



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE GUAYAQUIL**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**DISEÑO DE SISTEMA ELÉCTRICO PARA TALLER ARTESANAL  
APLICANDO TÉCNICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Eléctrico

**AUTORES:** Jossua Anthony Vera Morán  
Edwing Rodolfo Ronquillo Molina

**TUTOR:** Dr. Juan Carlos Lata García PhD.

**Guayaquil – Ecuador**  
**2024**

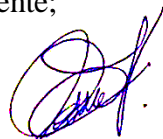
## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Jossua Anthony Vera Morán con documento de identificación N.º 0931695472 y Edwing Rodolfo Ronquillo Molina, con documento de identidad N.º 0950152389 manifestamos que:

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


Guayaquil, 26 de febrero del año 2024

Atentamente;



---

Jossua Anthony Vera Morán  
0931695472



---

Edwing Rodolfo Ronquillo Molina  
0950152389

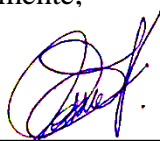
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros Jossua Anthony Vera Morán con documento de identificación N.º 0931695472 y Edwing Rodolfo Ronquillo Molina, con documento de identidad N.º 0950152389, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de lo que somos autores del Proyecto Técnico: **“DISEÑO DE SISTEMA ELÉCTRICO PARA TALLER ARTESANAL APLICANDO TÉCNICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO EN ELECTRICIDAD, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

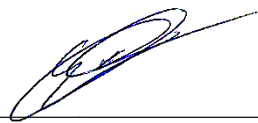
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en el formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 26 de febrero del año 2024

Atentamente;



\_\_\_\_\_  
Jossua Anthony Vera Morán  
0931695472



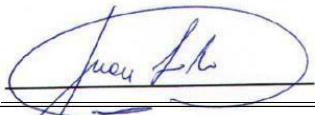
\_\_\_\_\_  
Edwing Rodolfo Ronquillo Molina  
0950152389

**CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Juan Carlos Lata García con documento de identificación N.º 0301791893 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO DE SISTEMA ELÉCTRICO PARA TALLER ARTESANAL APLICANDO TÉCNICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”, realizado por Jossua Anthony Vera Morán con documento de identificación N.º 0931695472 y Edwing Rodolfo Ronquillo Molina, con documento de identidad N.º 0950152389, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 26 de febrero del año 2024

Atentamente;



---

Dr. Juan Carlos Lata García  
0301791893

## DEDICATORIA

Este proyecto de grado va dedicado a:

Primero que nada, a Dios porque por el tengo vida para continuar mi camino profesional.

A mi Madre, Gracias a ella pude continuar mis estudios nunca dudo de mi capacidad para lograr mis metas sea el tiempo que me llevo a tomar ella estuvo conmigo hasta el último contando con su paciencia y todo su esfuerzo.

A mi Abuela, ella me vio desde pequeño y me dio palabras de aliento y ánimos para no desfallecer.

A mi Padre que el con claro ejemplo de no abandonar los estudios y de perseverancia se logra las metas.

Finalmente, les dedicó a todos mis seres queridos que gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas.

Jossua Anthony Vera Morán

Se lo dedico a mis padres por estar ahí presente en cualquier situación, quienes desde pequeño me motivaron a lograr ser un profesional con sus consejos y valores.

A Dios por permitirme estar donde estoy ahora y cuidarme durante todo mi camino.

A todas las personas que día a día me brindan su apoyo para poder cumplir mis metas y objetivos a lo largo de toda mi vida, a toda mi familia por su infinito apoyo incondicional.

Gracias a todos por su apoyo, enseñanzas y paciencia.

Edwing Rodolfo Ronquillo Molina

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le doy las gracias a Dios por permitirme cumplir un logro más en mi vida. A mi familia, en especial a mis padres, quienes son los que siempre me han aconsejado, me dan el sustento y la fuerza para seguir esforzándome.

De igual manera, mi agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, y a todos los docentes que a lo largo de mi carrera se ha entablado una gran amistad.

De manera especial a mis padres Jessica Morán Villafuerte y José Vera Mazzini a mi novia amigos no solo me dieron aliento y cariño incondicional, también me ayudaron en mi proyecto con sus bastos conocimientos.

Jossua Anthony Vera Morán

A Dios por su infaltable compañía a lo largo de mi vida, por brindarme la salud y la perseverancia para poder lograr mis objetivos durante esta carrera Universitaria.

A mis padres, por ser los pilares fundamentales en este proceso, por sus palabras de aliento y su valioso apoyo durante toda mi vida

A mis grandes amigos y compañeros, que han estado en las buenas y en las malas durante todo este tiempo.

Edwing Rodolfo Ronquillo Molina

## INDICE

<b>PORTADA.....</b>	<b>1</b>
<b>CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....</b>	<b>iii</b>
<b>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xvi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xix</b>
<b>ACRÓNIMOS .....</b>	<b>xx</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. TITULO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>1.5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>

<b>1.6. BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.7. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
1.7.1. Objetivo General .....	4
1.7.2. Objetivos Específicos .....	4
<b>1.8. MARCO METODOLOGICO .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. ACOMETIDA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. CONTADOR ELÉCTRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>7</b>
2.4.1. CIRCUITOS.....	8
2.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA.....	8
2.4.2.1. Potencia.....	8
2.4.2.2. Factor de potencia .....	8
2.4.2.3. Demanda Máxima.....	8
2.4.2.4. Carga instalada.....	9
2.4.2.5. Demanda eléctrica.....	9
2.4.2.6. Curva de demanda.....	9
2.4.2.7. Potencia activa .....	10
2.4.3. DEMANDA PROMEDIO.....	10
2.4.4. CAPACIDAD INSTALADA .....	10
2.4.5. FACTOR DE UTILIZACIÓN.....	10
2.4.6. CALIDAD DE ENERGIA .....	11
<b>2.5. DESBALANCE DE VOLTAJE.....</b>	<b>11</b>
<b>2.6. FACTOR DE POTENCIA EN SISTEMAS MONOFASICOS .....</b>	<b>11</b>



<b>2.7. EFICIENCIA ENERGÉTICA</b> .....	12
2.7.1. ENERGÍAS ALTERNAS .....	13
2.7.2. AUDITORÍA ENERGÉTICA.....	13
<b>2.8. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN</b> .....	14
2.8.1. TIPOS DE LÁMPARAS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA .....	14
2.8.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN .....	15
<b>2.9. RESISTIVIDAD DEL SUELO</b> .....	17
2.9.1. CÁLCULO DE RESISTIVIDAD DEL SUELO.....	16
<b>2.10. FACTURACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGIA ELÉCTRICA</b> .....	18
2.10.1. TARIFA DE BAJO VOLTAJE CON REGISTRO HORARIO.....	18
2.10.2. DEMANDA FACTURABLE.....	18
2.10.3. FACTOR DE GESTIÓN DE DEMANDA .....	19
2.10.4. GESTIÓN DE FACTURA .....	20
<b>2.11. MEDIDAS MERCANTILES PARA EVALUACIÓN DE PROYECTO</b> .....	21
2.11.1. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN(PRI).....	21
<b>CAPITULO III</b> .....	22
<b>3.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR</b> .....	22
3.1.1. UBICACIÓN.....	22
3.1.2. JORNADA LABORAL.....	23
3.1.3. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS .....	23
3.1.4. PROCESO DE TROQUELADO.....	24
3.1.5. PROCESO DE CORTES .....	25
3.1.6. PROCESO DE ENGOMADO DE PLANTILLAS .....	25
3.1.7. PROCESO DE RIBETEADO DE FORRO.....	26
3.1.8. PROCESO DE APARADO DE MATERIALES Y COCIDO DE PLANTILLAS .....	27

3.1.9. PROCESO DE SELLADO DE PLANTILLAS Y CODIGOS A CALOR .....	x 28
3.1.10. PROCESO DE ARMADO DE CALZADO.....	29
3.1.11. PROCESO DE ENGOMADO Y PEGADO DE CALZADO .....	30
3.1.12. PROCESO DE CALENTADO EN HORNO ELÉCTRICO .....	31
3.1.13. PROCESO DE LIMPIADO Y ARREGLO DEL CALZADO .....	32
3.1.14. PROCESO DE EMBALADO Y GUARDADO DE CALZADO .....	32
<b>3.2. RECOPIACIÓN DE DATOS Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>33</b>
3.2.1. CARGA INSTALADA .....	33
3.2.2. CLASIFICACIÓN DE LA CARGA DEL TALLER;.....	35
3.2.3. CLASIFICACIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA .....	36
3.2.4. TRANSFORMADOR .....	36
<b>3.3. TOMA DE MEDICIONES .....</b>	<b>37</b>
3.3.1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ENERGIA .....	37
3.3.2. NIVEL DE VOLTAJE .....	38
3.3.3. DESBALANCE DE VOLTAJE.....	38
3.3.3.1. FACTOR DE POTENCIA.....	39
3.3.3.2. DESBALANCE DE CARGAS.....	39
3.3.4. FACTOR DE UTILIZACIÓN PARA INCORPORACIÓN DE UNA NUEVA CARGA.....	40
3.3.5. NIVELES DE ILUMINACIÓN .....	41
3.3.6. PUESTA A TIERRA.....	43
<b>3.4. PLANILLAJE DE CONSUMO ELÉCTRICO .....</b>	<b>44</b>
3.4.1. ENERGÍA FACTURABLE .....	45
3.4.2. DEMANDA ELÉCTRICA FACTURABLE.....	46
<b>3.5. ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL.....</b>	<b>47</b>
<b>3.6. CAIDA DE VOLTAJE .....</b>	<b>50</b>

<b>4</b>	<b>CAPITULO V.....</b>	<b>52</b>
<b>4.1.</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>	<b>52</b>
4.1.1.	DIAGNOSTICO.....	52
<b>4.2.</b>	<b>PROPUESTA DE MEJORAS Y AHORRO .....</b>	<b>56</b>
4.2.1.	CAMBIO DE CALIBRE DE CONDUCTORES EN BAJOS RAMALES .....	56
4.2.2.	DISEÑO DE PLANO ELÉCTRICO EN SOFTWARE AUTOCAD .....	60
4.2.3.	DISEÑO DE ÓPTIMO DE INFRAESTRUCTURA.....	60
4.2.4.	DISEÑO PARA ILUMINACIÓN LED CON SOFTWARE DIALUXEVO.....	62
4.2.5.	CAMBIO DE LUMINARIAS DE FLUORESCENTES A LED.....	64
4.2.6.	PROPUESTA DE DISEÑO DE PANELES FOTOVOLTAICOS Y SIMULACIÓN PARA ALIMENTACIÓN .....	65
<b>4.3.</b>	<b>ANÁLISIS FINANCIERO .....</b>	<b>69</b>
4.3.1.	SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS.....	69
4.3.2.	CAMBIO DE CALIBRE DE CONDUCTORES .....	72
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>78</b>
<b>5.1.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>5.2.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>81</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>
<b>7.1.</b>	<b>PROCESOS.....</b>	<b>83</b>
<b>7.2.</b>	<b>CARGA INSTALADA .....</b>	<b>84</b>
<b>7.3.</b>	<b>DIAGRAMA UNIFILAR.....</b>	<b>86</b>
<b>7.4.</b>	<b>SIMULACIÓN PVSYSY.....</b>	<b>91</b>
<b>7.5.</b>	<b>SIMULACIÓN EN DIALUXEVO</b>	



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del taller artesanal .....	27
Figura 2 Ubicación vía mapas artesanal .....	30
Figura 3 Curva de demanda ejemplo.....	32
Figura 4 Ejemplo de cálculo de resistividad.....	35
Figura 5 Ubicación vía Google maps.....	37
Figura 6 Ilustración de procesos de producción .....	35
Figura 7 Troqueladora .....	38
Figura 8 Área de cortes manuales .....	39
Figura 9 Engomadora de plantillas .....	42
Figura 10 Ribeteadora de forro.....	43
Figura 11 Máquinas de coser industriales.....	44
Figura 12 Máquinas de sellar industriales.....	45
Figura 11 Área de armado manual .....	15
Figura 13 Compresor para el área de secado.....	16
Figura 14 Horno .....	16
Figura 15 Área de limpiado y pegado .....	17
Figura 16 Área de embalado .....	18
Figura 17 Diagrama de pastel de la potencia instalada en el taller.....	19
Figura 18 potencia instalada en el taller .....	20
Figura 19 Pinzas amperímetro Fluke 302.....	20
Figura 20 V oltaje de fase a fase .....	21
Figura 21 Luxómetro BJ-LX1010B .....	21
Figura 22 Telurómetro DUOYI DY4100B .....	22
Figura 23 Consumo energético de los últimos 12 meses .....	22

Figura 24 Demanda facturable en producción .....	27
Figura 25 Demanda facturable en dólares.....	28
Figura 26 Transformador, acometido y panel principal en AutoCAD.....	29
Figura 27 Tablero secundario PC1y maquinarias en AutoCAD .....	29
Figura 28 Tablero secundario PC2 y maquinarias en AutoCAD .....	33
Figura 29 Tablero secundario PC3y maquinarias en AutoCAD .....	34
Figura 30 Tablero secundario PC4 y maquinarias en AutoCAD .....	34
Figura 31 Tablero principal.....	35
Figura 32 Tableros secundarios.....	36
Figura 33 Sistema de aire comprimido en mal estado.....	40
Figura 34 Circuito de iluminación	41
Figura 35 Única área de techado traslucido en mal estado.....	42
Figura 36 Puesta a tierra del taller.....	46
Figura 37 Diseño de sistema eléctrico planta alta .....	46
Figura 38 Diseño de sistema eléctrico planta baja área de producción .....	48
Figura 39 Infraestructura área de producción tragaluces .....	50
Figura 41 Área de producción, vista superior en Software DIALuxEvo.....	55
Figura 42 Área de almacenamiento y administración, vista superior en Software DIALuxEvo .....	56
Figura 43 sistema de iluminación Software DIALuxEvo.....	57
Figura 44 Posición y numero de luminarias en área de planta baja Software DIALuxEvo. ....	57
Figura 45 Sistema de iluminación del área de almacenamiento y cosido y pegado.....	58
Figura 46 Sistema de número y posición de luminarias almacenamiento y cocido .....	58
Figura 47 Diferencia de potencial en líneas del interruptor secundario .....	59
Figura 48 Cumplimiento de iluminación por área.....	59
Figura 49 Modelo y numero de luminarias .....	60
Figura 50 Datos cargados al Software PVSyst de demanda del taller .....	60
Figura 51. Resumen de resultados de la simulación PVSyst área de producción .....	61

Figura 52 Resumen de resultados de paneles y potencia PVSyst área de producción .....	61
Figura 53 Características de paneles eh inversores PVSyst área de producción .....	62
Figura 54 Diagrama unifilar simple PVSyst .....	62
Figura 55 Simulación para iluminación PVSyst .....	63
Figura 56 Características de paneles e inversores para iluminación PVSyst .....	63

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipo de iluminación recomendada .....	15
Tabla 2	Tabla de datos de maquinaria .....	23
Tabla 3	Tabla de datos de maquinaria engomar .....	25
Tabla 4	Tabla de datos de maquinaria ribeteado .....	26
Tabla 5	Datos de maquinaria .....	27
Tabla 6	Datos de maquinaria de sellado .....	27
Tabla 7	Datos de maquinaria compreso .....	29
Tabla 8	Cargas instaladas .....	33
Tabla 9	Tabla de grupos de carga .....	34
Tabla 10	Tabla de potencia instalada .....	35
Tabla 11	Tabla de características de transformador .....	36
Tabla 12	Tabla de características herramienta pizas Fluke .....	37
Tabla 13	Análisis de factor de potencia .....	39
Tabla 14	Nueva maquinaria .....	40
Tabla 15	Función y características de luxómetro BJ-LX1010B .....	41
Tabla 16	Niveles de iluminación por área .....	42
Tabla 17	Funciones y características del teluometroDUOYI4100 .....	43
Tabla 18	Valores de resistencia puesta a tierra .....	44
Tabla 19	Registro histórico de la energía en kWh .....	45
Tabla 20	Demanda eléctrica facturable en KW y su costo .....	46
Tabla 21	Características de conductores y protecciones .....	49
Tabla 22	Caídas de voltaje del sistema actual .....	51
Tabla 23	Calibres y ramales para cambio .....	57
Tabla 24	Caídas de voltaje de la propuesta .....	58
Tabla 25	Perdida de conductores .....	59



Tabla 26 Luminarias características .....	69
Tabla 27 Número y ubicación de luminarias.....	70
Tabla 28 Análisis luminarias .....	71
Tabla 29 Inversión de Luminarias.....	71
Tabla 30 Flujo de caja de Luminarias led .....	72
Tabla 31 Parámetros financieros del proyecto .....	72
Tabla 32 Características calibres .....	73
Tabla 33 Calibres y ramales .....	74
Tabla 34 Calibres y sus cambios .....	74
Tabla 35 Análisis del calibre en el sistema .....	75
Tabla 36 Aproximado de ahorro económico.....	76
Tabla 37 Inversión necesaria.....	76
Tabla 38 Flujo de caja en cambio de calibre .....	77
Tabla 39 Parámetros financieros del proyecto .....	77

## RESUMEN

El presente proyecto se enfoca en abordar los desafíos energéticos que enfrenta el taller artesanal de calzado "Giselita", dedicado a la manufactura de calzado femenino. Con más de tres décadas de funcionamiento, el taller ha experimentado un cambio sustancial en su entorno operativo, lo que sugiere que su infraestructura eléctrica podría no estar alineada con las demandas actuales y futuras.

El diagnóstico de carga y el estudio de consumo de las instalaciones eléctricas revelan la necesidad imperativa de un diseño óptimo que optimice tanto la eficiencia como la economía. La antigüedad del taller sugiere que las tecnologías utilizadas podrían no ser las más eficientes, y es en este contexto que la metodología de Eficiencia Energética se presenta como una herramienta crucial para revitalizar el sistema eléctrico.

En consonancia con las metas de crecimiento a corto y largo plazo de "Giselita", que involucran la adquisición de nuevos equipos y la expansión del personal, este proyecto no solo abordará las deficiencias actuales, sino que también se anticipará a las demandas futuras. La aplicación de técnicas de eficiencia energética no solo promete una mejora inmediata en la funcionalidad de las maquinarias e instalaciones, sino que también busca generar un impacto positivo en la reducción económica de la planilla mensual de consumo eléctrico, proporcionando así una base sólida para el crecimiento sostenible del taller artesanal. Este estudio representa, por tanto, un paso crucial hacia la convergencia de la artesanía y la eficiencia energética en la industria del calzado, demostrando que la innovación y la sostenibilidad pueden ir de la mano en la búsqueda de un futuro más brillante y responsable.

palabras clave: Diseños, Producción, Energía, Eficiencia Energética, Diagnostico.

## ABSTRACT

This project focuses on addressing the energy challenges faced by the "Giselita" artisanal footwear workshop, dedicated to the manufacture of women's footwear. With more than three decades of operation, the shop has experienced a substantial change in its operating environment, suggesting that its electrical infrastructure may not be aligned with current and future demands.

The load diagnosis and consumption study of electrical installations reveal the imperative need for an optimal design that optimizes both efficiency and economy. The age of the workshop suggests that the technologies used may not be the most efficient, and it is in this context that the Energy Efficiency methodology is presented as a crucial tool to revitalize the electrical system.

In line with "Giselita's" short- and long-term growth goals, which involve the acquisition of new equipment and staff expansion, this project will not only address current deficiencies, but also anticipate future demands. The application of energy efficiency techniques not only promises an immediate improvement in the functionality of machinery and facilities, but also seeks to generate a positive impact on the economic reduction of the monthly electricity consumption bill, thus providing a solid foundation for growth. sustainable craft workshop. This study therefore represents a crucial step towards the convergence of craftsmanship and energy efficiency in the footwear industry, demonstrating that innovation and sustainability can go hand in hand in the search for a brighter and more responsible future.

Keywords: Designs, Production, Energy, Energy Efficiency Diagnosis.

## ACRÓNIMOS

- INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización.
- RGLOSPEE: Reglamento General a la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- ARCONEL: Agencia de Regulación y Control de Electricidad ARCONEL.
- AWG: American Wire Gauge”: calibre de alambre estadounidense.
- CNEL EP: Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad.
- DC “Direct current”: corriente directa o continua.
- CONELEC: Consejo Nacional de Electricidad en Ecuador.
- KV: Kilovoltios
- P: Potencia aparente
- I: Corriente nominal del circuito
- V: Voltaje nominal del circuito
- KVA: Kilovoltios amperios
- NEC: National Electrical Code
- u: Caída de tensión
- L: Longitud del circuito
- ARCERNNR: Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovable.
- LOSPEE: Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- CIE: Comisión Internacional de Iluminación (IEC por sus siglas en inglés: International Commission on Illumination).

- I: Corriente del circuito
- KW: Kilovatios
- K: Es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito.
- S: Es la sección del conductor
- Natsim: Normas de Acometidas, Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el Suministro de Electricidad.
- KN: Kilo Newton.
- CNEL EP: Corporación nacional de electricidad.
- AEIC & ICEA: Diámetro del aislamiento del cable.
- MERNNR: Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables.
- 1F: Monofásico.
- 3F: Trifásico.

## CAPITULO I

### 1.1. TITULO

Diseño de sistema eléctrico para taller artesanal aplicando técnicas de eficiencia energética

### 1.2. INTRODUCCIÓN

El aumento de la población, demanda al crecimiento de plazas de trabajo implementado la creación de emprendimientos que al pasar del tiempo han tenido resultados positivos en corto a largo plazo lo que sería los talleres pequeños crecen y se vuelven talleres artesanales en el que a su vez estos se vuelven grandes industrias como tal llevado a un mayor consumo de energía y, a su vez, a más emisiones de CO<sub>2</sub>, en gran parte debido al uso de fuentes de energías fósiles y los procedentes, que se utilizan para la generación. La única manera en la que lograríamos un cambio significativo sería a través de tecnologías que nos ayuden a utilizar más y mejor la energía de origen renovable y a usar la energía de manera más eficiente en general, de aplicaciones y equipos [1]

La importancia de la energía eléctrica tanto como la actualización de la misma conlleva un sin número de cambios y conocimientos que a medida que pasa el tiempo se ignora es ahí cuando ocurren las falencias por lo que es necesario tomar la decisión de actualizar el conocimiento de la electricidad sus capacidades de una mejor distribución e implementar eficiencia energética en el sector artesanal.

La implantación de medidas de eficiencia energética en la industria se traduce en fomento de la competitividad empresarial. Los costes para la empresa se reducen. Y se reducen también los índices de CO<sub>2</sub>, lo que convierte a la empresa en un agente del desarrollo sostenible. Todo eso sin que mengue su productividad. Porque implantar un plan energético no significa en ningún caso que la empresa tenga que reducir su producción. Pero sí que debe contar con una planificación energética que lleve implícita la incorporación de tecnología más avanzada. El remplazo de instrumentos antiguos por otros más modernos y eficientes [1], [2].

La meta de Calzado Gissellita de hoy en día es hacer parte de los grupos de empresas que fomentan la eficiencia energética y reducen el nivel de contaminación en la atmosfera para la fabricación de calzados y sandalias. Su visión está enfocada en que se convierta en una industria productiva y competitiva en el mercado nacional al reducir los costos de producción.

### 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Después de casi tres décadas de operación, las instalaciones eléctricas del taller no se encuentran en condiciones óptimas, lo cual se refleja en caídas de voltaje, componentes eléctricos deteriorados y la utilización de maquinarias rebobinadas de trifásica a monofásica debido a la falta de conexiones trifásicas. Esta falta de eficiencia energética resulta en un consumo excesivo de electricidad, costos operativos elevados y limitaciones en la capacidad de producción.

Además, la baja calidad del suministro eléctrico afecta la continuidad de la producción y el rendimiento de los equipos. Ante esta problemática, Se plantea el requerimiento de desarrollar el diseño del sistema eléctrico para el taller, implementando técnicas de eficiencia energética, Con el propósito de incrementar la eficiencia en las operaciones, disminuir los gastos y mitigar el impacto ambiental.

### 1.4. JUSTIFICACIÓN

En base al análisis previo, se detecta la necesidad de mejorar las instalaciones eléctricas existentes en el taller, que ha estado en funcionamiento durante aproximadamente 30 años. Las evidentes caídas de voltaje, los diferentes componentes eléctricos deteriorados y la falta de conexiones trifásicas indican que el sistema eléctrico actual no se encuentra en óptimas condiciones.

Se espera que el nuevo diseño propuesto pueda satisfacer las necesidades detectadas, mejorando el rendimiento del sistema eléctrico.

### 1.5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

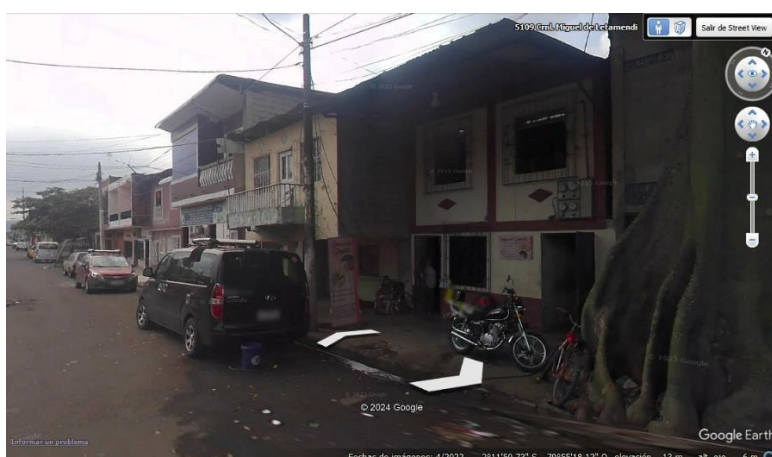


Figura 1 Ubicación del taller artesanal Fuente: Google Earth

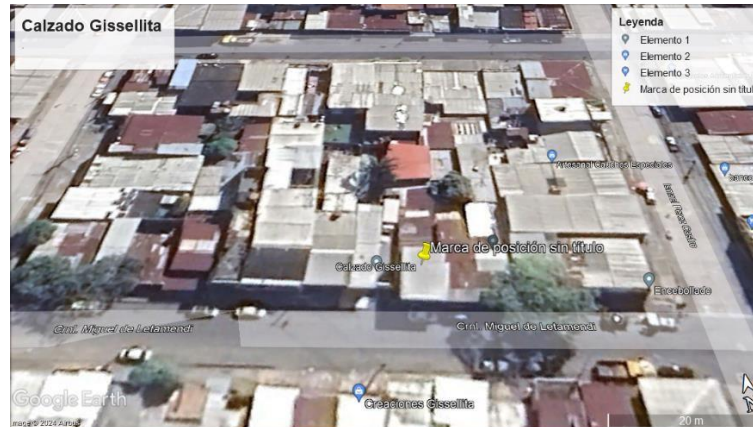


Figura2 Ubicación vía mapas artesanal Fuente: Google Earth

## 1.6. BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA

Dentro de los beneficiarios del trabajo investigativo planteado estarán:

- La finalidad de este trabajo esta para beneficiar al sector artesanal, en este caso al propietario de manera productiva y económica, ya que sus maquinarias estarán operando y produciendo en óptimas condiciones en sus instalaciones se verán afectadas de manera positiva y también se reducirá el planillaje eléctrico.
- Se beneficiará los trabajadores del taller artesanal puesto que operaran de manera más optima y eficiente sin detener su producción asociados a descargas atmosféricas, sino que también abre nuevas oportunidades comerciales al proporcionar soluciones tecnológicas adaptadas a las necesidades únicas de este sector. La Universidad Politécnica Salesiana, sumara un proyecto de investigación más para su destacada trayectoria, así como el mérito por graduar excelentes profesionales.

## 1.7. OBJETIVOS

### 1.7.1. Objetivo General

- ✓ Diseñar un sistema eléctrico en software especializado aplicando técnicas de eficiencia energética para obtener ahorro económico.



### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Recolectar datos y parámetros del estado actual del sistema eléctrico para verificación de falencias.
- Analizar la condición de los sistemas eléctricos instalados para incorporación de nueva carga.
- Introducir enfoques de eficiencia energética destinados a disminuir el consumo de energía eléctrica.
- Analizar la viabilidad técnica–económica considerando los costos y la disponibilidad del diseño propuesto

## **1.8 METODOLOGÍA Y MEDIOS**

Con el fin de ejecutar este proyecto, se llevarán a cabo diversas actividades con el objetivo de asegurar su conclusión exitosa.

Se llevarán a cabo los siguientes procedimientos

### 1. Procedimiento

- 1.1.-Evaluar el sistema eléctrico de manera detallada del taller artesanal y comprender los requerimientos eléctricos actuales y el uso de energía.
- 1.2.- Registrar la potencia nominal, el tiempo de uso diario y cualquier otro que dato relevante que pueda afectar el consumo eléctrico.
- 1.3.-Analizar en el taller, los procesos de producción para determinar cómo se utilizan las maquinarias y en qué momento se requiere una mayor demanda.
- 1.4.-Investigar que Técnicas de eficiencia energética podrían ser apropiadas para el taller que podrían ser la Iluminación LED, sistema de apagado automático, entre otras.
- 1.5.- Realizar cálculos de carga eléctrica para asegurar si es la capacidad requerida del sistema. Se analizará la potencia de los equipos y las variaciones de consumo a lo largo del día
- 1.6.-Presentar los datos obtenidos al proyecto de titulación.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Una instalación eléctrica se define como el conjunto de dispositivos y elementos encargados de facilitar el traslado y distribución de electricidad desde el suministro a los equipos que den uso para diversos propósitos. Esta composición engloba una variedad de componentes, como termomagnéticos, transformadores, paneles, conductores, **etc** [3]. Las instalaciones deben exhibir los siguientes parámetros fundamentales:

- La seguridad de las personas y la propiedad es la prioridad. Esto implica el uso de dispositivos de protección apropiados, sistemas de conexión seguros y la aplicación de normas de seguridad **eléctrica**.
- La instalación debe ser eficiente en la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Esto implica minimizar pérdidas de energía y garantizar un flujo constante y confiable.
- La instalación debe ser confiable en su funcionamiento, asegurando que la energía llegue de manera consistente a los dispositivos conectados.
- Debe ser capaz de adaptarse a cambios en la demanda de energía, expansiones futuras o incorporación de nuevos equipos sin comprometer su rendimiento.
- Debe cumplir con todas las normativas y regulaciones locales e internacionales relacionadas con instalaciones eléctricas para garantizar la legalidad y seguridad.
- La eficiencia económica es crucial. Se busca una instalación que cumpla con los requisitos sin generar costos innecesarios en su diseño, construcción y operación.
- Considerar prácticas sostenibles en el diseño y operación para minimizar el impacto ambiental y promover el uso responsable de los recursos.

