, se necesita de Paneles Fotovoltaicos, Inversores, Reguladores y sobre todo de baterías, para el almacenamiento, de la Energía producida,

para ser consumida en cualquier momento cuando lo necesitemos, y así como vamos consumiendo energía, este sistema sigue produciendo y almacenando.

2.4. TIPOS DE PANELES Y CARACTERISTICAS.

Para la instalación de paneles solares, debemos estudiar el campo en que se van a instalar, para ver que panel nos conviene y funcionaria de mejor manera en el medio que nos encontramos:

2.4.1. Paneles Fotovoltaicos Monocristalinos:

las Placas solares monocristalinas, se caracterizan por su gran potencia, una larga vida útil, y su tamaño es perfecto para viviendas, estos están fabricados a base de silicio de alta pureza, les permite tener índices altos de eficiencia los cuales conocemos hoy en día en el mercado.

2.4.2. Placas solares Policristalinas:

Estos paneles solares se caracterizan por su color azul, debido a que son fabricados a base de Silicio en bruto, su costo es menor, al igual que su eficiencia, ocupan de mayor espacio, y no son para sitios muy cálidos, debido a su composición.

2.4.3. Placas solares Amorfas o de Capa Fina:

Este Tipo de Placas Solares se les utiliza mas en Industrias o Instalaciones Públicas, debido a su tamaño, estos están formados a base de Silicio amorfo, Telururo de Cadmio o Galio, con propiedades fotovoltaicas, de esta manera se los fabrica más ligeros y Flexibles sobre todo, si Eficiencia es mucho menor al de las Placas Fotovoltaicas Convencionales, entre un 7 y un 10%, al igual que su vida útil.

2.5. Capacidad de los Paneles Solares según su composición y tamaño.

Para elegir los paneles Fotovoltaicos, debemos estudiar el entorno, para el uso que se le va a dar, debido a que presentan varios tamaños y potencia que producen.

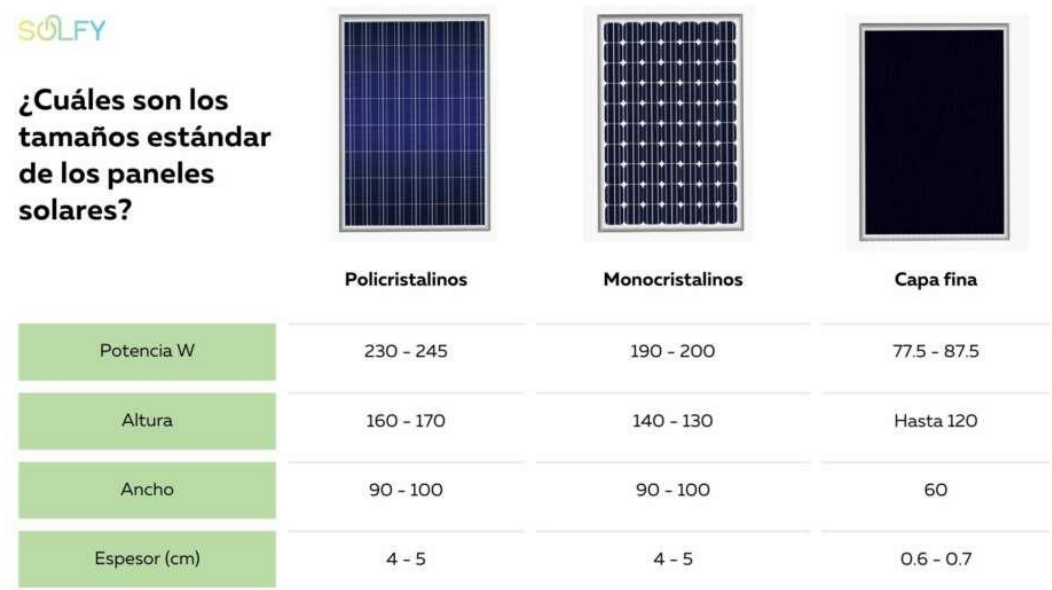


Figura 1 .- Tipos y Tamaños de Paneles Solares
Fuente: (BUÑUEL, 2024)

De acuerdo con estudios Realizados en el 2024, se ha visto los campos de aplicación de paneles Solares, según el ámbito como lo muestra la siguiente imagen

TIPO DE PANEL	DIMENSIONES	NÚMERO DE CELDAS	NÚMERO DE CELDAS	APLICACIÓN
Residencial	1.7 m x 1 m	60 celdas	330 W – 370 W	Hogares
Comercial	2 m x 1 m	72 celdas	400 W – 450 W	Empresas
Gran formato	2.2 m x 1.1 m	144 celdas	500 W – 600 W	Industria

*Figura 2.- Uso de paneles solares, según su entorno.
Fuente: (BUÑUEL, 2024)*

2.6. ELEMENTOS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

Los elementos electrónicos y sistemas de almacenamiento que conforman el sistema fotovoltaico deben ser los adecuados, es por esto que se dimensiona la carga y la energía que necesitamos producir con nuestras Placas Solares, para evitar daños en los equipos tanto del sistema como de consumo, nosotros implementamos un Regulador, Inversor y Baterías.

2.6.1. Módulos Fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos reciben la radiación solar, y por medio de las celdas fotovoltaicas que se encuentran en su interior empiezan a transformar la radiación solar, en energía AC, la cual debe llegar a nuestro regulador, para empezar su proceso de transformación y de carga para las baterías.

2.6.2. Regulador:

El Regulador es el equipo que recibe la Energía producida por los paneles solares, dando paso a esta energía a las baterías con el voltaje adecuado o al Inversor para que este la transforme en Corriente Alterna y poder ser utilizada por nuestra carga.

Este se ocupa de realizar medidas en el sistema fotovoltaico Aislado, evitando sobretensiones en el circuito instalado, previniendo posibles daños o previniendo el deterioro temprano de los equipos que conforman nuestro sistema Fotovoltaico.

2.6.3. Inversor:

como su nombre lo indica, este elemento electrónico, se encarga de recibir la energía almacenada en las baterías, que pasa por el regulador, e ingresa a su sistema, dando el paso de corriente Continúa a Corriente Alterna, para que ya salga los 110 V, y poder utilizar los equipos de carga que tenemos los usuarios.

2.6.4. Baterías:

las baterías se encargan del almacenamiento de energía producida por los paneles Fotovoltaicos, para hacer uso de esta energía en los momentos que no exista mayor afluencia del recurso solar.

2.6.5. Electrodo a Tierra:

Dentro del sistema Fotovoltaico, como cualquier otra instalación Eléctrica, necesita implementar un sistema de puesta a tierra, el cual entra en funcionamiento para proteger los equipos de nuestro sistema Fotovoltaico.

2.7. TIPOS DE MANTENIMIENTOS PARA FUENTES

RENOVABLES DE ENERGIA.

Entre los tipos de mantenimientos para Sistemas Fotovoltaicos encontramos dos principales:

2.7.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

El plan de mantenimiento preventivo se ejecuta mediante inspección Visual, Verificación de actuadores y verificación de medidas eléctricas que permitan estar dentro del rango establecido de funcionamiento.

Se revisan conexiones y cableado. Es necesario revisar el exterior y detectar posibles desgarros, recalentamientos etc. Que podrían dañar los equipos.

Se deben reapretar todas las conexiones de cableado sobre todo en los bornes de las baterías al igual que la limpieza de estas, debido a que pueden producir recalentamientos.

Al revisar las placas solares, debemos verificar que no exista algún defecto, abultamientos obscurecimientos, o burbujas de agua, etc.

Estas placas nos garantizan al menos 25 años de funcionamiento dentro de los parámetros a revisar en los paneles solares, es importante revisar la estanqueidad de los conectores de las placas, la suciedad en los paneles reduce también su producción de la instalación solar es por esto que se recomienda realizar una limpieza al menos UNA vez por año, en esta limpieza se revisa la estructura sobre la que colocamos nuestros paneles, debido a los cambios climáticos, suelen aflojarse esto puede afectar su inclinación por ende no producen la cantidad de energía necesaria para el sistema.

En cuanto al sistema de producción energética como viene siendo el Inversor, se recomienda comprobar periódicamente que no exista sobretensión, o advertencias de fallas, que dañarían los equipos, en estos equipos, se recomienda revisar que el cableado este perfectamente fijado y no tenga algún signo de daños o recalentamientos. Esto es debido a que con el tiempo suelen aflojarse estos cableados produciendo puntos calientes. Se comprueba que las tensiones e intensidades de llegada desde los paneles y de salida hacia las baterías estén dentro de los límites correctos.

2.7.2. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para realizar el mantenimiento de manera correcta, vamos a implementar el siguiente plan de mantenimiento para Paneles Fotovoltaicos.

- **Inspección visual y evaluación general:** Identificar posibles daños o irregularidades que podrían afectar el rendimiento de los equipos.
- **Limpieza de Paneles Solares:** eliminar la suciedad o residuos que puedan bloquear la luz solar y reducir la eficiencia de los paneles solares.
- **Verificación y comprobación del rendimiento:** asegurarse que el sistema este produciendo la cantidad de energía esperada y no esté perdiendo eficiencia.
- **Revisión de Regulador:** asegurar que funciona de manera eficiente y sin errores.
- **Inspección de la red eléctrica y el sistema de almacenamiento:** Asegurarse de que el sistema fotovoltaico este bien integrado con la red eléctrica y que las baterías funcionen correctamente.
- **Verificación de la seguridad y cumplimiento normativo:** Asegura que el sistema cumpla con las normas de seguridad y los requisitos locales para evitar riesgos eléctricos.
- **Documentación y reportes:** Mantener un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas para facilitar el seguimiento y las auditorias.
- **Este plan de mantenimiento debe ser ejecutado cada 6 meses o máximo 1 vez al año.**

Una vez realizadas las respectivas inspecciones, procedemos a ejecutar el plan de mantenimiento preventivo, de manera adecuada en el orden anteriormente mencionado, realizando las respectivas mediciones eléctricas para verificar su funcionamiento de manera óptima.

2.7.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

Como su nombre lo indica, el mantenimiento correctivo consiste en la contemplación de las actividades destinadas a reparar un sistema fotovoltaico o algunos de sus componentes, tiene por objetivo primordial restaurar el funcionamiento óptimo del o los elementos que han dejado de operar por una avería o desajuste. A diferencia del mantenimiento preventivo, el correctivo el correctivo se aplica al detectar el fallo, durante la monitorización remota o presencial o a lo largo de una inspección periódica.

- Este tipo de mantenimiento comprende tres acciones específicas:

2.7.3.1. Analizar el problema y diagnosticar los fallos.

2.7.3.2. Efectuar una reparación temporal, para restaurar la operatividad hasta realizar la reparación definitiva de los paneles solares.

2.7.3.3. Ejecutar la reparación definitiva.

- Al mismo tiempo el mantenimiento correctivo se divide en tres categorías de intervención.

2.7.3.4. Para restituir la funcionabilidad de un componente sin la necesidad de sustituir una o varias de sus partes.

2.7.3.5. Intervención para sustituir un elemento de un dispositivo para restaurar la operatividad.

2.7.3.6. Actuación para restablecer la funcionabilidad del dispositivo interviniendo en su software. (Energy, 2021)

Entre las fallas más frecuentes en un sistema fotovoltaico que se deben realizar mantenimientos correctivos son:

Laminado en degradación: humedad que puede afectar a la estructura y aislante eléctrico entre las celdas y contactos.

Delaminación: signo de las celdas solares afectadas por vida útil, se lo identifica por laminado viejo o impureza del vidrio.

Interconexión afectuosa: si las soldaduras no cuentan con un buen contacto se puede generar un estrés mecánico y térmico.

Puntos y celdas calientes: si las celdas son obstruidas por sombras, puede ocasionar que en ciertas zonas del módulo exista una falla del diodo bypass, lo que significa un sobrecalentamiento. (solar, 2022)

En Ecuador, estos sistemas se encuentran en pleno crecimiento y un impulso para querer implementar este tipo de sistema llega por las causas de la ineficiencia energética que atraviesa el país y algunos países de Latinoamérica quienes por no tener fuentes alternas de energía tuvieron la necesidad de racionar la energía para poder solventar el consumo de todo el país. Como anteriormente se menciona existe una alta demanda en sistemas conectados a la red o sistemas independientes, lo más recomendable sería elegir el sistema **on grid**, consiste en autogenerar para el uso y el excedente poder inyectar a la red eléctrica para que otro usuario lo utilice con la ventaja que la persona que genera el consumo que haya tenido de la red irá disminuyendo, por ende, sus valores de planillas disminuirán. Para mayor seguridad este tipo de sistemas se desconectan de manera automática si llegase a existir una falla en la red. Ante la crisis energética que atraviesa Ecuador por depender casi en su totalidad de las hidroeléctricas el sistema **off grid**, consiste en paneles solares con baterías, son un poco mejores ya que estos se pueden instalar en zonas rurales o sin acceso a la red, estos nos ofrecen independencia y seguridad energética. (vásconez, 2024).

3. CAPITULO III

3. DISEÑO E IMPLEMENTACION

3.1.DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

En este capítulo se detallará la distribución por circuitos del sistema fotovoltaico, de acuerdo con las ERAS, que encontramos en el Instituto, para esto se toma en cuenta el recurso energético renovable con la finalidad de aprovechar la energía solar por ende minimizamos el impacto ambiental, implementando paneles Fotovoltaicos.

3.2. LEVANTAMIENTO DE INFORMACION Y DEMANDA DE CARGA

Al momento de revisar las distintas ERAS a dar mantenimiento, encontramos una serie de falencias en los circuitos, encontrando cableado sin conectar, o sin tener un apriete adecuado dentro de los terminales de nuestros equipos de protección, dando como consecuencia falsos contactos, y recalentamiento en los equipos.

Una vez realizado la respectiva medición de las ERAS, se procede a rediseñar el plano existente, debido a cambios internos en las distintas ERAS del instituto, de igual manera se verifico que el cableado existente, este de acuerdo con la normativa, según la carga que soporta, y la caída de voltaje que tendría debido a la distancia de su ubicación.

Se verifico las distintas aulas y su tipo de iluminación revisando si aumentaron el número de luminarias o tomacorrientes, viendo si todas las luminarias y puntos de tomacorrientes, no tienen daño alguno, realizando mediciones eléctricas, verificando que tengan la energía necesaria para el correcto funcionamiento de los equipos conectados en el circuito.

Una vez obtenida esta información y realizado el rediseño del plano eléctrico, verificamos que el sistema Fotovoltaico instalado en el ISTER esté en condiciones de proveer energía a una ERA más, la cual se ha realizado recientemente, para esto se realizó un mantenimiento de todo el sistema, dejando el sistema en optimo funcionamiento.