## 2.2. ACOMETIDA

Se refiere al conjunto de elementos y conductores que conectan una instalación eléctrica de un usuario (residencial, comercial o industrial) con la red de suministro eléctrico público. En otras palabras, es la conexión que permite el flujo de energía desde la red eléctrica hasta el lugar de consumo:

Es esencial que la acometida esté diseñada y mantenida adecuadamente para garantizar un suministro eléctrico seguro y confiable desde la red pública hasta la instalación del usuario. Además, suele haber dispositivos de protección, como interruptores y fusibles, en la acometida para prevenir problemas eléctricos y asegurar la integridad de la instalación. La tensión de red es de 120 V a una frecuencia de 60 Hz. Para más información, seleccione el país en el que vive

## 2.3. CONTADOR ELÉCTRICO

También conocido como contador eléctrico o medidor de electricidad, es un dispositivo que mide y registra la cantidad de electricidad consumida en una instalación. Su función principal es cuantificar la energía eléctrica que fluye desde la red de suministro hacia un hogar, empresa o cualquier otro lugar donde se utilice electricidad

Este dispositivo suele estar entre la instalación del usuario y la acometida. Mide la cantidad de electricidad utilizando kilovatios-hora (kWh), la unidad estándar de medida del consumo de energía.[4].

## 2.4. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

Es un componente central en un sistema eléctrico que se encarga de distribuir la energía eléctrica proveniente de la red de suministro hacia diferentes circuitos y dispositivos dentro de una instalación. También se le conoce como tablero de distribución eléctrica o tablero de distribución general [3].

- **Recepción de Energía:** Recibe la energía eléctrica de la red de suministro y la distribuye hacia los diversos circuitos de la instalación.

- **Interruptores o Interruptores:** Automáticos: Permite controlar y desconectar la energía en caso de mantenimiento, emergencia o necesidad de apagar circuitos específicos.
- **Disyuntores:** Proporciona protección contra sobrecargas y cortocircuitos en los diferentes circuitos conectados al tablero.
- **Distribución Equitativa:** Garantiza la distribución equitativa y segura de la energía hacia los diferentes sectores o áreas de una edificación.
- **Medición:** Puede incluir medidores para monitorear el consumo de energía eléctrica en la instalación.
- **Cumplimiento Normativo:** Debe cumplir con las regulaciones y normativas locales e internacionales para asegurar la seguridad y el funcionamiento adecuado del sistema eléctrico.

#### 2.4.1. CIRCUITOS

Los circuitos eléctricos son sistemas que permiten el flujo de corriente eléctrica desde una fuente de energía (como una batería o una toma de corriente) a través de un conductor (como un cable) hacia un dispositivo eléctrico (como una lámpara o un electrodoméstico) y de regreso a la fuente. Estos circuitos pueden ser de diferentes tipos:

- Especiales.
- Iluminación
- Emergencia
- • Fuerza

#### 2.4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA

Las características de la carga en un sistema eléctrico son variadas y esencialmente determinan cómo se comporta y se utiliza la energía en ese sistema

##### 2.4.2.1. Potencia

a cantidad de energía que consume una carga por unidad de tiempo se conoce como su potencia. Se expresa en términos de vatios (W) o kilovatios (kW).

### 2.4.2.2. Factor de Potencia

Es la relación entre la potencia aparente y la potencia activa. Un factor de potencia bajo puede requerir corrección, mientras que un factor de potencia cercano a 1 indica una carga eficiente.

### 2.4.2.3. Demanda Máxima

Representa el máximo nivel de consumo de energía en un momento específico. Conocer la demanda máxima es crucial para dimensionar adecuadamente la capacidad del sistema.

### 2.4.2.4. Carga instalada

Se refiere a la capacidad total de consumo eléctrico que puede ser sostenida por un sistema, instalación o red eléctrica en un momento dado. Se expresa comúnmente en kilovatios (kW) o megavatios (MW) y representa la suma de todas las potencias nominales de los equipos, dispositivos y sistemas conectados al sistema eléctrico

$$CI = \sum Potencias\ nominales\ de\ las\ cargas [kW][kVAr] \text{ ó } [KVA] \quad (1)$$

### 2.4.2.5. Demanda eléctrica

Se refiere al nivel de consumo de energía eléctrica en un sistema o instalación en un momento específico. Esta medida se expresa típicamente en kilovatios (kW) y representa la cantidad de potencia eléctrica requerida en un instante particular[5].

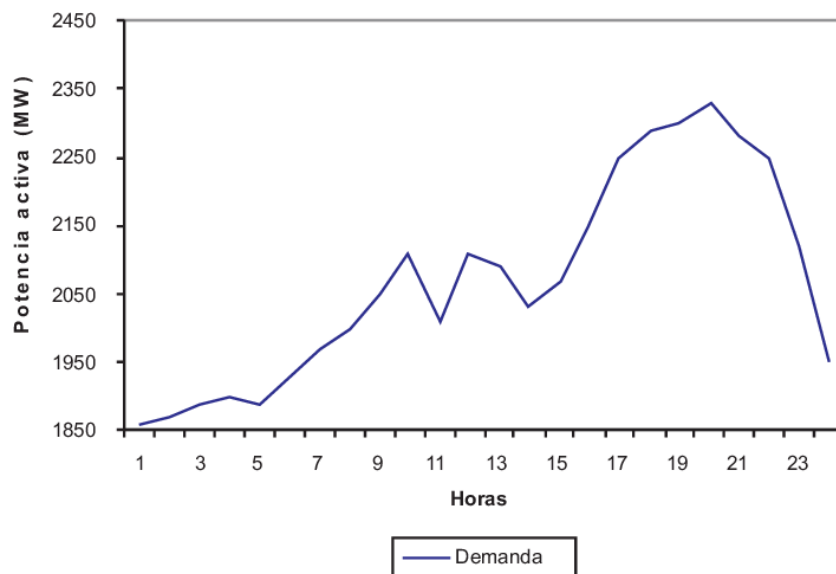


Figura 3. Curva de demanda ejemplo.  
Fuente:[6]

#### 2.4.2.6. Curva de demanda

Representa cómo cambia la demanda de energía eléctrica con el tiempo. Esta curva muestra cómo cambia el consumo de energía durante un día, una semana, un mes o incluso un año. Para planificar y administrar la infraestructura eléctrica de manera efectiva, es necesario analizar la curva de demanda[7].

#### 2.4.2.7. Potencia activa

Conocida como potencia real, es una medida de la energía eléctrica que se utiliza para realizar trabajo útil en un sistema eléctrico. Se mide en vatios (W) y representa la parte de la potencia total que realiza efectivamente trabajo, como iluminar bombillas, hacer funcionar motores o alimentar dispositivos electrónicos[8].

#### 2.4.3. DEMANDA PROMEDIO

En el contexto eléctrico se refiere al nivel medio de consumo de energía eléctrica en un período específico, generalmente expresado en kilovatios (kW) o megavatios (MW)[2].

$$Dp = \frac{\text{Energía consumida en un tiempo } T \text{ [kWh]}}{t[h]} |kW| \quad (2)$$

#### 2.4.4. CAPACIDAD INSTALADA

Se refiere a la máxima cantidad teórica de electricidad que un sistema, una planta de generación o una instalación específica puede producir o suministrar, Se mide en vatios (W), kilovatios (kW) o megavatios (MW)

#### 2.4.5. FACTOR DE UTILIZACIÓN

Se refiere a la proporción del tiempo durante el cual un equipo o sistema eléctrico está en uso efectivo en comparación con el tiempo total en el que podría estar en funcionamiento. Este factor se expresa comúnmente como un porcentaje y se utiliza para evaluar la eficiencia y el rendimiento de los equipos eléctricos.

$$Fu = \frac{\text{Demanda maxima}}{\text{Capacidad Instalada}} = \frac{D_M}{P_I} \quad (3)$$

#### 2.4.6. CALIDAD DE ENERGÍA

El grado en que la energía eléctrica suministrada por una red eléctrica satisface las necesidades de los equipos y dispositivos eléctricos conectados se conoce como calidad de la energía eléctrica. La estabilidad del voltaje y la frecuencia, la falta de fluctuaciones y cambios bruscos en el suministro eléctrico, la baja distorsión armónica, la reducción de sobretensiones y subvoltajes y la prevención de interrupciones y perturbaciones indeseadas en el suministro eléctrico son algunos de estos factores[9]

Una mala calidad de energía ya sea por parte del distribuidor o del consumidor, puede causar pérdida de energía, daños a los equipos e incluso riesgos para la seguridad humana, lo que tiene un impacto negativo en la economía.

Una buena calidad de energía es esencial para certificar el funcionamiento adecuado y seguro de las maquinarias y para impedir daños y pérdidas económicas asociadas a problemas eléctricos.[10].

#### 2.5. DESBALANCE DE VOLTAJE

El desequilibrio en sistemas monofásicos puede deberse a una variedad de razones, como una distribución desigual de la carga en el circuito, problemas de conexión, irregularidades en la red eléctrica, entre otros.

Aunque los sistemas monofásicos tienen una sola fase, es posible que existan diferencias en los niveles de voltaje entre la línea activa y el neutro, lo que puede conducir a un desequilibrio de voltaje. Este desequilibrio puede provocar problemas similares a los que se experimentan en sistemas trifásicos desequilibrados, como un funcionamiento ineficiente de los equipos eléctricos, sobrecalentamiento de los conductores, y un mayor riesgo de fallas en el sistema[11].

$$\text{Desbalance de voltaje}\% = V_{\text{promedio}} | V_{\text{max}} - V_{\text{min}} | * 100\% \quad (4)$$

**Donde:**



- $V_{max}$  es el valor máximo de voltaje entre las fases.
- $V_{min}$  es el valor mínimo de voltaje entre las fases.
- $V_{promedio}$  es el valor promedio de voltaje entre las fases, que se puede obtener dividiendo la suma del valor de los voltajes entre las fases por el número total de fases.

## 2.6. FACTOR DE POTENCIA EN SISTEMAS MONOFÁSICOS

En sistemas monofásicos, el factor de potencia (FP) sigue siendo una consideración importante, aunque el análisis es más simple que en sistemas trifásicos. El factor de potencia en un sistema monofásico se infiere a la correlación entre potencia activa (o potencia real) y potencia aparente utilizada por la carga.

$$\text{Factor de potencia}(FP) = \frac{P}{S} \quad (7)$$

**Donde:**

- $P$  es la potencia activa, medida en vatios (W).
- $S$  es la potencia aparente, medida en voltamperios (VA).

En un sistema monofásico, la potencia aparente se calcula multiplicando el voltaje RMS (eficaz) por la corriente RMS, mientras que la potencia activa se mide en vatios (W).

$$S = V * I * \cos(\phi)$$

Finalmente, sustituyes los valores de  $P$  y  $S$  en la fórmula del factor de potencia para obtener el valor deseado.

## 2.7. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se refiere a la optimización y maximización del uso de la energía para lograr un determinado resultado, como la realización de una tarea o la producción de un bien, con el menor consumo posible de recursos energéticos. Implica la implementación de tecnologías, prácticas y políticas que permitan reducir el consumo de energía sin comprometer la calidad del servicio o el producto final [12]

En un contexto global, diversas asociaciones y naciones se esfuerzan por difundir el concepto de eficiencia energética entre la población. Para ello, se han establecido instituciones y programas con el propósito de promover el empleo de tecnologías limpias. Estas iniciativas buscan impulsar el cumplimiento de estándares y regulaciones que ofrezcan incentivos económicos y ventajas fiscales, incentivando así la adopción de prácticas más sostenibles en el uso de la energía.

El término "eficiencia energética" se refiere al uso óptimo de la energía para realizar una tarea o actividad específica, maximizando la producción o el rendimiento al mismo tiempo que se utilizan los recursos más eficientes posibles.

### **2.7.1. ENERGÍAS ALTERNATIVAS**

Las energías alternativas, también conocidas como energías renovables o energías limpias, son fuentes de energía de recursos naturales que son inagotables o se renuevan rápidamente en comparación con los recursos finitos como los combustibles fósiles. La energía solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y la biomasa están entre ellas

Las energías alternativas brindan una variedad de beneficios ambientales, así como beneficios económicos al disminuir las emisiones de gases de invernadero y otros contaminantes.

Además, al reducir la utilización de las energías no renovables y de las importaciones de energía, ayudan a diferenciar la matriz energética y aumentar la seguridad energética.[13].

### **2.7.2. AUDITORÍA ENERGÉTICA**

Una auditoría energética es un proceso de evaluación y análisis sistemático del consumo de energía de una instalación, edificio o sistema con el objetivo de encontrar formas de mejorar la eficiencia energética. Durante una auditoría energética, se revisan y analizan diversos aspectos relacionados con el uso de la energía, como el equipamiento, los sistemas de iluminación, la climatización, los procesos industriales, entre otros.

Algunos puntos importantes sobre las auditorías energéticas son:

- **Recopilación de datos:** Se recopilan datos detallados sobre el consumo de energía y los patrones de uso, así como información sobre los equipos y sistemas energéticos presentes en la instalación.
- **Análisis de consumos:** Se analizan los datos recopilados para identificar áreas de alto consumo energético y posibles oportunidades de mejora en la eficiencia.
- **Identificación de medidas:** Se proponen medidas específicas para mejorar la eficiencia energética, como la actualización de equipos, la optimización de procesos, la implementación de tecnologías más eficientes y la modificación de hábitos de consumo.
- **Evaluación de costos y beneficios:** Se evalúan los costos asociados a la implementación de las medidas propuestas, así como los beneficios esperados en términos de ahorro de energía y reducción de costos operativos.
- **Elaboración de informes:** Se elabora un informe detallado que incluye los resultados del análisis, las recomendaciones de mejora y una estimación de los ahorros potenciales en términos de energía y costos.
- **Seguimiento y monitoreo:** Se realiza un seguimiento continuo del desempeño energético de la instalación para verificar la efectividad de las medidas implementadas y realizar ajustes según sea necesario.

## 2.8. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.

El propósito principal de un sistema de iluminación es proporcionar la cantidad adecuada de luz en un área determinada para satisfacer las necesidades visuales de las personas que ocupan ese espacio. Además de la iluminación funcional, los sistemas de iluminación también pueden tener objetivos estéticos y decorativos, contribuyendo al ambiente y la atmósfera del lugar[14]

- **Flujo luminoso ( $\Phi$ ):** es la cantidad total de luz que una fuente de luz emite en todas las direcciones. La medida se utiliza en lúmenes (lm). La fuente de luz será más brillante cuanto mayor sea el flujo luminoso.
- **Luminancia (L):** Es la cantidad de luz que una superficie refleja o emite por unidad de área y ángulo sólido. Se expresa en centímetros por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ). La apariencia y el brillo de una superficie vista desde un ángulo determinado se denominan luminancia

- **Intensidad luminosa (I):** es la cantidad de luz que una fuente de luz emite en una dirección dada. El valor se mide en candelas (cd). La intensidad luminosa ayuda a explicar la dirección y la concentración de la luz que emite una fuente.
- **Iluminancia  $\epsilon$ :** Es la cantidad de luz que entra en una superficie por unidad de área. Se expresa en lux (lx). La iluminancia es importante para determinar la cantidad de luz disponible en un espacio determinado y indica qué tan brillante aparece una superficie.

### 2.8.1. TIPOS DE LÁMPARAS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA

Se utilizan una variedad de tipos de lámparas dependiendo de las necesidades específicas de iluminación de cada aplicación. Algunos de los tipos de lámparas más comunes utilizadas en la industria incluyen:

- **Lámparas de vapor de mercurio:** Estas lámparas producen luz mediante la excitación de vapor de mercurio. Son eficientes y duraderas, por lo que se utilizan en aplicaciones industriales donde se requiere una iluminación intensa y constante.
- **Lámparas de vapor de sodio de alta presión:** Emiten luz naranja-amarilla y son muy eficientes en términos de lúmenes por vatio. Se utilizan en aplicaciones industriales donde se necesita una buena reproducción del color no es crítica, como en áreas de producción o almacenes.
- **Lámparas de haluro metálico:** Estas lámparas producen una luz blanca brillante y tienen una alta eficiencia luminosa. Se utilizan en áreas industriales donde se requiere una iluminación intensa y una buena reproducción del color, como en fábricas y talleres.
- **Lámparas de haluro metálico:** Estas lámparas producen una luz blanca brillante y tienen una alta eficiencia luminosa. Se utilizan en áreas industriales donde se requiere una iluminación intensa y una buena reproducción del color, como en fábricas y talleres.
- **Lámparas incandescentes:** Aunque menos comunes en entornos industriales debido a su baja eficiencia energética y corta vida útil, aún se pueden encontrar en algunas aplicaciones específicas donde se requiere una luz cálida y un control preciso de la intensidad de la luz.

## 2.8.2. NIVELES DE ILUMINACIÓN

La iluminación puede variar dependiendo de varios factores, desde tipo de actividad que se realiza en el espacio, el tamaño del área a iluminar y las regulaciones locales. Sin embargo, hay algunas recomendaciones generales que se pueden seguir [14]:

**Locales comerciales:** En tiendas minoristas, supermercados y otros locales comerciales similares, se recomienda tener niveles de iluminación que varíen entre 500 y 1000 luxes en áreas de exhibición y ventas. En áreas de trabajo detrás del mostrador, como cajas registradoras o áreas de empaque, los niveles de iluminación pueden ser un poco más altos, alcanzando hasta 1500 luxes. Para áreas de almacenamiento y pasillos, se pueden utilizar niveles de iluminación más bajos, alrededor de 300-500 luxes

**Locales industriales:** En entornos industriales como fábricas, almacenes y plantas de producción, los niveles de iluminación suelen ser más altos debido a la necesidad de una buena visibilidad para realizar tareas específicas. Se recomienda mantener niveles de iluminación entre 300 y 750 luxes en áreas de trabajo generales. Sin embargo, en áreas donde se realizan tareas que requieren una precisión visual más alta, como ensamblaje o inspección, los niveles de iluminación pueden ser más altos, alcanzando hasta 1000- 1500 luxes o más.

La normativa NEC-11 indica que la luminosidad recomendada en establecimientos como talleres, comercios y fabricas deben ser evaluados en áreas específicas, a una altura de 60 cm sobre el plano horizontal. En la Tabla 1. se detallan los niveles mínimos de iluminación recomendados con el objetivo de asegurar condiciones de confort ideales para los empleados [15].

<b>Tipo de local</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación recomendado</b>
Áreas de trabajo	300 luxes
Áreas de circulación (Pasillos, corredores, etc.)	50 luxes
Escaleras, escaleras mecánicas	100 luxes
Áreas de parqueaderos cubiertos	30 luxes

Tabla 1 Tabla de tipo de iluminación recomendada Fuente:[14], [15]

## 2.9. RESISTIVIDAD DEL SUELO

La medida de la capacidad del suelo para resistir el paso de corriente eléctrica se conoce como resistividad eléctrica del suelo. Se expresa típicamente en ohmios por metro ( $\Omega/m$ ) y varía según las características físicas y químicas del suelo, como su nivel de humedad, tipo de suelo, salinidad y compactación.

Una resistividad más alta indica que el suelo ofrece más resistencia al paso de corriente eléctrica, mientras que una resistividad más baja indica una menor resistencia. La resistividad del suelo es un parámetro importante en aplicaciones como la geofísica, la ingeniería geotécnica y la exploración de recursos naturales, donde se utiliza para determinar la composición y la estructura del subsuelo, así como para evaluar la corrosión de estructuras enterradas y diseñar sistemas de puesta a tierra eficientes en instalaciones eléctricas [16]

### 2.9.1. CÁLCULO RESISTIVIDAD DEL SUELO

El dimensionamiento de un sistema de puesta a tierra implica varios pasos y consideraciones. Aquí hay un enfoque básico para realizar este cálculo:

- **Recopilación de datos:** Obtén información sobre el tipo de suelo presente en el área donde se llevará a cabo la instalación del sistema de puesta a tierra. Lo que incluirá datos sobre la composición del suelo, la humedad, la temperatura y otros factores relevantes.
- **Medición in situ:** Realiza mediciones de resistividad en el sitio utilizando un instrumento adecuado, como un terrómetro. Estas mediciones se realizan colocando electrodos en el suelo a distancias específicas y midiendo la resistencia entre ellos.

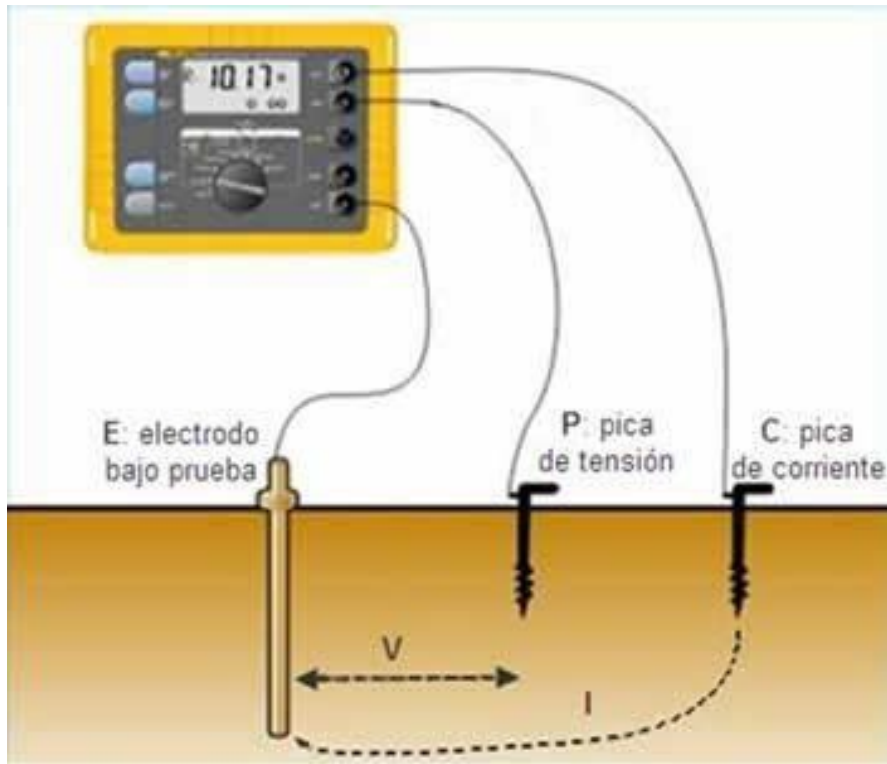


Figura 4: Ejemplo de cálculo de resistividad [16]

Interpretación de los datos: Utiliza los datos obtenidos de las mediciones in situ para calcular la resistividad aparente del suelo. Esto puede hacerse utilizando la fórmula básica:

$$\text{Resistividad aparente} = K * LR \quad (9)$$

Donde:

R es la resistencia medida entre los electrodos,

L es la longitud de los electrodos,

K es un factor de corrección que depende del tipo de arreglo de electrodos utilizado (generalmente se usa  $K=2\pi$ ).

## 2.10. FACTURACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El suministro público de electricidad establece precios diferenciados para diversos tipos de usuarios, como comerciales, residenciales e industriales, y estos precios varían según el nivel de voltaje utilizado. Estos costos son determinados por la demanda tarifaria dada por el reglamento ARC [17].

### **2.10.1. TARIFA DE BAJO VOLTAJE CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA**

Un cargo mensual por comercialización en dólares por consumidor, sin importar el consumo eléctrico.

Un cargo por demanda mensual en USD/kW, que se paga como mínimo por cada kW de demanda mensual, independientemente del consumo de energía.

Un costo por kilovatio hora en dólares por kilovatio hora en función de la energía consumida de lunes a viernes, de 8:00 an 18:00 horas.

Una tarifa de energía en USD/kWh, basada en la cantidad de energía consumida de lunes a viernes, de 18:00 a 22:00 horas.

Una tarifa por kilovatio hora en USD/kWh, basada en la cantidad de energía consumida de lunes a viernes, de 22:00 an 08:00 horas, incluyendo los sábados, domingos y feriados, de 22:00 an 18:00 horas.

Una tarifa por kilovatio hora en USD/kWh, basada en la cantidad de energía consumida los sábados, domingos y feriados entre las 18:00 y las 22:00 horas.[18]

### **2.10.2. DEMANDA FACTURABLE**

La cantidad de energía eléctrica que un consumidor ha utilizado durante un período específico se conoce como demanda facturable, que generalmente se mide en kilovatios (kW).

Esta demanda se calcula en función de la potencia máxima requerida por el consumidor durante ese período, y puede variar según las necesidades de energía en diferentes momentos del día. La demanda facturable es un componente importante en la determinación de los costos de electricidad para los consumidores, ya que muchos proveedores de servicios públicos utilizan este valor como base para calcular las tarifas eléctricas [19].

### **2.10.3. FACTOR DE LA GESTIÓN DE DEMANDA (FGD)**

El Factor de la Gestión de Demanda (FGD) es una medida que indica la eficiencia con la que una empresa, organización o consumidor puede gestionar su demanda de energía eléctrica durante los periodos de alta demanda. Este factor muestra la relación entre la demanda máxima alcanzada durante un período determinado y la demanda máxima esperada o teórica durante ese mismo período, que se expresa en forma de porcentaje.



El Factor de la Gestión de Demanda (FGD) se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$FGD = \frac{\text{Demanda Máxima Esperada}}{\text{Demanda Máxima Registrada}} * 100\% \quad (10)$$

Donde:

La "**Demanda Máxima Registrada**" es la demanda máxima de energía eléctrica observada durante un período de tiempo específico, generalmente medido en kilovatios (kW). La

"**Demanda Máxima Esperada**" es la demanda máxima teórica o predicha para el mismo período de tiempo, que puede basarse en datos históricos, proyecciones de demanda o cualquier otra referencia relevante.

El FGD se expresa como un porcentaje y suministra un régimen de la eficiencia con la que se trata la demanda de energía eléctrica en comparación con la demanda máxima esperada. Un FGD mayor que 100% indica una gestión de la demanda más eficiente de lo esperado, mientras que un FGD menor que 100% indica una gestión de la demanda menos eficiente de lo esperado[20].

#### 2.10.4. GESTIÓN DE FACTURA

La facturación del consumo eléctrico se calcula como la suma de diversos rubros económicos, los cuales se detallan en la siguiente ecuación.

$$FSPEE = E + P + PIT + C + PBFP \quad (11)$$

Donde

- *FSPEE* = Factura por servicio público de energía eléctrica – USD
- *E* = Facturación de energía – USD
- *P* = Facturación de demanda – USD
- *PIT* = Pérdidas en transformadores -USD
- *C* = Comercialización
- *PBFP* = Penalización por bajo factor de potencia

## 2.11. MEDIDAS MERCANTILES PARA LA EVALUACIÓN DE UN PROYECTO

La valoración de propuestas de proyectos es fundamental para el desarrollo de una organización porque facilita la medición del impacto, ya sea positivo o negativo, que conlleva la realización de un proyecto.

Para establecer si un plan de inversión es factible desde el punto de vista económico, es necesario proyectar los flujos de efectivo previstos a lo largo de su vida útil y analizar una variedad de indicadores que ayudan a evaluar su viabilidad económica.[19], [20].

- **Valor Presente Neto (VPN):** Una VPN puede identificar el valor presente de los ingresos y los gastos de un proyecto. Un VPN positivo significa que el proyecto gana más dinero de lo que gasta, lo que lo hace atractivo en el futuro.
- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** la tasa de descuento que reduce la VPN de un proyecto a cero. Se utiliza para comparar la rentabilidad relativa de diferentes proyectos y representa la tasa de rendimiento esperada del proyecto.

### 2.11.1. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)

El PRI es el tiempo que toma un proyecto para recuperar su inversión inicial a través de los flujos de efectivo que genera. Una recuperación más rápida de la inversión se indica con un PRI más corto. [21].

$$PSR = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Ahorro o ganancia anual}} \quad (12)$$

Un RBC: mayor que uno indica que los beneficios superan los costos, lo que indica que el proyecto es económicamente viable.

La TRC: es la relación entre los beneficios netos y el capital invertido en un proyecto.

Representa la rentabilidad del proyecto en función del capital invertido.

### **3 CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA DEL DIAGNOSTICO ENERGÉTICO**

En este capítulo, se lleva a cabo el proceso para evaluar la condición actual de las infraestructuras eléctricas en la empresa Calzado Gissellita. El procedimiento se ejecutó de la manera siguiente:

##### **3.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR**

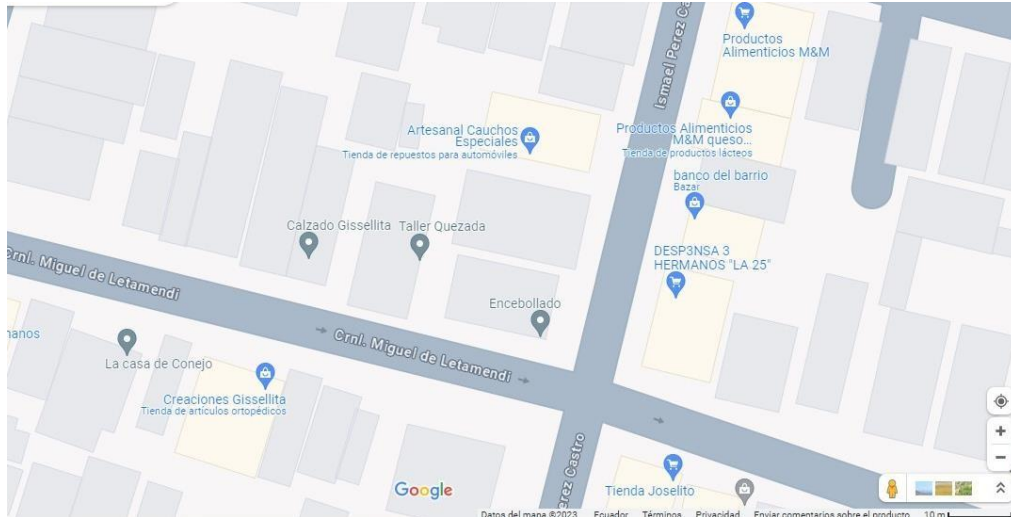
Calzado Gissellita nació en la década de los 90's, como un exclusivo y modesto taller de calzado para solo dama. Con el paso de los años, ha registrado un notable crecimiento y se ha extendido su presencia y reconocimiento a nivel local y regional.

Calzado Gissellita tiene como especialidad la fabricación de sandalias, maletas, plataformas y zapatos de tacos, teniendo una gama variada de producción. Utilizan materiales de excelente calidad, lo que les permite ser un producto cómodo y duradero.

En la actualidad, la empresa se ha caracterizado por estar supliendo con éxito la demanda de sus clientes, siendo ellos distribuidores de empresas de mucho más reconcomiendo a nivel Nacional.

##### **3.1.1. UBICACIÓN**

Calzado Gissellita cuenta con una única sede ubicada en la Ciudad de Guayaquil más exactamente en las calles Miguel de Letamendi entre 25va (Ismael Pérez Castro) y 26va (Abel Gilbert Vásconez). En las coordenadas -2.1974814,-79.9218612,19 de Google Maps como se observa y la Figura 5.



*Figura 5. Ubicación vía Google maps.  
Fuente: Autor*

### **3.1.2. JORNADA LABORAL**

La empresa cuenta con alrededor de 23 empleados distribuidos entre el personal de la planta y el administrativo. La jornada laboral tiene una duración de 9 horas, con un horario de ingreso a las 09:00 am y salida a las 19:00 pm teniendo en consideración hora y media para el almuerzo. Cabe destacar que el aumento en la demanda se traduce en un incremento en la producción, lo que podría dar lugar a la extensión del horario laboral.

### **3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS**

La metodología de producción para la elaboración de calzado varía según la tecnología implementada en la industria. En el caso específico de Calzado Gissellita, se rige por el diagrama de flujo detallado en la Figura 6(ANEXO 1)

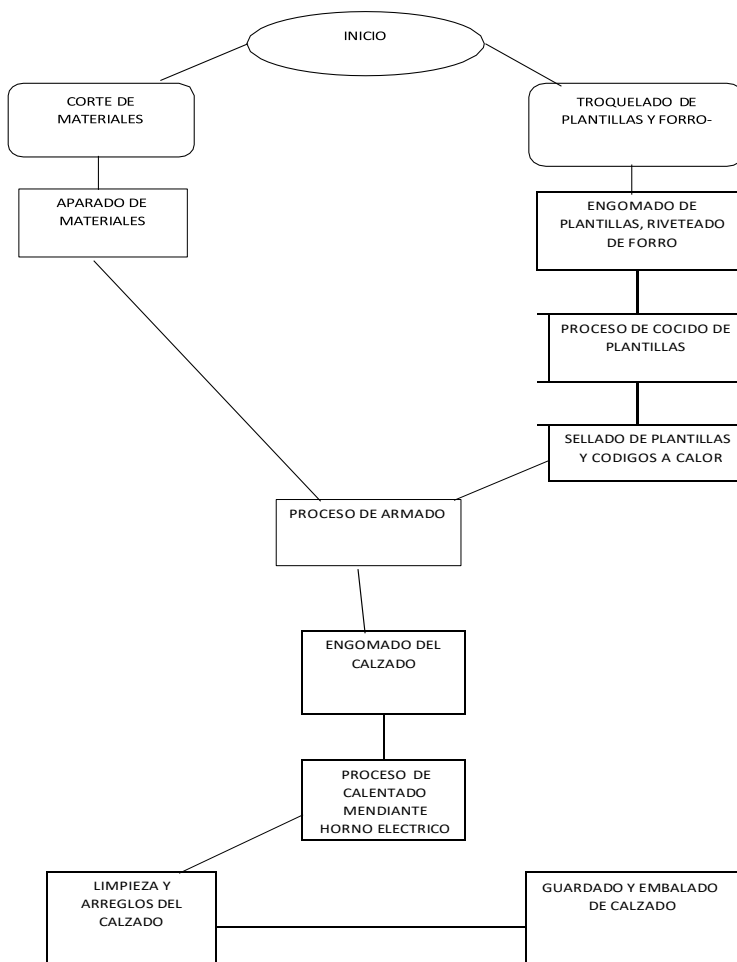


Figura 6: Figura de procesos de producción Fuente: Autor

### 3.1.4. PROCESO DE TROQUELADO

El ribeteado del material crea una capa que proporciona resistencia y estabilidad, especialmente en áreas donde es probable que se produzca tensión y desgaste.

Esto suele ocurrir con el revestimiento de productos que pueden usarse con frecuencia. Los ribetes también cumplen una función estética, añadiendo detalles decorativos o estructurales al producto final.

Esto mejora aún más el diseño y el estilo de los artículos producidos.

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	FUNCION	VOLTAJE (V)	POTENCIA (KW)
1	RIVETERADORA		Cuando la máquina se activa, el sistema de aplicación aplica el adhesivo de manera uniforme sobre la superficie de las plantillas. Este proceso puede implicar rodillos, cepillos u otros mecanismos para garantizar una distribución uniforme.	220	600

Tabla 2. tabla de datos de maquinaria troqueladora Fuente: Autor



*Figura 10. Troqueladora  
Fuente: Autor*

### **3.1.5. PROCESO DE CORTE DE MATERIALES**

Este proceso se realiza de manera manual por la calidad de los materiales y al no desperdicio de los mismos ya que el corte es más preciso y exacto.

Se utilizan cuchillas especiales y herramientas de sujeción.



*Figura 8. Área de cortes manuales.  
Fuente: Autor*

### 3.1.6. PROCESO DE ENGOMADO DE PLANTILLAS

Una máquina engomadora de plantillas de zapato es un equipo especializado diseñado para aplicar adhesivo o goma a las plantillas que se utilizan en la fabricación de calzado. El proceso de pegado es fundamental para fijar permanentemente la plantilla al zapato y garantizar que permanezca en su lugar durante el uso.

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	FUNCION	VOLTAJE (V)	POTENCIA (KW)
1	ENGOMADORA DE PLANTILLAS		Cuando la máquina se activa, el sistema de aplicación aplica el adhesivo de manera uniforme sobre la superficie de las plantillas. Este proceso puede implicar rodillos,	220	600

Tabla 3. tabla de datos de maquinaria engomar Fuente: Autor



Figura 9. Engomadora de plantillas

Fuente: Autor

### 3.1.7. PROCESO DE RIBETEADO DE FORRO

El ribeteado del material crea una capa que proporciona resistencia y estabilidad, especialmente en áreas donde es probable que se produzca tensión y desgaste.

Esto suele ocurrir con el revestimiento de productos que pueden usarse con frecuencia.

Los ribetes también cumplen una función estética, añadiendo detalles decorativos o estructurales al producto final.

Esto mejora aún más el diseño y el estilo de los artículos producidos.

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	FUNCION	VOLTAJE (V)	POTENCIA (KW)
1	RIVETERADORA		Cuando la máquina se activa, el sistema de aplicación aplica el adhesivo de manera uniforme sobre la superficie de las plantillas. Este proceso puede implicar rodillos, cepillos u otros mecanismos para garantizar una distribución uniforme.	220	600

*Tabla 4. tabla de datos de maquinaria ribeteado Fuente: Autor*



*Figura 10. Ribeteadora de forro Fuente: Autor*

### **3.1.8. PROCESO DE APARADO DE MATERIALES Y COCIDO DE PLANTILLAS**

El proceso de costura de la plantilla, fundamental en la fabricación de calzado, es el proceso de unir la plantilla (la parte interior del zapato que toca el pie) con las demás partes del zapato.

Se colocan puntos a lo largo del borde de la plantilla y se unen al resto del zapato.

La elección del tipo de puntada y la distancia entre puntadas depende del diseño y la resistencia deseada.

Puedes ver las máquinas utilizadas en la siguiente tabla.



ITEM	DESCRIPCION	MARCA	FUNCION	VOLTAJE (V)	POTENCIA (KW)
1	COSEDORA	JUKI	Proporciona una forma eficiente de realizar costuras en comparación con el cosido manual, aumentando la productividad y la velocidad del proceso de confección.	110	400
2	COSEDORA	ARROW	La máquina de coser puede utilizarse para aplicar ribetes y bordes decorativos a las prendas. Esto agrega detalles estéticos y puede reforzar los bordes para una mayor durabilidad.	110	325
3	COSEDORA	ARROW	Permite la formación de costuras tanto rectas como curvas. Esto es esencial para adaptarse a diferentes patrones de costura y para la creación de diversas formas en prendas y proyectos de costura.	110	325

Tabla 5. tabla de datos de maquinaria Fuente: Autor



Figura 11 Máquinas de coser industriales Fuente: Autor

### 3.1.9. PROCESO DE SELLADO DE PLANTILLAS Y CODIGOS A CALOR

El proceso de sellado de plantillas y códigos a calor generalmente implica el uso de una máquina selladora que utiliza calor para fusionar y sellar las capas de material.

Las máquinas que se utilizan en el presente proceso la veremos detallada en la tabla 6 y en la Figura 12.

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	FUNCION	VOLTAJE (V)	POTENCIA (KW)
1	SELLADORA	GENNIU	Una máquina selladora, en términos generales, se utiliza para sellar bolsas o láminas de plástico mediante la aplicación de calor y presión.	220	500
2	COMPRESOR		Un compresor es una máquina que aumenta la presión de un gas o vapor, lo que puede ser utilizado para diversas aplicaciones.	110	750

Tabla 6. tabla de datos de maquinaria de sellado Fuente: Autor



*Figura 12. Máquinas de sellar industriales  
Fuente: Autor*

### **3.1.10. PROCESO DE ARMADO DE CALZADO**

El proceso de ensamblaje del calzado consta de una serie de pasos que ensamblan varios componentes para crear el zapato final.

Este proceso varía según el tipo de zapato y el nivel de automatización en la producción. El montaje manual del calzado requiere artesanía, paciencia y atención al detalle para garantizar la calidad y durabilidad del producto final.

La Figura 13 muestra la zona de montaje del calzado.



*Figura 13. Área de armado manual  
Fuente: Autor*

### 3.1.11. PROCESO DE ENGOMADO Y PEGADO DE CALZADO

El proceso de engomado y pegado de calzado es esencial en la fabricación de calzado para unir diferentes partes y crear una estructura sólida.

Se realiza un ajuste y alineación cuidadosos para asegurar que todas las partes del calzado estén en su posición correcta antes de que el adhesivo se endurezca por completo.

Este proceso puede variar según el tipo de calzado, los materiales utilizados y las prácticas específicas de cada fabricante. La elección de adhesivos y técnicas de engomado dependerá de factores como el tipo de calzado, su uso previsto y los estándares de calidad requeridos. El compresor que se utiliza está detallado en la siguiente tabla 7 e Figura 13

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	FUNCION	VOLTAJE (V)	POTENCIA (W)
1	COMPRESOR	MZB	Un compresor es una máquina que aumenta la presión de un gas o vapor, lo que puede ser utilizado para diversas aplicaciones.	220	2237

Tabla 7. tabla de datos de maquinaria compresor Fuente: Autor



Figura 14. Compresor para el área de secado  
Fuente: Autor

### 3.1.12. PROCESO DE CALENTADO EN HORNO ELÉCTRICO

El calor acelera el proceso de secado del pegamento que se utiliza para unir las diferentes partes del zapato. Esto es importante para asegurar una unión fuerte y duradera entre las capas del zapato.

Los hornos eléctricos se utilizan para acelerar el secado y el tiempo de curado del adhesivo siendo este es un factor importante para mejorar la eficiencia de la producción.

Esto es especialmente importante en entornos de producción donde se requieren tasas de producción más altas.

En resumen, poner el calzado recién pegado en hornos eléctricos es una práctica común en la fabricación de calzado para acelerar el proceso de secado del adhesivo, mejorar la calidad de la unión y garantizar un producto final resistente y duradero. En la Figura 15 se mostrará las características de los hornos.



*Figura 15. Horno  
Fuente: Autor*

### 3.1.13. PROCESO DE LIMPIADO Y ARREGLO DEL CALZADO.

La limpieza y el cuidado de los zapatos es muy importante para mantener su apariencia y durabilidad.

Utilice un cepillo suave o una tela para limpiar la suciedad y el polvo de la zona del zapato.

Esto es especialmente importante para mantener la apariencia general del calzado.

La figura 16. muestra el área donde se encarga de limpiar los zapatos.



*Figura 16. Área de limpiado y pegado*

*Fuente: Autor*

### 3.1.14. PROCESO DE EMBALADO Y GUARDADO DE CALZADO

El almacenamiento y embalaje de calzado en la empresa suele consistir en garantizar que el producto se almacene de forma segura y eficiente hasta su envío.

pares de zapatos están cuidadosamente ordenados en estantes y cajas de almacenamiento.

Es común utilizar sistemas de almacenamiento por estanterías con códigos de ubicación para facilitar la recuperación eficiente.

Se cierra y sella la caja de manera segura. Esto puede realizarse con cinta adhesiva de embalaje resistente.

En la Figura 17 mostraremos la terminación y guardado del calzado para su envío final.



*Figura 17. Área de embalado  
Fuente: Autor*

### **3.2. RECOPIACIÓN DE DATOS Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.**

Los conteos de carga se realizaron mediante la recolección de datos de placa y fichas técnicas de cada equipo.

La información recopilada se dividió en grupos para identificar los puntos de mayor consumo de energía.

#### **3.1.1. CARGA INSTALADA**

Es importante tener la información sobre la potencia instalada en el taller, es decir la potencia total de todas las maquinarias eléctricas presentes en su área.

La siguiente tabla 8 mostraremos la carga instalada en Calzado Gissellita (ANEXO 2).

AREA	ZONA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA(W)	TOTAL (W)	
ADMINISTRACIÓN	Oficina de Ventas	Ventilador	4	50	200	
		Impresora	1	120	120	
		Laptop	2	75	150	
		Lampara Led	3	6	18	
	Comedor	Refrigeradora	1	3G0	3G0	
		Microonda	1	800	800	
		Freidora de aire	1	1400	1400	
		Tubo Fluorescente t8	2	40	80	
	Baño	Foco Led	1	8	8	
	Bodega	Tubos Fluorescente t8	6	40	240	
	Secretaria	Tubos Fluorescente t8	4	40	160	
		Ventilador	2	50	100	
		Router	1	8	8	
		Cafetera	1	800	800	
		Laptop	1	75	75	
	GALPON	Aire Comprimido	Compresor MZB	1	2237	2237
Compresor			1	750	750	
Tubo Fluorescente t8			2	40	80	
Corte		Ventilador	2	50	100	
		Tubos Fluorescente t8	4	40	160	
		Bombilla Incandescente	1	60	60	
Troquelado		Tubo Fluorescente t8	2	40	80	
		Troqueladora	1	2240	2240	
Aparado		Cosedora	1	400	400	
		Cosedora Arrow	2	325	650	
		Tubos fluorescentes t8	4	40	160	
Engomado		Engomadora	1	600	600	
		Ribeteadora	1	600	600	
		Tubos fluórenseme t8	4	40	160	
Sellado		Selladora Gennius	1	500	500	
		Tubos fluorescentes t8	2	40	80	
Armado de Calzado		Ventiladores	3	50	150	
		Tubos Fluorescente t8	6	40	240	
Pegado de Calzado		Ventilador	1	50	50	
		Tubos fluorescentes t8	2	40	80	
Calentado de Calzado		Horno eléctrico	6	622,5	3735	
		Tubos fluorescentes t8	2	40	80	
		Ventilador	1	50	50	
Limpiado		Tubos fluorescentes t8	2	40	80	
		Ventilador	1	50	50	
		Pulidora	1	200	200	
Almacenado		Tubos fluorescentes t8	4	40	160	
		Ventilador	1	50	50	
Baño		Foco Led	1	8	8	
		Ducha Eléctrica	1	3500	3500	
Portal		Reflector	1	30	30	
		<b>TOTAL</b>				<b>2186G</b>

Tabla 8. Cargas instaladas Fuente: Autor

### 3.2.1. CLASIFICACIÓN DE LA CARGA DEL TALLER

Para identificar las regiones con mayor demanda de energía, categorizamos la capacidad instalada por volumen.

La Tabla 9 los categoriza según las funciones que desempeñan y la Tabla 10 los organiza por puesto.

GRUPO	POTENCIA INSTALADA(W)	POTENCIA INSTALADA (%)
ILUMINACIÓN	1956	8,944167543
OFICINA	4051	18,52393799
PRODUCCIÓN	15862	72,53189446
TOTAL	21869	100

Tabla 9. tabla de grupos de carga Fuente: Autor

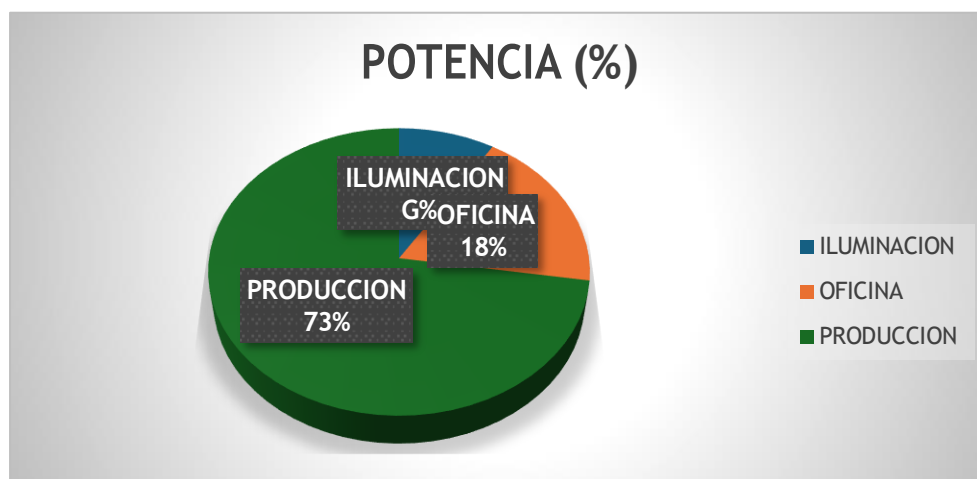


Figura 18. Diagrama de pastel de la potencia instalada en el taller  
Fuente: Autor

La Figura 18 muestra un gráfico circular que muestra el porcentaje de capacidad instalada categorizada por las funciones realizadas. Este tipo de representación visual le permite identificar rápidamente la distribución relativa de la potencia instalada entre diferentes categorías funcionales.

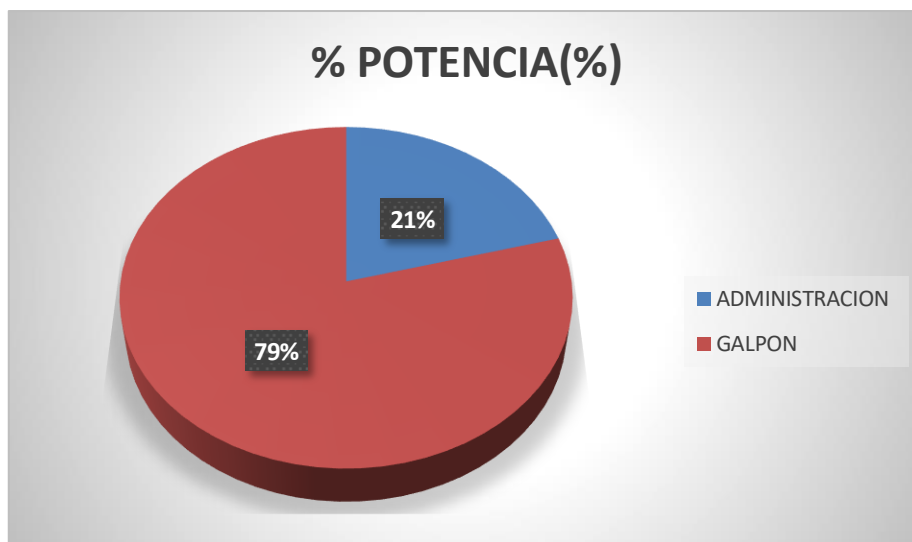
### 3.2.2. CLASIFICACIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA

En la siguiente tabla se detalla las potencias instaladas por ciertas áreas

AREA	POTENCIA INSTALADA(W)	% POTENCIA (%)
ADMINISTRACIÓN	454G	20,80113403
GALPON	17320	7G,1G8865G7
TOTAL	2186G	100

Tabla 10. tabla de potencia instalada Fuente: Autor





*Figura 19. potencia instalada en el taller*  
Fuente: Autor

### 3.2.3. TRANSFORMADOR

La fábrica Calzado Gissellita recibe su suministro de energía de la red de medio voltaje proporcionada por CNEL EP (Corporación Nacional de Electricidad) DE GUAYAQUIL. Esta red es monofásica y atraviesa la planta industrial con un nivel de voltaje de 7.97 kV en fase.

Hasta ahora, el equipo ha estado en funcionamiento durante aproximadamente 8 años sin haber sido sometido a ningún mantenimiento preventivo ni a pruebas para evaluar su estado operativo.

En la tabla 11 se mostrará las características del transformador.

CARACTERISTICAS	ESPECIFICACIONES
N° DE TRANSFORMADOR	13/26599
MARCA	ECUATRAN
POTENCIA	37.5Kva
FASE EN BT	MONOFASICA(AB)
VOLTAJE PRIMARIO	7.97KV
VOLTAJE SECUNDARIO	240V
CARGABILIDAD (%)	64,8

*Tabla 11. tabla de características de transformador. Fuente: Autor*

### 3.3. TOMA DE MEDICIONES

Para analizar con más detalles el estado actual del sistema eléctrico del taller, se utilizaron dispositivos de toma de medidas eléctricas para el seguimiento continuo y la recopilación de datos.

#### 3.3.1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ENERGÍA

El dispositivo a utilizar para medir consumo y cargas eléctricas es Fluke 302.

Sus especificaciones y características se muestran en la Tabla 12 y la Figura 20.

FUNCION	CARACTERISTICAS
Estas funciones hacen del Fluke 323 una herramienta valiosa para electricistas y profesionales que necesitan realizar mediciones precisas y seguras en sistemas eléctricos.	Capacidad para medir corriente en conductores sin interrumpir el circuito.
	Puede medir corrientes de hasta 400 amperios.
	Permite medir tensiones en corriente alterna (AC) y continua (DC).
	Función para medir resistencia eléctrica.
	Puede indicar la continuidad de un circuito mediante una señal audible.
	Pantalla digital para mostrar las lecturas de manera clara.
	Diseñado para ser fácil de transportar y manejar en el campo.
	Apertura de mandíbula lo suficientemente amplia para medir conductores de tamaño estándar.

Tabla 12. tabla de características herramienta pinzas Fluke. Fuente: [22]



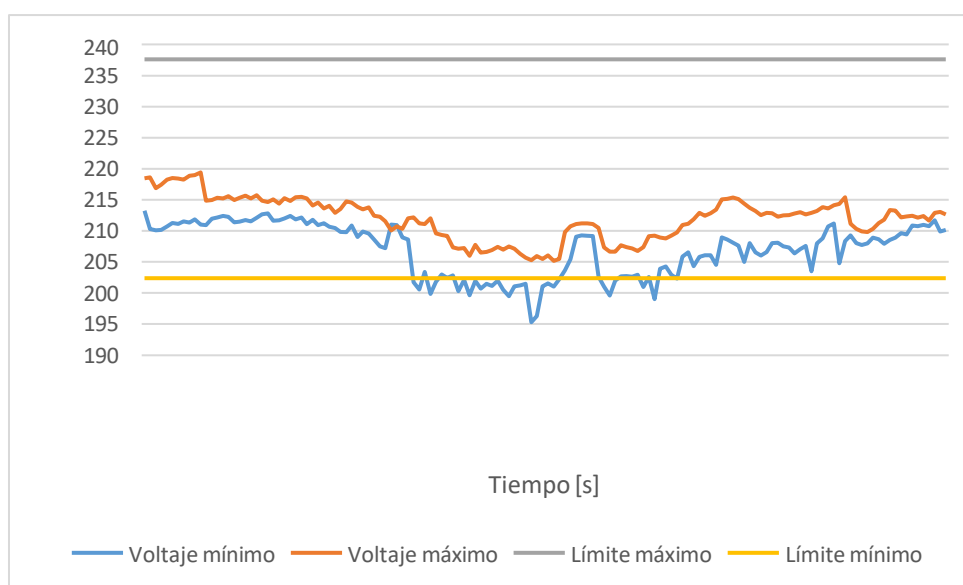
Figura 20. Pinzas amperímetro Fluke 302taller  
Fuente: [22]

### 3.3.2. NIVEL DE VOLTAJE

Este estudio se pensó que el voltaje secundario suministrado a las placas del transformador.

La tensión nominal entre fases es de 220 V, pero la tensión entre fases es de 120 V.

Se muestra que V12 tiene más desajuste en términos de variación de voltajes. Los voltajes de línea contienen ejemplares no estándar porque ciertos valores exceden en  $\pm 8^\circ$  los establecidos por las autoridades reguladoras.



*Figura 21. Voltaje de fase a fase  
Fuente: Autor*

La Figura 21 muestra las señales correspondientes a las tensiones mínima y máxima de la línea 1-2.

Se destaca que, durante el horario laboral, el voltaje mínimo registrado es inferior al límite permitido de 202,5V.

### 3.3.3. DESBALANCE DE VOLTAJE

Según la Normativa de la IEEE 1159-1995, para calcular la oscilación de voltaje en un sistema monofásico, podríamos usar la siguiente fórmula:

$$\text{Sistema Monofasico (\%)} = (V_{prom}(V - V_{prom})^2) * 100 \quad (13)$$

**Donde:**

- V=es el voltaje monofásico.
- $V_{prom}$ = es el voltaje promedio
- Desbalance de Voltaje (%) =  $(213,32(220-213,32)^2) \times 100$
- Desbalance de Voltaje (%) = 3,13%

**3.3.4. FACTOR DE POTENCIA**

	Valor			N° de muestras totales	N° de muestras fuera de la norma	Porcentaje de incumplimiento	Estado
	Máximo	Mínimo	Promedio				
FP	1,00	0,62	92,7	3960	262	66,61%	No cumple

*Tabla 13. tabla de análisis de factor de potencia. Fuente: Autor*

De acuerdo con la información recopilada por el indagador de redes, en la Tabla 13 se muestra que el factor de potencia se halla dentro del rango aceptable.

Esta situación hace que la empresa distribuidora responsable no incurra en penalización alguna en el reclamo.

**3.3.5. DESBALANCE DE CARGAS**

En general, las corrientes de fase en el lado secundario de un transformador varían debido a las diferentes características de las cargas conectadas. Aunque no existen regulaciones específicas que limiten este parámetro, es común y recomendado por razones técnicas equilibrar la carga de la línea y optimizar el rendimiento del sistema.[23]

En resumen, aunque es posible que las regulaciones no especifiquen límites para las diferencias de corriente de fase, por razones técnicas para garantizar el funcionamiento eficiente y confiable de los sistemas eléctricos, se recomienda mantener las líneas de transmisión con carga equilibrada.

### 3.3.6. FACTOR DE UTILIZACIÓN PARA INCORPORACION DE UNA NUEVA CARGA

El plan es reutilizar el almacén artesanal, reconstruyendo y reubicando maquinaria para crear un espacio de trabajo más grande y cómodo. La adquisición de maquinaria cardadora tiene como objetivo solucionar, racionalizar y ampliar la producción de calzado puede encontrar información sobre la máquina que está comprando en la Tabla 14.

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	FUNCION	VOLTAJE (V)	POTENCIA (W)
1	CARDADORA	COSMOPOL C70	Cardadora semiautomática para suelas de goma y PU de caja o con vira. Con esta máquina se puede efectuar el cardado perimetral de la suela con una vira o una pared que da a la misma una forma de caja.	220	1300

Tabla 14. Nueva maquinaria. Fuente: Autor

En esta situación, se considera una carga con un factor de carga de 0,8 y un factor de potencia especificado por el productor.

Al utilizar la siguiente formula (14) podremos obtener la potencia aparente de la nueva maquinaria.

$$S_{nuevo} = \frac{P * FU}{FP} \dots\dots\dots(14)$$

**Donde:**

- S= Potencia aparente
- P= Potencia
- FU= Factor de utilización
- FP= Factor de potencia

$$S_{nuevo} = \frac{1.3 * 0.8}{0.9}$$

$$S_{nuevo} = 1.16$$

### 3.3.7. NIVELES DE ILUMINACIÓN

Se utiliza un medidor especial de lux BJ-LX1010B para evaluar la iluminancia en diferentes áreas del taller.

Sus características están tabuladas y mostradas en la tabla 15.

Función	Características
Fotometría - Medición de niveles de iluminación	1. Pantalla: LCD 31/2 - altura de caracteres
	2. 18 mm Rango de prueba: 1 lux - 50,000 lux
	3. Frecuencia de muestreo: 2,0 veces / seg
	4. Precisión de medición: $\pm 4\%$ rdg $\pm 0.5\%$ f.s
	5. Energía: batería de 9V 6F22

Tabla 15. Función y características de luxómetro BJ-LX1010B Fuente:[25]



Figura 22. Luxómetro BJ-LX1010B  
Fuente: [25]

El luxómetro se posicionó de forma uniforme a 1 o 2 metros sobre el suelo, al cual el personal realiza sus labores diarias. Se notó que cada sección de la instalación no hace un uso de la luz natural, ya que solo en la entrada del galpón cuentan con techos translúcidos.

Se considero solo un estudio a realizar, ya que solo se utiliza el 10% de iluminación natural dentro del área de trabajo dependiendo así de iluminación artificial del cual se considerará el estudio y se aseguró que el nivel de iluminación en cada área fuera el adecuado según las actividades que se llevan a cabo.[26]

La Tabla 16 proporciona una descripción detallada de cada zona y su nivel de iluminación, tomando en cuenta los dos casos de estudio anteriores.