Tabla 1 : Análisis de consumo eléctrico de las eras del ISTER

ANÁLISIS DE CONSUMO ELÉCTRICO DE LAS ERAS DEL ISTER										
ITEM	ZONA	ELEMENTO	CANTIDAD	POTENCIA (W)	POTENCIA INSTALADA (W)	HORAS DE USO AL DÍA	DÍA DE USO A LA SEMANA	ENERGÍA DIARIA (Wh/día)	VOLTAJE	CORRIENTE
1	SUPERMERCADO SECCION A	LUMINARIA OSRAM 2X18W	8	36	288	6	6	1728	120	2,3
2	SUPERMERCADO SECCION B	PANEL LED LIGHT 60 X 60 42W	11	42	462	6	6	2772	120	3,7
3	ESTETICA INTEGRAL	PANEL LED LIGHT 60 X 60 42W	8	42	336	4	6	1344	120	2,7
4	RUMIPRINT	PANEL LED LIGHT 60 X 60 42W	7	42	294	4	6	1176	120	2,3
5	LAB. ENERGIA RENOVABLE ILUMINACION	LUMINARIA SILVANIA 3X18W	4	54	216	6	6	1296	120	1,7
	LAB. ENERGIA RENOVABLE FUERZA	TOMACORRIENTE CON USB	5	100	500	6	6	3000	120	4,0
6	TALLER DE MECANICA	LUMINARIA SILVANIA 3X18W	4	54	216	6	6	1296	120	1,7
7	TALLER DE DISTRIBUCION DE LA ENERGIA	LUMINARIA SILVANIA 3X18W	4	54	216	6	6	1296	120	1,7
8	TALLER DE ELECTRICIDAD 1	TOMACORRIENTE 110 V	1	150	150	6	6	900	220	0,6
		LUMINARIA SILVANIA 60X60 50W	5	50	250	6	6	1500	220	1,1
9	TALLER DE ELECTRICIDAD 2	TOMACORRIENTE 110 V	1	150	150	6	6	900	220	0,6
		LUMINARIA SILVANIA 60X60 50W	5	50	250	6	6	1500	220	1,1
10	TALLER DE MECANICA 1	TOMACORRIENTE 110 V	1	150	150	6	6	900	220	0,6
		LUMINARIA SILVANIA 60X60 50W	5	50	250	6	6	1500	220	1,1
11	TALLER DE MECANICA 2	TOMACORRIENTE 110 V	1	150	150	6	6	900	220	0,6
		LUMINARIA SILVANIA 60X60 50W	5	50	250	6	6	1500	220	1,1
TOTAL DE CONSUMO								23508		

Fuente: Propia

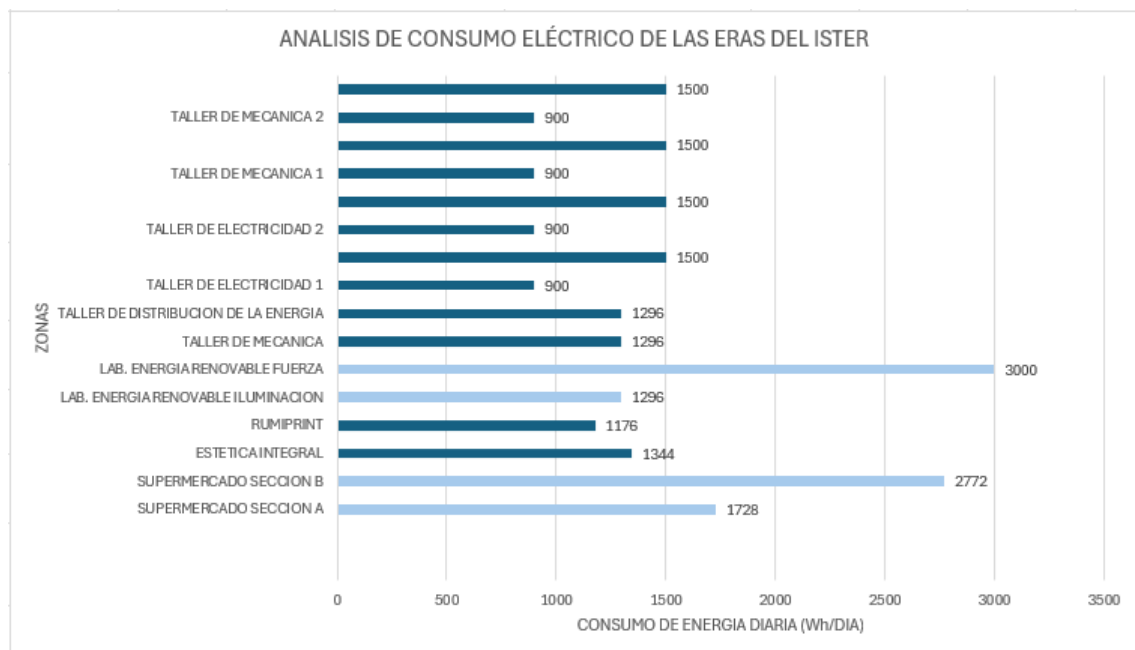


Figura 3.-Grafica de consumo eléctrico de las Eras del ISTER

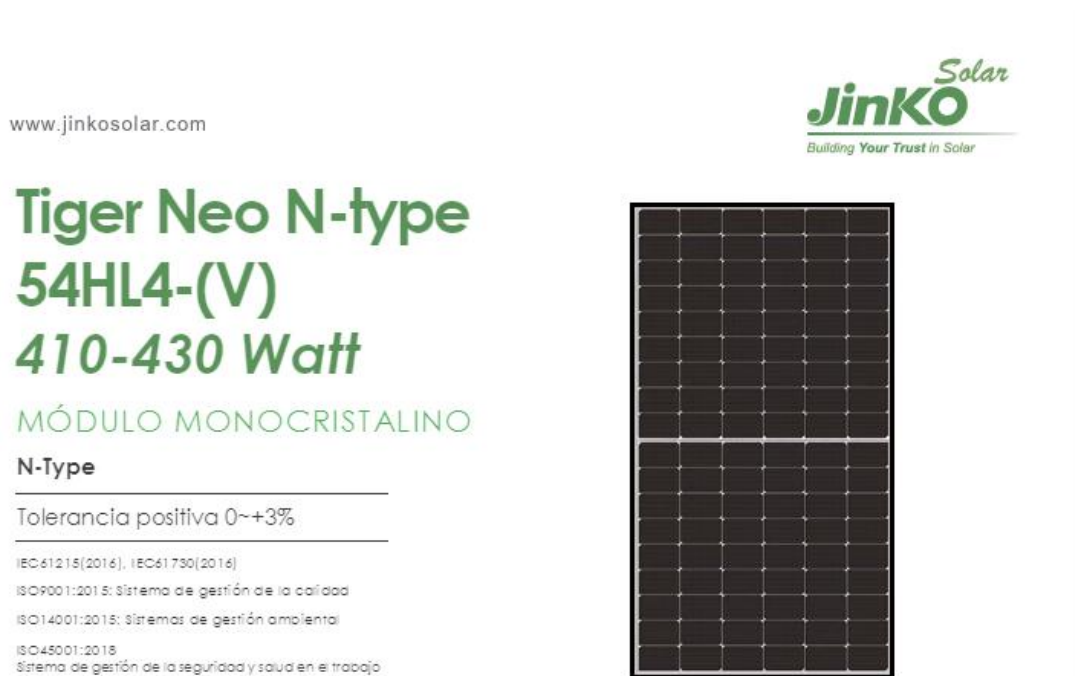
Fuente: Propia

Al verificar el cálculo de carga y consumo energético, para el sistema Fotovoltaico, en las ERAS, se consideró las horas de uso, los tipos de luminarias que existen en las distintas áreas de la Institución, dando como resultado la energía diaria $ED = 23.508 \text{ Kwh/día}$, también se consideró el 5 % por posibles pérdidas según indica la norma NEC Ecuatoriana.

3.3.DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Una vez realizado el estudio de cargas con sus respectivas caídas de voltaje, dimensionamos el sistema fotovoltaico instalado, para verificar que, si nos abastece para soportar dicho consumo, o si es necesario realizar algún tipo de implementación dentro del sistema.

MODULO DE CAPA FINA. – Según la investigación estos paneles no están fabricados con silicio, por la ligereza del material puesto que están para lugares donde requieran energía eléctrica en mayor cantidad.



*Figura 4.- Modelo de Panel Fotovoltaico instalado
Fuente: (SOLAR, 2015)*

BANCO DE BATERÍAS. – Este elemento produce energía o corriente eléctrica a partir de la reacción química entre dos sustancias produciéndose un desplazamiento de cargas eléctricas del polo negativo y el receptor polo positivo.



*Figura 5.- Batería de Gel, Instalada en el sistema de respaldo.
Fuente: Propia*

EL INVERSOR: El componente inversor asume la función en el sistema de transformar la energía provista por los paneles, convirtiendo la corriente continua en energía utilizable para el hogar, es decir, corriente alterna.



*Figura 6.- Inversores de Energía Instalados en el sistema de transformación.
Fuente: Propia*

REGULADOR SOLAR MPPT (CONTROLADOR DE CARGA SMARTSOLAR 150/35) INVERSOR A RED

Este dispositivo de carga es elemental o un regulador de tensión /o corriente, para evitar sobre cargar las baterías. Teniendo la capacidad de regularizar el voltaje y la corriente que viene de los paneles solares que van hacia las baterías con un voltaje de 31 V máximo, permitiendo la regulación de la carga para un futuro daño.



Figura 7.- Reguladores de tipo AC/DC, instalados en el sistema de regulación.
Fuente: Propia

3.3.1. DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO

En esta parte del cálculo se tiene como finalidad determinar el consumo del usuario o empresa que desee implementar este tipo de sistema, ya que este paso es el inicio para el diseño así mismo poder determinar cuál será el tipo de panel a emplear de acuerdo con el consumo energético que nos indique.

$$E1 = 23.508KW * \frac{hr}{Day}$$
$$E_{const} = E1$$
(1)

$$E_{const} = 23.508KW * \frac{hr}{Day}$$

$$V_{sist DC} = 125 V$$
$$Q_{const} = \frac{E_{const}}{V_{sist DC}} = 188.064 A * \frac{hr}{day}$$
(2)

$MS = 0.00$
$N_{usuario} = Q_{const} * (1 + MS)$ $N_{usuario} = 188,064 A * \frac{hr}{day}$

(3)

3.3.2. DETERMINACIÓN DE LAS PÉRDIDAS TOTALES DEL SISTEMA

Es importante determinar los valores de las pérdidas para poder desarrollar un sistema eficiente que no presente fallas y poder maximizar la producción de energía, algunas razones por las cuales se de calcular las perdidas es por la ubicación de los paneles ya que en ciertos lugares estos no producen energía en todo el día sino de acuerdo con su ubicación o incluso por las sombras ocasionadas por la naturaleza.

$Kb = 3\%$	$Ka = \frac{0.1\%}{day}$	$Kc = 10\%$	$Kr = 2\%$	$Kv = 5\%$
$D_{auton} = 0.28day$		$PD = 60\%$		

(4)

$KT = (1 - (kb + kc + kr + kv) * (1 - ka * \frac{D_{auton}}{PD}))$
$KT = 0.8$

3.3.3. CARGA MÁXIMA DEL SISTEMA

Cuando se calcula la carga máxima de nuestro sistema es para cuidar de mismo y colocar límites para evitar de sobrecargar el sistema y que esté presente averías y ocasionar riesgos.

$$C_{max} = \frac{N_{usuario}}{KT} \quad (5)$$
$$C_{max} = 235.053 A * \frac{hr}{day}$$

3.3.4. DETERMINACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR DISPONIBLE

Es importante calcular la energía solar disponible para así poder dimensionar de la mejor manera el sistema fotovoltaico, estos datos se extraen de un software la cual nos proporciona los datos requeridos mediante el cual se escoge el valor más bajo para realizar el cálculo.

$$H = 4.9KW * \frac{hr}{m^2 * day}$$

Se determina en base de datos, de la plataforma Meteonorm.

Sitio		ISTER (Ecuador)				
Fuente de datos		Meteonorm 8.2 (2016-2021), Sat=100%				
	Irradiación horizontal global	Irradiación difusa horizontal	Temperatura	Velocidad del viento	Turbidez Linke	Humedad relativa
	kWh/m ² /día	kWh/m ² /día	°C	m/s	[-]	%
Enero	5.81	2.37	14.4	2.71	3.247	76.0
Febrero	5.02	2.62	14.3	2.59	3.434	78.3
Marzo	5.30	2.32	14.3	2.40	3.303	78.8
Abril	5.41	2.26	14.0	2.20	3.157	80.5
Mayo	5.55	2.10	14.3	2.60	3.055	77.3
Junio	5.59	1.97	13.8	3.20	2.948	73.8
Julio	5.83	1.93	13.8	3.51	3.000	69.6
Agosto	6.03	2.03	14.1	3.70	3.351	65.0
Septiembre	5.58	2.27	14.1	3.39	3.487	67.9
Octubre	4.90	2.14	14.4	2.60	3.435	73.5
Noviembre	4.99	2.31	14.1	2.30	3.397	76.0
Diciembre	5.43	1.95	14.3	2.50	3.381	77.6
Año	5.46	2.19	14.2	2.8	3.266	74.5
	Pegar	Pegar	Pegar	Pegar		
Irradiación horizontal global variabilidad año a año 6.8%						

Figura 8.- Datos obtenidos de Radiación solar disponible, plataforma Meteonorm.
Fuente: Propia

(6)

$$HPS = \frac{H}{1000 \frac{W}{m^2}}$$

$$HPS = 4.9 \frac{hr}{dia}$$

3.3.5. CALCULO DE PANELES NECESARIOS

El cálculo se realiza luego de tener el valor de la energía solar disponible y en base a eso podemos calcular la cantidad de paneles que se necesitan para nuestro sistema fotovoltaico.

$$Pp_{panel} = 430W \quad n_{panel} = 0,9 \quad V_{nom \, panel} = 31.88 V$$

$$E_{panel} = HPS * Pp_{panel} * n_{panel}$$

$$E_{panel} = 1.896 KW \frac{h}{Day}$$

$$Q_{panel} = \frac{E_{panel}}{V_{nom\ panel}} \quad (7)$$

$$Q_{panel} = 59.482 \text{ A} * \frac{h}{day}$$

$$N_{ramas\ paralelo} = \frac{C_{max}}{Q_{panel}} = 3.952 \quad (8)$$

N_{ramas paralelo}: Se usaran 4 ramas de modulos en paralelo

$$N_{ramas\ en\ serie} = \frac{V_{sist\ DC}}{V_{nom\ panel}} = 3.921 \quad (9)$$

N_{ramas en serie}: Se usaran 4 ramas de modulos en serie

$$\textbf{Paneles Totales} = N_{ramas\ paralelo} * N_{modulo\ serie} = \textbf{16.00}$$

3.3.6. DIMENSIONES DEL SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Cuando nos referimos a acumulación se nos viene a la mente las baterías o algo que tenga relacionado con almacenar energía para posteriormente utilizarla. Es por lo que es fundamental calcular cuantas baterías se debe utilizar de acuerdo con los cálculos realizados y al consumo de usuario y así determinar cómo se debe conectar cada batería.

$$V_{sist\ acum} DC = 36V \quad (10)$$

$$C_{sist\ acum} = \frac{C_{max} * D_{auton} * V_{sist\ DC}}{PD * V_{sist\ acum\ DC}} = 380.872 A * hr$$

$$C_{nom\ bat} = 100A * hr.m \quad V_{nom\ bat} = 12V$$

$$N_{ramas\ paralelo} = \frac{C_{sist\ acum}}{C_{nom\ bate}} \quad (11)$$

$$N_{bat\ paralelo} = 3.809$$

***N_{bat paralelo}**: Se usaran 4 ramas de baterias en Paralelo*

$$N_{bat\ serie} = \frac{V_{sist\ DC}}{V_{nom\ bate}}$$

$$N_{bat\ serie} = 3$$

(12)

***N_{bat serie}**: Se usaran 3 ramas de baterias en serie*

$$N_{bat\ Totales} = N_{bat\ serie} * N_{bat\ Paralelo}$$

$$\mathbf{N_{bat\ Totales} = 12.00}$$

Al nosotros contar con 12 baterías para respaldo energético, hemos realizado el cálculo con 0.25% de día, es decir 6 horas de autonomía en respaldo.

3.3.7. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REGULACION

El dimensionamiento del sistema de acumulación hace referencia a los reguladores de nuestro sistema en este caso una vez obtenido el número de paneles y de baterías necesarias para el abastecimiento de nuestro sistema fotovoltaico, procedemos a calcular la cantidad de reguladores necesarios para el correcto funcionamiento de nuestro sistema.

$$\begin{aligned} I_{sc \text{ panel}} &= 14.23 A \\ I_{reg1} &= 1.2 * I_{sc \text{ panel}} * 2 = 34.15 A \\ I_{reg2} &= 1.2 * I_{sc \text{ panel}} * 2 = 34.15 A \\ I_{regT} &= I_{reg1} + I_{reg2} = 68.304 A \end{aligned} \quad (13)$$

Se usarán 2 reguladores de 150V - 35 A

3.3.8. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INVERSION

Al realizar el dimensionamiento para nuestro Inversor, debemos tomar en cuenta la carga en DC, para obtener un valor llevadero a los cálculos necesarios al dimensionar el sistema total de nuestro sistema fotovoltaico.

$$P_{DC} = 4128 W \quad \eta_{inv} = 90\% \quad fp = 0.95$$

$$\begin{aligned} S_{INV} &= \frac{P_{DC}}{\eta_{inv} * fp} \\ S_{INV} &= \frac{4128 W}{90\% * 0.95} = 4.828 kV * A \end{aligned} \quad (14)$$

Al realizar el cálculo, observamos que utilizaremos un aproximado de 5 kV * A, del grupo total de inversores que al ser 3 inversores de 3 KW, cada uno sumamos una reserva de 9 KW.

3.4. CARACTERISTICAS DE LAS CARGAS.

El presente mantenimiento Fotovoltaico tiene el objetivo de alimentar el sistema de iluminación de las ERAS del Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui.

- ❖ Potencia 4kW
- ❖ Voltaje 120 VAC
- ❖ Frecuencia 60 Hz
- ❖ Bifásica
- ❖ Cálculo vatios hora (Wh/día)
- ❖ Vatios hora (Wh) = Potencia (W) * horas de uso (h) * cantidad

3.4.1. CIRCUITO DE ILUMINACION SUPERMERCADO PARTE A. (C1)

Para calcular la potencia del circuito del SUPERMERCADO sección A, se verifico el tipo de luminarias que están instaladas, viendo unas lámparas de 2 tubos 2 x 18 W siendo 36 W x 8 luminarias y un uso de 6 días a la semana x 6 horas diarias. Para la caída de tensión tiene un porcentaje e 0.975 %, lo cual es permitido, según nos indica la normativa NEC, que un circuito no debe exceder el 3 %, de caída de tensión, por lo cual se dejó el cableado # 14 AWG.