Además, se examina si cada área desempeña con los niveles de iluminación recomendados de acuerdo con las pautas establecidas.

Zona	Nivel de Iluminación			Estado (Natural)	Estado (Artificial)
	Natural	Artificial	Recomendado		
Oficina de Ventas	70	330	500	No cumple	No cumple
Comedor	76	265	200	No cumple	Si cumple
Baño	7,3	210	50	No Cumple	Si cumple
Bodega	264	371	300	No cumple	Si cumple
Secretaria	110	402	500	No cumple	No cumple
Aire comprimido	153	335	300	No cumple	No cumple
Corte	180	490	500	No cumple	No cumple
Troquelado	80	545	500	No Cumple	Si cumple
Aparado	240	320	500	No cumple	No cumple
Engomado	63	430	500	No Cumple	No cumple
Sellado	71	448	500	No Cumple	No cumple
Armado	64	582	500	No Cumple	Si cumple
Pegado Calzado	36	548	500	No Cumple	Si cumple
Calentado de Calzado	33	574	500	No Cumple	Si cumple
Limpiado	76	480	500	No Cumple	Si cumple
Almacenado	65	556	500	No Cumple	Si cumple
Baño	7,6	367	50	No Cumple	Si cumple
Portal	1100	-	20	Si Cumple	-

Tabla 16. Niveles de iluminación por área Fuente: Autor

### 3.3.8. PUESTA A TIERRA

Para una correcta evaluación de puesta a tierra, se utiliza el telurómetro DUOYI 4100B, que cuenta con cuatro terminales. Es importante destacar que este telurómetro está certificado mediante un certificado de calibración. Las especificaciones detalladas de este equipo se proporcionan en la Tabla 17. y se presenta visualmente en la Figura 23

Función	Características
Medición de resistencia a tierra Resistividad del suelo.	1. Rango de medición de resistencia de tierra: 0-2000Ω. 0/20/200/2000 ohmios ± (2%+3) con 0,01 ohmios 2. Rango de medición del voltaje de tierra: 0-30 V (3%+5) 3. La luz verde LED indica el modo de funcionamiento normal. Pantalla LCD de 4,31/2 dígitos para una lectura más directa y cómoda. 5. Advertencia de batería baja: en la pantalla LCD indica deficiencia de batería de 12V. La iluminación roja del LED apagada indica deficiencia de la batería de 1,5 V. 6. Respuesta rápida: Mida la resistencia de tierra, aproximadamente 5 segundos. Mida el voltaje de tierra, aproximadamente 2 segundos. 7. Voltaje soportado: CA 500 V, 1 minuto entre el circuito y la carcasa exterior. 8. Protección contra sobrecarga: En voltaje de tierra, puede soportar 300 V CA durante 1 minuto. Resistencia a tierra, puede soportar 200 V CA durante 10 segundos.

Tabla 17. Funciones y características del telurómetroDUOYI4100 Fuente: [27]



Figura 23. Telurómetro DUOYI DY4100B Fuente: [27]



La toma de medidas del sistema puesta a tierra, se realizaron utilizando el procedimiento de caída de potencial [16].

Para realizar las mediciones se ubicó la red, se verificó su funcionalidad, luego se desconectó de la red para evitar resultados erróneos o daños al equipo, y finalmente se realizaron las medidas.

El cociente de estos valores conseguidos se comparó con el reglamento NEC 250.56[15]. La Tabla 18 muestra los resultados del valor de la puesta a tierra para las cinco mediciones realizadas.

N°	Resistencia de puesta a tierra [Ω]
Medida I	14,5
Medida II	14,2
Medida III	13,7
Medida IV	14,5
Medida V	14,9

Tabla 18. Valores de resistencia puesta a tierra Fuente: Autor

### 3.4. PLANILLAJE DE CONSUMO ELÉCTRICO

Se obtuvo las facturas del consumo energético de los últimos doce meses para examinar el consumo mensual, los costos relacionados con la demanda, las tasas de consumo y otros aspectos relevantes. Este análisis de tarifas es importante para comprender y gestionar eficientemente el consumo de energía a lo largo del tiempo. Esto le permite identificar patrones, evaluar la eficiencia energética y tomar decisiones informadas sobre la gestión de la energía.

Calzado Gissellita está asociada a un medidor que registra el consumo de energía para su facturación mensual. Este pertenece a la categoría BT- Comercial con demanda horaria. Esta clasificación implica que el consumidor está bajo una tarifa general para "Bajo voltaje con demanda horaria" y se aplica al sector comercial.

El planillaje eléctrico que data de 12 meses, desde noviembre del 2022 hasta noviembre del 2023, fueron tomadas para el estudio

### 3.4.1. ENERGÍA FACTURABLE

Se presenta en la tabla 19. un resumen minucioso del consumo eléctrico presentado en kWh.

MESES	COMIENZA	TERMINA	DIAS	CONSUMO MENSUAL (KW/H)
nov-22	7/10/2022	8/11/2022	33	1424
dic-22	8/11/2022	7/12/2022	29	1438
ene-23	8/12/2022	6/1/2023	30	1251
feb-23	7/1/2023	4/2/2023	29	806
mar-23	5/2/2023	7/3/2023	31	924
abr-23	8/3/2023	5/4/2023	29	921
may-23	6/4/2023	8/5/2023	33	850
jun-23	9/5/2023	7/6/2023	30	1164
jul-23	8/6/2023	6/7/2023	29	1159
ago-23	7/7/2023	4/8/2023	29	1045
sep-23	5/8/2023	5/9/2023	32	1146
oct-23	6/9/2023	5/10/2023	30	1105
nov-23	6/10/2023	6/11/2023	32	964

Tabla 19. Registro histórico de la energía en kWh Fuente: Autor

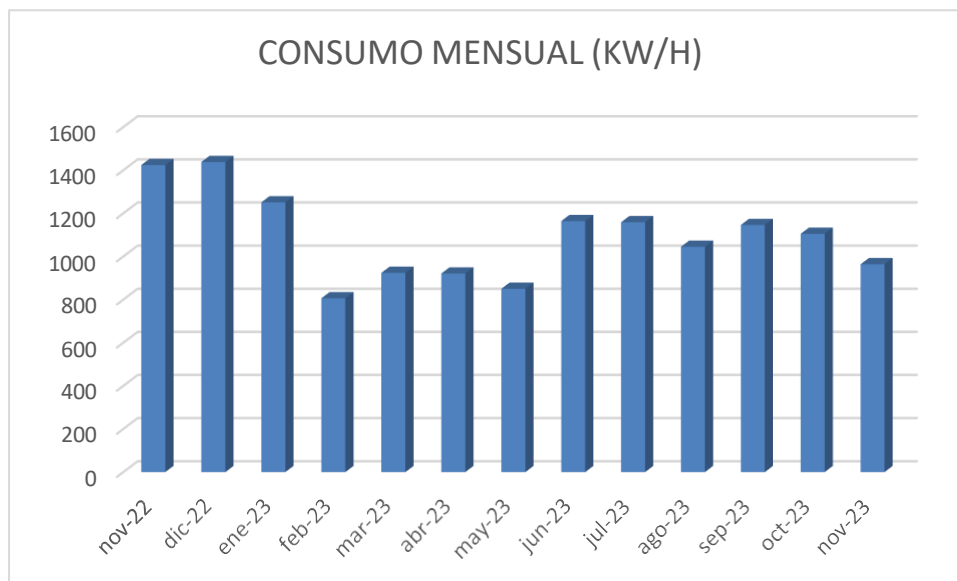


Figura 23. Consumo eléctrico de los últimos 12 meses.

Fuente: Autor

Se muestra en la figura 23. que el mayor consumo eléctrico fue el mes de diciembre de 2022 y que el mayor gasto de energía se produjo en el horario laborable del taller de calzado que es entre las 9:00 y las 18:00.

### 3.4.2. DEMANDA ELÉCTRICA FACTURABLE

En la Tabla 20 se muestra la demanda eléctrica a facturar.

MESES	TOTAL, PRODUCCIÓN	CONSUMO MENSUAL (KW/H)	PAGO(DOLARES)
nov-22	4388	1424	176,01
dic-22	3830	1438	164,51
ene-23	957	1251	119,45
feb-23	437	806	83,64
mar-23	1856	924	102,58
abr-23	2099	921	98,99
may-23	2269	905	94,67
jun-23	2648	1164	128,97
jul-23	2292	1159	127,95
ago-23	2195	1045	114,25
sep-23	2372	1146	123,01
oct-23	2193	1105	125,93
nov-23	1549	964	106,94
TOTAL	29085	14252	1566,9

Tabla 20. Demanda eléctrica facturable en KW y su costo Fuente: Autor

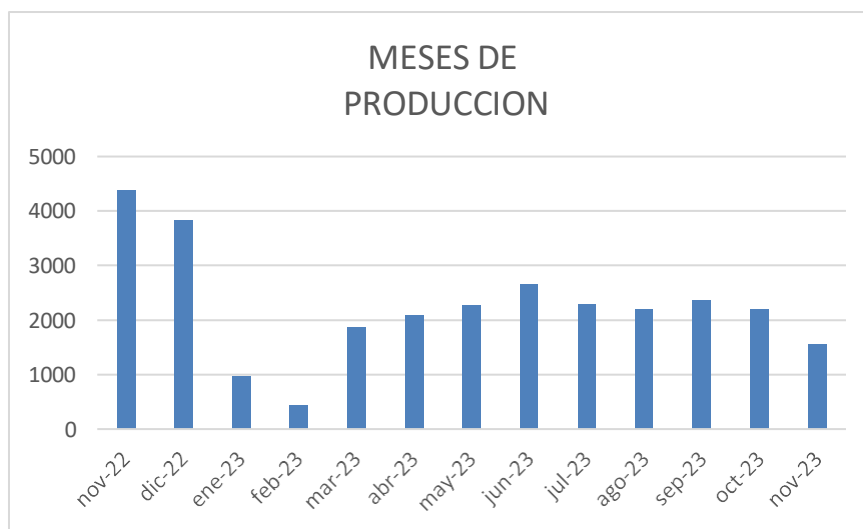


Figura 24. Demanda facturable en producción.

Fuente: Autor

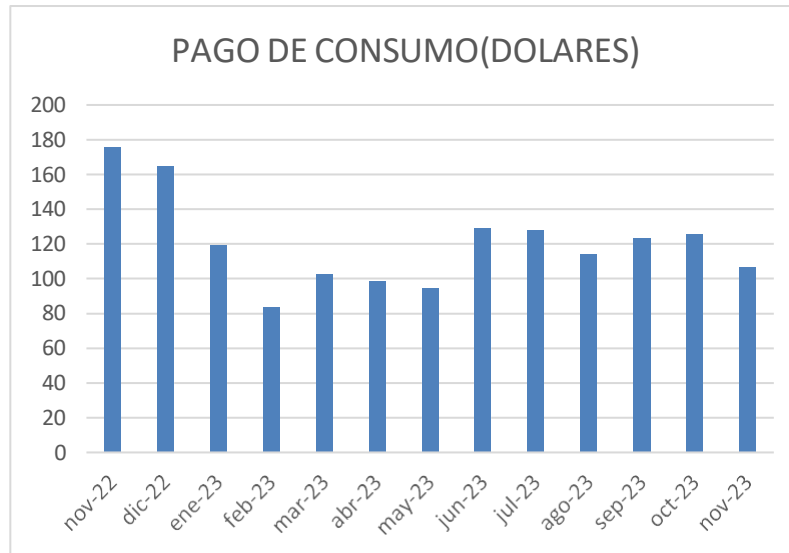


Figura 25. Demanda facturable en dólares.  
Fuente: Autor

En esta Figura podemos ver que la mayor producción se da en diciembre de 2022, considerando que la producción es proporcional a sus costos asociados. También vemos que los mayores costos son producidos en diciembre de 2022.

Si la demanda máxima de la fábrica coincide con la participación máxima horaria de la empresa de servicios públicos, el factor de gestión de la demanda puede acercarse a 1. Este factor representa la capacidad de una empresa para gestionar la demanda de electricidad durante períodos críticos en los que igualar las cuotas máximas puede generar costos más altos para la demanda máxima facturable.

Su proximidad a la unidad en el factor de gestión demanda, lo cual puede generar costos adicionales. Reducir la carga eléctrica durante el horario pico puede mejorar este factor y, en consecuencia, disminuir los gastos asociados. implican el uso de tecnologías de control de carga o procesos de programación durante períodos de menor demanda.

### 3.5. ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL

La información recopilada ha permitido desarrollar un esquema que unifica el sistema eléctrico del taller artesanal. Esta imagen proporciona una representación visual clara de la distribución interna y cómo opera el mismo, desde el transformador hasta los ramales de baja tensión.

El sistema fue desarrollado en el programa AUTOCAD y ofrece un desglose total de cada ramal de baja tensión conectado al proceso de elaboración del calzado. Se identifican estos equipos:

- Tableros de control secundarios
- Termomagnéticos
- Cables y sus calibres
- Maquinarias y sus cargas

Se muestra en las siguientes figuras el diagrama unifilar del taller artesanal (Anexo 3).

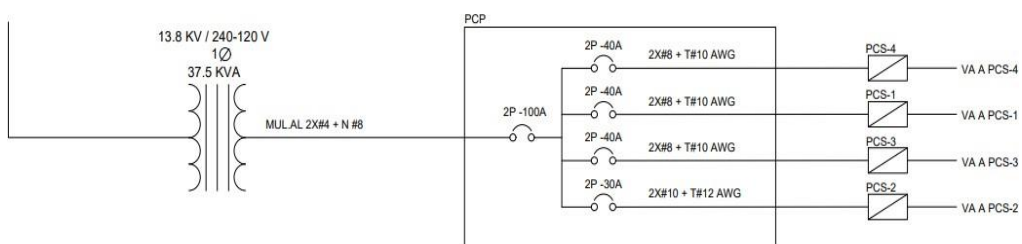


Figura 26. Transformador, acometido y panel principal en AutoCAD.  
Fuente: Autor

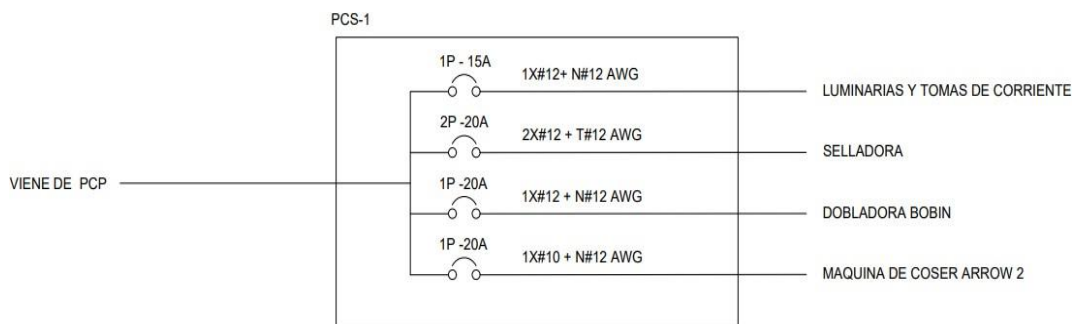


Figura 27. Tablero secundario y maquinarias en AutoCAD.  
Fuente: Autor

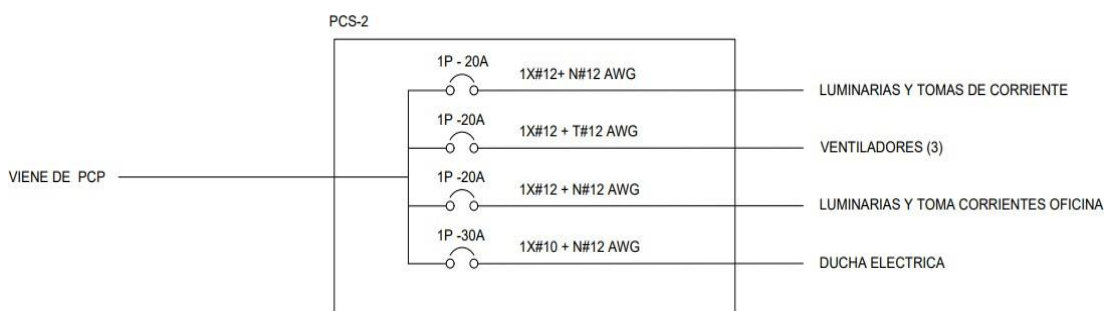


Figura 28. Tablero secundario y maquinarias en AutoCAD.  
Fuente: Autor

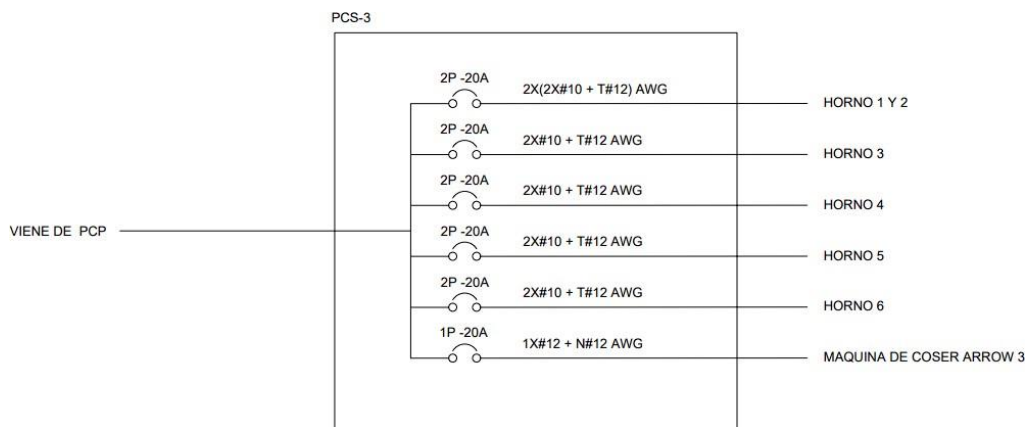


Figura 29. Tablero secundario y maquinarias en AutoCAD.

Fuente: Autor

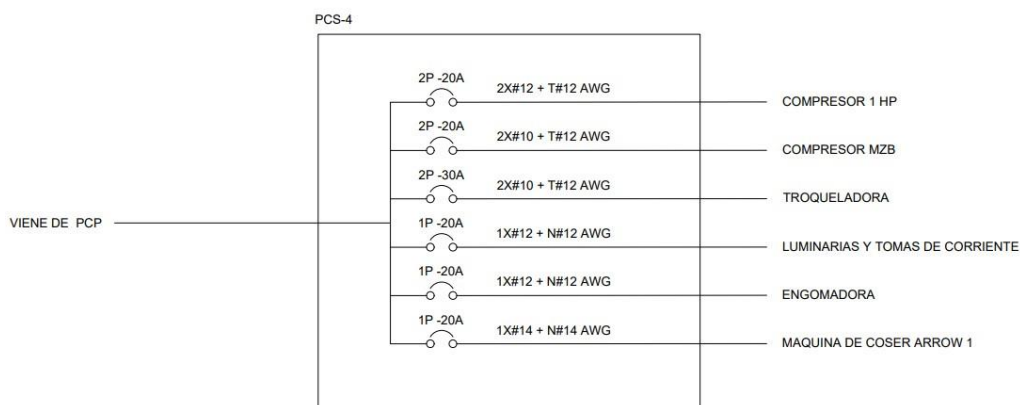


Figura 30. Tablero secundario y maquinarias en AutoCAD.

Fuente: Autor

En las Tablas 21, se describe información relevante según las especificaciones de las cargas y la información proporcionada en el diagrama unifilar. Las tablas ofrecen información sobre el tipo y distancia de los cables, la medida de los termomagnéticos y las especificaciones eléctricas particulares de los aparatos industrial y de iluminación.

Circuito	Salida	Entrada	Calibre conductor	Longitud [ m]	Protección
1	ACOMETIDA	PCP	4 AWG	16	2P - 100
2	PCP	PCS-4	8 AWG	3,5	2P-40
3	PSC-4	Compresor	12 AWG	3,8	1P-20
4	PCS-4	Compresor MZB	10 AWG	3	2P - 20
5	PCS-4	Troqueladora	10 AWG	3,3	2P - 30
6	PCS-4	Luminarias y Tomas de Corriente	12 AWG	4,1	1P - 20
7	PCS-4	Engomadora	12 AWG	3,2	1P - 20
8	PCS-4	Máquina de Coser Arrow	14 AWG	5,2	1P - 20
9	PCP	PCS-1	6 AWG	6,7	2P-40
10	PCS-1	Luminarias y Tomas de Corriente	12 AWG	4,6	1P - 15
11	PCS-1	Selladora	12 AWG	5,8	2P - 20
12	PCS-1	Dobladora BOBIN	12 AWG	3,6	1P - 20
13	PCS-1	Máquina de Coser Arrow	12 AWG	3,7	1P - 20

14	PCP	PCS-3	8 AWG	7,6	2P-40
15	PCS-3	Horno 1-2	10 AWG	3,5	2P - 20
16	PCS-3	Horno 3	10 AWG	3,5	2P-20
17	PCS-3	Horno 4	10AWG	3,9	2P-20
18	PCS-3	Horno 5	10 AWG	3,8	2P - 20
19	PCS-3	Horno 6	10 AWG	3,6	2P - 20
20	PSC-3	Máquina de Coser Arrow	12 AWG	5,2	1P - 20
21	PCP	PCS-2	10 AWG	8,4	2P-30
22	PCS-2	Luminarias y Tomas de Corriente	12 AWG	4,6	1P - 20
23	PCS-2	Ventiladores x3	12 AWG	3,8	1P - 20
24	PCS-2	Oficinas (Luminarias y tomas de corriente)	12 AWG	7,9	1P - 20
25	PCS-2	Ducha Eléctrica	10 AWG	6,8	1P - 30

Tabla 21. Características de conductores y protecciones Fuente: Autor

El diseño de los circuitos de los aparatos industriales se describe en el plano eléctrico actual, acompañado de información particular, tales como la localización exacta de cada aparato, la longitud de los conductores y las conexiones con los tableros eléctricos correspondiente

### 3.6. CAIDA DE VOLTAJE

La caída de voltaje en un circuito eléctrico se puede calcular mediante la expresión utilizando los voltajes registrados en el nodo de salida y el nodo de llegada. Esta expresión proporciona información sobre la pérdida de voltaje en cada rama del circuito [28].

$$V_{caida} = I * Z$$

Donde:

- V es la caída de voltaje en voltios (V).
- I es la corriente en amperios (A).
- R es la resistencia en ohmios ( $\Omega$ ).

Esta fórmula se aplica a circuitos básicos con una sola resistencia. Las técnicas de análisis de circuitos se pueden utilizar para determinar la caída de voltaje total en circuitos más complejos con múltiples resistencias en serie o en paralelo [29].

		<b>Voltaje salida</b>	<b>Voltaje llegada</b>	<b>Impedancia (Z)</b>	<b>Caída de voltaje</b>	<b>V [%]</b>	<b>Longitud [ m]</b>	<b>Calibre conductor</b>
ACOMETIDA	PCP	220	217,49	0.0260	2,51	1,14	16	4 AWG
PCP	PCS-4	217,49	216,79	0.0143923	0,72	0,33	3,5	8 AWG
PSC-4	Compresor MZB	216,79	215,99	0.0261540	0,8	0,37	3,8	10 AWG
PCS-4	Compresor	216,79	216,55	0.0311898	0,22	0,11	3	12 AWG
PCS-4	Troqueladora	216,79	216,49	0.0215770	0,3	0,14	3,3	10 AWG
PCS-4	Luminarias y Tomas de Corriente	111,28	109,65	0.0426261	1,63	0,79	4,1	12 AWG
PCS-4	Engomadora	216,79	216,53	0.0332691	0,26	0,12	3,2	12 AWG
PCS-4	Máquina de Coser Arrow	111,28	110,22	0.0859625	1,06	0,5	5,2	14 AWG
PCP	PCS-1	217,49	216,35	0.0275510	1,14	0,54	6,7	8 AWG
PCS-1	Luminarias y Tomas de Corriente	112,36	111,3	0.0447054	1,06	0,5	4,6	12 AWG
PCS-1	Selladora	217,49	217,08	0.0603003	0,41	0,19	5,8	12 AWG
PCS-1	Dobladora BOBIN	217,49	217,23	0.0374278	0,26	0,12	3,6	12 AWG
PCS-1	Máquina de Coser Arrow	112,36	112,09	0.0384674	0,27	0,24	3,7	12 AWG
PCP	PCS-3	217,49	216,52	0.0312519	0,97	0,45	7,6	8 AWG
PCS-3	Horno 1-2	216,52	216,14	0.0248463	0,37	0,17	3,8	10 AWG
PCS-3	Horno 3	216,52	216,11	0.0274617	0,41	0,19	4,2	10 AWG
PCS-3	Horno 4	216,52	216,07	0,0224	0,44	0,2	4,5	10 AWG
PCS-3	Horno 5	216,52	215,63	0.0363881	0,89	0,41	3,5	10 AWG
PCS-3	Horno 6	216,52	215,96	0.0395071	0,56	0,25	3,8	10 AWG
PCS-3	Ribeteadora	216,52	215,98	0.0374278	0,54	0,24	3,6	12 AWG
PCS-3	Máquina de Coser Arrow	112,36	112,01	0.0540623	0,35	0,31	5,2	12 AWG
PCP	PCS-2	217,49	216,37	0.0549233	1,12	0,55	8,4	10 AWG
PCS-2	Luminarias y Tomas de Corriente	111,63	111,19	0.0478244	0,42	0,38	4,6	12 AWG
PCS-2	Ventilador	111,63	111,36	0.0395071	0,27	0,14	3,8	12 AWG
PCS-2	Oficinas	111,63	111,36	0.0821332	1,01	1,35	7,9	12 AWG
PCS-2	Ducha Eléctrica	216,37	215,35	0.0444617	1,02	0,47	6,8	10 AWG

Tabla 22. Caídas de voltaje del sistema actual Fuente:  
Autor



## 4 CAPITULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

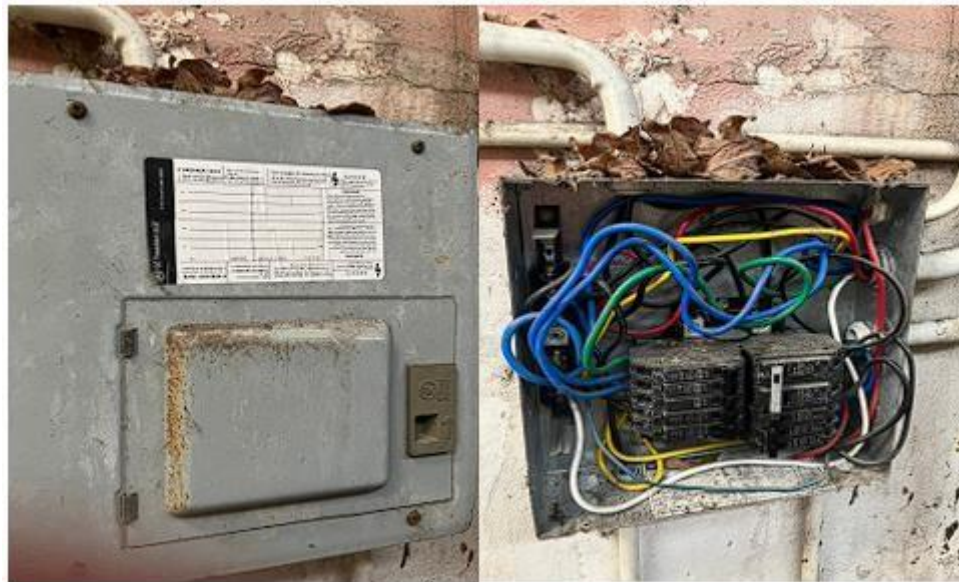
#### 4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Después de completar la recopilación de información, la colección de datos en el sitio y el análisis del planillaje eléctrico, se ha elaborado un diagnóstico que describe los problemas de manera clara y concisa.

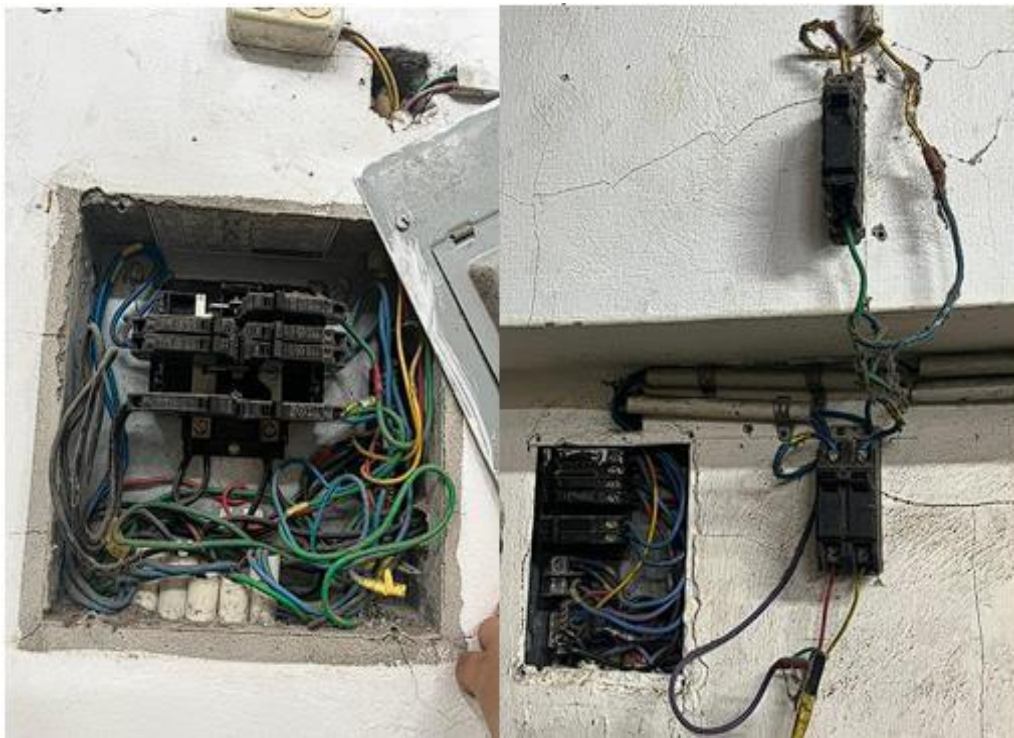
Este informe presenta ideas para mejorar el estado físico y operativo de las instalaciones con el fin de proteger la seguridad de los empleados y reducir los costos de energía. Finalmente, se lleva a cabo un análisis técnico-económico para evaluar la viabilidad de las propuestas presentadas[30]

##### 4.1.1. DIAGNOSTICO

Los tableros eléctricos tienen alrededor de 15 años y de manera negativa no prometen garantías sobre su seguridad o eficacia. La Figura 31 se muestra el estado físico del tablero de distribución en el área de producción y muestra varios problemas que deben abordarse.



*Figura 31. Tablero principal.  
Fuente: Autor*



*Figura 32. Tableros secundarios Fuente: Autor*

Presenta deficiencias en su condición física debido a la presencia de señales de óxido y daños causados por una manipulación inadecuada.

Los paneles no tienen las calidades IP convenientes de acuerdo con el nivel de protección de la maquinaria anverso a factores ambientales del exterior.

La falta de un sistema de reglamento de colores en el conductor eléctrico que proporciona energía a los paneles significa que las modificaciones o el mantenimiento correctivo tardan mucho más en identificar las fases. La falta de identificación durante estas operaciones puede aumentar el riesgo de daños a otros circuitos.

Se encuentran conexiones defectuosas o inadecuadas, donde los conductores no están firmemente establecidos que se debe a un mal empalme o agitaciones. En varias ocasiones, estos falsos contactos causan chispeos, que hacen que los interruptores termomagnéticos se calienten.

Adicionalmente, ni las máquinas ni los motores han recibido mantenimiento preventivo cada 6 meses ni cada año. Actualmente, el mantenimiento correctivo solo se realiza en caso de daño imprevistos.

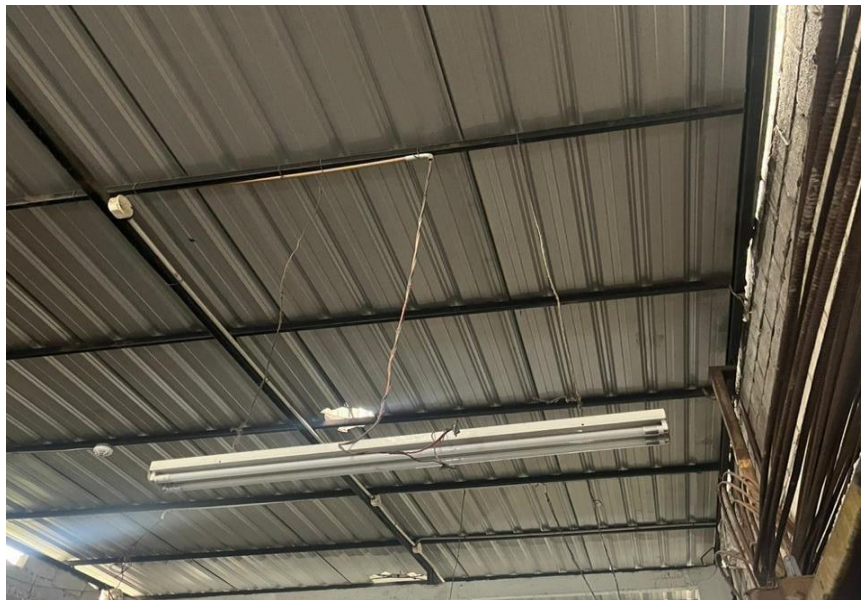


*Figura 33. Sistema de aire comprimido en mal estado*

*Fuente: Autor*

El sistema de aire comprimido opera en función de la demanda, pero se enfrenta a un problema en el método de arranque, ya que inicia directamente, dando como resultado en fuga de energía, deterioro en los devanados y una disminución en su durabilidad. También, se observan escapes en los canales PVC, una calibración inadecuada de la red y una implementación indebida del compresor.

Se notó que predominantemente, la iluminación del taller está compuesto por luces tubulares fluorescentes, como se evidencia en la Figura 34. En dicho régimen, se observó que en algunas zonas no se cumplen con la iluminación recomendados por la NEC-11 según la tarea realizada. Como resultado, esto afecta la actividad de los trabajadores, disminuyendo los niveles de proactividad y productividad.[15]



*Figura 33. Circuito de iluminación Fuente: Autor*



*Figura 34. Única área de techado traslucido en mal estado*

*Fuente: Autor*

- Algunas luminarias se encuentran en mal estado o sin funcionamiento.
- No se han llevado a cabo trabajos de mantenimiento, como la limpieza, en los sistemas de iluminación del área de producción.
- La disposición de las luminarias en áreas específicas no es adecuada
- Se han observado acumulaciones de polvo y telarañas en los cebadores y los tubos fluorescentes.

El sistema de puesta a tierra que integra el área de producción del taller artesanal consta exclusivamente de una varilla Copperweld, según se muestra en la Figura 34. Debido a esta configuración, la resistividad promedio del sistema puesta a tierra es de  $14,36\Omega$  , la cual ofrece seguridad al personal y los equipos[16].

La norma NEC (National Electrical Code) no establece un límite numérico específico para la resistencia de la puesta a tierra. En cambio, la NEC enfatiza la importancia de una conexión a tierra efectiva y establece requisitos generales para la instalación de sistemas de puesta a tierra[31].

El artículo 250 de la NEC proporciona las directrices para la puesta a tierra de sistemas eléctricos. Se destaca la importancia de lograr una resistencia de tierra baja para garantizar una operación segura y eficiente del sistema eléctrico, pero no establece un valor numérico específico para la resistencia de tierra[32].



*Figura 34. Puesta a tierra del taller*

*Fuente: Autor*

## 4.2. PROPUESTA DE MEJORAS Y AHORRO

### 4.2.1. CAMBIO DE CALIBRE DE CONDUCTORES EN BAJOS RAMALES

La sugerencia es realizar el cambio de conductores en las ramas donde se experimentan pérdidas significativas debido al dimensionamiento inadecuado del calibre o a distancias largas. El cálculo adecuado del dimensionamiento de las protecciones se lleva a cabo utilizando la  $I_n$  (corriente nominal) de la maquinaria multiplicada por un factor de 1,25, según lo descrito en la Formula.

$$I_{pro} = I_n * 1.25 \quad (15)$$

Ejemplo: Acometida – PCP

$$I_{pro} = 79,21 * 1.25$$

$$I_{pro} = 99.02 A$$

Se elige un interruptor termomagnético con una capacidad nominal de 100 amperios, una práctica común que busca garantizar que el interruptor pueda manejar la corriente máxima esperada en el circuito sin dispararse de manera no deseada. La elección del valor de 100 A para el interruptor termomagnético se alinea con las convenciones estándar. Estos interruptores, que incorporan mecanismos térmicos y magnéticos, brindan protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos.[33]

En las figuras 26,27,28,29,30, se presenta el diagrama unifilar del taller, reflejando las modificaciones detalladas en la Tabla23.

Salida	Llegada	Calibre conductor actual	Calibre conductor sugerido	Protección
ACOMETIDA	PCP	4 AWG	1 AWG	2P-100
PCP	PCS-4	8 AWG	-	-
PSC-4	Compresor	12 AWG	14 AWG	2P-20
PCS-4	Compresor MZB	10 AWG	12 AWG	2P-20
PCS-4	Troqueladora	10 AWG	14 AWG	2P-20
PCS-4	Luminarias y Tomas de Corriente	12 AWG	-	1P-20
PCS-4	Engomadora	12 AWG	-	2P-20
PCS-4	Máquina de Coser Arrow	14 AWG	14 AWG	1P-20
PCP	PCS-1	8 AWG	10 AWG	
PCS-1	Luminarias y Tomas de Corriente	12 AWG	14 AWG	1P-20
PCS-1	Selladora	12 AWG	-	2P-20
PCS-1	Dobladora BOBIN	12 AWG	-	2P-20
PCS-1	Máquina de Coser Arrow	12 AWG	14 AWG	1P-20
PCP	PCS-3	8 AWG	-	-
PCS-3	Horno1-2	10 AWG	-	2P-30
PCS-3	Horno 3	10 AWG	-	2P-30
PCS-3	Horno 4	12 AWG	10 AWG	2P-30
PCS-3	Horno 5	10 AWG	-	2P-30
PCS-3	Horno 6	10 AWG	-	2P-30
PSC-3	Máquina de Coser Arrow	12 AWG	14 AWG	1P-20
PCP	PCS-2	10 AWG	8 AWG	-
PCS-2	Luminarias y Tomas de Corriente	12 AWG	-	1P-20
PCS-2	Ventilador	12 AWG	14 AWG	1P-15
PCS-2	Oficinas	12 AWG	-	1P-20
PCS-2	Ducha Eléctrica	10 AWG	-	2P-30

Tabla 23. Caídas de voltaje del sistema actual Fuente: Autor

La caída de tensión se calcula empleando la Ecuación (16) indicada como:

$$V = kVA * k * L \quad (16)$$

donde:

- V es la caída de tensión en porcentaje.
- kVA es el factor de potencia aparente.
- k es la constante del conductor.
- L es la longitud del conductor.

Esta fórmula permite determinar la pérdida de voltaje en términos porcentuales, considerando factores como la potencia aparente, un coeficiente específico y la longitud del conductor. Es importante ajustar los valores según las características particulares del sistema eléctrico en cuestión.

La Tabla 24 exhibe los niveles de caída de voltaje en los ramales de bajo voltaje. En aquellos circuitos donde se propone la modificación del calibre de los cables, se nota una reducción en la caída de voltaje en comparación con la situación actual del sistema. Este nuevo nivel se mantiene dentro de los límites aceptables, representando una mejora significativa que beneficia el desempeño general del sistema eléctrico en la instalación industrial

Nodo de salida	Nodo de llegada	KVA	%ΔV
ACOMETIDA	PCP	24,32	0,61
PCP	PCS-4	10,96	0,49
PSC-4	Compresor	0,83	0,15
PCS-4	Compresor MZB	2,48	0,27
PCS-4	Troqueladora	2,49	0,36
PCS-4	Luminarias y Tomas de Corriente	1,37	0,49
PCS-4	Engomadora	0,66	0,11
PCS-4	Máquina de Coser Arrow	0,72	0,28
PCP	PCS-1	8,46	0,34
PCS-1	Luminarias y Tomas de Corriente	1,63	0,54
PCS-1	Selladora	0,556	0,19
PCS-1	Dobladora BOBIN	0,667	0,12
PCS-1	Máquina de Coser Arrow	0,72	0,44
PCP	PCS-3	9,74	0,45
PCS-3	Horno 1	3,74	0,12
PCS-3	Horno 2	3,74	0,18
PCS-3	Horno 3	3,74	0,33
PCS-3	Horno 4	3,74	0,25
PCS-3	Horno 5	3,74	0,24
PCS-3	Horno 6	3,74	0,24
PSC-3	Máquina de Coser Arrow	0,72	0,45
PCP	PCS-2	7,29	0,42
PCS-2	Luminarias y Tomas de Corriente	1,69	0,38

PCS-2	Ventilador	0,39	0,42
PCS-2	Oficinas	0,86	1,12
PCS-2	Ducha Eléctrica	3,33	0,47

Tabla 24. Caídas de voltaje de la propuesta Fuente: Autor

### -Perdida en los conductores:

Cada conductor tiene una resistencia interna, y cuando la corriente fluye a través de él, se producen pérdidas debido al efecto Joule y la caída de voltaje.

En la siguiente tabla se muestra la pérdida en los ramales de bajo voltaje

Circuito	Salida	Entrada	Resistencia de Conductor (Z)	Intensidad (A)	Perdidas (kw)
1	ACOMETIDA	PCP	0,026	111,821	0,3251
2	PCP	PCS-4	0,0143923	50,5558	0,0368
3	PSC-4	Compresor	0,026154	3,8428	0,0004
4	PCS-4	Compresor MZB	0,0311898	11,4523	0,0041
5	PCS-4	Troqueladora	0,021577	11,5017	0,0029
6	PCS-4	Luminarias y Tomas de Corriente	0,0426261	12,4943	0,0067
7	PCS-4	Engomadora	0,0332691	3,0481	0,0003
8	PCS-4	Máquina de Coser Arrow	0,0859625	6,5324	0,0037
9	PCP	PCS-1	0,027551	39,1033	0,0421
10	PCS-1	Luminarias y Tomas de Corriente	0,0447054	14,6451	0,0096
11	PCS-1	Selladora	0,0603003	2,5613	0,0004
12	PCS-1	Dobladora BOBIN	0,0374278	3,0705	0,0004
13	PCS-1	Máquina de Coser Arrow	0,0384674	6,4234	0,0016
14	PCP	PCS-3	0,0312519	44,9843	0,0632
15	PCS-3	Horno 1-2	0,0274617	17,3036	0,0082
16	PCS-3	Horno 3	0,0224	17,3060	0,0067
17	PCS-3	Horno 4	0,0363881	17,3445	0,0109
18	PCS-3	Horno 5	0,0395071	17,3180	0,0118
19	PCS-3	Horno 6	0,0374278	17,3164	0,0112
20	PSC-3	Máquina de Coser Arrow	0,0540623	6,4280	0,0022
21	PCP	PCS-2	0,0549233	33,6923	0,0623
22	PCS-2	Luminarias y Tomas de Corriente	0,0478244	15,1992	0,0110
23	PCS-2	Ventiladores x3	0,0395071	3,5022	0,0005
24	PCS-2	Oficinas (Luminarias y tomas de corriente)	0,0821332	7,7227	0,0049
25	PCS-2	Ducha Eléctrica	0,0444617	15,4632	0,0106

Tabla 25. Perdida de conductores Fuente: Autor



#### 4.2.2. DISEÑO DE PLANO ELÉCTRICO EN SOFTWARE AUTOCAD

Se propone diseño de sistema eléctrico para ambas plantas para una futura reestructuración, incorporación de nueva carga para satisfacer su crecimiento a corto o largo plazo.

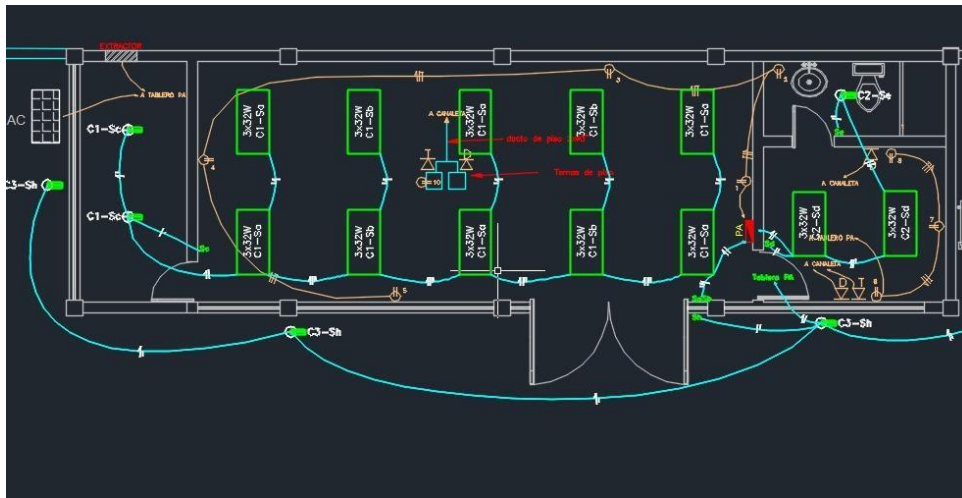


Figura 34. Diseño de sistema eléctrico planta alta

Fuente: Autor

En este segundo diseño se detalla desde ubicación de maquinarias, iluminación de manera óptima para satisfacer las demandas del espacio de producción.

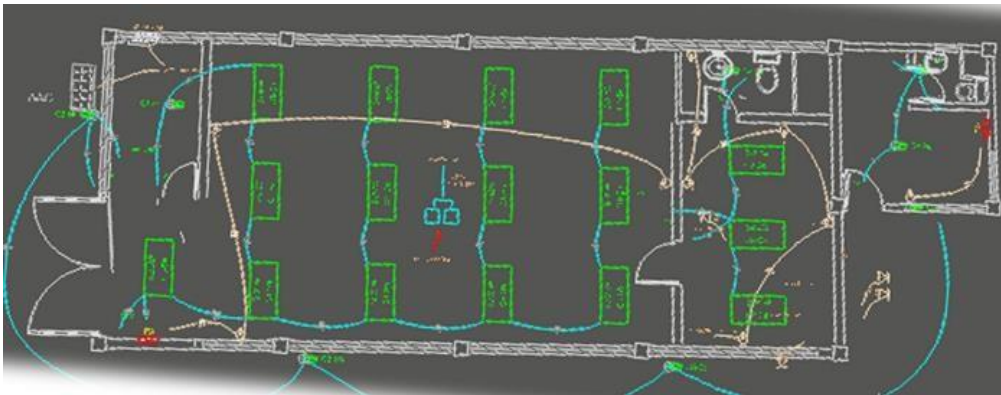


Figura 35. Diseño de sistema eléctrico planta baja área de producción Fuente: Autor

#### 4.2.3. DISEÑO DE ÓPTIMO DE INFRAESTRUCTURA

Se propone un diseño para el área de trabajo y producción de la infraestructura con normativas de prevención de riesgos en la industria. Se realizó el análisis de eficiencia energética ya que la infraestructura del área de producción contaba con mala instalación de techos traslucidos, por lo que no se podía rendir al máximo la luminosidad natural. El trabajo laboral inicia a las 9:00 Am, culminando a las 18:00 Pm sin jornada nocturna, pero se indicó que el personal administrativo suele estar hasta las 19:00 por lo que necesitaría una buena iluminación.

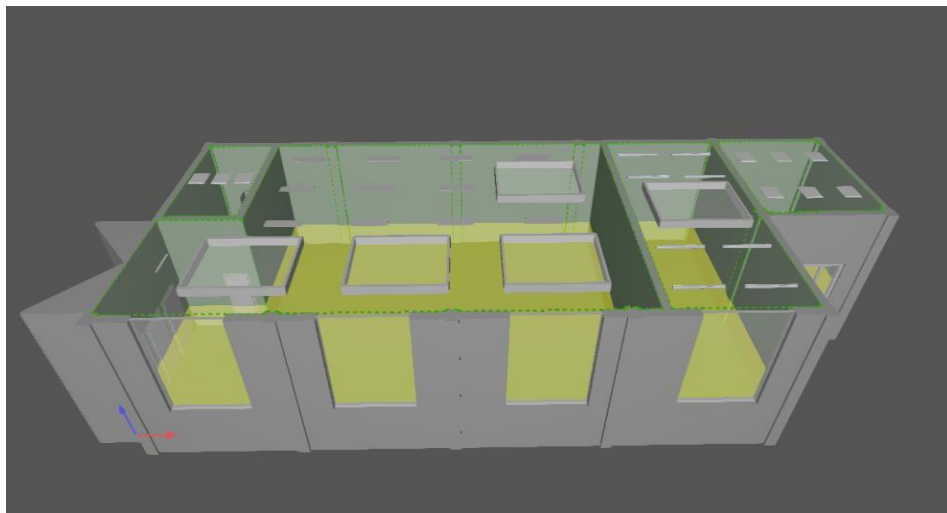


*Figura 36. Diseño de infraestructura área de producción tragaluces, vista superior en Software DIALuxEvo.  
Fuente: Autor*



*Figura 37. infraestructura ventanales área de producción, vista superior en Software DIALuxEvo.  
Fuente: Autor*

El Área de producción también cuenta con una pequeña oficina de ventas y área de bodega por lo cual sus luminarias son de diferente modelo.



*Figura 38. Área de producción, vista superior en Software DIALuxEvo.  
Fuente: Autor*

En el diseño implementaron ventanales industriales y tragaluces para aprovechar al máximo el ingreso de luz natural de tal manera que la eficiencia sea superior.

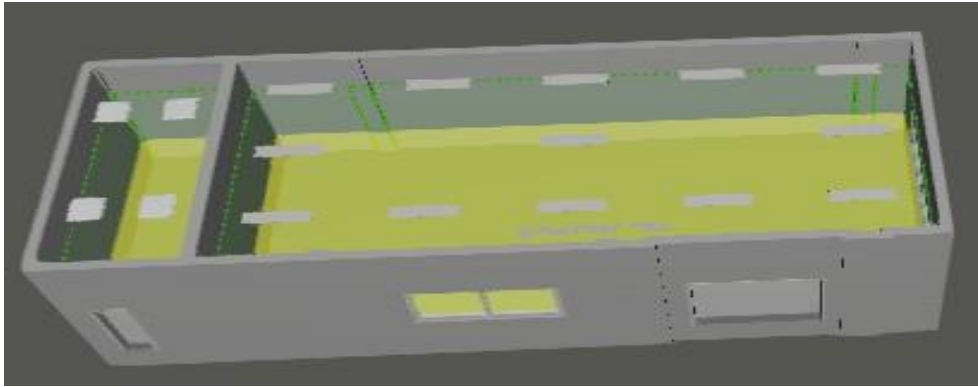


Figura 39. Área de almacenamiento y administración, vista superior en Software DIALuxEvo.

Fuente: Autor

El segundo piso área administrativa y un pequeño cuarto de engomado y pegado para pequeñas piezas que necesitan más detalles y acabados

#### 4.2.4. DISEÑO PARA ILUMINACIÓN LED CON SOFTWARE DIALUXEVO

Se llevó a cabo un estudio del sistema de iluminación en las zonas dedicadas a actividades administrativas, donde se detectó una falta de iluminación adecuada. Se empleó el software DIALuxEvo para realizar simulaciones que incluyeron la implementación de una nueva red de luminarias

En el espacio de costura del calzado, se fabrican fragmentos para armar calzado y pequeñas piezas minimalistas. Se llevó a cabo la colocación uniforme de luces con el objetivo de alcanzar un nivel de luminosidad alrededor de 300-700 luxes

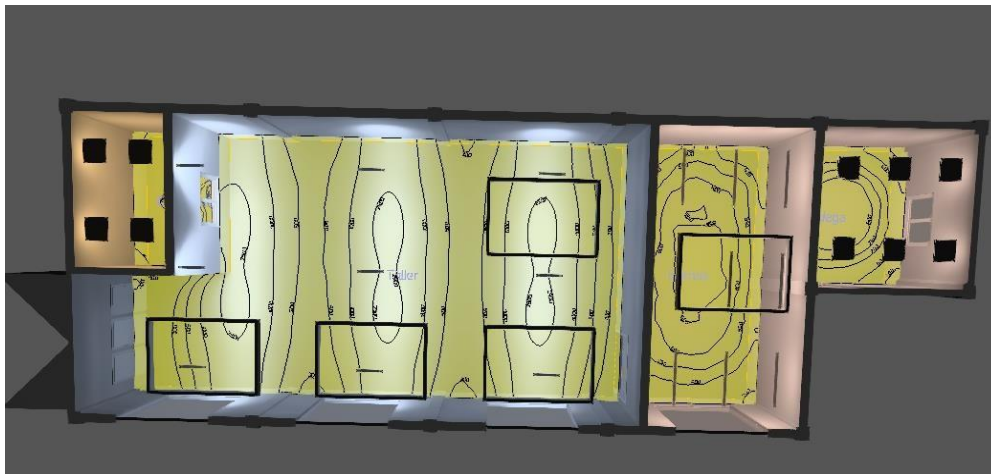


Figura 40. sistema de iluminación Software DIALuxEvo.

Fuente: Autor

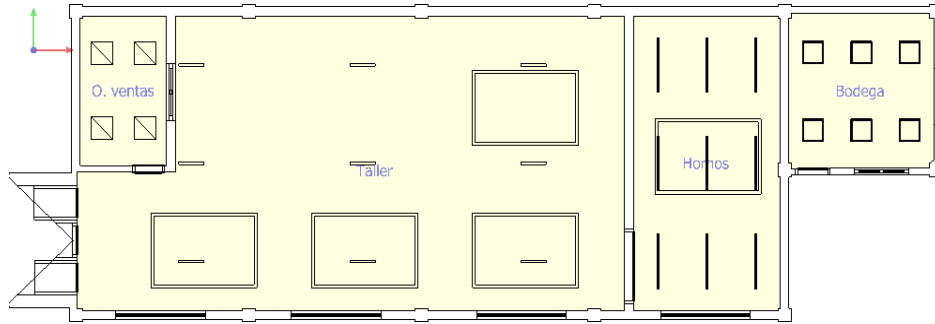


Figura 41. Posición y número de luminarias en área de planta baja Software DIALuxEvo.  
Fuente: Autor

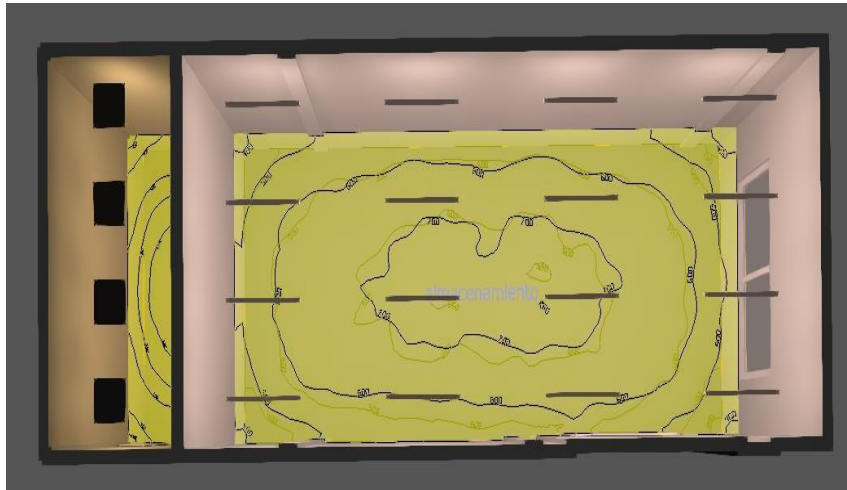


Figura 42. sistema de iluminación del área de almacenamiento y cosido y pegado  
Fuente: Autor

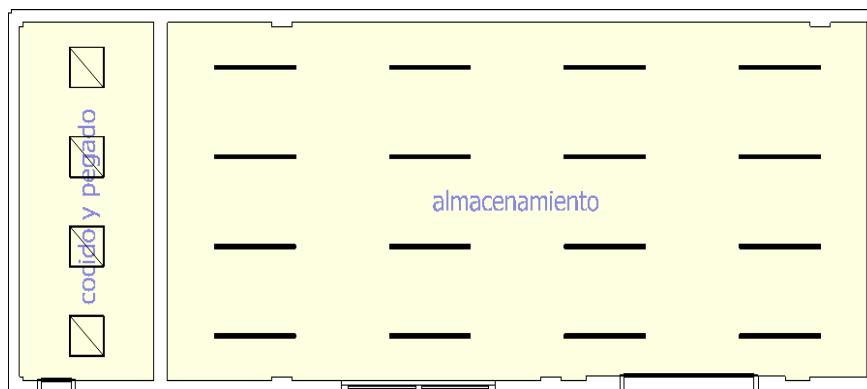


Figura 43. sistema de número y posición de luminarias almacenamiento y cocido  
Fuente: Autor

Aunque el sistema de iluminación actual no consume una cantidad significativa de energía, la adopción de tecnología LED proporciona un ahorro energético notable, así como una calidad de iluminación superior y un rendimiento más eficiente en comparación con otras tecnologías.

## Calculation objects

### Working planes

Properties	$\bar{E}$ (Target)	$E_{min}$	$E_{max}$	$U_o (g_1)$ (Target)	$g_z$	Index
Working plane (O. ventas) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	642 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	439 lx	1116 lx	0.68 ( $\geq 0.60$ ) ✓	0.39	WP1
Working plane (Hornos) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	562 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	383 lx	676 lx	0.68 ( $\geq 0.60$ ) ✓	0.57	WP2
Working plane (Taller) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	1120 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	65.0 lx	3319 lx	0.058 ( $\geq 0.60$ ) ✓	0.020	WP3
Working plane (Bodega) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	699 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	436 lx	898 lx	0.62 ( $\geq 0.60$ ) ✓	0.49	WP4
Working plane (cocido y pegado ) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	518 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	325 lx	649 lx	0.63 ( $\geq 0.60$ ) ✓	0.50	WP6
Working plane (almacenamiento) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	612 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	375 lx	751 lx	0.61 ( $\geq 0.60$ ) ✓	0.50	WP7

Figura 44. Cumplimiento de iluminación por área.

Fuente: Autor

Como se indica Figura 44. el resultado de cumplimiento en todas las áreas del taller artesanal cumple con toda la normativa y aspectos para renderizar economizar y proceder con nuevo cambio de estructura y luminarias.

### 4.2.5. CAMBIO DE LUMINARIAS DE FLUORESCENTES A LED

Se sugiere reemplazar las luminarias existentes por modelos de mayor eficiencia, los cuales deben estar dispuestos de manera adecuada para proporcionar niveles de iluminación adecuados según la actividad realizada en cada área.

Project

DIALux

### Luminaire list

$\Phi_{total}$ 372511 lm		$P_{total}$ 3042.0 W		Luminous efficacy 122.5 lm/W		
pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	$\Phi$	Luminous efficacy
25	LEDVANCE	405807512 2246	LINEAR ULTRA OUTPUT 1500 46 W 4000 K	46.0 W	5500 lm	119.6 lm/W
8	LEDVANCE	405807563 6958	BIOLUX HCL PANEL DALI GEN 1 625 S 41W TW DALI	43.0 W	4200 lm	97.7 lm/W
9	LEDVANCE	405807566 0496	LED VALUE LINEAR HB 150W 865 HRO	150.0 W	19499 lm	130.0 lm/W
6	LEDVANCE	409985401 5113	PANEL COMFORT 600 UGR<19 PS 33W 840 U19 PS	33.0 W	4320 lm	130.9 lm/W

Figura 45. Modelo y numero de iluminarias.

Fuente: Autor

#### 4.2.6. PROPUESTA DE DISEÑO DE PANELES FOTOVOLTAICOS Y SIMULACIÓN PARA ALIMENTACIÓN

La utilización de software para simular diversos escenarios nos brinda la oportunidad de evaluar las posibles operaciones de los sistemas a implementar de modo eficiente y con resultados que se asemejan mucho a la realidad.