Circuito 1 = 8 * 36 = 288 W

Energía diaria (Wh/día) = 8*36*6 = 1728 Wh/día

$$I = \frac{P}{V * f_p} \quad (14)$$

$$I = \frac{288 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 2.52 \text{ A}$$

$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$	(15)
$e\% = \frac{4 * 25m * 2.52 A}{120 V * 2.08 mm^2} = 1.00\%$	

3.4.2. CIRCUITO DE ILUMINACION SUPERMERCADO SECCION B (C2)

Dentro del circuito del Supermercado sección B, contamos con el circuito de iluminación el cual está conformado por 11 luminarias empotrables tipo PANEL LED LIGHT de 42 W con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica bifásica de 2 polos, la cual está ubicada en una zona central, lo cual nos da una caída de tensión menor al 3 %, lo cual verifica el uso del cable calibre # 14 AWG.

Circuito 2 = 11 * 42 = 462 W

Energía diaria (Wh/día) = 11 * 42 * 6 = 2772 Wh/día

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{462 W}{120 V * 0.95} = 4.05 A$$

$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$
$e\% = \frac{4 * 17.27m * 4.05A}{120 V * 2.08mm^2} = 1,12\%$

3.4.3. CIRCUITO DE ILUMINACION ESTETICA INTEGRAL (C3)

Dentro del circuito AULA, contamos con el circuito de iluminación el cual está conformado por 8 luminarias empotrables tipo PANEL LED LIGHT de 42 W con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica bifásica de 2 polos, la cual está ubicada en una zona central, lo cual nos da una caída de tensión menor al 3 %, lo cual verifica el uso del cable calibre # 14 AWG.

$$\text{Circuito 3} = 8 * 42 = 336 \text{ W}$$

$$\text{Energía diaria (Wh/día)} = 8 * 42 * 6 = 2016 \text{ Wh/día}$$

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{336 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 2.94 \text{ A}$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 3.56 \text{ m} * 2.94 \text{ A}}{120 \text{ V} * 2.08 \text{ mm}^2} = 0.16\%$$

3.4.4. CIRCUITO DE ILUMINACION RUMIPRINT (C4)

Dentro del circuito de RUMIPRINT, contamos con el circuito de iluminación el cual está conformado por 7 luminarias empotrables tipo PANEL LED LIGHT de 42 W con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica bifásica de 2 polos, la cual está ubicada en una zona central, lo cual nos da una caída de tensión menor al 3 %, lo cual verifica el uso del cable calibre # 14 AWG.

$$\text{Circuito 4} = 7 * 42 = 294 \text{ W}$$

Energía diaria (Wh/día) = $7 * 42 * 6 = 1764 \text{ Wh/día}$

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{294 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 2,57 \text{ A}$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 7.63\text{m} * 2.57 \text{ A}}{120 \text{ V} * 2.08\text{mm}^2} = 0.31 \%$$

3.4.5. CIRCUITO DE ILUMINACION DEL LABORATORIO DE ENERGIA RENOVABLE

Dentro del circuito del LABORATORIO DE ENERGIA RENOVABLE, contamos con el circuito de iluminación el cual esta conformado por 3 lámparas colgantes de 3 tubos de 18 W, con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica trifásica que centraliza el sistema fotovoltaico, la cual está ubicada en una zona central, lo cual nos da una caída de tensión menor al 3 %, lo cual verifica el uso del cable calibre # 14 AWG.

Circuito 5 = $4 * 54 = 216 \text{ W}$

Energía diaria (Wh/día) = $3 * 54 * 6 = 972 \text{ Wh/día}$

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{216 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 1.89 \text{ A}$$

$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$
$e\% = \frac{4 * 3.35m * 1.89 A}{120 V * 2.08mm^2} = 0.10 \%$

3.4.6. CIRCUITO DE TOMACORRIENTES LABORATORIO DE ENERGIAS RENOVABLES.

Dentro del circuito de tomacorrientes del LABORATORIO DE ENERGIA RENOVABLE, contamos con 4 tomacorrientes tipo 110 V + USB con un uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica trifásica que centraliza el sistema fotovoltaico, la cual está ubicada en una zona central, lo cual nos da una caída de tensión menor al 3 %, lo cual verifica el uso del cable calibre # 12 THHN según indica la normativa NEC.

Circuito 6 = $5 * 100 = 500 \text{ W}$

Energía diaria (Wh/día) = $5 * 100 * 6 = 3000 \text{ Wh/día}$

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{500 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 4.38 \text{ A}$$

$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$
$e\% = \frac{4 * 3.35m * 4.38 A}{120 V * 2.08mm^2} = 0.23 \%$

3.4.7. CIRCUITO DE ILUMINACION DEL TALLER DE MECANICA AUTOMOTRIZ

Dentro del circuito del taller de Mecánica Automotriz, contamos con el circuito de iluminación el cual está conformado por 4 lámparas colgantes de 3 tubos de 18 W, con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica trifásica que centraliza el sistema fotovoltaico, la cual está ubicada en una zona central, lo cual nos da una caída de tensión menor al 3 %, lo cual verifica el uso del cable calibre # 14 AWG.

Circuito 7 = $4 * 54 = 216 \text{ W}$

Energía diaria (Wh/día) = $4 * 54 * 6 = 1296 \text{ Wh/día}$

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{216 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 1.89 \text{ A}$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 11.61 \text{ m} * 1.89 \text{ A}}{120 \text{ V} * 2.08 \text{ mm}^2} = 0.35 \%$$

3.4.8. CIRCUITO DE ILUMINACION DEL TALLER DE DISTRIBUCION DE LA ENERGIA

Dentro del circuito del LABORATORIO DE DISTRIBUCION DE LA ENERGIA, contamos con el circuito de iluminación el cual está conformado por 4 lámparas colgantes de 3 tubos de 18 W, con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica trifásica que centraliza el sistema fotovoltaico, la cual está

ubicada en una zona central, lo cual nos da una caída de tensión menor al 3 %, lo cual verifica el uso del cable calibre # 14 AWG.

$$\text{Circuito 7} = 4 * 54 = 216 \text{ W}$$

$$\text{Energía diaria (Wh/día)} = 4 * 54 * 6 = 1296 \text{ Wh/día}$$

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{216 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 1.89 \text{ A}$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 12.62m * 1.89 \text{ A}}{120 \text{ V} * 2.08mm^2} = 0.38 \%$$

3.4.9. CETRALIZACION DE CIRCUITOS C1 + C2 + C3 + C4

La caída de tensión en el circuito 9 lo obtenemos al sumar los circuitos C1 + C2 + C3 + C4 = 1380 W. Se realizó los respectivos cálculos y se determina para la centralización de estos circuitos 1 a la caja centralizadora 2 es un cableado calibre # 10 AWG, por lo que el porcentaje de caída de tensión según los estudios es menor al 3%.

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{1380 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 12.10 \text{ A}$$

$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$
$e\% = \frac{4 * 54.8m * 12.10 A}{120 V * 5.26mm^2} = 4.20 \%$

3.4.10. DISEÑO DE ILUMINACION DE TALLERES NUEVOS

Para realizar los cálculos, de estos talleres, primero se procedió a realizar un estudio de Dialux, para posteriormente calcular el alimentador necesario para el amperaje que vamos a tener en consumo.