El programa PVSyst es capaz de recomendar el sistema fotovoltaico óptimo según los requerimientos del usuario. Para ello, se deben ingresar una serie de parámetros, que incluyen:

- Número de elementos
- Potencia de cada elemento
- Horas de funcionamiento

Además, el software permite ingresar todos los componentes del sistema que se han seleccionado previamente. Esto se logra gracias a la amplia variedad de catálogos disponibles en el software, que incluyen los distintos terminales que componen un sistema fotovoltaico. Esta iniciativa permite obtener resultados de simulación más precisos y acertados.

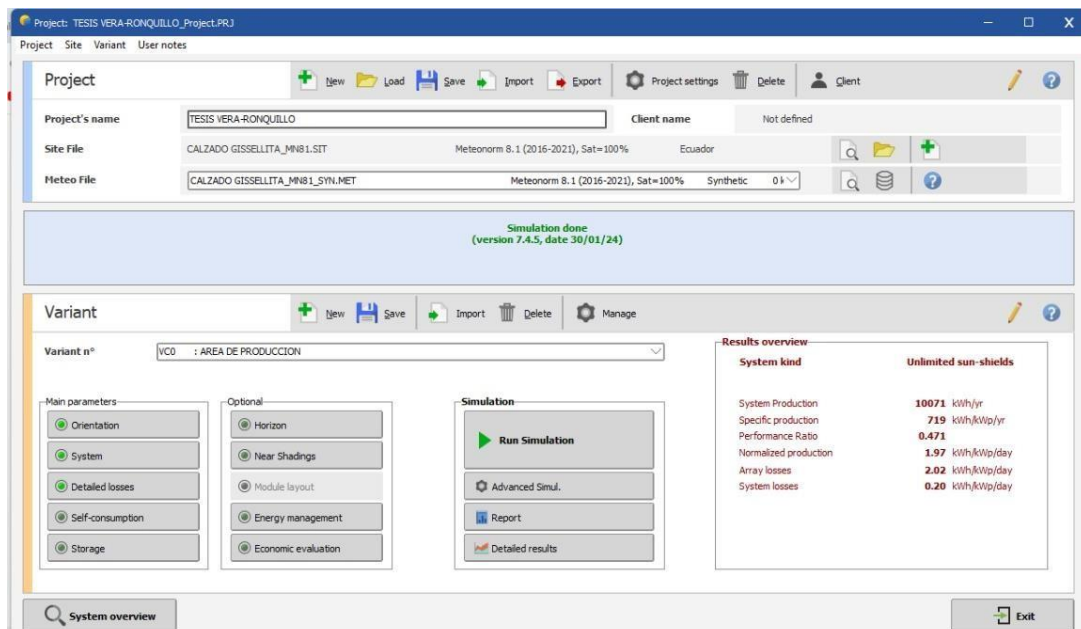


Figura 46. Datos cargados al Software PVSyst de demanda del taller.  
Fuente: Autor

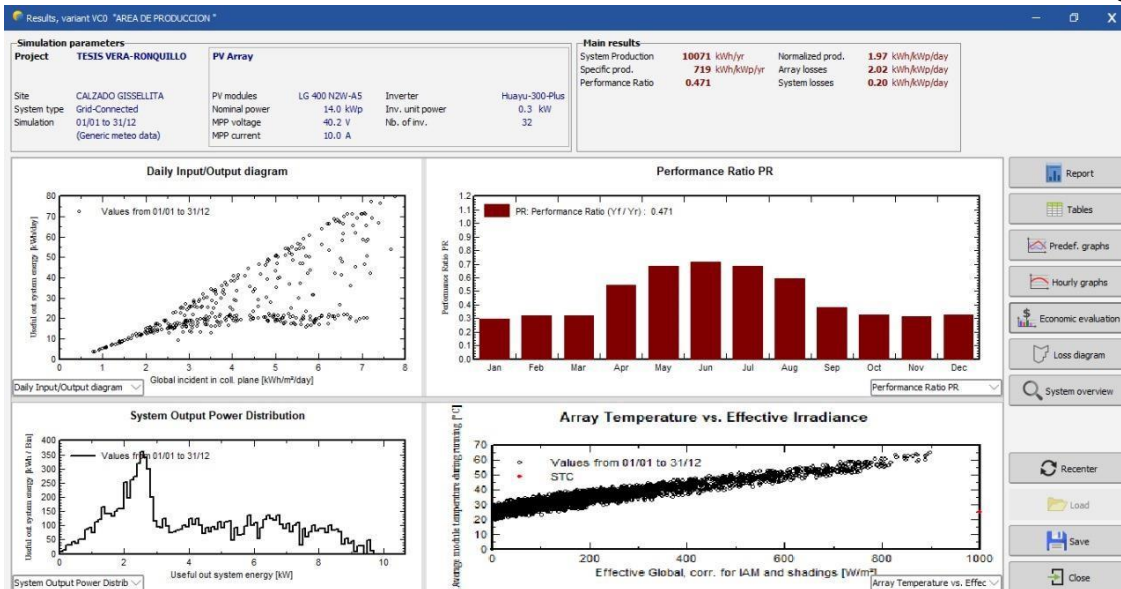


Figura 47. Resumen de resultados de la simulación PVSyst área de producción  
Fuente: Autor

En la Figura 47.se muestra el resultado de la simulación de la producción mensual del taller artesanal de manera eficiente indicando que la producción esta normalizada y que sistema cumple fotovoltaico cumple con la demanda establecida.

Project summary			
<b>Geographical Site</b> CALZADO GISSELLITA Ecuador		<b>Situation</b> Latitude -2.20 °S Longitude -79.92 °W Altitude 10 m Time zone UTC-5	
<b>Meteo data</b> CALZADO GISSELLITA Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic		<b>Project settings</b> Albedo 0.20	
System summary			
<b>Grid-Connected System</b>		<b>Unlimited sun-shields</b>	
<b>PV Field Orientation</b> Sun-shields Tilt 20 ° Azimuth 0 °		<b>Near Shadings</b> Mutual shadings of sheds	
<b>System information</b> <b>PV Array</b> Nb. of modules 35 units Pnom total 14.00 kWp		<b>Inverters</b> Nb. of units 32 units Pnom total 10.56 kWac Pnom ratio 1.326	
<b>User's needs</b> Unlimited load (grid)			
Results summary			
Produced Energy	10070.96 kWh/year	Specific production	719 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 47.06 %
Table of contents			
Project and results summary	2		
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3		
Main results	4		
Loss diagram	5		
Predef. graphs	6		
Single-line diagram	7		

Figura 48. Resumen de resultados de paneles y potencia PVSyst área de producción  
Fuente: Autor

La simulación demuestra que la inversión sería completamente neta y genera ganancia de producción mitigando gastos a la red pública.

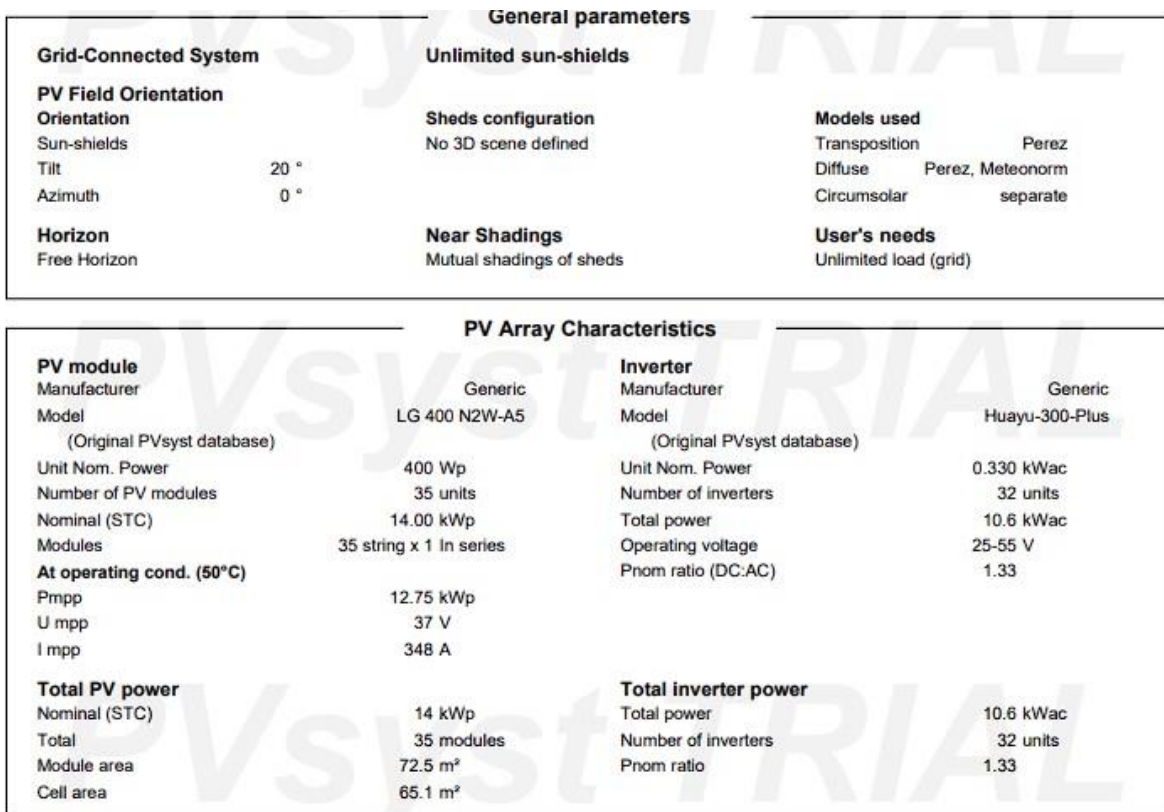


Figura 49. Características de paneles eh inversores PVsyst área de producción  
Fuente: Autor

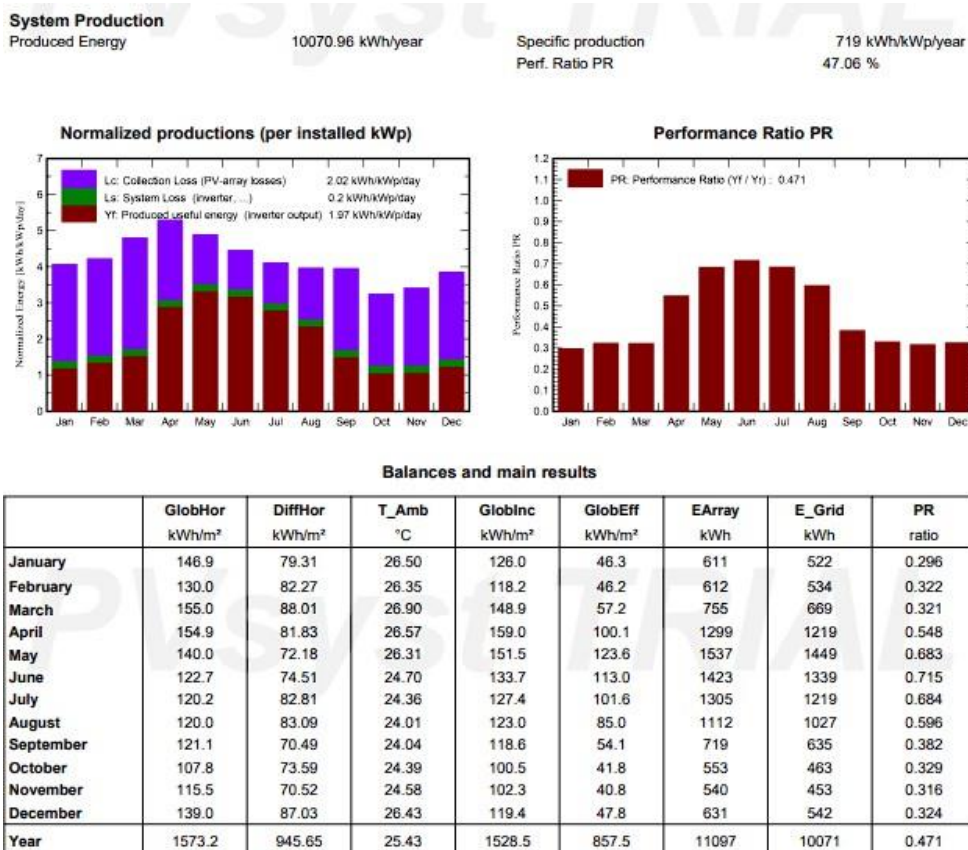


Figura 50. Proyección anual PVsyst área de producción  
Fuente: Autor



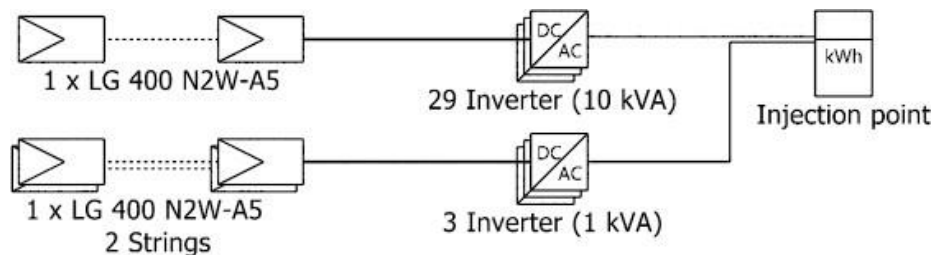


Figura 51. Diagrama unifilar simple PVsyst  
Fuente: Autor

Se diseñó un sistema fotovoltaico como parte de ideas para plan de ahorro pensando energía renovable de paneles solares en lo cual nos pueda satisfacer la alimentación total y que sea independiente en el taller artesanal.

Project summary			
<b>Geographical Site</b> CALZADO GISSELLITA Ecuador		<b>Situation</b> Latitude -2.20 °S Longitude -79.92 °W Altitude 10 m Time zone UTC-5	
<b>Meteo data</b> CALZADO GISSELLITA Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic		<b>Project settings</b> Albedo 0.20	

System summary			
<b>Grid-Connected System</b>		<b>Unlimited sun-shields</b>	
<b>PV Field Orientation</b> Sun-shields Tilt 20 ° Azimuth 0 °		<b>Near Shadings</b> Mutual shadings of sheds	
<b>System information</b> <b>PV Array</b> Nb. of modules 8 units Pnom total 2080 Wp		<b>Inverters</b> Nb. of units 0.5 unit Pnom total 2000 W Pnom ratio 1.040	
<b>User's needs</b> Unlimited load (grid)			

Results summary			
Produced Energy	1498.79 kWh/year	Specific production	721 kWh/kWp/year
		Perf. Ratio PR	47.14 %

Table of contents	
Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6

Figura 52. Simulación para iluminación PVsyst  
Fuente: Autor

En esta segunda simulación se introdujo solo para la demanda de tomas e iluminación ya estos son el 9% total del consumo mensual por lo que generamos la simulación para implementar por esta área ayudaría a un empiezo ahorro en gastos económicos.

General parameters		
<b>Grid-Connected System</b>	<b>Unlimited sun-shields</b>	
<b>PV Field Orientation</b>	<b>Sheds configuration</b>	<b>Models used</b>
Orientation	No 3D scene defined	Transposition Perez
Sun-shields		Diffuse Perez, Meteonorm
Tilt 20 °		Circumsolar separate
Azimuth 0 °		
<b>Horizon</b>	<b>Near Shadings</b>	<b>User's needs</b>
Free Horizon	Mutual shadings of sheds	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics		
<b>PV module</b>	<b>Inverter</b>	
Manufacturer Generic	Manufacturer Generic	
Model LG 260 S1C-B3	Model SUN2000-4KTL-M1	
(Original PVsyst database)	(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power 260 Wp	Unit Nom. Power 4.00 kWac	
Number of PV modules 8 units	Number of inverters 1 * MPPT 50% 0.5 unit	
Nominal (STC) 2080 Wp	Total power 2.0 kWac	
Modules 1 strings x 8 In series	Operating voltage 140-980 V	
<b>At operating cond. (50°C)</b>	Max. power (=>52°C) 4.40 kWac	
Pmpp 1871 Wp	Pnom ratio (DC:AC) 1.04	
U mpp 219 V		
I mpp 8.6 A		
<b>Total PV power</b>	<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC) 2.08 kWp	Total power 2 kWac	
Total 8 modules	Nb. of inverters 1 unit	
Module area 13.1 m <sup>2</sup>	Pnom ratio 1.04	
Cell area 11.5 m <sup>2</sup>		

Figura 52. Características de paneles e inversores para iluminación PVsyst

Fuente: Autor

En esta simulación indica que cubriría el consumo de la iluminación mitigando un poco los gastos y también la cantidad de paneles que se usarían.

## 4.3. ANÁLISIS FINANCIERO

### 4.3.1. Sustitución de Luminarias

Teniendo en cuenta, el análisis de sistema de iluminación, se propuso la instalación de tubos y sus características se presentan en la siguiente tabla

Características	
Potencia [W]	18
Flujo luminoso [lm]	1600
Eficiencia luminosa [lm/W]	160
Temperatura de color [K]	4000
Vida útil [h]	20000

Tabla 26. Luminarias características Fuente: Autor

La sustitución de lámparas fluorescentes se concentra en las zonas con mayor consumo de energía artificial: las regiones administrativas y en gran parte del área de producción.

En la Tabla 27. se muestra el consumo energético mensual del área de control utilizando la tecnología actual y el uso de tecnología LED. Se calcula el número de tubos fluorescentes en cada área combinado con las horas de funcionamiento mensuales.

Zona	Numero luminarias		Hora operatividad mes [h]	Potencia [W]		Energía mensual [kWh]	
	Actual	Led		Actual	Led	Actual	Led
Oficina de Ventas	3	4	90	120	72	10,8	6,48
Comedor	2	4	90	80	72	7,2	6,48
Baño	1	1	25	40	18	1	0,45
Bodega	6	8	120	240	144	28,8	17,28
Secretaria	4	4	80	160	72	12,8	5,76
Aire comprimido	2	4	140	80	72	11,2	10,08
Corte	4	4	160	160	72	25,6	11,52
Troquelado	2	4	140	80	72	11,2	10,08
Aparado	4	4	140	160	72	22,4	10,08
Engomado	4	4	130	160	72	20,8	9,36
Sellado	2	2	120	80	36	9,6	4,32
Armado	6	4	140	240	72	33,6	10,08
Pegado Calzado	2	2	120	80	36	9,6	4,32
Calentado de Calzado	2	2	140	80	36	11,2	5,04
Limpiado	2	4	100	80	72	8	7,2
Almacenado	4	4	80	160	72	12,8	5,76
Baño	1	1	30	40	18	1,2	0,54
Portal	1	4	160	40	72	6,4	11,52
<b>TOTAL:</b>						<b>244,2</b>	<b>136,35</b>

Tabla 27. Luminarias ubicación de luminarias Fuente: Autor

	<b>Actual</b>	<b>LED</b>
Potencia instalada Total [W]	2080	1152
Consumo Mensual [kWh]	244,2	163,35
Consumo Anual [kWh]	2930,4	1960,2
Tarifa kWh	0,09	0,09
Costo anual [\$]	263,736	176,418

Tabla 28. Análisis luminarias Fuente: Autor

En la Tabla 3.15 se determina la energía y sus costos anuales asociados considerando el mayor costo de energía en kWh dentro del horario comprendido entre las 22: 00 y las 08: 00 dependiendo de la clasificación.

El ahorro anual que se genera es de \$87,32.

La siguiente tabla detalla la inversión para una implementación sugerida del proyecto, se muestra cada uno con su costo asociado.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad De Tubos</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Tubos LED	64	\$1,79	\$114,56
Instalación de Tubos	64	\$1,00	\$64,00
		<b>Subtotal</b>	\$178,56
		<b>IVA 12%</b>	\$21,42
		<b>Total</b>	\$199,98

Tabla 29. Inversión de Luminarias Fuente: Autor

El cálculo y análisis de los parámetros financieros VAN se toma en cuenta la tasa de interés para pequeñas y medianas empresas del 9,94% que ofrece la institución financiera Banco Central del Ecuador.

La vida útil de un tubo LED es de 20.000 horas, lo que supone aproximadamente 3 años de vida útil.

El mantenimiento correctivo, incluido el reemplazo de artefactos de iluminación, o el mantenimiento preventivo, como la limpieza de artefactos de iluminación, se considera que cuesta \$10 por año.

TABLA FLUJO DE CAJA LUMINARIAS LED

Año	(Inversión inicial) (\$)	(Ahorro Anual) [USD]	(O&M)	(Balance)	(VAN) [USD]	
0	199,98	0	0	-199,98	-199,98	-199,98
1		87,32	10	77,32	70,32	-129,66
2		87,32	10	77,32	70,32	-59,34
3		87,32	10	77,32	70,32	10,98

Tabla 30. Flujo de caja de Luminarias led Fuente: Autor

TABLA PARAMETROS FINANCIERO DEL PROYECTO

(VAN)	\$10,98
(TIR)	0,05%
(PSR)	3

Tabla 31. Parámetros financieros del proyecto Fuente: Autor

El proyecto es viable puesto que se recupera la inversión inicial teniendo en cuenta que VAN Y TIR son superiores a 0, concluyendo así que la implementación para sistema iluminación mediante tubos led en el taller artesanal es viable.

### 4.3.2 Cambio de Calibre de conductores

Al realizar un análisis financiero basado en el cambio del calibre del cable en su hogar, debe evaluar los costos asociados con la instalación de diferentes calibres de cable y compararlos con los beneficios potenciales, como la eficiencia energética y la seguridad.

**Eficiencia energética:**

Los nuevos calibres de cables reducen la pérdida de energía, lo que potencialmente puede reducir los costos eléctricos con el tiempo.

**Seguridad:**

Cambiar su el calibre del conductor mejora la seguridad eléctrica y reduce el riesgo de sobrecalentamiento y cortocircuitos.

En la siguiente tabla se muestra las características del calibre de los conductores.

<b>CARACTERISTICAS</b>		
<b>Calibre de Conductor</b>		
<b>AWG</b>	<b>Sección(mm2)</b>	<b>Corriente</b>
4	25mm2	Muy Alto
6	16mm2	Alto
8	10mm2	Medio-alto
10	6mm2	Medio
12	4mm2	Medio-bajo
14	2.5mm2	Bajo

Tabla 32. Características calibres Fuente: Autor

El cambio de conductores se centra en los tramos donde el calibre de conductor utilizado no es el recomendado debido a la intensidad de corriente que circula por él.

En la tabla veremos el calibre utilizado y el calibre sugerido para el cambio.

<b>Nodo de salida</b>	<b>Nodo de llegada</b>	<b>Calibre conductor actual</b>	<b>Calibre conductor sugerido</b>
ACOMETIDA	PCP	4 AWG	1 AWG
PSC-4	Compresor	12 AWG	14 AWG
PCS-4	Compresor MZB	10 AWG	12 AWG
PCS-4	Troqueladora	10 AWG	14 AWG
PCS-4	Máquina de Coser Arrow	14 AWG	14 AWG
PCP	PCS-1	8 AWG	10 AWG
PCS-1	Luminarias y Tomas de Corriente	12 AWG	14 AWG
PCS-1	Máquina de Coser Arrow	12 AWG	14 AWG
PCS-3	Horno 4	12 AWG	10 AWG
PSC-3	Máquina de Coser Arrow	12 AWG	14 AWG
PCP	PCS-2	10 AWG	8 AWG
PCS-2	Ventilador	12 AWG	14 AWG

Tabla 33. Calibres y ramales Fuente: Autor

Con los cambios realizados en los circuitos las pérdidas se ven reducidas en el sistema actual. Minimizar las pérdidas de energía tiene importantes beneficios como:

Circuito	Salida	Entrada	Resistencia de Conductor (Z)	Intensidad (A)	Perdidas (kw)
1	ACOMETIDA	PCP	0,013	111,821	0,1626
2	PCP	PCS-4	0,014	50,5558	0,0368
3	PSC-4	Compresor	0,063	3,8428	0,0009
4	PCS-4	Compresor MZB	0,031	11,4523	0,0041
5	PCS-4	Troqueladora	0,055	11,5017	0,0073
6	PCS-4	Luminarias y Tomas de Corriente	0,043	12,4943	0,0067
7	PCS-4	Engomadora	0,033	3,0481	0,0003
8	PCS-4	Máquina de Coser Arrow	0,086	6,5324	0,0037
9	PCP	PCS-1	0,028	39,1033	0,0421
10	PCS-1	Luminarias y Tomas de Corriente	0,076	14,6451	0,0163
11	PCS-1	Selladora	0,060	2,5613	0,0004
12	PCS-1	Dobladora BOBIN	0,037	3,0705	0,0004
13	PCS-1	Máquina de Coser Arrow	0,061	6,4234	0,0025
14	PCP	PCS-3	0,031	44,9843	0,0632
15	PCS-3	Horno 1-2	0,027	17,3036	0,0082
16	PCS-3	Horno 3	0,022	17,3060	0,0067
17	PCS-3	Horno 4	0,026	17,3445	0,0078
18	PCS-3	Horno 5	0,040	17,3180	0,0118
19	PCS-3	Horno 6	0,037	17,3164	0,0112
20	PSC-3	Máquina de Coser Arrow	0,086	6,4280	0,0036
21	PCP	PCS-2	0,055	33,6923	0,0623
22	PCS-2	Luminarias y Tomas de Corriente	0,048	15,1992	0,0110
23	PCS-2	Ventiladores x3	0,063	3,5022	0,0008
24	PCS-2	Oficinas (Luminarias y tomas de corriente)	0,082	7,7227	0,0049
25	PCS-2	Ducha Eléctrica	0,044	15,4632	0,0106

Tabla 34 Calibres y sus cambios. Fuente: Autor

Reducir los costos operativos reflejados en las facturas de electricidad

Eliminar medidas de protección falsas debido a circuitos sobrecargados y garantizar el funcionamiento continuo de las plantas.

En la tabla se detalla la información antes mencionada.

Salida	Entrada	Resistencia del Conductor		Longitud(m)	Perdida Mensual (KW/H)		Perdida por Consumo Mensual (\$)	
		Actual	Sugerida		Actual	Sugerida	Actual	Sugerida
ACOMETIDA	PCP	0,026	0,013	16	7,901	4,877	0,711	0,439
PCP	PCS-4	0,014	0,014	3,5	1,104	1,104	0,099	0,099
PSC-4	Compresor	0,026	0,063	3,8	0,012	0,028	0,001	0,003
PCS-4	Compresor MZB	0,031	0,031	3	0,123	0,122	0,011	0,011
PCS-4	Troqueladora	0,022	0,055	3,3	0,086	0,218	0,008	0,020
PCS-4	Luminarias y Tomas de Corriente	0,043	0,043	4,1	0,200	0,200	0,018	0,018
PCS-4	Engomadora	0,033	0,033	3,2	0,009	0,009	0,001	0,001
PCS-4	Máquina de Coser Arrow	0,086	0,086	5,2	0,110	0,110	0,010	0,010
PCP	PCS-1	0,028	0,028	6,7	1,264	1,264	0,114	0,114
PCS-1	Luminarias y Tomas de Corriente	0,045	0,076	4,6	0,288	0,489	0,026	0,044
PCS-1	Selladora	0,060	0,060	5,8	0,012	0,012	0,001	0,001
PCS-1	Dobladora BOBIN	0,037	0,037	3,6	0,011	0,011	0,001	0,001
PCS-1	Máquina de Coser Arrow	0,038	0,061	3,7	0,048	0,076	0,004	0,007
PCP	PCS-3	0,031	0,031	7,6	1,897	1,897	0,171	0,171
PCS-3	Horno 1-2	0,027	0,027	3,5	0,247	0,247	0,022	0,022
PCS-3	Horno 3	0,022	0,022	3,5	0,201	0,201	0,018	0,018
PCS-3	Horno 4	0,036	0,026	3,9	0,328	0,235	0,030	0,021
PCS-3	Horno 5	0,040	0,040	3,8	0,355	0,355	0,032	0,032
PCS-3	Horno 6	0,037	0,037	3,6	0,337	0,337	0,030	0,030
PSC-3	Máquina de Coser Arrow	0,054	0,086	5,2	0,067	0,107	0,006	0,010
PCP	PCS-2	0,055	0,055	8,4	1,870	1,870	0,168	0,168
PCS-2	Luminarias y Tomas de Corriente	0,048	0,048	4,6	0,331	0,331	0,030	0,030
PCS-2	Ventiladores x3	0,040	0,063	3,8	0,015	0,023	0,001	0,002
PCS-2	Oficinas (Luminarias y tomas de corriente)	0,082	0,082	7,9	0,147	0,147	0,013	0,013
PCS-2	Ducha Eléctrica	0,044	0,044	6,8	0,319	0,319	0,029	0,029
<b>TOTAL=</b>							<b>1,555</b>	<b>1,313</b>

Tabla 35 Análisis del calibre en el sistema. Fuente: Autor



	<b>Actual</b>	<b>Sugerido</b>
Perdida Mensual [kWh]	17,280	14,588
Pérdida Anual [kWh]	207,37	175,05
Tarifa kWh	0,09	0,09
Costo anual [\$]	18,66	15,75

*Tabla 36 Aproximado de ahorro económico. Fuente: Autor*

El ahorro que se genera es de \$2,91 en cada año.

Vemos en la Tabla que se refleja la inversión que se necesita para la implementación del cambio de calibre

<b>Descripción</b>	<b>Metros</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
1 AWG	16	8,4	134,4
12 AGW	3	0,63	1,89
14 AWG	30	0,43	12,9
8 AWG	10	1,21	12,1
10 AWG	4	1	4
Mano de obra	12	10	120
		<b>Subtotal</b>	285,29
		<b>Iva</b>	34,23
		<b>TOTAL</b>	319,52

*Tabla 37 Inversión necesaria. Fuente: Autor*

El cálculo y análisis de los parámetros financieros VAN se toma en cuenta la tasa de interés para pequeñas y medianas empresas del 11.61% que ofrece la institución financiera Banco Central del Ecuador. El cable eléctrico en condiciones normales puede durar alrededor de 25 años, pero debido a diferentes factores ambientales se reduce a 10 años de utilidad.