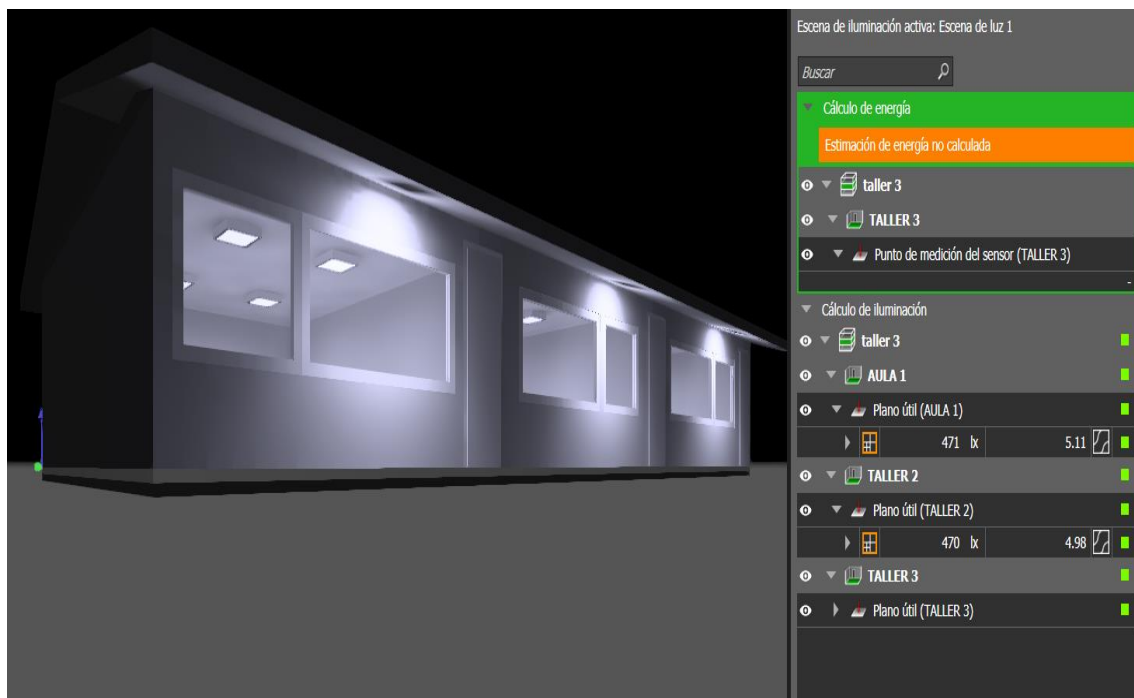


Figura 9.- DISEÑO DE ILUMINACION, EN DIALUX
Fuente: PROPIA

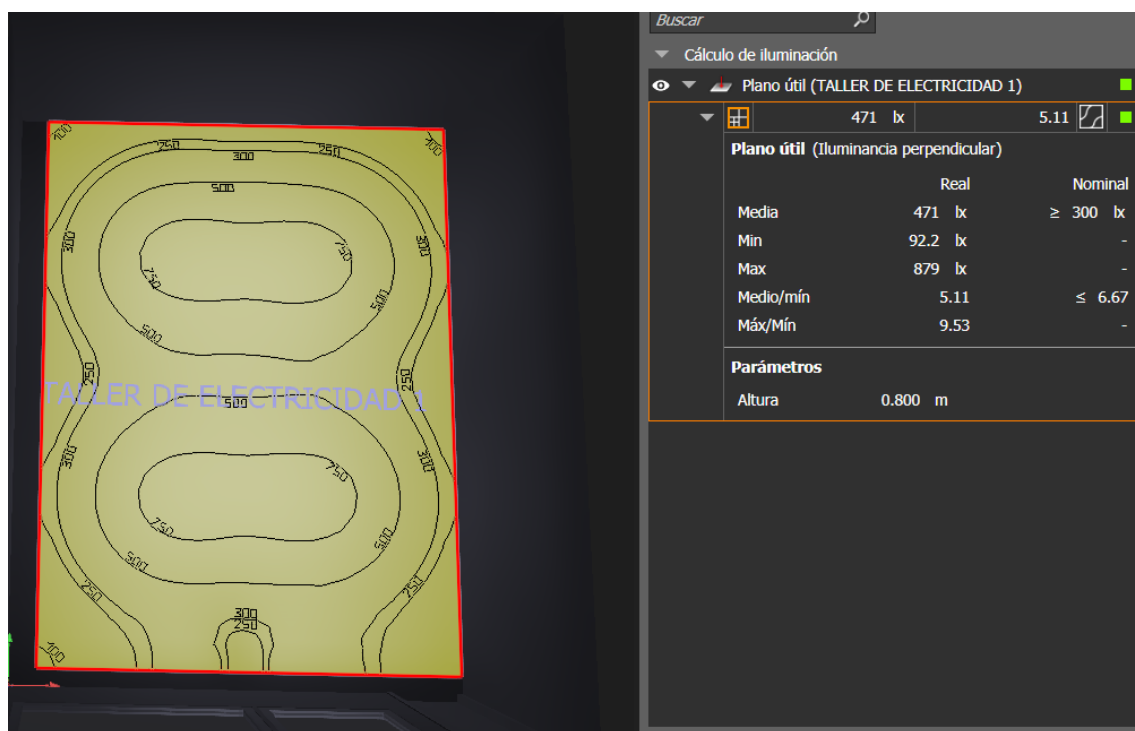


Figura 10.- DISEÑO DE ILUMINACION EN DIALUX, PARA TALLER DE ELECTRICIDAD 1

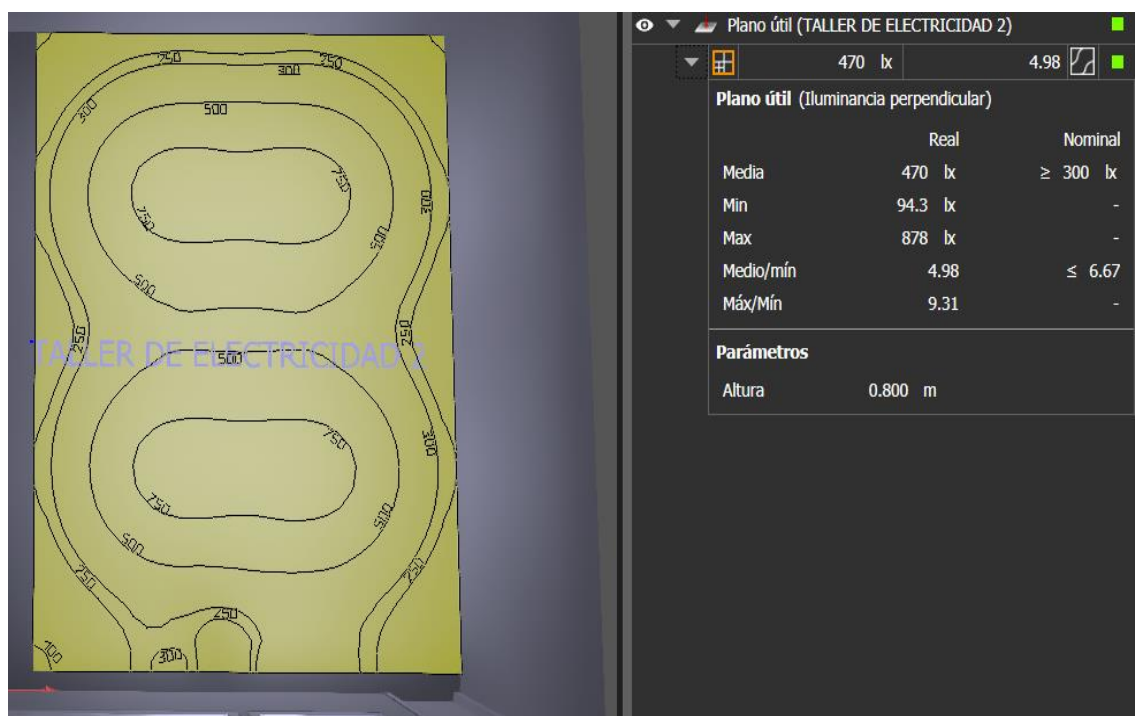


Figura 11.- DISEÑO DE ILUMINACION EN DIALUX, PARA TALLER DE ELECTRICIDAD 2

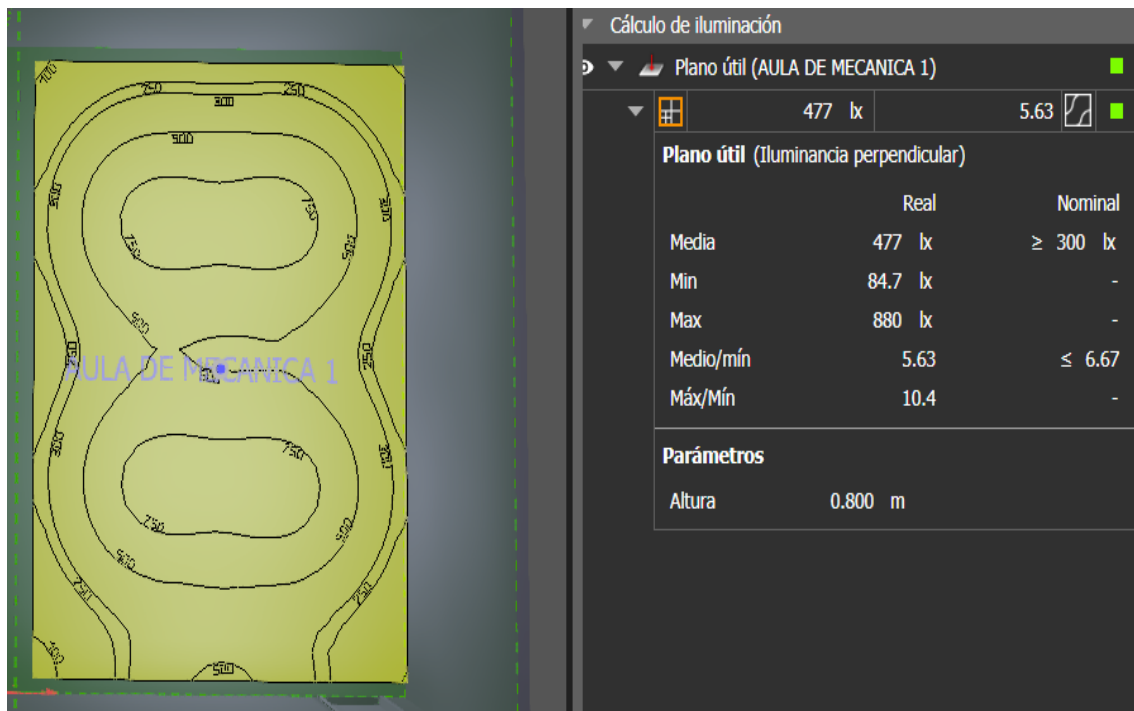


Figura 12.- DISEÑO DE ILUMINACION EN DIALUX, PARA AULA DE MECANICA 1

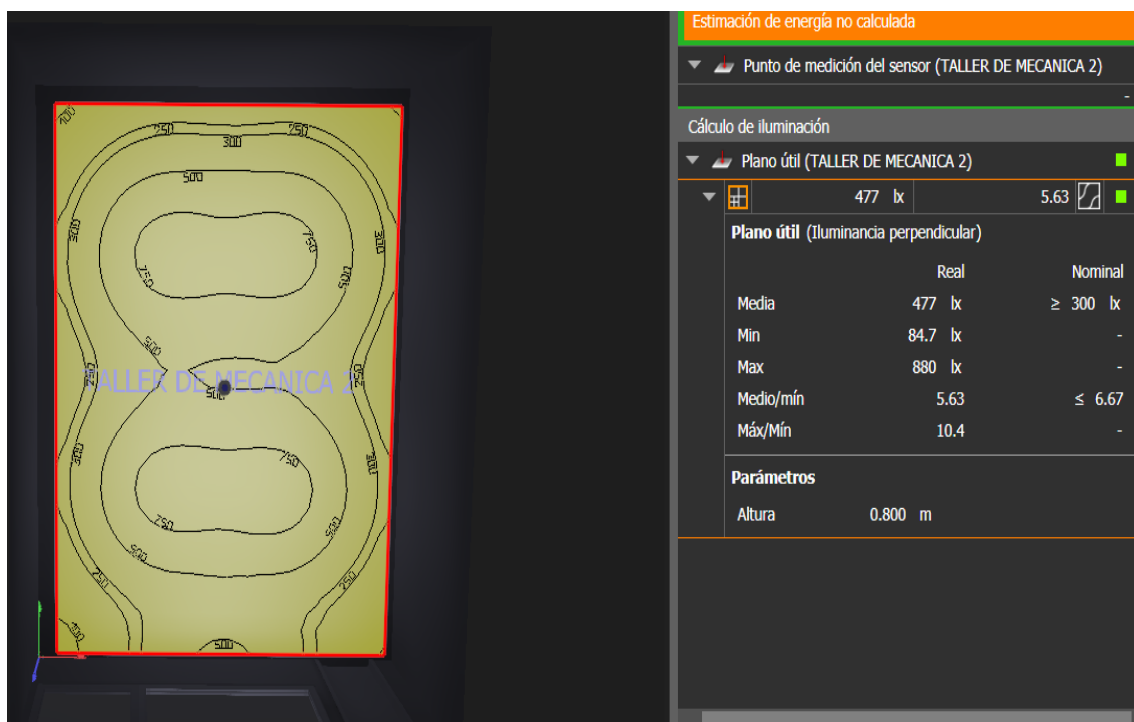


Figura 13.- DISEÑO DE ILUMINACION EN DIALUX, PARA TALLER DE MECANICA 2

3.4.11. CALCULO DE ALIMENTADOR PARA TALLERES NUEVOS

Para llevar el alimentador hacia estos talleres se realizó el cálculo de consumo para la caída de voltaje, en este recorrido tenemos una longitud de 110 metros, desde nuestra caja térmica del sistema Fotovoltaico, hasta la caja térmica en el último taller de nuestras aulas nuevas, se lleva una acometida bifásica en numero 8 THHN, debido a que va de manera soterrada, en estos talleres se alimentara al sistema de iluminación considerando un consumo de 9.24 Amperios.

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{1600 W}{220 V * 0.95} = 9.24 A$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 110m * 9.24 A}{220 V * 8,4 mm^2} = 1.49\%$$

3.4.12. CIRCUITO DE ILUMINACION TALLER DE ELECTRICIDAD 1

Dentro del circuito del TALLER DE ELECTRICIDAD 1, contamos con el **circuito de iluminación** el cual está conformado por 5 lámparas empotrables tipo panel led de 42 W, con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica bifásica que es alimentada del sistema fotovoltaico, para lo cual se realizó el cálculo respectivo para la verificación del cableado que alimentara estas luminarias, dando un resultado del uso de cable calibre # 14 AWG.

$$\text{Circuito } 8 = 5 * 42 = 210 W$$

$$\text{Energía diaria (Wh/día)} = 5 * 42 * 6 = 1260 \text{ Wh/día}$$

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{210 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0.95} = 1.00 \text{ A}$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 90m * 1.00 \text{ A}}{220 \text{ V} * 8,4mm^2} = 0.19 \%$$

3.4.13. CIRCUITO DE TOMACORRIENTE TALLER DE ELECTRICIDAD 1

En este taller contamos con un **tomacorriente** de 110 V, el cual también es alimentado del sistema Fotovoltaico, para esto siguiendo la norma NEC, sabemos que el calibre mínimo para un tomacorriente de este voltaje, se necesita un cableado calibre # 12 THHN, el cual de acuerdo con nuestro calculo es suficiente para energizar este punto de conexión teniendo en referencia una carga de 150 W.

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{150 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 1,31 \text{ A}$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 1.5m * 1.31 \text{ A}}{220 \text{ V} * 3.31mm^2} = 0.01 \%$$

3.4.14. CIRCUITO DE ILUMINACION TALLER DE ELECTRICIDAD 2

Dentro del circuito del TALLER DE ELECTRICIDAD 2, contamos con el **circuito de iluminación** el cual está conformado por 5 lámparas empotrables tipo panel led de 42 W, con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica bifásica que es alimentada del sistema fotovoltaico, para lo cual se realizó el cálculo respectivo para la verificación del cableado que alimentara estas luminarias, dando un resultado del uso de cable calibre # 14.

$$\text{Circuito } 10 = 5 * 42 = 210 \text{ W}$$

$$\text{Energía diaria (Wh/día)} = 5 * 42 * 6 = 1260 \text{ Wh/día}$$

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{210 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0.95} = 1.00 \text{ A}$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 10m * 1.00 \text{ A}}{220 \text{ V} * 2.08mm^2} = 0.08\%$$

3.4.15. CIRCUITO DE FUERZA TALLER DE ELECTRICIDAD 1

En este taller contamos con un **tomacorriente** de 110 V, el cual también es alimentado del sistema Fotovoltaico, para esto siguiendo la norma NEC, sabemos que el calibre mínimo para un tomacorriente de este voltaje, se necesita un cableado calibre # 12, el cual de acuerdo con nuestro calculo es suficiente para energizar este punto de conexión teniendo en referencia una carga de 150 W.

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{150 \text{ W}}{120 \text{ V} * 0.95} = 1,31 \text{ A}$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 1.5\text{m} * 1.31 \text{ A}}{220 \text{ V} * 3.31\text{mm}^2} = 0.01 \%$$

3.4.16. CIRCUITO DE ILUMINACION DEL TALLER DE MECANICA 1

Dentro del circuito del TALLER DE MECANICA 1, contamos con el **circuito de iluminación** el cual está conformado por 5 lámparas empotrables tipo panel led de 42 W, con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica bifásica que es alimentada del sistema fotovoltaico, para lo cual se realizó el cálculo respectivo para la verificación del cableado que alimentara estas luminarias, dando un resultado del uso de cable calibre # 14 AWG.

Circuito 10 = 5 * 42 = 210 W

Energía diaria (Wh/día) = 5 * 42 * 6 = 1260 Wh/día

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{210 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0.95} = 1.00 \text{ A}$$

$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$
$e\% = \frac{4 * 10m * 1.00 A}{220 V * 2.08mm^2} = 0.08\%$

3.4.17. CIRCUITO DE FUERZA DEL TALLER DE MECANICA 1

En este taller contamos con un **tomacorriente** de 110 V, el cual también es alimentado del sistema Fotovoltaico, para esto siguiendo la norma NEC, sabemos que el calibre mínimo para un tomacorriente de este voltaje, se necesita un cableado calibre # 12 THHN, el cual de acuerdo con nuestro calculo es suficiente para energizar este punto de conexión teniendo en referencia una carga de 150 W.

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{150 W}{120 V * 0.95} = 1,31 A$$

$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$
$e\% = \frac{4 * 1.5m * 1.31 A}{220 V * 3.31mm^2} = 0.01 \%$

3.4.18. CIRCUITO DE ILUMINACION DEL TALLER DE MECANICA 2

Dentro del circuito del TALLER DE MECANICA 2, contamos con el **circuito de iluminación** el cual está conformado por 5 lámparas empotrables tipo panel led de 42 W, con uso de 6 horas diarias, durante 6 días a la semana. En este circuito contamos con una caja térmica bifásica que es alimentada del sistema fotovoltaico, para lo cual se realizó el cálculo respectivo para la verificación del cableado que alimentara estas luminarias, dando un resultado del uso de cable calibre # 14 AWG.

$$\text{Circuito } 10 = 5 * 42 = 210 \text{ W}$$

$$\text{Energía diaria (Wh/día)} = 5 * 42 * 6 = 1260 \text{ Wh/día}$$

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{210 \text{ W}}{220 \text{ V} * 0.95} = 1.00 \text{ A}$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 10\text{m} * 1.00 \text{ A}}{220 \text{ V} * 2.08\text{mm}^2} = 0.08\%$$

3.4.19. CIRCUITO DE FUERZA TALLER DE MECANICA 2

En este taller contamos con un **tomacorriente** de 110 V, el cual también es alimentado del sistema Fotovoltaico, para esto siguiendo la norma NEC, sabemos que el calibre mínimo para un tomacorriente de este voltaje, se necesita un cableado calibre # 12 THHN, el cual

de acuerdo con nuestro calculo es suficiente para energizar este punto de conexión teniendo en referencia una carga de 150 W.

$$I = \frac{P}{V * f_p}$$

$$I = \frac{150 W}{120 V * 0.95} = 1,31 A$$

$$e\% = \frac{4 * L * I}{En * S}$$

$$e\% = \frac{4 * 1.5m * 1.31 A}{220 V * 3.31mm^2} = 0.01 \%$$

Una vez realizados los cálculos, nos dirigimos a revisar nuestra tabla de conductores eléctricos, y verificamos su uso según su amperaje.

<http://prdiagramasyelectronica.blogspot.com/>

Calibre AWG	Diámetro		Área (mm ²)	Calibre AWG	Diámetro		Área (mm ²)
	(in)	(mm)			(in)	(mm)	
1000 kcmil	1.059	26.9	507	15	0.0571	1.45	1.65
900 kcmil	1	25.4	456	16	0.0508	1.291	1.31
750 kcmil	0.9094	23.1	380	17	0.0453	1.15	1.04
600 kcmil	0.811	20.6	304	18	0.0403	1.02362	0.823
500 kcmil	0.7358	18.69	253	19	0.0359	0.9116	0.653
400 kcmil	0.659	16.74	203	20	0.032	0.8128	0.518
350 kcmil	0.6161	15.65	177.3	21	0.0285	0.7229	0.41
250 kcmil	0.52	13.21	126.7	22	0.0253	0.6438	0.326
0000(4/0)	0.46	11.68	107	23	0.0226	0.5733	0.258
000(3/0)	0.4096	10.4	85	24	0.0201	0.5106	0.205
00(2/0)	0.3648	9.266	67.4	25	0.0179	0.4547	0.162
0(1/0)	0.3249	8.251	53.5	26	0.0159	0.4049	0.129
1	0.2893	7.348	42.4	27	0.0142	0.3606	0.102
2	0.2576	6.544	33.6	28	0.0126	0.3211	0.081
3	0.2294	5.827	26.7	29	0.0113	0.2859	0.0642
4	0.2043	5.189	21.2	30	0.01	0.2546	0.0509
5	0.1819	4.621	16.8	31	0.0089	0.2268	0.0404
6	0.162	4.115	13.3	32	0.008	0.2019	0.032
7	0.1443	3.665	10.5	33	0.0071	0.1798	0.0254
8	0.1285	3.264	8.37	34	0.0063	0.1601	0.0201
9	0.1144	2.906	6.63	35	0.0056	0.1426	0.016
10	0.1019	2.588	5.26	36	0.005	0.127	0.0127
11	0.0907	2.305	4.17	37	0.0045	0.1131	0.01
12	0.0808	2.053	3.31	38	0.004	0.1007	0.00797
13	0.072	1.828	2.62	39	0.0035	0.08969	0.00632
14	0.0641	1.628	2.08	40	0.0031	0.07987	0.00501

Figura 14.- Alimentadores de cobre tipo AWG – THHN en mm2
Fuente: (electronica, s.f.)

AMPERAJE - CABLE DE COBRE			
Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2 THWN-2
Nivel de temperatura	60°C	75°C	90°C
Calibre de cable	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

Figura 15.- Amperaje soportado por los distintos conductores de Cobre tipo THHN
Fuente: (CONSTRUYENDO.CO, s.f.)

En este caso una vez verificado los calibres del conductor de cobre, y las respectivas caídas de voltaje, adjuntamos la tabla de cálculo, para verificar los datos obtenidos para resumir los cálculos.

Tabla 2.- Cálculos de las Cargas en las distintas ERAS .

CALCULO CAIDA DE VOLTAJE									
AREA	CIRCUITO	LONGITUD	CONSTANTE	CARGA TOTAL	VOLTAJE DE ACOMETIDA	CORRIENTE	CALIBRE DEL CONDUCTOR	CONDUCTOR EN mm ²	CAIDA DE VOLTAJE 3%
SUPERMERCADO SECCION A	1	25,32	4	288	120	2,3	14	2,08	0,93
SUPERMERCADO SECCION B	2	17,27	4	462	120	3,7	14	2,08	1,02
ESTETICA INTEGRAL	3	3,56	4	336	120	2,7	14	2,08	0,15
RUMIPRINT	4	7,63	4	249	120	2,3	14	2,08	0,28
LAB. ENEREGIA	5	3,35	4	1296	120	1,7	14	2,08	0,09
RENOVABLE	5	3,35	4	3000	120	4	12	3,31	0,13
TALLER DE MECANICA	6	11,61	4	216	120	1,7	14	2,08	0,32
T. DISTRIBUCION DE ENERGIA	7	12,62	4	216	120	1,7	14	2,08	0,34
ACOMETIDA C.D.P. SUPERMERCADO	8	57,02	4	1380	120	11	10	5,26	3,97
ACOMETIDA TALLERES NUEVOS	9	110	4	1600	220	6,8	8	8,36	1,63
TALLER DE ELECTRICIDAD 1	10	80	4	2400	220	1,7	8	8,36	0,30
TALLER DE ELECTRICIDAD 2	11	10	4	2400	220	1,7	8	8,36	0,04
TALLER DE MECANICA 1	12	10	4	2400	220	1,7	10	5,26	0,06
TALLER DE MECANICA 2	13	10	4	2400	220	1,7	10	5,26	0,06

Fuente: Propia

Tabla 3.- Excel con cálculos y protecciones

TABLA DE CALIBRES Y PROTECCIONES								
CIRCUITO	CARGA TOTAL (W)	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE CON EL 1,25%	VOLTAJE (V)	CONDUCTOR CALIBRE - THHN	PROTECCION (A) Nº POLOS - AMP	CARGA DEL CONDUCTOR	
C1 SUPERMERCADO SECCION A	288	2,4	3,00	120	#14	1P 16	5,3	
C2 SUPERMERCADO SECCION B	462	3,85	4,81	120	#14	1P 16	3,3	
C3 ESTETICA INTEGRAL	336	2,8	3,50	120	#14	1P 16	4,6	
C4 RUMIPRINT	294	2,45	3,06	120	#14	1P 16	5,2	
C5 ILUMINACION LABORATORIO DE ENERGIAS RENOVABLES	216	1,8	2,25	120	#14	1P 16	7,1	
C6 FUERZA LABORATORIO DE ENERGIAS RENOVABLES	500	4,17	5,21	120	#12	1P 16	3,1	
C7 TALLER DE MECANICA	216	1,8	2,25	120	#14	1P 16	7,1	
C8 TALLER DISTRIBUCION DE LA ENERGIA	216	1,8	2,25	120	#14	1P 16	7,1	
C9 CENTRALIZACION DE CIRCUITOS C1+C2+C3+C4	1380	11,5	14,38	120	#10	1P 20	1,4	
C10 ACOMETIDA TALLERES NUEVOS	250	2,08	2,60	220	#8	2P 40	15,4	
C11 TALLER DE ELECTRICIDAD 1	400	3,33	4,17	220	#8	1P 16	3,8	
C12 TALLER DE ELECTRICIDAD 2	400	3,33	4,17	220	#8	1P 16	3,8	
C13 TALLER DE MECANICA 1	400	3,33	4,17	220	#10	1P 16	3,8	
C14 TALLER DE MECANICA 2	400	3,33	4,17	220	#10	1P 16	3,8	