Año	Inversión inicial [USD]	Ahorro anual [USD]	O&M	Balance	VAN [USD]	
0	319,52	0	0	-319,52	-319,52	-319,52
1		2,81	0	2,81	2,52	-317
2		2,81	0	2,81	2,52	-314,48
3		2,81	0	2,81	2,52	-311,96
4		2,81	0	2,81	2,52	-309,44
5		2,81	0	2,81	2,52	-306,92
6		2,81	0	2,81	2,52	-304,4
7		2,81	0	2,81	2,52	-301,88
8		2,81	0	2,81	2,52	-299,36
9		2,81	0	2,81	2,52	-296,84
10		2,81	0	2,81	2,52	-294,32

Tabla 38 Flujo de caja en cambio de calibre. Fuente: Autor

<b>(VAN)</b>	-294,32
<b>(TIR)</b>	-31%
<b>(PSR)</b>	10

Tabla 39 Parámetros financieros en cambio de calibre. Fuente: Autor

Considerando que (VAN) Y (TIR) son menores a 0, evidenciamos que no hay una inversión que se considere rentable en el tiempo de vida útil del proyecto. El cambio de calibre en el taller de calzado no es viable.

## **5 CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Se ha evaluado el estado actual del taller Gissellita y se ha constatado que la red eléctrica no está en las mejores circunstancias para garantizar un funcionamiento adecuado. La carga instalada en su mayoría consiste en motores estándar con más de 10 años de antigüedad y tecnología obsoleta. Sería ventajoso sustituir estos motores por otros de mayor eficiencia y potencia, ya que la inversión inicial se recuperaría a través de ahorros en los costos de consumo energético durante la operación.

Una vez hecho el análisis se llegó a la conclusión que para la instalación de nueva carga y maquinarias es necesario un rediseño del sistema eléctrico del taller ya que el tiempo de apertura no está actualizado y no se ha llevado a cabo un mantenimiento preventivo ni correctivo y se detecta muchas caídas de voltaje.

Se usó software enfocado al ahorro de energía y consumo, uno es PVSyst nos permitió obtener una simulación que se acerca al comportamiento real del sistema fotovoltaico, lo que nos brindó la oportunidad de verificar la efectividad del sistema propuesto para un futuro poder implantar dichas propuestas. También se realizó el diseño en el software en DIALuxEvo para las reestructuraciones del taller para aprovechar implementando tragaluces y ventanales para el ingreso de luz natural el nuevo circuito de iluminación de todas las áreas del taller satisfaciendo la demanda del reglamento estipulado que definimos en los análisis.

Aunque el reemplazo del sistema de iluminación en las áreas administrativas no resulte en un ahorro económico significativo, la propuesta de utilizar iluminación LED y aumentar el número de luminarias en cada zona tiene beneficios tangibles en términos de disposición de luminarias, instalaciones adecuadas y producción ágil y eficaz por parte de los empleados.

En el análisis anterior, no se evidencia un ahorro económico considerable en el cambio de calibre de conductores en el taller artesanal, sin embargo, la propuesta del cambio de conductores mejorara la calidad de la instalación eléctrica, la seguridad laboral y la productividad en los trabajadores.

Los costos para la implementación de proyectos de eficiencia energética varían dependiendo de los beneficios esperados.

Se puede lograr mejoras con inversiones muy pequeñas y también se pueden logra con inversiones muy grandes y en ambos casos la inversión comienza a recuperarse poco a poco desde la implementación del mismo.

Desde el instante que comience a funcionar el taller comenzara a beneficiarse durante toda la vida útil del proyecto.

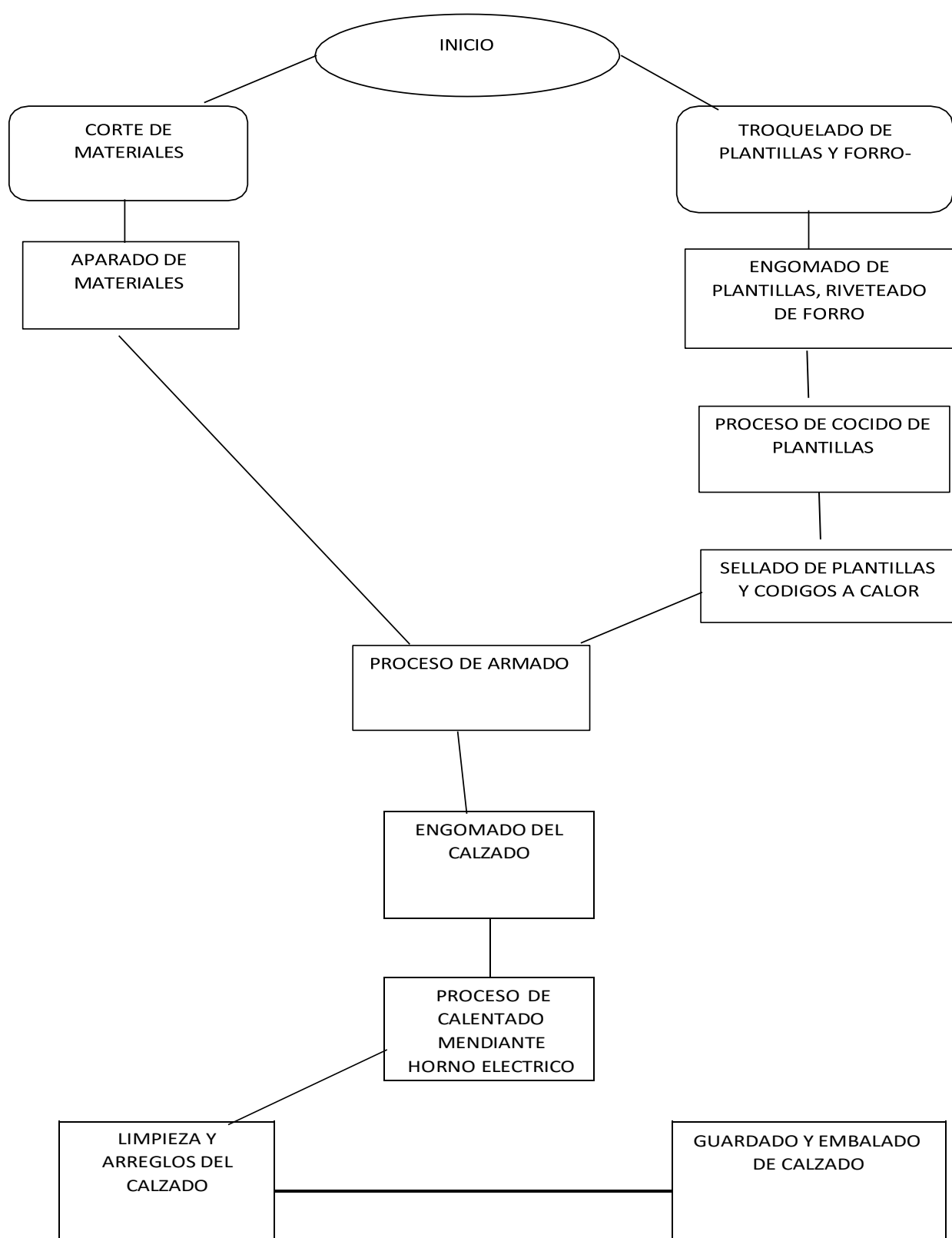
## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se requiere llevar a cabo un estudio exhaustivo de todas las cargas acopladas en cada fase, así como la creación de un diagrama unifilar para cada tablero de distribución, tanto principal como secundario. Aunque es difícil lograr un equilibrio de carga perfecto, es posible minimizar el porcentaje de desequilibrio mediante una redistribución adecuada de las cargas.
- Las maquinarias representan el 75% de la carga total situada, con la mitad de los motores operando de forma normal baja eficiencia y con un tiempo de trabajo que supera los 10 años. Se considera conveniente realizar el cambio por motores de alta eficiencia, ya que estos brindan un beneficio superior, especialmente a bajas potencias
- Es crucial que el taller disponga de un técnico de mantenimiento que pueda proponer mejoras y soluciones de forma continua en todas las áreas de la empresa. Este profesional debe poseer un profundo conocimiento sobre el funcionamiento de los equipos y los procesos productivos de la empresa. Además, es fundamental que documente todos los incidentes ocurridos dentro de la fábrica y que identifique oportunidades para mejorar la eficiencia energética. De esta manera, se puede garantizar un funcionamiento óptimo de los equipos y procesos, así como la reducción de costos y la optimización de los recursos energéticos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:**

- [1] -Dr. Roberto Pereira Arroyo -, “Definiciones fundamentales.”
- [2] M. de Desarrollo Urbano Vivienda Arq. Leonel Chica Martínez, A. Gustavo Raúl Ordoñez, A. Jenny Lorena Arias Zambrano, and I. Miguel Iza Ing. Franklin Medina Ing Carlos Parra Ing Diego Chimarro Ing Ramiro Rosero Ing Luis Fernando Bonifaccini Ing Sofía Terán Ing Mentor Poveda Ing Francisco Parra Textos Edición, “Ing. Adrián David Sandoya Unamuno,” 2018.
- [3] Schneider Electric España, *Guía de diseño de instalaciones eléctricas*. Schneider Electric España, 2005.
- [4] “CAPÍTULO III CONTADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA.”
- [5] M. Para, R. El, D. De, L. A. Demanda, M. S. De, and M. Voltaje, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERO ELÉCTRICO.”
- [6] H. Tabares and J. Hernández, “Mapeo curvas típicas demanda de energía eléctrica del sector residencial, comercial e industrial de la ciudad de Medellín, usando redes neuronales artificiales y algoritmos de interpolación Typical demand curvs of electric power for the residential, commercial and industrial sector of Medellin, using artificial neural networks and algorithms of interpolation,” Diciembre, 2008.
- [7] “Curva de Carga o de Demanda.”
- [8] “UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA "ANÁLISIS DE CARGA DEL HOSPITAL SAN VICENTE DE PAÚL DE LA CIUDAD DE IBARRA Y PROPUESTA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA CALIDAD DE ENERGÍA SEGÚN REGULACIÓN No. CONELEC.”
- [9] H. Moss *et al.*, “Este documento fue elaborado por la Dirección de Análisis y Estrategia de Energía (DAEE),” 2016.
- [10] “GUIA\_EEE\_SP-LR”.
- [11] J. Dariel Arcila, “IEB S.” [Online]. Available: <http://www.ieb.com.co>
- [12] M. Poveda, “EFICIENCIA ENERGÉTICA: RECURSO NO APROVECHADO,” 2007. [Online]. Available: [www.olade.org](http://www.olade.org)
- [13] “67cc7a661dc0178cf086ea39e351391a”.
- [14] “Iluminación en el puesto de trabajo”.
- [15] “Instalaciones electromecánicas NEC-11 CAPÍTULO 15-2.”
- [16] M. Schlumberger -Wenner, “SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA Caracterización del suelo por dos estratos.”
- [17] Iec, “RAPPORT TECHNIQUE-TYPE 2 CEI IEC TECHNICAL REPORT-TYPE 2,” 1998. [Online]. Available: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)
- [18] dnre, “PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.”
- [19] “Página 1 de 3 EL CONCEPTO DE LA CAPACIDAD INSTALADA N° 1307 DOCUMENTOS PLANNING @ Por: Carlos Alberto Mejía Cañas Consultor / Gerente.” [Online]. Available: [www.planning.com.co](http://www.planning.com.co)

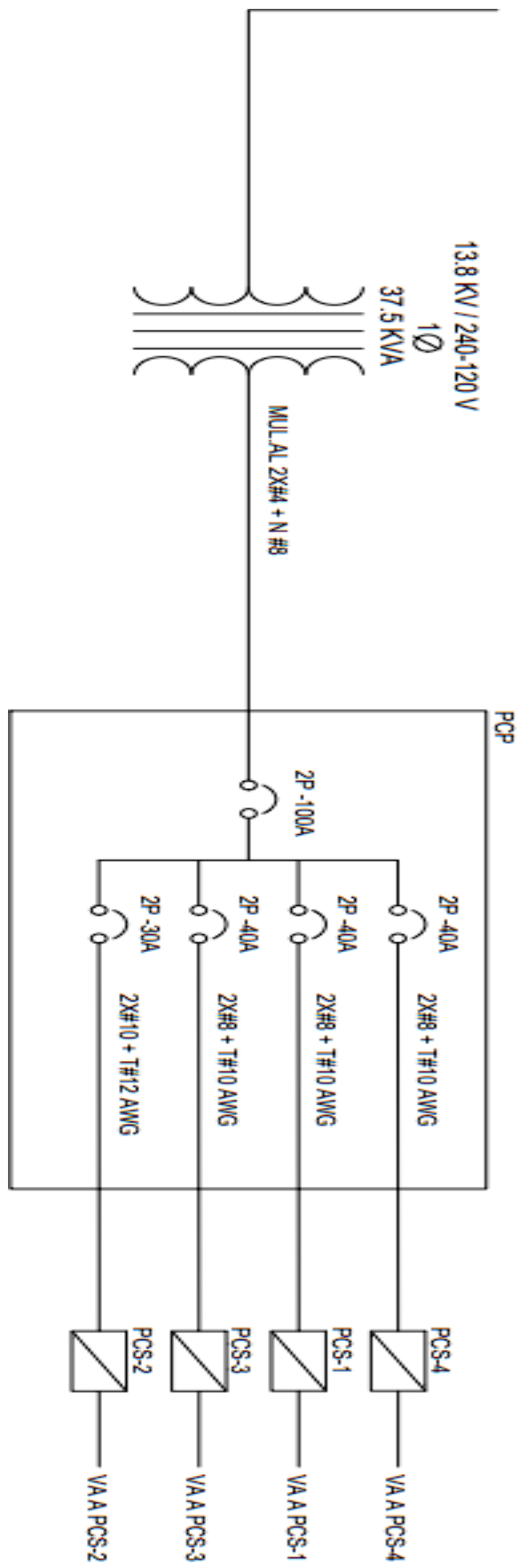
- [20] A. De *et al.*, “DISEÑO ELÉCTRICO Hoja técnica RESUMEN.”
- [21] M. Indelira, M. Alcívar, R. Joel, and A. Guerrero, “Ecuador,” *Revista Social Fronteriza*, vol. 2, no. 2, pp. 169–178, 2023, doi: 10.5281/zenodo.7699286.
- [22] “374, 375, 376 Clamp Meter,” 2010.
- [23] M. J. Pariente, E. Noreste, M. Alfaro, J. Day, and H. Lovells, “Deutsche Bank For internal use only LEGAL ADVISORS Counsel to the Issuer Counsel to Investors Special Local Counsel.”
- [24] “AL FINALIZAR ESTA UNIDAD.”
- [25] M. De and U. Ms6612, “LUXÓMETRO DIGITAL.”
- [26] M. Roger, A. A. Alvarado, I. Francisco, A. A. Sandoval, I. Julio, and A. Portillo, “UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR MSC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.”
- [27] C. S. Vial Sant Jordi, “Digital earth tester User guide TL-6e,” 2016.
- [28] “caida-de-tension-miguelz-cables-electricos”.
- [29] “CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN.”
- [30] “AL FINALIZAR ESTA UNIDAD.”
- [31] C. Panamericana México Querétaro Kilómetro, E. de México, and E. Técnicas, “INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1, 2 Y 3 POLOS DE 3/4" IUSA-NOARK TIPO ENCHUFABLE.”
- [32] H. Oswaldo, B. Ballesteros, G. Esperanza, and L. Aristizábal. “\
- [33] C. Panamericana México Querétaro Kilómetro, E. de México, and E. Técnicas, “INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO 1, 2 Y 3 POLOS DE 3/4" IUSA-NOARK TIPO ENCHUFABLE.”

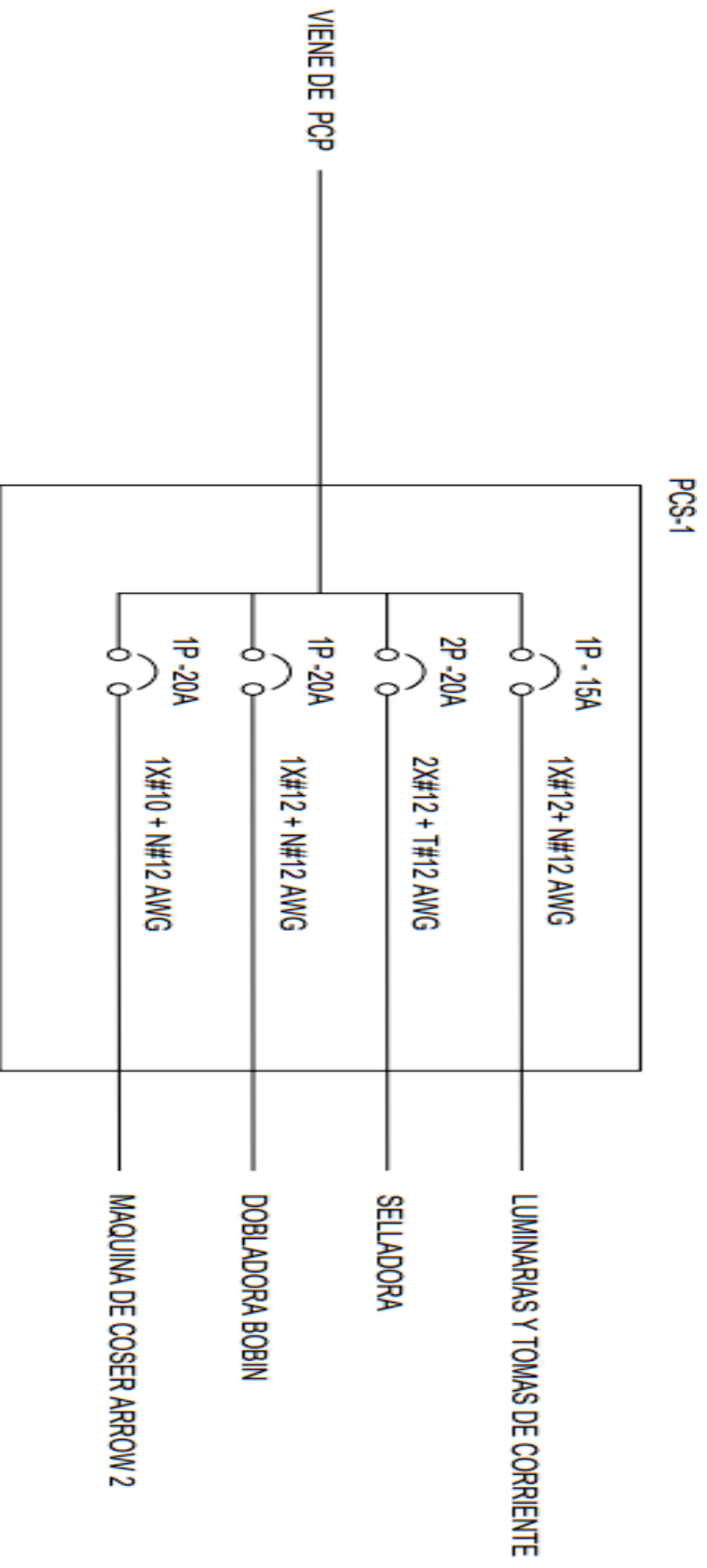
**ANEXOS  
1 PROCESOS**



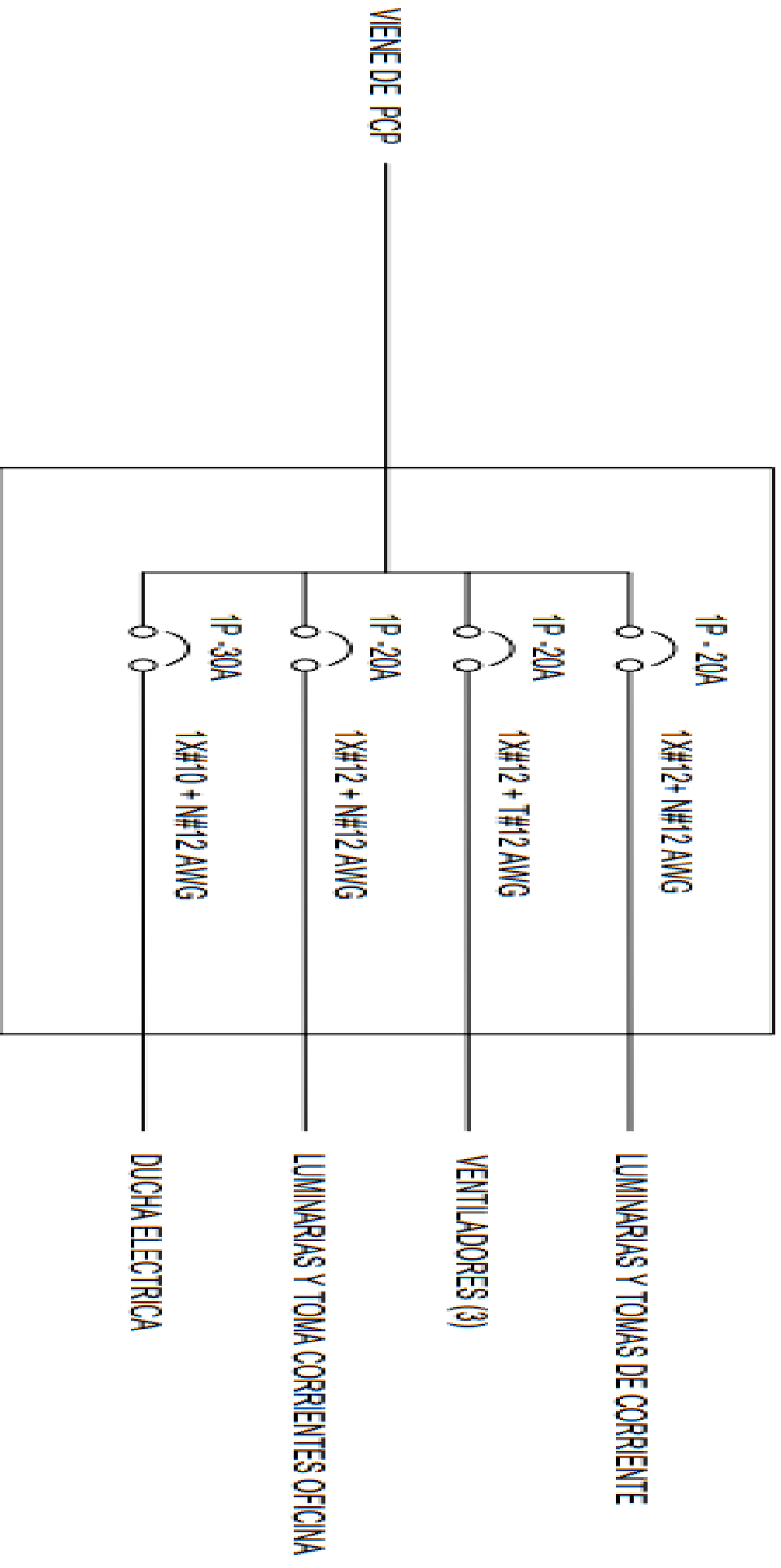
AREA	ZONA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA(W)	TOTAL (W)	
ADMINISTRACIÓN	Oficina de Ventas	Ventilador	4	50	200	
		Impresora	1	120	120	
		Laptop	2	75	150	
		Lampara Led	3	6	18	
	Comedor	Refrigeradora	1	360	360	
		Microonda	1	800	800	
		Freidora de aire	1	1400	1400	
		Tubo Fluorescente t8	2	40	80	
	Baño	Foco Led	1	8	8	
	Bodega	Tubos fluorescente t8	6	40	240	
	Secretaria	Tubos fluorescente t8	4	40	160	
		Ventilador	2	50	100	
		Router	1	8	8	
		Cafetera	1	800	800	
		Laptop	1	75	75	
	GALPON	Aire Comprimido	Compresor MZB	1	2237	2237
Compresor			1	750	750	
Tubo Fluorescente t8			2	40	80	
Corte		Ventilador	2	50	100	
		Tubos fluorescentes t8	4	40	160	
		Bombilla Incandescente	1	60	60	
Troquelado		Tubo fluorescente t8	2	40	80	
		Troqueladora	1	2240	2240	
Aparado		Cosedora	1	400	400	
		Cosedora Arrow	2	325	650	
		Tubos fluorescentes t8	4	40	160	
Engomado		Engomadora	1	600	600	
		Ribeteadora	1	600	600	
		Tubos fluorescentes t8	4	40	160	
Sellado		Selladora Gennius	1	500	500	
		Tubos fluorescentes t8	2	40	80	
Armado de Calzado		Ventiladores	3	50	150	
		Tubos fluorescentes t8	6	40	240	
Pegado de Calzado		Ventilador	1	50	50	
		Tubos fluorescentes t8	2	40	80	
Calentado de Calzado		Horno eléctrico	6	622,5	3735	
		Tubos fluorescentes t8	2	40	80	
		Ventilador	1	50	50	
Limpiado		Tubos fluorescentes t8	2	40	80	
		Ventilador	1	50	50	
Almacenado		Pulidora	1	200	200	
		Tubos fluorescentes t8	4	40	160	
		Ventilador	1	50	50	
Baño		Foco Led	1	8	8	
		Ducha Eléctrica	1	3500	3500	
Portal		Reflector	1	30	30	
		<b>TOTAL</b>				<b>2186G</b>

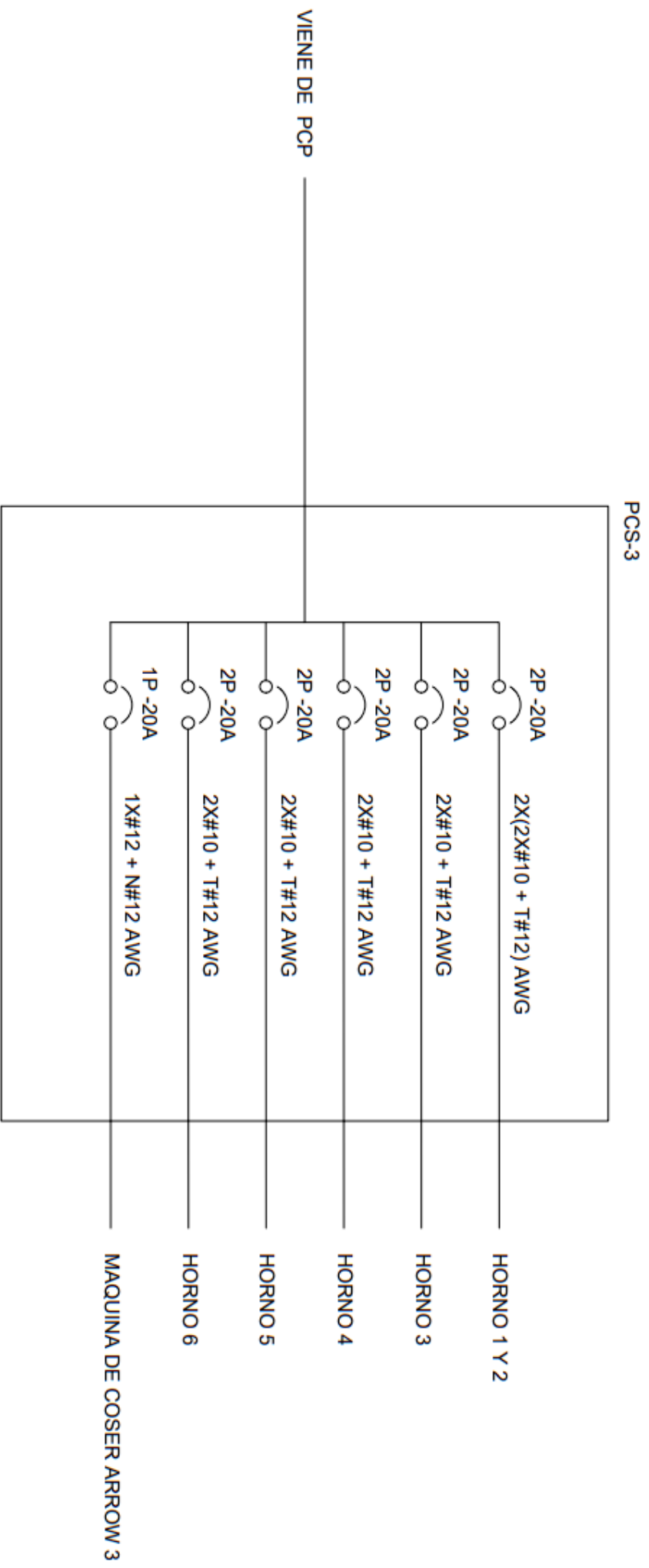
### 3 DIAGRAMA UNIFILAR

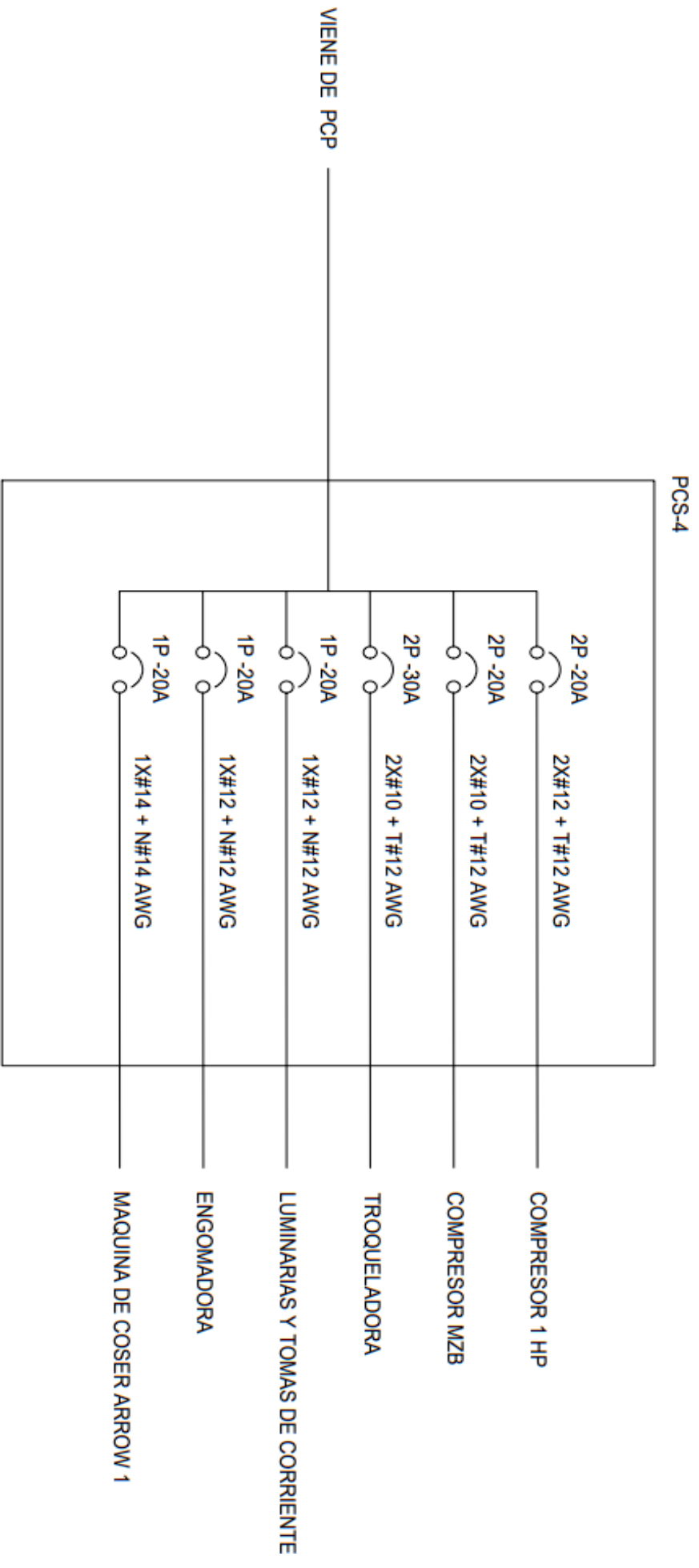




PCS-2









Version 7.4.5

# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

Project: TESIS VERA-RONQUILLO

Variant: ALMACEN

Unlimited sun-shields

System power: 2080 Wp

CALZADO GISSELLITA - Ecuador

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL



### Project summary

**Geographical Site**  
CALZADO GISSELLITA  
Ecuador

**Situation**  
Latitude -2.20 °S  
Longitude -79.92 °W  
Altitude 10 m  
Time zone UTC-5

**Project settings**  
Albedo 0.20

#### Meteo data

CALZADO GISSELLITA  
Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic

### System summary

#### Grid-Connected System

#### PV Field Orientation

Sun-shields  
Tilt 20 °  
Azimuth 0 °

#### Unlimited sun-shields

#### Near Shadings

Mutual shadings of sheds

#### User's needs

Unlimited load (grid)