Fuente: Propia

NOMBRE DE PLANTA:			
FECHA:			
Proceso	Modulos fotovoltaicos	¿Realizado?	Descripción
M S02	Limpieza parcial de restos de suciedad graves		Comprobar y eliminar restos de suciedad que puedan dar lugar a puntos calientes (excrementos de aves, pequeña vegetación, etc.)
M S03	Rotura de cristales o células quemadas		Inspeccionar todos los paneles fotovoltaicos por si alguno ha sufrido algún impacto de algún objeto, agente meteorológico o vandalismo
M S04	Sombreado parcial		Inspeccionar el sombreado no previsto de los módulos debido a variaciones en la vegetación, la colocación de objetos próximos (chimenea nueva, etc.)
M SOS	Fijación de módulos		MUESTREO. Comprobar que los paneles están bien fijados a la estructura soporte y que no existen holguras o aflojamientos en las fijaciones
M S07	Estado de células		MUESTREO. Comprobar visualmente si alguna célula fotovoltaica debido a la temperatura o a la sobretensión se ha desoldado, quemado u oxidado.
M S10	Contactos en caja		MUESTREO. Revisar que en los contactos de las cajas de conexiones no están flojos u oxidados
M S11	Cierre prensaestopas		MUESTREO. Comprobar que los prensaestopas de la caja de conexiones están convenientemente fijados
M S12	Estanqueidad de las cajas		MUESTREO. Asegurarse que las cajas quedan convenientemente cerradas y estancas
COMENTARIOS:			
Proceso	Estructura Soporte	¿Realizado?	Descripción
ES01	Uniones y anclajes		MUESTREO. Comprobar que las uniones y anclajes de la estructura no muestran signos de holgura o aflojamiento
E S02	Deformaciones estructura		Comprobar mediante inspección visual que los elementos de la estructura no sufren deformaciones
E S04	Oxidaciones estructura		MUESTREO. Inspección de oxidaciones y pérdida de la capa de galvanizado en la estructura metálica. Reparar con espray, pintura. lijado. etc..
ESOS	Conexiones a tierra		Comprobar la puesta a tierra de la estructura, así como el apriete de los terminales
E S06	Estado cubierto		Confirmar con el propietario que no hay goteras provocadas por la planta proceder a su impermeabilización si procede
COMENTARIOS:			

Figura 165.- Check list, para mantenimiento de Modulos Fotovoltaicos y estructura.
Fuente: Propia

Proceso	Cableado CC y canalizaciones	¿Realizado?	Descripción
LC01	Sujeción cableado módulos		MUESTREO. Comprobar que las bridas de sujeción de los conductores tendidos al aire, los conductos de protección y las canalizaciones se
LC02	Canalizaciones CC		MUESTREO. Comprobar que las bandejas, canalizaciones y tubos se encuentran bien fijados V sin signos de deterioro ni defectos de aislamiento
LC03	Conectores multicontact		MUESTREO. Comprobar visualmente que los dispositivos conectores multicontact se encuentran en buen estado,
LC04	Estado cableado CC		MUESTREO. Comprobar en las zonas visibles que el cable no está perforado, rajado ni con daños mecánicos en la cubierta por roces con
LC05	Identificación cableado		MUESTREO, Comprobar que los cables están identificados según la polaridad y procedencia o destino.
Proceso	Cuadro de conexiones CC	¿Realizado?	Descripción
CC01	Fusibles		Revisar los fusibles de cada una de las ramas
CC02	Descargadores de sobretensión		Comprobación de los descargadores
CC03	Conexiones y apriete		Revisar el estado de las conexiones y el apriete de los bornes
CC04	Puesta a tierra cuadro		Puesta a tierra de las partes metálicas del cuadro de conexiones
CC05	Prensaestopas		Comprobar que los prensaestopas están convenientemente fijados a las cajas (bien apretados y sin holguras, no giran sobre sí mismos)
CC06	Envolvente		Comprobar el estado de la envolvente, verificando los cierres, puertas, gomas de protección V cierres
CC07	Golpes y arañazos		Inspección de la presencia de golpes, rayas y oxidaciones que pudieran degradar la envolvente
CC08	fijación cuadro		Comprobar que la fijación es firme mediante inspección visual y ejerciendo ligera presión sobre el cuadro
CC09	Mediciones de intensidades y tensiones		Medir tensiones e intensidades en cada serie para detectar posibles anomalías en las series
COMENTARIOS:			

Figura 17.- Check list, para mantenimiento de Canalizaciones Y Conexiones CC.
Fuente: Propia

Proceso	Inversor	¿Realizado?	Descripción
IN01	Lectura display		Comprobación de valores correctos del display y de la ausencia de alarmas
IN02	Conexiones y apriete		Se comprueba que todos los terminales están bien apretadas
IN03	Puesta a tierra		Comprobar el apriete de los terminales de la puesta a Tierra del Inversor
IN04	Prensaestopas		Comprobar que los prensaestopas están convenientemente fijados (bien apretados, sin holgura, no giran sobre si mismos)
IN05	Envolvente		Comprobar el estado de la envolvente verificando los cierres, puertas, gomas de protección, manillas y los anclajes
IN06	Golpes y Arañazos		Comprobar la presencia de golpes, rayas, óxidos, y suciedad que pudieran degradar la envolvente.
IN07	Sujeción Ventiladores		comprobar que los ventiladores estén bien sujetos a la envolvente
IN08	Rodamientos Ventiladores		Comprobar que los rodamientos de los ventiladores no hacen ruido.
IN09	Temperatura del Inversor y del local		Tomar la medida de la temperatura del inversor y del local donde este ubicado el inversor/es.
IN10	tensión de entrada y salida		Comprobar tensiones de entrada y salida
IN11	Estado del Cableado		Comprobar el estado del cableado y si se aprecian signos de sobrecalentamiento excesivo
IN12	Estado del tejadillo		Comprobar la fijación, anclaje, oxidación, apriete de tornillos del tejadillo del inversor.
IN13	Ruido		Comprobar el nivel de ruido que emite el inversor, así como la existencia de ruidos o vibraciones fuera de lo normal.
IN14	Estado del Entorno		Comprobar elementos del entorno que puedan afectar al inversor (objetos, maquinaria cercana, polvo excesivo, aves, etc..)
IN15	Comprobar la tensión de la Red de alterna		Comprobar que la tensión de red alterna, no tiene una variación superior a un 15% a la tensión nominal de la instalación.
IN17	Rejillas de ventilación de la sala del Inversor		Comprobar que las salidas de ventilación no están obstruidas
COMENTARIOS:			

*Figura 18.- Check list, para mantenimiento del Inversor.
Fuente: Propia*

Proceso	Cableado CA y canalizaciones	¿Realizado?	Descripción
LA 01	Canalizaciones CA		MUESTREO. Comprobar la fijación de los soportes, bandejas y limpieza o deterioro de los mismos
LA 02	Estado cableado CA		MUESTREO. Comprobar en las zonas visibles que el cable no está perforado, rajado ni con daños mecánicos en la cubierta
LA 03	Identificación cableado		MUESTREO. Comprobar que las fases están identificadas según la secuencia de fases
Proceso	Caja de protecciones de alterna	¿Realizado?	Descripción
CA 01	Terminales interruptor entrada inversor		Se comprobará que todos los terminales del interruptor de entrada al inversor están bien apretados.
CA 02	Comprobar interruptor entrada inversor		Desconectar y conectar el interruptor de entrada al inversor
CA 03	Pletinas de alterna		Comprobar visualmente que las platinas de conexión de corriente alterna mantienen las distancias de seguridad, así como, sus propiedades físicas
CA 04	Terminales interruptor salida inversor		Se comprobará que todos los terminales del interruptor de salida del inversor están bien apretados
CA 05	Comprobar interruptor salida inversor		Desconectar y conectar el interruptor de salida del inversor
CA 06	Terminales del diferencial		Se comprobará que todos los terminales del diferencial de salida del inversor están bien apretados
CA 07	Dispara el diferencial		Disparar el diferencial con el botón de prueba
Proceso	TIERRAS	¿Realizado?	Descripción
TI 01	Estado de conductor de protección		Se comprobará que todos los puntos metálicos (soportes, envolventes, bandejas, etc.) están unidos a la tierra
TI 02	Medida de resistencia de tierra		Se comprobará la medida de resistencia de aquellas partes del sistema de tierra que se considere necesario inspeccionar. Las medidas efectuadas se
COMENTARIOS:			

Figura 19.- Check list, para mantenimiento de Cableado AC, Canalización Y Puesta A Tierra.
Fuente: Propia

Proceso	Caja de protección y medida	¿Realizado?	Descripción
PM 01	Pletinas transformador de medida		Comprobar visualmente que las pletinas de los transformadores de medida mantienen las distancias de seguridad así como sus propiedades
PM 02	Envolvente cuadro de medida		Comprobar, verificando los cierres, puertas, gomas de protección, manillas y los anclajes del cuadro de medida.
PM 03	Golpes y arañazos en cuadro medida		Comprobar en la envolvente del cuadro de medida, la presencia de golpes, rayas y óxidos que la pudieran degradar
PM 04	Revisar precintos		Revisar precintos del contador
PM 05	Fusibles		Comprobar fusibles de seguridad, así como el seccionador de corte
PM 06	Terminales interruptor general local medida		Se comprobará que todos los terminales del interruptor general del local de medida no se calientan
PM 07	Embarrado de protección		Comprobar visualmente que el embarrado de protección mantiene las distancias de seguridad, así como, sus propiedades físicas iniciales
PM 08	Embarrado general		Comprobar visualmente que el embarrado general mantiene las distancias de seguridad, así como, sus propiedades físicas iniciales
PM 09	Temperatura del local		Medir la temperatura del local donde estén ubicados los contadores
PM 10	Mediciones de intensidades y tensiones		Comprobar caída de tensión desde el inversor
PM 11	Contador		Comprobar el correcto funcionamiento del dispositivo de medida
PM 12	Modem		Comprobar el estado de la alimentación modem y conexiones al contador
PM 13	Limpieza		Eliminar suciedad que pueda afectar a los elementos de la CPM (telarañas, restos, etc..)
PM 14	Candado		Comprobar el estado del candado
COMENTARIOS:			

*Figura 20.-Check list, para la Caja de Protección y Medición.
Fuente: Propia*

DIAGRAMA UNIFILAR INSTALACIONES DE ILUMINACION REDISEÑADAS

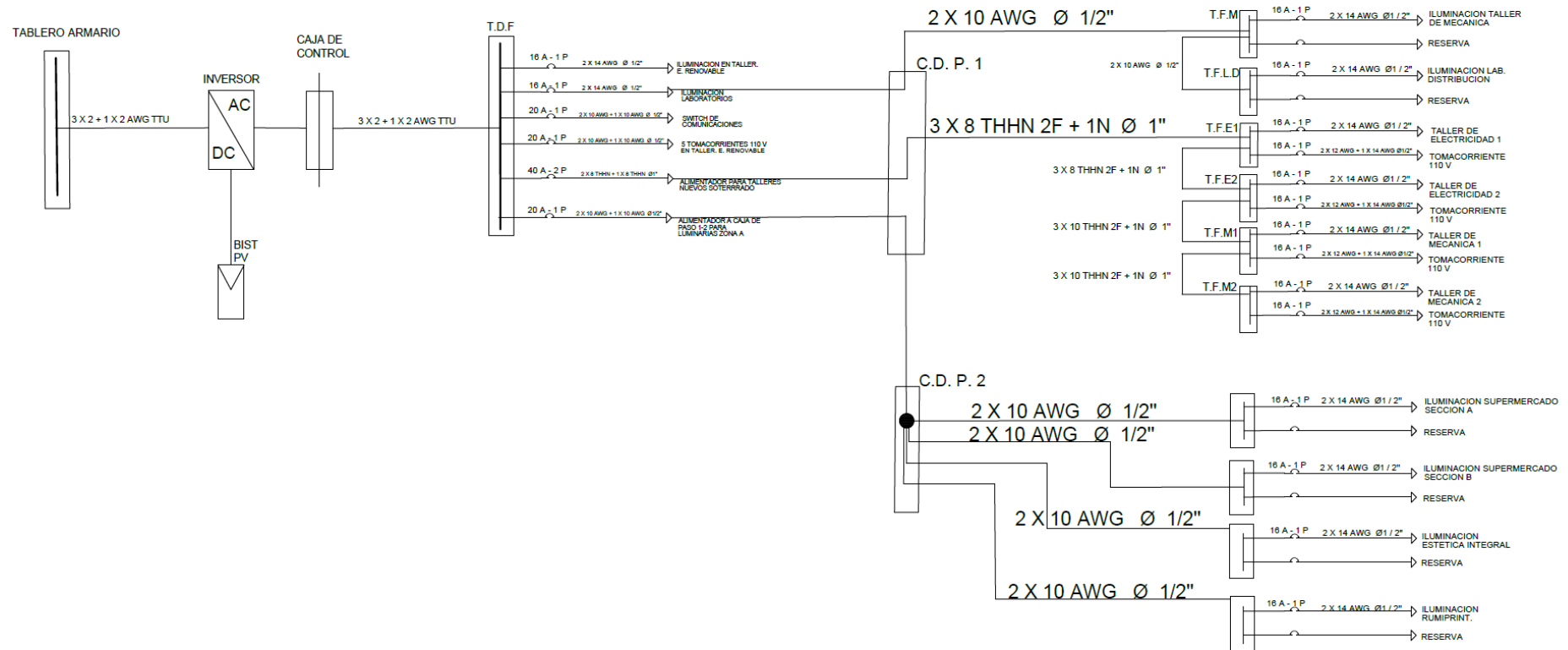


Figura 21.-Diagrama unifilar
Fuente: Propia

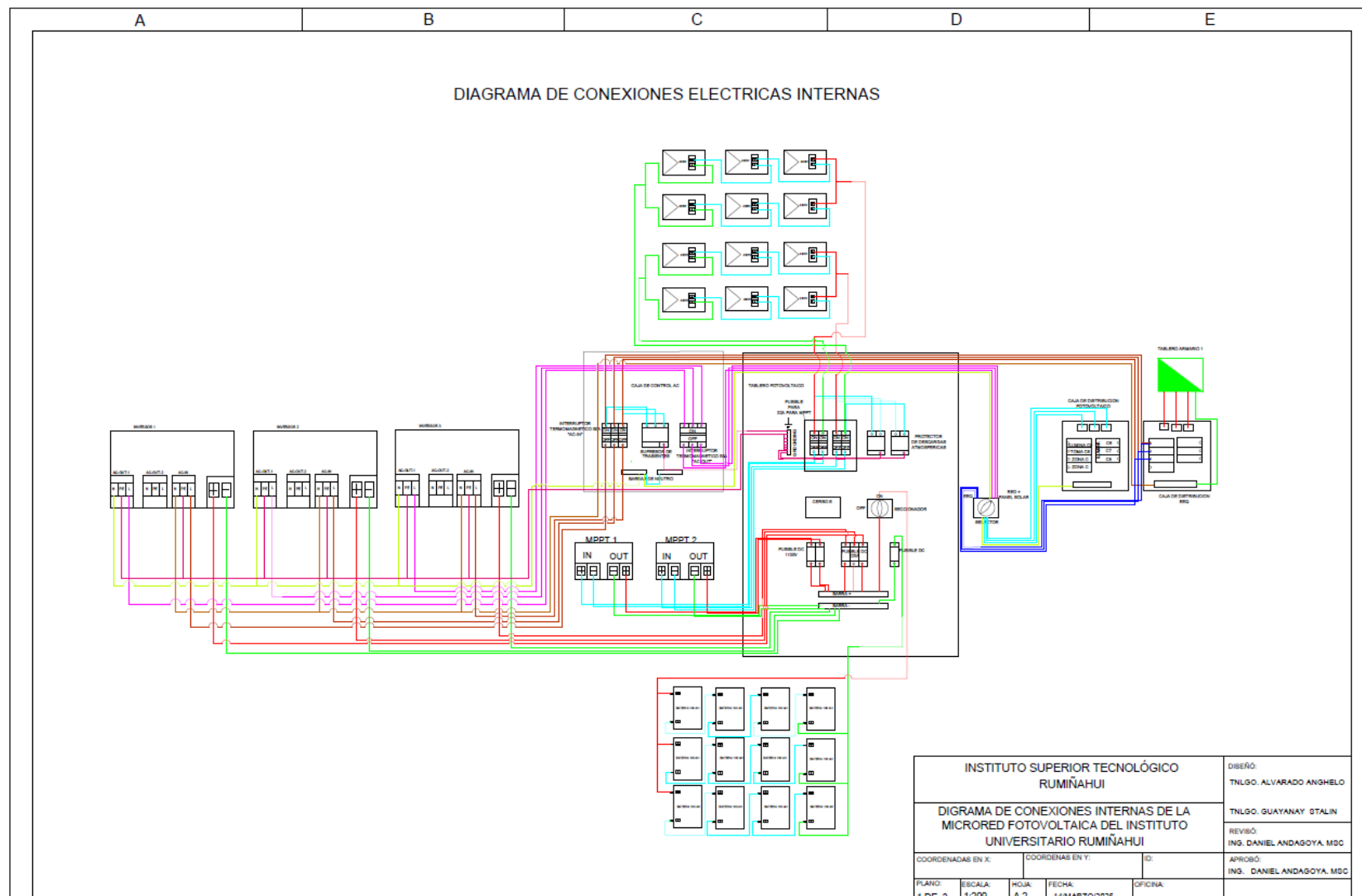


Figura 22.- DIAGRAMA DE CONECCIONES INTERNAS DE LA MICRORED FOTOVOLTAICA

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN REDISEÑADAS

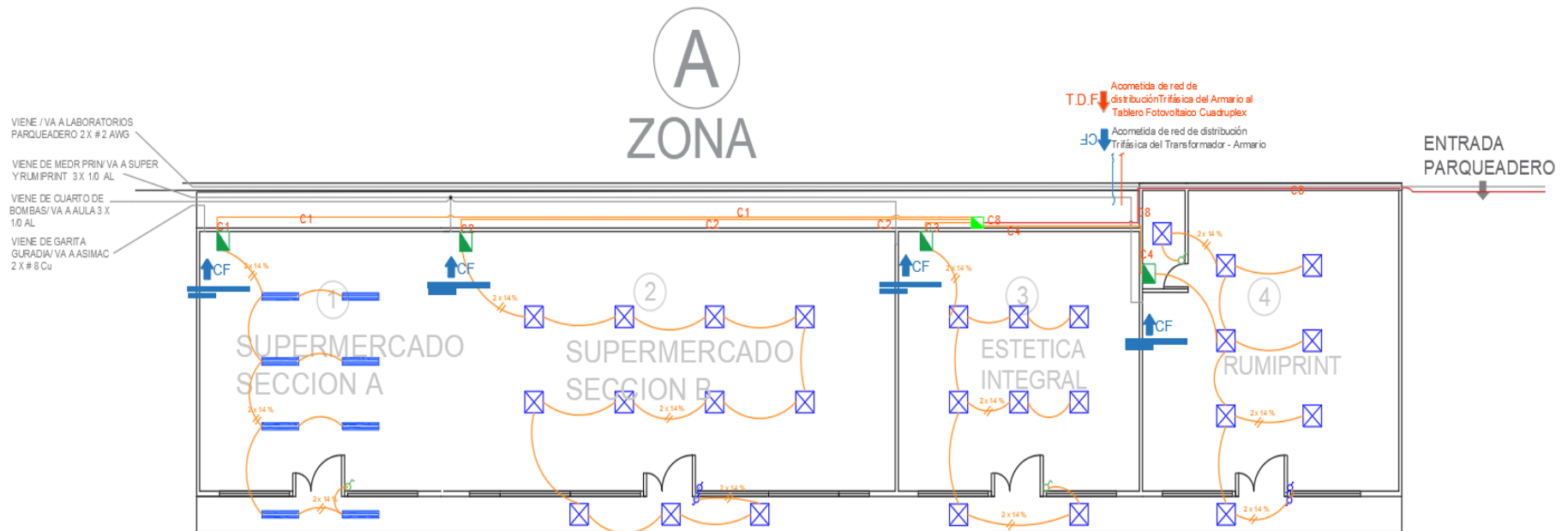


Figura 23.- Plano AutoCAD Era A.
Fuente: Propia

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN REDISEÑADAS

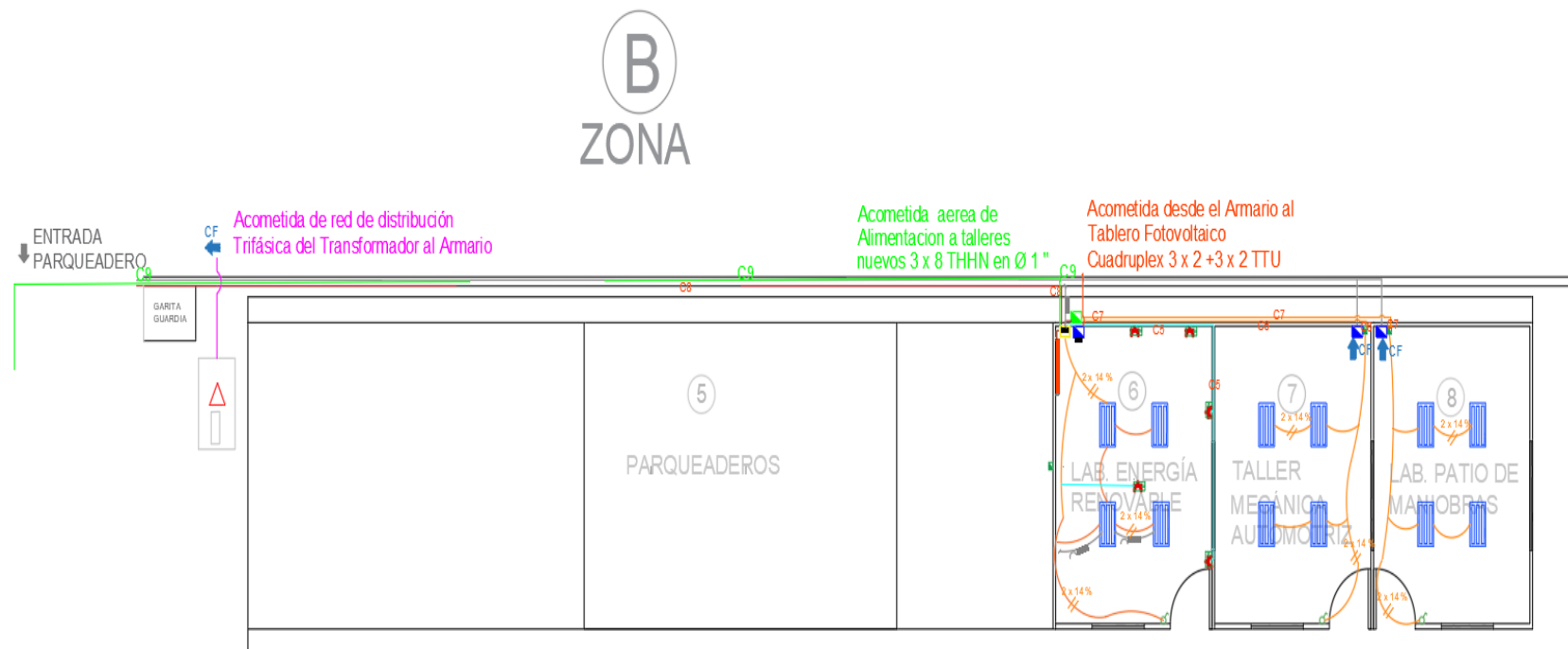


Figura 24.- Plano AutoCAD Era B.
Fuente: Propia

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ILUMINACIÓN REDISEÑADAS

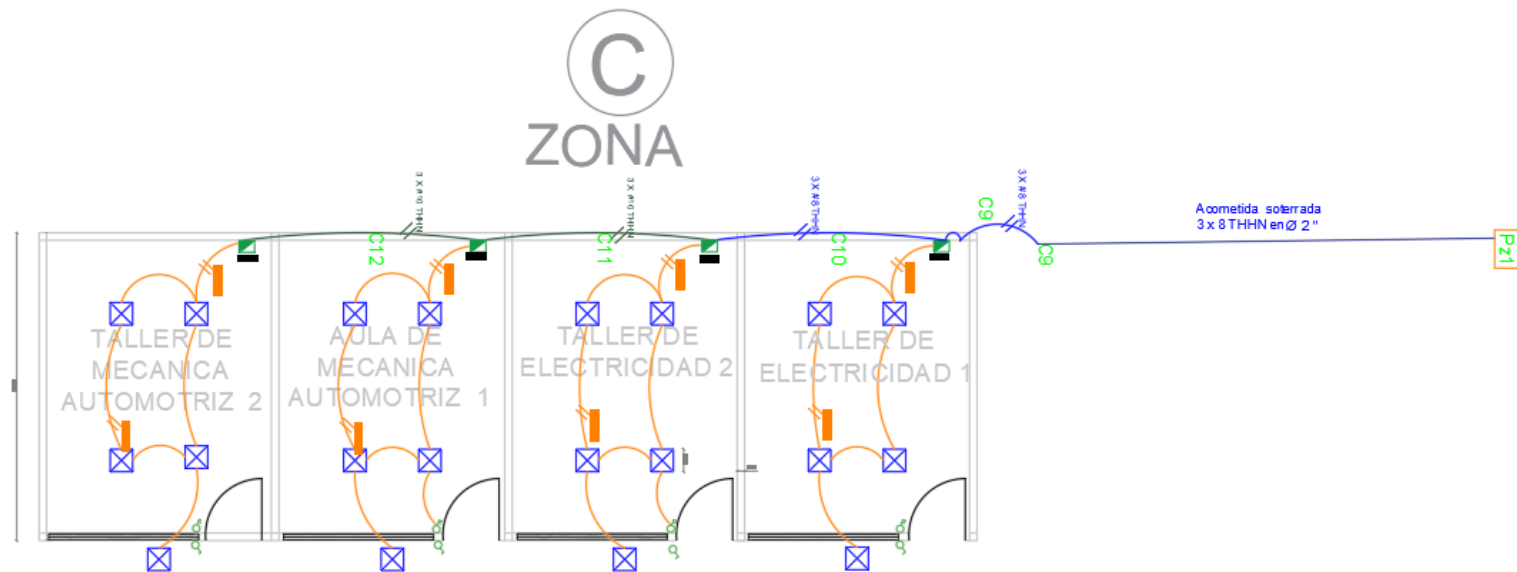


Figura 25.- Plano AutoCAD Era C.

Fuente: Propia

3.5.IMPLEMENTACION

3.5.1. CAPACITACIÓN VIRTUAL POR PARTE DE LA EMPRESA J3M

Para realizar el mantenimiento respectivo del sistema fotovoltaico del ISTER, como primero se realizó una reunión de forma virtual en el cual el técnico encargado nos ayudó con la introducción sobre los sistemas fotovoltaicos como es el funcionamiento y sobre todo la importancia de dar los mantenimientos tanto preventivos como correctivos, así mismo nos dio a conocer que es lo que se debe tener en cuenta cada vez que se realice esta actividad que es super importante para alargar la vida útil de los componentes y aprovecharlos al 100% , también nos comentó los principales problemas y defecto que se encuentran al momento de realizar el mantenimiento preventivo en cada uno de los elementos en nuestro caso se puso más énfasis en los paneles y los mantenedores de carga , los tipos de problemas que los ocasionan tanto por la naturaleza como por las personas.

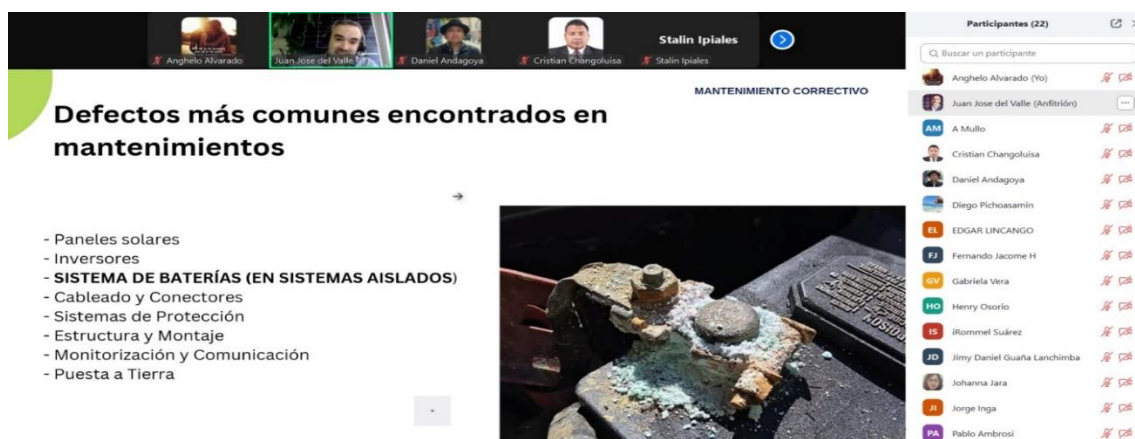


Figura 26.- Capacitación virtual de sistemas fotovoltaicos con la empresa J3M
Fuente: Propia

3.5.2. INDICACIONES PREVIAS A REALIZAR EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El sábado se procedió a realizar el mantenimiento respectivo del sistema fotovoltaico a las 9:00 AM, como principal el sr. Juan José del Valle, quien es la persona representante de J3M que nos ayudará y estará pendiente de nosotros junto con algunos docentes del instituto los cuales nos dieron el soporte necesario para realizar dichas actividades. Como

primero nos dan una charla introductoria sobre el material EPP que se debe utilizar para realizar el mantenimiento ya sea en alturas o en partes bajas, así mismo se habla de la importancia de utilizar las herramientas necesarias, se compartió anécdotas sobre trabajos realizados anteriormente en otros entornos, la charla de uso de EPP se extendió por lo que se debe tener super claro para no tener problemas o accidentes.



*Figura 27.- Capacitación Presencial de sistemas fotovoltaicos con la empresa J3M
Fuente: Propia*

3.5.3. EJECUCION DEL MANTENIMIENTO DE LA MICRORED FOTOVOLTAICA

Para realizar el mantenimiento nos dividimos en dos grupos para poder abarcar todo el sistema fotovoltaico, a mi grupo como tal nos encargamos de los paneles y el regulador, nos colocamos todos los elementos de seguridad para poder iniciar, posteriormente nos subimos al área en donde se encontraban los paneles, adicional el Sr. Juan José nos ayudó con un check list para dirigirnos a ese documento estaba todo lo que se debe realizar en un mantenimiento preventivo.



Figura 28.- Ejecución del mantenimiento fotovoltaicos con la empresa J3M
Fuente: Propia

Una vez que nos encontramos en el área con las medidas de seguridad el Sr. Juan Jose procedió a realizar las explicaciones referente al mantenimiento que se debe realizar la importancia del mismo en el área se pudo evidenciar que el diseño de la colocación no es el adecuado por lo que no está el espacio suficiente que se debe dejar en la unión de cada panel ya que al momento de realizar el mantenimiento se complica por qué se dificulta moverse y puede causar un accidente o que se destruya el panel por alguna pisada en sus bordes, se revisó si no existe roturas o colores de quemados en las celdas así mismo como los tornillos que sujetan los paneles las conexiones que estén seguras y fijas, se pasó un trapo limpio y humeando de preferencia se nos recomendó no utilizar trapos que dejen lanas o pelusas en los paneles se realizó preguntas referentes al mantenimiento el cual el Sr. José Luis nos supo responder de manera adecuada y despejar las dudas.



*Figura 29.-Aclaración de dudas durante el mantenimiento con la empresa J3M
Fuente: Propia*

Posteriormente nos dirigimos al área donde se encontraba el equipo de mantenimiento de carga de las baterías nos indicó cuál es la función principal de estos elementos en el sistema fotovoltaico y por qué también es super importante realizar el mantenimiento adecuado, de cómo se debe a ser, principalmente lo que se realiza de acuerdo a los check list que se nos entregó es revisar de manera visual la estructura del mantenimiento, verificar que no presente roturas algún golpe o mala manipulación, de igual manera se ajustó las terminales de los cables que llegan y los que salen hacia las baterías.

Aprovechando el que en ese mismo lugar se encontraban los inversores, baterías y en si los demás elementos el Sr Juan José aprovecho para explicar un poco el funcionamiento de los otros y de igual manera dando las pautas necesarias para poder realizar el mantenimiento de una manera adecuada fácil y sencilla pero siempre dejando al 100% y sin dejar fallas que al pasar de unos días pueda que presente problemas al sistema fotovoltaico.



*Figura 30.- Ejecución de limpieza de paneles Fotovoltaicos
Fuente: Propia*

Una vez realizado el mantenimiento en los paneles fotovoltaicos, nos unimos al grupo que estaba realizando el mantenimiento en los equipos eléctricos, donde obtuvimos cierta explicación sobre el ajuste de los quipos, para la verificación de puntos calientes y elementos mal ajustados.



*Figura 31.- Ejecución de mantenimientos en los equipos electrónicos.
Fuente: Propia*

Una vez realizado el mantenimiento de todo el sistema fotovoltaico, procedimos a revisar nuestros Check List, para verificar los apuntes y observaciones que se dieron durante la ejecución de este para esto, siempre estuvimos siendo guiados por el representante de la empresa J3M y por parte de los Ingenieros docentes de carrera.

NOMBRE DE PLANTA: <i>Fotovoltaico ISTER</i> FECHA: <i>11-Enero, 2023</i>			
Proceso	Módulos	¿REALIZADO?	Descripción
MS02	Limpieza parcial de restos de suciedad graves	✓	Comprobar y eliminar restos de suciedad que puedan dar lugar a puntos calientes (excrementos de aves, pequeña vegetación, etc..)
MS03	Rotura de cristales o células quemadas	✓	Inspeccionar todos los paneles fotovoltaicos por si alguno ha sufrido algún impacto de algún objeto, agente meteorológico o vandalismo
MS04	Sombreado parcial	✓	Inspeccionar el sombreado no previsto de los módulos debido a variaciones en la vegetación, la colocación de objetos próximos (chimenea nueva, etc.)
MS05	Fijación de módulos	✓	MUESTREO. Comprobar que los peneles están bien fijados a la estructura soporte y que no existen holguras o aflojamientos en las fijaciones
MS07	Estado de células	✓	MUESTREO. Comprobar visualmente si alguna célula fotovoltaica debido a la temperatura o a la sobretensión se ha desoldado, quemado u oxidado en
MS10	Contactos en caja		MUESTREO. Revisar que en los contactos de las cajas de conexiones no están flojos u oxidados
MS11	Cierre prensaestopas		MUESTREO. Comprobar que los prensaestopas de la caja de conexiones están convenientemente fijados
MS12	Estanqueidad de las cajas		MUESTREO. Asegurarse que las cajas quedan convenientemente cerradas y estancas
COMENTARIOS:			
Proceso	Estructura soporte	¿REALIZADO?	Descripción
ES01	Uniones y anclajes	✓	MUESTREO. Comprobar que las uniones y anclajes de la estructura no muestran signos de holgura o aflojamiento
ES02	Deformaciones estructura	✓	Comprobar mediante inspección visual que los elementos de la estructura no sufren deformaciones
ES04	Oxidaciones estructura	✓	MUESTREO. Inspección de oxidaciones y pérdida de la capa de galvanizado en la estructura metálica. Reparar con espray, pintura, lijado, etc..
ES05	Conexiones a tierra	✓	Comprobar la puesta a tierra de la estructura, así como el apriete de los terminales
ES06	Estado cubierta	✓	Confirmar con el propietario que no hay goteras provocadas por la planta y proceder a su impermeabilización si procede
COMENTARIOS:			
★ Se encuentra una estructura floja. ★ La estructura o cubierta, donde se ubican los paneles es bastante inestable ★ Los terminales de puesta a tierra de nuestra estructura están con oxido.			

Figura 32.- Check List, post mantenimiento
Fuente: Propia

Proceso	Cableado CC y canalizaciones	¿REALIZADO?	Descripción
LC01	Sujección cableado módulos	✓	MUESTREO. Comprobar que las bridas de sujección de los conductores tendidos al aire, los conductos de protección y las canalizaciones se
LC02	Canalizaciones CC	✓	MUESTREO. Comprobar que las bandejas, canalizaciones y tubos se encuentran bien fijados y sin signos de deterioro ni defectos de aislamiento
LC03	Conectores multicontact		MUESTREO. Comprobar visualmente que los dispositivos conectores multi-contact se encuentran en buen estado.
LC04	Estado cableado CC	✓	MUESTREO. Comprobar en las zonas visibles que el cable no está perforado, rajado ni con daños mecánicos en la cubierta por roces con
LC05	Identificación cableado	✓	MUESTREO. Comprobar que los cables están identificados según la polaridad y procedencia o destino.
Proceso	Cuadro de conexiones CC	¿REALIZADO?	Descripción
CC01	Fusibles	✓	Revisar los fusibles de cada una de las ramas
CC02	Descargadores de sobretensión	✓	Comprobación de los descargadores
CC03	Conexiones y apriete	✓	Revisar el estado de las conexiones y el apriete de los bornes
CC04	Puesta a tierra cuadro	✓	Puesta a tierra de las partes metálicas del cuadro de conexiones
CC05	Prensaestopas	✓	Comprobar que los prensaestopas están convenientemente fijados a las cajas (bien apretados y sin holguras, no giran sobre si mismos)
CC06	Envolvente	✓	Comprobar el estado de la envolvente, verificando los cierres, puertas, gomas de protección y cierres
CC07	Golpes y arañazos	✓	Inspección de la presencia de golpes, rayas y oxidaciones que pudieran degradar la envolvente
CC08	Fijación cuadro	✓	Comprobar que la fijación es firme mediante inspección visual y ejerciendo ligera presión sobre el cuadro
CC09	Mediciones de intensidades y tensiones	✓	Medir tensiones e intensidades en cada serie para detectar posibles anomalías en las series
COMENTARIOS: ★ Se recomienda ordenar de mejor manera el tablero principal, para agilizar el mantenimiento.			

Figura 33.- Check List, Post mantenimiento
Fuente: Propia

Proceso	Inversor	¿REALIZADO?	Descripción
IN01	Lectura display	/	Comprobación de valores correctos del display y de la ausencia de alarmas
IN02	Conexiones y apriete	/	Se comprobará que todos los terminales están bien apretados
IN03	Puesta a tierra	X	Comprobar el apriete de los terminales de la puesta a tierra del inversor
IN04	Prensaestopas	/	Comprobar que los prensaestopas están convenientemente fijados (bien apretados y sin holguras, no giran sobre sí mismos)
IN05	Envolvente	/	Comprobar el estado de la envolvente verificando los cierres, puertas, gomas de protección, manillas y los anclajes.
IN06	Golpes y arañazos	/	Comprobar la presencia de golpes, rayas, óxidos y suciedad que pudieran degradar la envolvente.
IN07	Sujección ventiladores		Comprobar que los ventiladores están bien sujetos a la envolvente
IN08	Rodamientos ventiladores	X	Comprobar que los rodamientos de los ventiladores no hacen ruido.
IN09	Temperatura del inversor y del local	>	Tomar la medida de la temperatura del inversor y del local donde esté ubicado el inversor/es
IN10	Tensión de entrada y salida		Comprobar tensiones de entrada y de salida
IN11	Estado del cableado	/	Comprobar el estado del cableado y si se aprecian signos de sobrecalentamiento excesivo
IN12	Estado del tejadillo	/	Comprobar la fijación, anclaje, oxidación, apriete de tornillos del tejadillo del inversor
IN13	Ruido		Comprobar el nivel de ruido que emite el inversor, así como la existencia de ruidos o vibraciones fuera de lo normal.
IN14	Estado del entorno		Comprobar elementos del entorno que puedan afectar al inversor (objetos, maquinaria cercana, polvo excesivo, aves, etc..)
IN15	Comprobar la tensión de la red de alterna	/	Comprobar que la tensión de red alterna, no tiene una variación superior a un 15% a la tensión nominal de la instalación.
IN17	Rejillas de ventilación de la sala del inversor	/	Comprobar que las salidas de ventilación no están obstruidas
COMENTARIOS:			
- FALTA CONEXION TIERRA INVERSORES			

Figura 34.- Check List, Post mantenimiento
Fuente: Propia

Proceso	Cableado CA y canalizaciones	¿REALIZADO?	Descripción
LA01	Canalizaciones CA	✓	MUESTREO. Comprobar la fijación de los soportes, bandejas y limpieza o deterioro de los mismos
LA02	Estado cableado CA	✓	MUESTREO. Comprobar en las zonas visibles que el cable no está perforado, rajado ni con daños mecánicos en la cubierta
LA03	Identificación cableado	✓	MUESTREO. Comprobar que las fases están identificadas según la secuencia de fases
Proceso	Caja de protecciones de alterna	¿REALIZADO?	Descripción
CA01	Terminales interruptor entrada inversor	✓	Se comprobará que todos los terminales del interruptor de entrada al inversor están bien apretados.
CA02	Comprobar interruptor entrada inversor	✓	Desconectar y conectar el interruptor de entrada al inversor
CA03	Pletinas de alterna	✓	Comprobar visualmente que las pletinas de conexión de corriente alterna mantienen las distancias de seguridad, así como, sus propiedades físicas
CA04	Terminales interruptor salida inversor	✓	Se comprobará que todos los terminales del interruptor de salida del inversor están bien apretados
CA05	Comprobar interruptor salida inversor	✓	Desconectar y conectar el interruptor de salida del inversor
CA06	Terminales del diferencial	✓	Se comprobará que todos los terminales del diferencial de salida del inversor están bien apretados
CA07	Dispara el diferencial	✓	Disparar el diferencial con el botón de prueba
Proceso	Tierras	¿REALIZADO?	Descripción
TI01	Estado de conductor de protección	✓	Se comprobará que todos los puntos metálicos (soportes, envoltorios, bandejas, etc.) están unidos a la tierra
TI02	Medida de resistencia de tierra	✓	Se comprobará la medida de resistencia de aquellas partes del sistema de tierra que se considere necesario inspeccionar. Las medidas efectuadas se
COMENTARIOS:			

Figura 35.- Check List, Post mantenimiento
Fuente: Propia

Proceso	Caja de protección y medida	¿REALIZADO?	Descripción
PM01	Pletinas transformador de medida	✓	Comprobar visualmente que las pletinas de los transformadores de medida, mantienen las distancias de seguridad así como sus propiedades
PM02	Envolvente cuadro de medida	✓	Comprobar, verificando los cierres, puertas, gomas de protección, manillas y los anclajes del cuadro de medida.
PM03	Golpes y arañazos en cuadro medida	✓	Comprobar en la envolvente del cuadro de medida, la presencia de golpes, rayas y óxidos que la pudieran degradar
PM04	Revisar precintos	✓	Revisar precintos del contador
PM05	Fusibles	✓	Comprobar fusibles de seguridad así como el seccionador de corte
PM06	Terminales interruptor general local medida	✓	Se comprobará que todos los terminales del interruptor general del local de medida no se calientan
PM07	Embarrado de protección	✓	Comprobar visualmente que el embarrado de protección mantiene las distancias de seguridad, así como, sus propiedades físicas iniciales
PM08	Embarrado general	✓	Comprobar visualmente que el embarrado general mantiene las distancias de seguridad, así como, sus propiedades físicas iniciales
PM09	Temperatura del local	✓	Medir la temperatura del local donde stén ubicados los contadores
PM10	Mediciones de intensidades y tensiones	✓	Comprobar caída de tensión desde el inversor
PM11	Contador	✓	Comprobar el correcto funcionamiento del dispositivo de medida
PM12	Modem	✓	Comprobar el estado de la alimentación modem y conexiones al contador
PM13	Limpieza	✓	Eliminar suciedad que pueda afectar a los elementos de la CPM (telarañas, restos, etc..)
PM14	Candado		Comprobar el estado del candado

COMENTARIOS:

- CABLE BARRAS SIN TERMINALES
- TERMINALES MAL AISLADOS Y MAL REMACHADO
- EDI ELEMENTOS
- ALTERNIZADO LA ESTRUCTURA A TIERRA
- YA TABLERO FOTOVOLTAICO SE RECOMIENDA AMPLIAR
- AMPLIAR LA BARRA DE TIERRA
- INGRESO DE CABLES MEJORAR.
- MEJORAR LA CONEXION ENTRE TABLERO.

Figura 36.- Check List, Post mantenimiento.
Fuente: Propia

3.5.4. EJECUCION DE LA INSTALACION DEL ALIMENTADOR A LOS TALLERES NUEVOS

El sabado 25 de enero se relizo la conexión desde la caja termica de nuestro sistema fotovoltaico hacia las cajas termicas ubicadasen las nuevas aulas y los talleres que se encuentran alado del taller de mecanica, para esto se tuvo que relizar el tendido de cable por manguera desde la cja termica del sistema fotovoltaico ubicada en en taller de energias renovables, el cual por media de una maguera se llevo hasta el poso que se encuentra ubicado en el ingrso al parqueadero, el cual posteriormente seria pasado por una manguera soterrada para llegar a la primera caja termica de los nuevos talleres y aulas.



*Figura 37.- Tendido de Cableado y Manguereado, para llevar la nueva
Fuente: Propia*



*Figura 38.- Derivación de la Alimentación aérea hacia la Instalación Soterrada.
Fuente: Propia*

Luego de haber realizado el tendido del cable se procedio al asegurameitno de la manguera sobre el muro del cerramiento del instituto dejando de una maner mas estetica los cables y mangueras que ya se encontraban anteriormente en el citio



*Figura 39.- Instalación Aérea de la Acometida nueva
Fuente: Propia*

3.5.5. ARMADO DE CAJAS TERMICAS EN LOS TALLERES NUEVOS

Así mismo se procedio a pasar el cableado de alimentacion desde la primera caja termica hacia las otras tres cajas termicas, realizando la conexión en mod cascada y poder así conectar las luces y el toma que nos habian solicitado.



*Figura 40.- Instalación de Acometidas a las distintas Cajas Térmicas Ubicadas en los Talleres.
Fuente: Propia*

3.5.6. MANTENIMIENTO DEL ELECTRODO A TIERRA

Para realizar esta medición de nuestro electrodo de puesta a tierra, el cual está formado por 4 varillas tipo COPPERWELD DE COBRE, de 1.50 metros de longitud cada una, y están ubicadas a una distancia de 3 metros de distancia entre cada una.

Previo a la medición eléctrica de los electrodos, se midió la resistividad del suelo, al encontrarnos con unos valores bastante aceptables, como es el valor de 16.70Ω .



*Figura 41.- medición de la resistividad del suelo a 1 metro de distancia de la pica principal.
Fuente: Propia*



*Figura 42.- Valor obtenido en el telurómetro de la resistividad del suelo a 1 metro.
Fuente: Propia*

Al obtener este valor en la resistividad del Suelo procedimos a realizar más mediciones llegando a los 10 metros de distancia entre picas.

Se procedió a realizar la medición del electrodo colocando nuestras picas de resistividad a 3 metros de la varilla principal, obteniendo un valor de 9.91Ω



*Figura 43.- Valor obtenido en el telurómetro de la medición del Electrodo.
Fuente: Propia*

Para nosotros mejorar este valor obtenido aún más, procedimos a utilizar el químico de agregado electrolítico, en las 4 varillas.

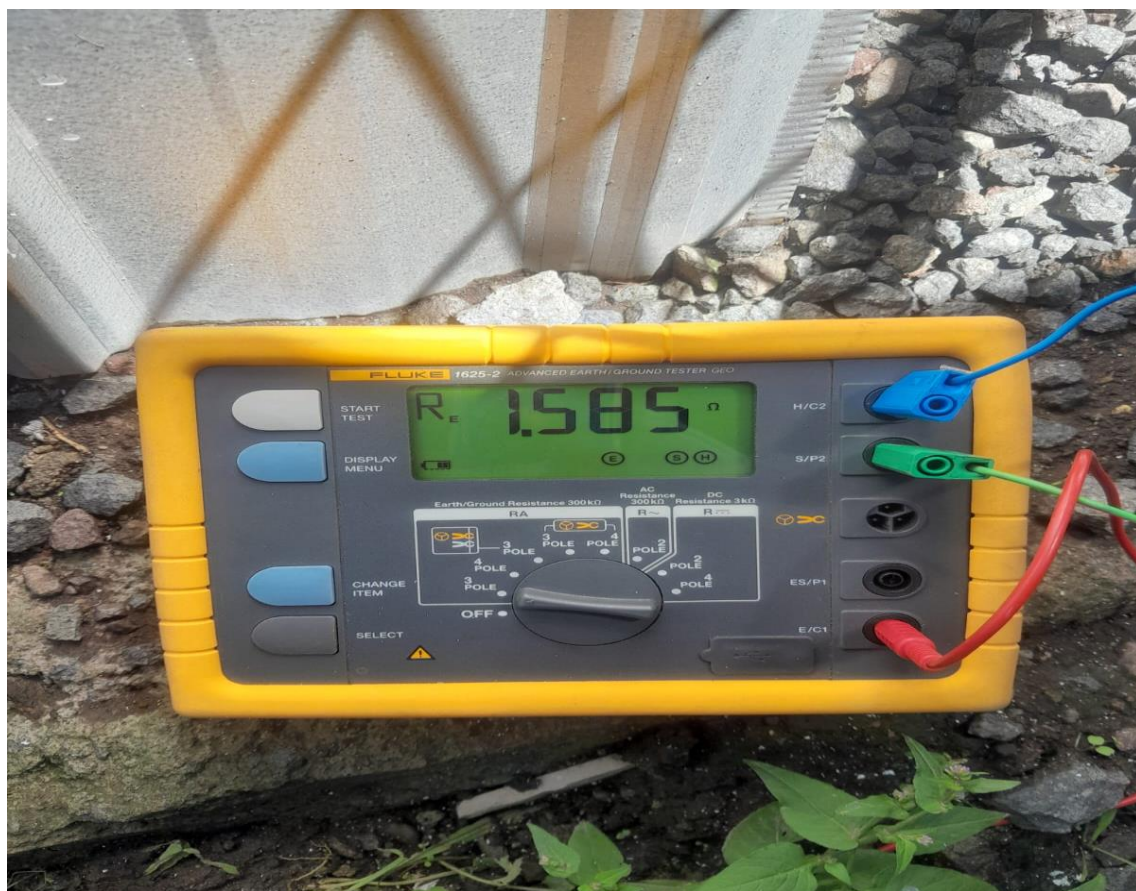


*Figura 44.- Agregado electrolítico Solido.
Fuente: Propia*



*Figura 45.- Colocación del Agregado Electrolítico Solido.
Fuente: Propia*

Una vez integrado el Activador electrolítico, procedimos a realizar nuevamente la medición de la resistividad de nuestro Electrodo con el Telurómetro, obteniendo un valor de 1.58Ω .



*Figura 46.- Valor obtenido una vez integrado el Agregado electrolítico Solido.
Fuente: Propia*

4. CAPITULO IV

4.1.PRUEBAS.

En el presente capítulo, se han realizado mediciones eléctricas, de los diferentes elementos que forman parte de nuestro sistema fotovoltaico, en este caso se han realizado mediciones eléctricas, en las ERAS que están ancladas al sistema fotovoltaico, para verificar su funcionamiento, y la capacidad de energía almacenada en las baterías, verificando si los paneles solares tienen la capacidad de producir energía para el almacenamiento y para el consumo de la carga.

Una vez culminada la instalación de la acometida para la alimentación de luces y un toma de 110 en cada aula y taller, se realiza la colocación de las protecciones para cada circuito así mismo se realizó la prueba de funcionamiento y medición del consumo desde la pantalla de control del sistema fotovoltaico.



Figura 47.- Prueba visual del sistema en funcionamiento.
Fuente: Propia

4.2.MEDICION DE LUXES EN TALLERES NUEVOS

Tabla 4.- Estudios de DialLux, y mediciones con app de celular

ESTUDIOS DE DIALUX

TALLER DE ELECTRICIDAD 1

Plano 001 (TALLER DE ELECTRICIDAD 1)

471 lx 5.11

Plano 001 (Iluminancia perpendicular)

	Real	Nominal
Media	471 lx	≥ 300 lx
Min	92.2 lx	-
Max	879 lx	-
Medio/min	5.11	≤ 6.67
Máx/Min	9.53	-

Parámetros

Altura 0.800 m

TALLER DE ELECTRICIDAD 2

Plano 001 (TALLER DE ELECTRICIDAD 2)

470 lx 4.98

Plano 001 (Iluminancia perpendicular)

	Real	Nominal
Media	470 lx	≥ 300 lx
Min	94.3 lx	-
Max	876 lx	-
Medio/min	4.98	≤ 6.67
Máx/Min	9.31	-

Parámetros

Altura 0.800 m

AULA DE MECANICA 1

Plano 001 (AULA DE MECANICA 1)

477 lx 5.63

Plano 001 (Iluminancia perpendicular)

	Real	Nominal
Media	477 lx	≥ 300 lx
Min	84.7 lx	-
Max	880 lx	-
Medio/min	5.63	≤ 6.67
Máx/Min	10.4	-

Parámetros

Altura 0.800 m

TALLER DE MECANICA 2

Plano 001 (TALLER DE MECANICA 2)

477 lx 5.63

Plano 001 (Iluminancia perpendicular)

	Real	Nominal
Media	477 lx	≥ 300 lx
Min	84.7 lx	-
Max	880 lx	-
Medio/min	5.63	≤ 6.67
Máx/Min	10.4	-

Parámetros

Altura 0.800 m

MEDICION DE LUXES

Lux Meter

EV 7.2 34 lx

370 Lux

Uncalibrated 370

Lux Meter

EV 6.9 28 lx

310 Lux

Uncalibrated 310

Lux Meter

EV 7.2 34 lx

360 Lux

Uncalibrated 360

Lux Meter

EV 6.9 28 lx

300 Lux

Uncalibrated 300

Fuente: Propia

Una vez realizado el estudio de DIALUX, comparamos las mediciones de luxes por medio de nuestros celulares, con la ayuda de una aplicación, que nos ayudó a comprar los resultados obtenidos en los dos simuladores.

4.3.MEDICIONES ELECTRICAS EN EL TABLERO DE DISTRIBUCION FOTOVOLTAICA

Para realizar las mediciones eléctricas, nos dirigimos al tablero de Distribución Fotovoltaica, en donde procedimos a medir la corriente y el Voltaje que tenía cada uno de los Circuitos (ERAS)

Tabla 5.- Mediciones Electricas, Circuito Alimentador Supermercado

CIRCUITO ALIMENTADOR DEL SUPERMERCADO	
MEDICION DE VOLTAJE FASE – NEUTRO	MEDICION DE AMPERAJE
	

Fuente: Propia

Se realizaron mediciones eléctricas, para verificar la Corriente y el Voltaje, que se encuentran circulando por nuestro circuito, para que este no presente fallas en el sistema fotovoltaico, evitando descargas por un exceso de carga en el circuito hacia los circuitos ubicados en el Super Mercado.

Tabla 6.- Mediciones Electricas, circuito de iluminacion laboratorios.

CIRCUITO DE ILUMINACION LABORATORIOS	
MEDICION DE VOLTAJE FASE – NEUTRO	MEDICION DE AMPERAJE
	

Fuente: Propia

Al tener estos talleres en la parte del parqueadero, estos talleres, no tienen mayor consumo, debido a la claridad y al uso diario en estos talleres.

Tabla 7.- Mediciones Electricas, en el Circuito hacia Switch de Comunicaciones

CIRCUITO SWITCH DE COMUNICACIONES	
MEDICION DE VOLTAJE FASE – NEUTRO	MEDICION DE AMPERAJE
	

Fuente: Propia

Como podemos observar, no existe mayor consumo de corriente, debido a que es un alimentador a un Switch, que nos sirve para dar cambio únicamente de activación en caso de que no exista carga Fotovoltaica, este se encarga de activar la red Eléctrica Comercial.

Tabla 8.- Mediciones Electricas, Circuito Alimentador a Talleres Nuevos.

CIRCUITO ALIMENTADOR DE TALLERES NUEVOS	
MEDICON DE VOLTAJE FASE A – NEUTRO	MEDICION DE AMPERAJE
	
MEDICON DE VOLTAJE FASE B – NEUTRO	MEDICION DE AMPERAJE
	

Fuente: Propia

Al contar con un circuito de 220 V, podemos observar el consumo de corriente, y voltaje, en nuestro circuito, debido a esto, se realizaron las mediciones eléctricas, en la fase A – B, para prevenir cualquier tipo de consumo excesivo de carga.

Tabla 9.- Mediciones Electricas, En Circuito de Fuerza de Laboratorio de Energia Renovable

CIRCUITO DE FUERZA DE LABORATORIOS	
MEDICON DE VOLTAJE FASE – NEUTRO	MEDICION DE AMPERAJE
	

Fuente: Propia

En este circuito encontramos un consumo bastante bajo, porque en el circuito de fuerza no encontramos consumiendo carga, entonces estas mediciones son a base de potencia nominal.

4.4.RESULTADOS.

Una vez verificado el funcionamiento y abastecimiento del sistema fotovoltaico tanto en el centro de carga del FOTOVOLTAICO, como en las distintas ERAS que forman parte de esta MicroRed Fotovoltaica, se obtuvo una captura del sistema en pleno funcionamiento, con esto verificamos y damos por culminado el tiempo de prueba obteniendo buenos resultados.

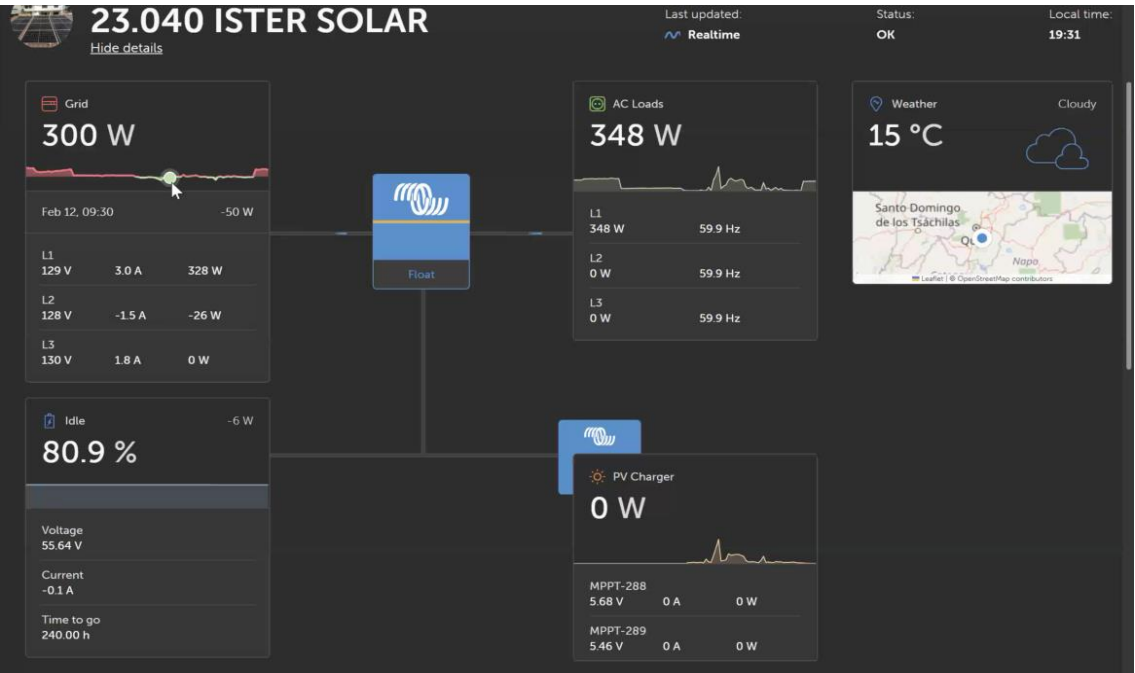


Figura 48.- Captura de pantalla de Monitoreo del sistema
Fuente: Propia

5. CAPITULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Para realizar el mantenimiento preventivo del sistema fotovoltaico se tiene una charla virtual mediante la cual se nos explica temas fundamentales para realizar el mantenimiento los cuales posteriormente son implementados en el campo, todo esto se realizó con la supervisión de un técnico especialistas en sistemas fotovoltaicos el cual por medio de un check list nos basamos para realizar de manera correcta revisando puntos ciegos.
- Nuestro mantenimiento se enfocó principalmente en el mantenimiento de los paneles y los reguladores, los cuales se revisaron detenidamente para verificar que estén funcionando sin novedad, así mismo en la revisión se dialoga sobre ventajas y desventajas de los diferentes modelos de paneles como el que se encuentra en el ISTER, también se indaga la importancia de implementar este tipo de sistema en las industrias ya que son las que mayor consumo energético tienen.
- El mantenimiento se realiza con supervisión de un profesional acotando las indicaciones y siguiendo las normas de seguridad requeridas para este tipo de mantenimiento preventivo.
- Al realizar el cálculo de nuestro sistema fotovoltaico, fue importante definir los parámetros con los que se van a trabajar, debido a la carga que se tiene en el sistema fotovoltaico.
- Al tener una carga alta, como la que tenemos, es importante dimensionar la cantidad de módulos fotovoltaicos y grupo de baterías, debido a que necesitamos producir la energía tanto para consumo como para la carga de baterías.
- Los mantenimientos se deben realizar teniendo en cuenta, todas las cargas para verificar que el sistema fotovoltaico, no este teniendo sobre cargas, que producen sobre descargas, en el grupo de respaldo.
- Los futuros mantenimientos se deben realizar con la revisión de los apuntes que hemos dejado esta vez, para que de esta manera se verifique los cálculos y las revisiones en los sistemas que nos dieron problemas.
- El dimensionar el sistema fotovoltaico de manera adecuada nos permite tener un ahorro energético y económico, aumentando la vida útil de nuestros elementos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es muy importante tener en cuenta las normas de seguridad al momento de realizar los trabajos de mantenimiento si principalmente son en alturas, así como el área de donde se encuentren los paneles debe ser segura y estable para trabajar de manera correcta y sin peligro de accidentes.
- Para la implementación de un sistema se debe tener en cuenta su diseño que cumpla todos los parámetros tanto para la producción de energía requerida como cumplir con los parámetros para poder realizar un mantenimiento adecuado y seguro, ya que si no posee se corre el riesgo de no realizar un correcto mantenimiento preventivo y correctivo.
- Se recomienda realizar la implementación de más módulos fotovoltaicos, específicamente 4 módulos, en cada serie, para mejorar la carga a las baterías, y que el sistema fotovoltaico no produzca menos que los cálculos realizados.
- Para realizar estos mantenimientos fotovoltaicos, es importante realizarlos bajo la supervisión de un técnico, debido a posibles daños en el sistema de conexión, darle el tratamiento para solucionar dichas fallas.
- Se recomienda, saber diferenciar entre un mantenimiento preventivo y un correctivo, para evitar fallas en el sistema, y de esta manera, verificar el funcionamiento del sistema, y realizar las respectivas pruebas.
- Se recomienda realizar el mantenimiento en orden, para verificar todos los equipos y conexiones, sin dejar pasar por alto ningún elemento que forma parte de nuestro sistema de conexión.
- Es fundamental realizar el estudio energético de manera detallada, las condiciones y lugar a instalarse, para que este cumpla con todos los requisitos del usuario.

6. BIBLIOGRAFIA VI

Bibliografía

- BUÑUEL, S. R. (16 de SEPTIEMBRE de 2024). *SOLFY*. ¿Cuáles son los tamaños estándar de los paneles solares fotovoltaicos?: <https://solfy.net/placas-solares/cuales-son-los-tamanos-estandar-de-los-paneles-solares-fotovoltaicos/>
- CONSTRUYENDO.CO. (s.f.). *cables electricos* . Tipos de cables electricos, segun su caracteristica : https://construyendo.co/electricidad/cable-electrico.php#google_vignette
- electronica, P. d. (s.f.). *PR diagramas y electronica*. pinterest : <https://www.google.com/imgres?q=tabla%20de%20calibre%20de%20cables&imgurl=https%3A%2F%2Fi.pinimg.com%2F736x%2F38%2Fed%2Fa8%2F38eda8c793cd8029d0fb1cee7e0a9ee3.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Far.pinterest.com%2Fpin%2Fcalibres-awg-de-cables-producciones-rek--677>
- Energy, E. E. (29 de 07 de 2021). *¿Cómo debe ser el mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas para que sean 100% eficientes?* ¿Cómo debe ser el mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas para que sean 100% eficientes?: <https://www.e4e-soluciones.com/blog-eficiencia-energetica/mantenimiento-de-placas-solares>
- SOLAR, J. (2015). *JKM410-430N-54HL4-(V)-F1.1-SP*. JinKoSolarrrdcn: chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://jinkosolarcdn.shwebospace.com/uploads/62f6176c/JKM410-430N-54HL4-(V)-F1.1-SP.pdf
- solar, S. M. (02 de Diciembre de 2022). *Guía completa para dar mantenimiento a paneles solares*. Guía completa para dar mantenimiento a paneles solares: <https://solarama.mx/blog/mantenimiento-a-paneles-solares/>
- UNIDAS, N. (NOVIEMBRE de 2024). *ACCION POR EL CLIMA*. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy#:~:text=Las%20energ%C3%ADas%20renovables%20son%20un,estas%20fuentes%20se%20renuevan%20continuamente>.
- váscone, L. (06 de Octubre de 2024). *EL COMERCIO*. EL COMERCIO: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/paneles-solares-auge-ecuador-cortes-de-luz.html>
- Vidas, B. M. (24 de septiembre de 2021). *energia para el futuro* . Cinco cosas que debes saber sobre el sector energía en América Latina y el Caribe:

<https://blogs.iadb.org/energia/es/cinco-cosas-que-debes-saber-sobre-energia-en-america-latina-y-el-caribe/#:~:text=El%2058%25%20de%20la%20generaci%C3%B3n,biomasas%2C%20y%201%25%20geot%C3%A9rmica.>