#### System information

##### PV Array

Nb. of modules 8 units  
Pnom total 2080 Wp

##### Inverters

Nb. of units 0.5 unit  
Pnom total 2000 W  
Pnom ratio 1.040

### Results summary

Produced Energy 1498.79 kWh/year Specific production 721 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 47.14 %

### Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6



### General parameters

<b>Grid-Connected System</b>	<b>Unlimited sun-shields</b>	
<b>PV Field Orientation</b>		
<b>Orientation</b>	<b>Sheds configuration</b>	<b>Models used</b>
Sun-shields	No 3D scene defined	Transposition Perez
Tilt 20 °		Diffuse Perez, Meteonorm
Azimuth 0 °		Circumsolar separate
<b>Horizon</b>	<b>Near Shadings</b>	<b>User's needs</b>
Free Horizon	Mutual shadings of sheds	Unlimited load (grid)

### PV Array Characteristics

<b>PV module</b>		<b>Inverter</b>	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	LG 260 S1C-B3	Model	SUN2000-4KTL-M1
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	260 Wp	Unit Nom. Power	4.00 kWac
Number of PV modules	8 units	Number of inverters	1 * MPPT 50% 0.5 unit
Nominal (STC)	2080 Wp	Total power	2.0 kWac
Modules	1 strings x 8 in series	Operating voltage	140-980 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Max. power (=>52°C)	4.40 kWac
Pmpp	1871 Wp	Phom ratio (DC:AC)	1.04
U mpp	219 V		
I mpp	8.6 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	2.08 kWp	Total power	2 kWac
Total	8 modules	Nb. of inverters	1 unit
Module area	13.1 m <sup>2</sup>		0.5 unused
Cell area	11.5 m <sup>2</sup>	Phom ratio	1.04

### Array losses

<b>Thermal Loss factor</b>	<b>DC wiring losses</b>	<b>Module Quality Loss</b>
Module temperature according to irradiance	Global array res. 427 mΩ	Loss Fraction -0.8 %
Uc (const) 20.0 W/m <sup>2</sup> K	Loss Fraction 1.5 % at STC	
Uv (wind) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s		
<b>Module mismatch losses</b>	<b>IAM loss factor</b>	
Loss Fraction 2.0 % at MPP	ASHRAE Param.: IAM = 1 - bo (1/cosθ - 1)	
	bo Param. 0.05	

## Main results

## System Production

Produced Energy

1498.79 kWh/year

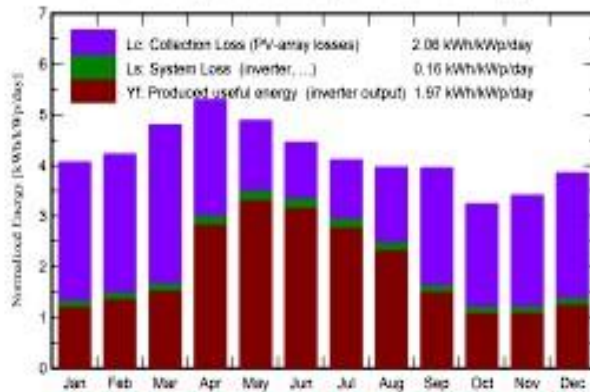
Specific production

721 kWh/kWp/year

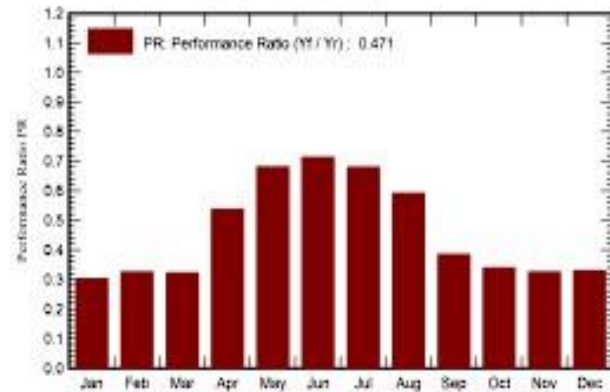
Perf. Ratio PR

47.14 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	146.9	79.31	26.50	126.0	46.1	87.9	79.3	0.303
February	130.0	82.27	26.35	118.2	46.0	88.1	80.2	0.326
March	155.0	88.01	26.90	148.9	56.9	108.9	99.9	0.322
April	154.9	81.83	26.57	159.0	99.7	189.0	177.8	0.538
May	140.0	72.18	26.31	151.5	123.1	227.4	214.7	0.681
June	122.7	74.51	24.70	133.7	112.5	210.2	198.3	0.713
July	120.2	82.81	24.36	127.4	101.1	191.6	180.1	0.680
August	120.0	83.09	24.01	123.0	84.7	161.9	151.3	0.591
September	121.1	70.49	24.04	118.6	53.9	103.8	94.9	0.385
October	107.8	73.59	24.39	100.5	41.8	79.5	71.0	0.340
November	115.5	70.52	24.58	102.3	40.5	77.5	69.3	0.325
December	139.0	87.03	26.43	119.4	47.6	90.7	82.0	0.330
Year	1573.2	945.65	25.43	1528.5	853.7	1616.6	1498.8	0.471

## Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T\_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

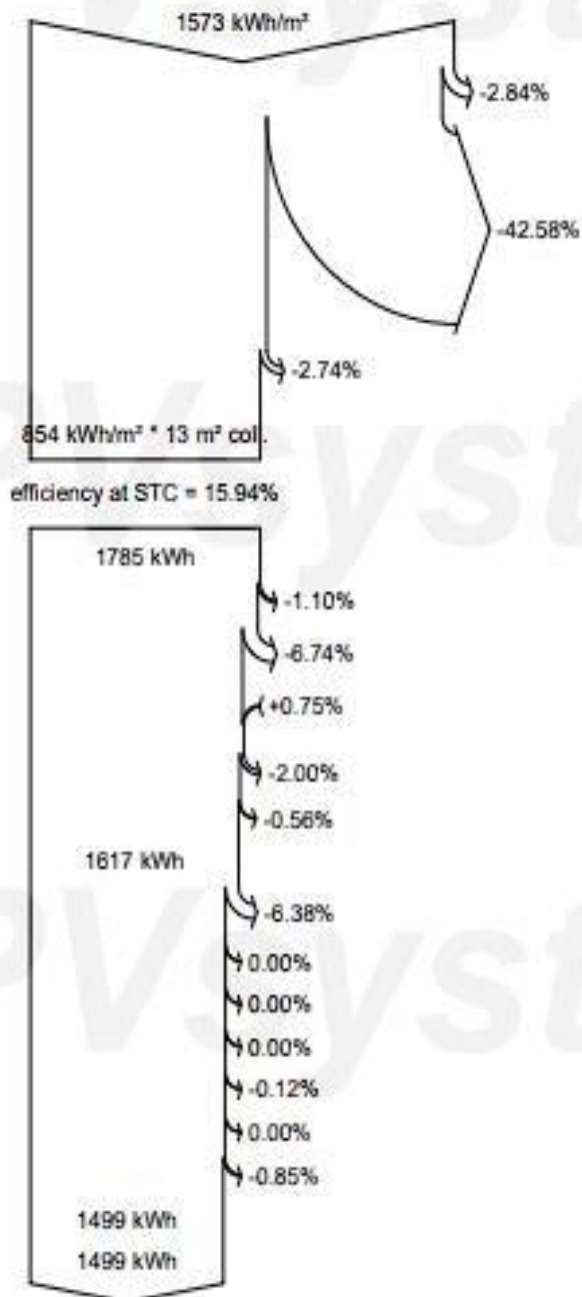
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E\_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

## Loss diagram



Global horizontal irradiation

Global incident in coll. plane

Near Shadings: irradiance loss

IAM factor on global

Effective irradiation on collectors

PV conversion

Array nominal energy (at STC effic.)

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Module quality loss

Module array mismatch loss

Ohmic wiring loss

Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

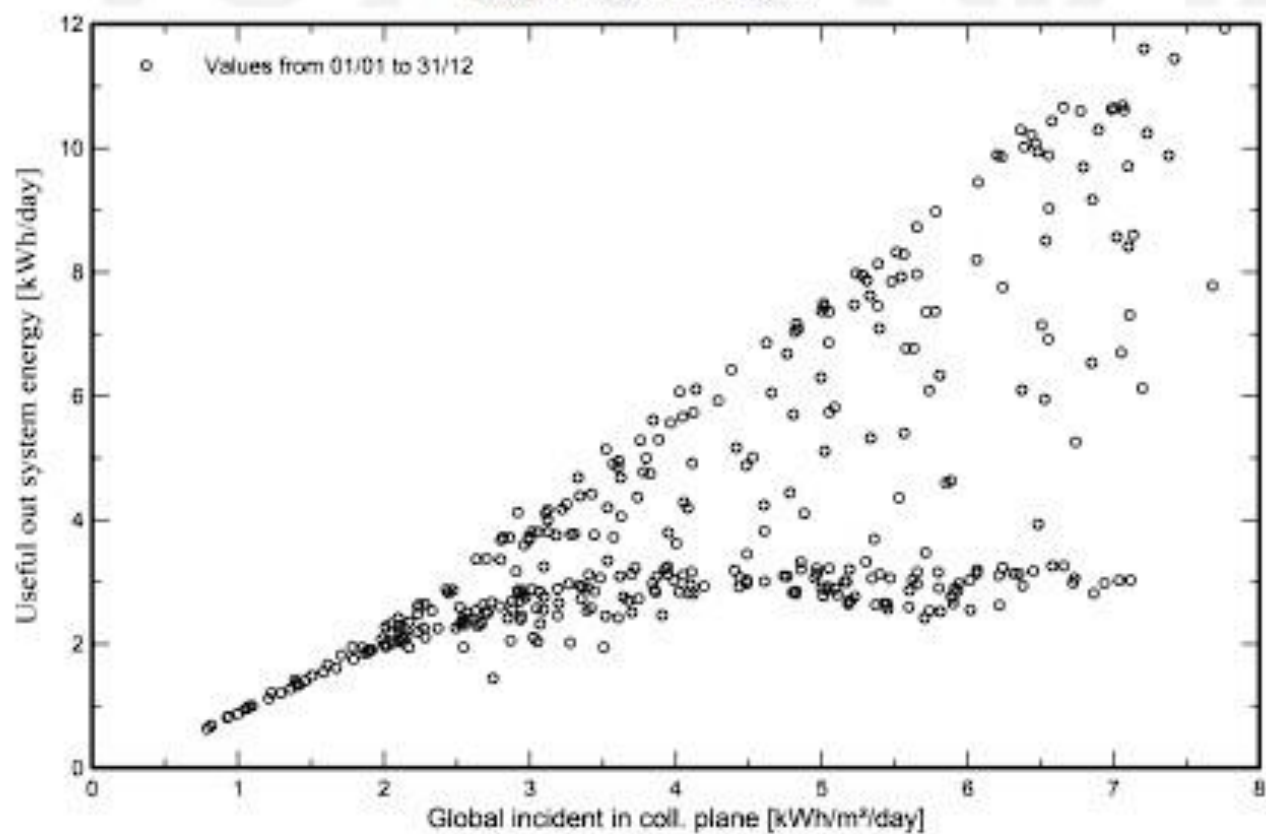
Night consumption

Available Energy at Inverter Output

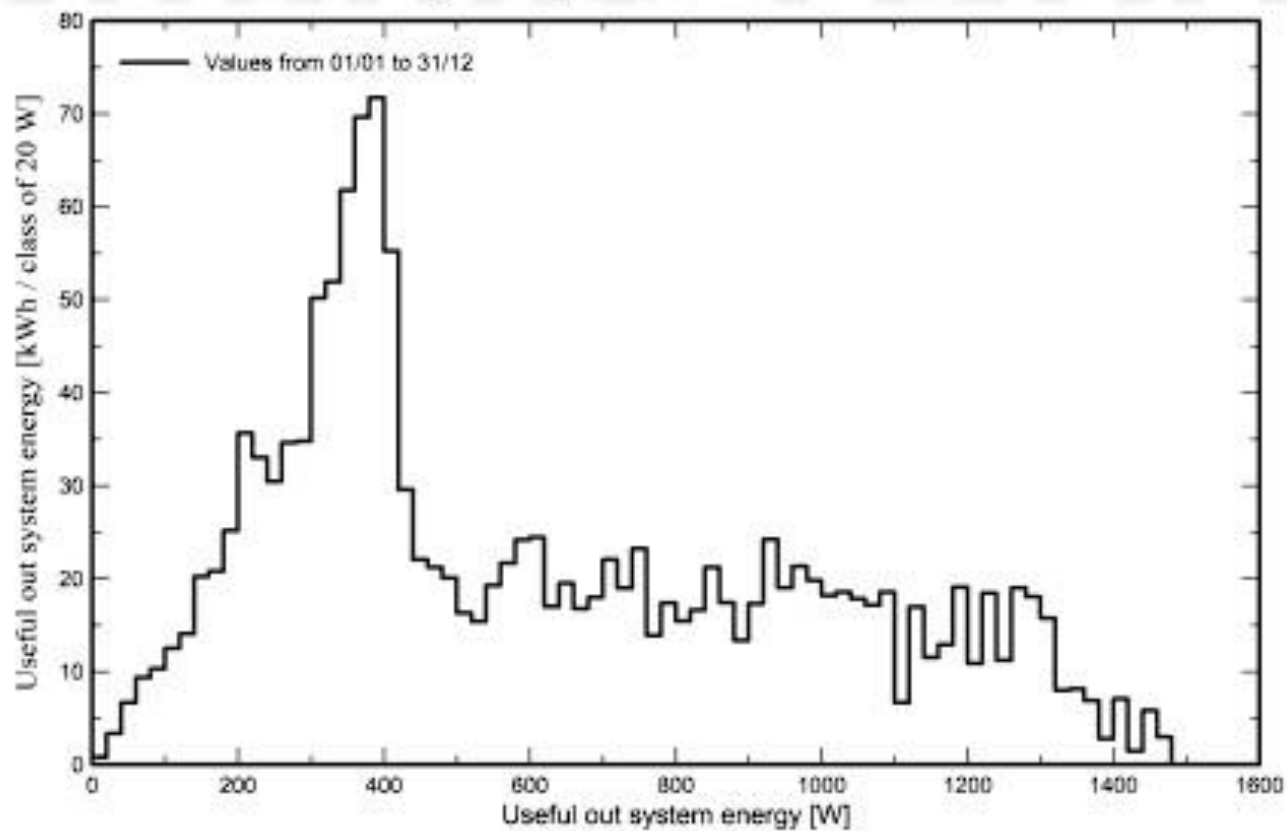
Energy injected into grid

## Predef. graphs

## Daily Input/Output diagram



## System Output Power Distribution



### Project summary

**Geographical Site**  
CALZADO GISSELLITA  
Ecuador

**Situation**  
Latitude -2.20 °S  
Longitude -79.92 °W  
Altitude 10 m  
Time zone UTC-5

**Project settings**  
Albedo 0.20

#### Meteo data

CALZADO GISSELLITA  
Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100% - Synthetic

### System summary

#### Grid-Connected System

#### PV Field Orientation

Sun-shields  
Tilt 20 °  
Azimuth 0 °

#### Unlimited sun-shields

#### Near Shadings

Mutual shadings of sheds

#### User's needs

Unlimited load (grid)

#### System information

##### PV Array

Nb. of modules 35 units  
Pnom total 14.00 kWp

##### Inverters

Nb. of units 32 units  
Pnom total 10.56 kWac  
Pnom ratio 1.326

### Results summary

Produced Energy 10070.96 kWh/year Specific production 719 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 47.06 %

### Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6
Single-line diagram	7

### General parameters

#### Grid-Connected System

Unlimited sun-shields

#### PV Field Orientation

##### Orientation

Sun-shields

Tilt 20 °

Azimuth 0 °

##### Horizon

Free Horizon

#### Sheds configuration

No 3D scene defined

#### Near Shadings

Mutual shadings of sheds

#### Models used

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonorm

Circumsolar separate

#### User's needs

Unlimited load (grid)

### PV Array Characteristics

#### PV module

Manufacturer

Generic

Model

LG 400 N2W-A5

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

400 Wp

Number of PV modules

35 units

Nominal (STC)

14.00 kWp

Modules

35 string x 1 in series

#### At operating cond. (50°C)

P<sub>mpp</sub>

12.75 kWp

U<sub>mpp</sub>

37 V

I<sub>mpp</sub>

348 A

#### Total PV power

Nominal (STC)

14 kWp

Total

35 modules

Module area

72.5 m<sup>2</sup>

Cell area

65.1 m<sup>2</sup>

#### Inverter

Manufacturer

Generic

Model

Huayu-300-Plus

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

0.330 kWac

Number of inverters

32 units

Total power

10.6 kWac

Operating voltage

25-55 V

P<sub>nom</sub> ratio (DC:AC)

1.33

#### Total inverter power

Total power

10.6 kWac

Number of inverters

32 units

P<sub>nom</sub> ratio

1.33

### Array losses

#### Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

U<sub>c</sub> (const) 20.0 W/m<sup>2</sup>K

U<sub>v</sub> (wind) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

#### Module mismatch losses

Loss Fraction 0.0 % at MPP

#### IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

#### DC wiring losses

Global array res.

1.7 mΩ

Loss Fraction

1.5 % at STC

#### Module Quality Loss

Loss Fraction

-0.8 %

## Main results

## System Production

Produced Energy 10070.96 kWh/year

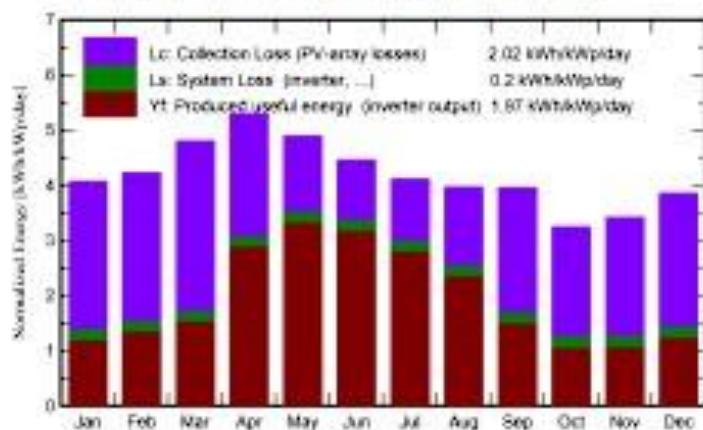
Specific production

719 kWh/kWp/year

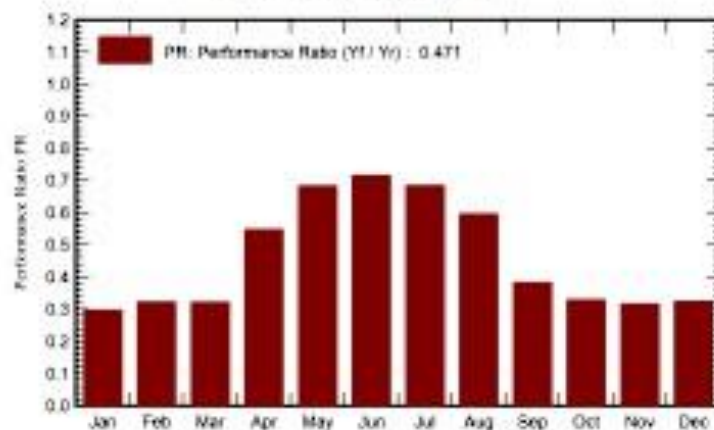
Perf. Ratio PR

47.06 %

## Normalized productions (per installed kWp)



## Performance Ratio PR



## Balances and main results

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	146.9	79.31	26.50	126.0	46.3	611	522	0.296
February	130.0	82.27	26.35	118.2	46.2	612	534	0.322
March	155.0	88.01	26.90	148.9	57.2	755	669	0.321
April	154.9	81.83	26.57	159.0	100.1	1299	1219	0.548
May	140.0	72.18	26.31	151.5	123.6	1537	1449	0.683
June	122.7	74.51	24.70	133.7	113.0	1423	1339	0.715
July	120.2	82.81	24.36	127.4	101.6	1305	1219	0.684
August	120.0	83.09	24.01	123.0	85.0	1112	1027	0.596
September	121.1	70.49	24.04	118.6	54.1	719	635	0.382
October	107.8	73.59	24.39	100.5	41.8	553	463	0.329
November	115.5	70.52	24.58	102.3	40.8	540	453	0.316
December	139.0	87.03	26.43	119.4	47.8	631	542	0.324
Year	1573.2	945.65	25.43	1528.5	857.5	11097	10071	0.471

## Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T\_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

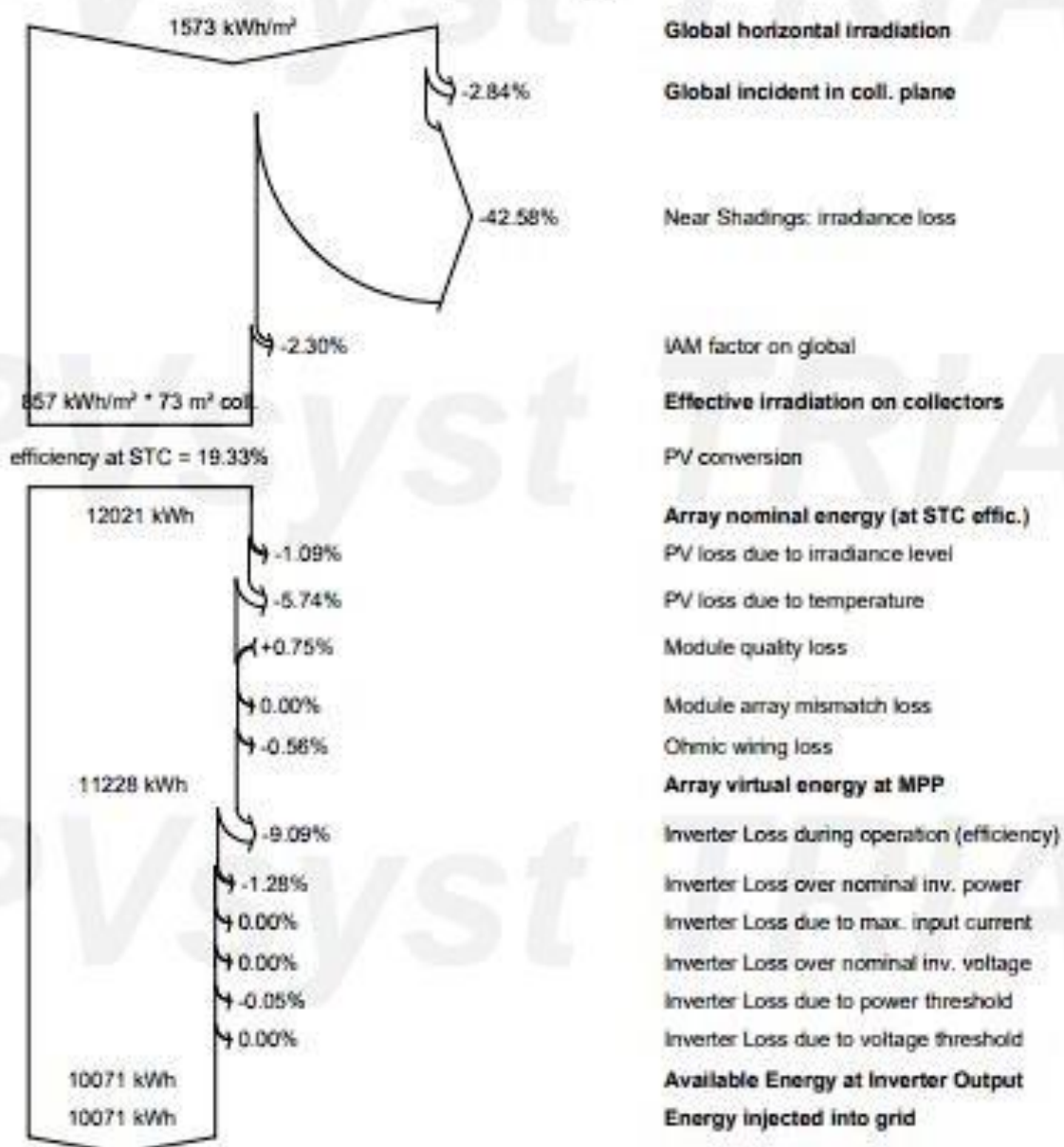
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E\_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

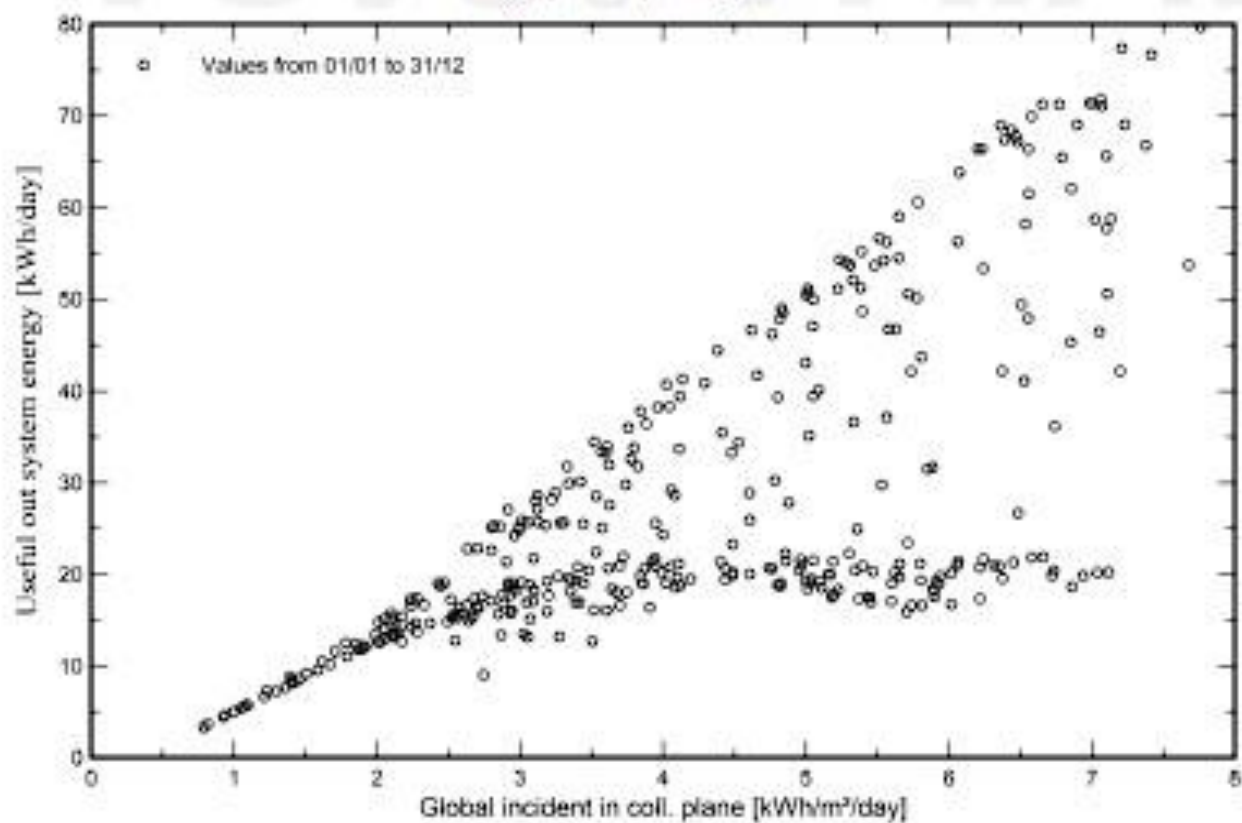
## Loss diagram



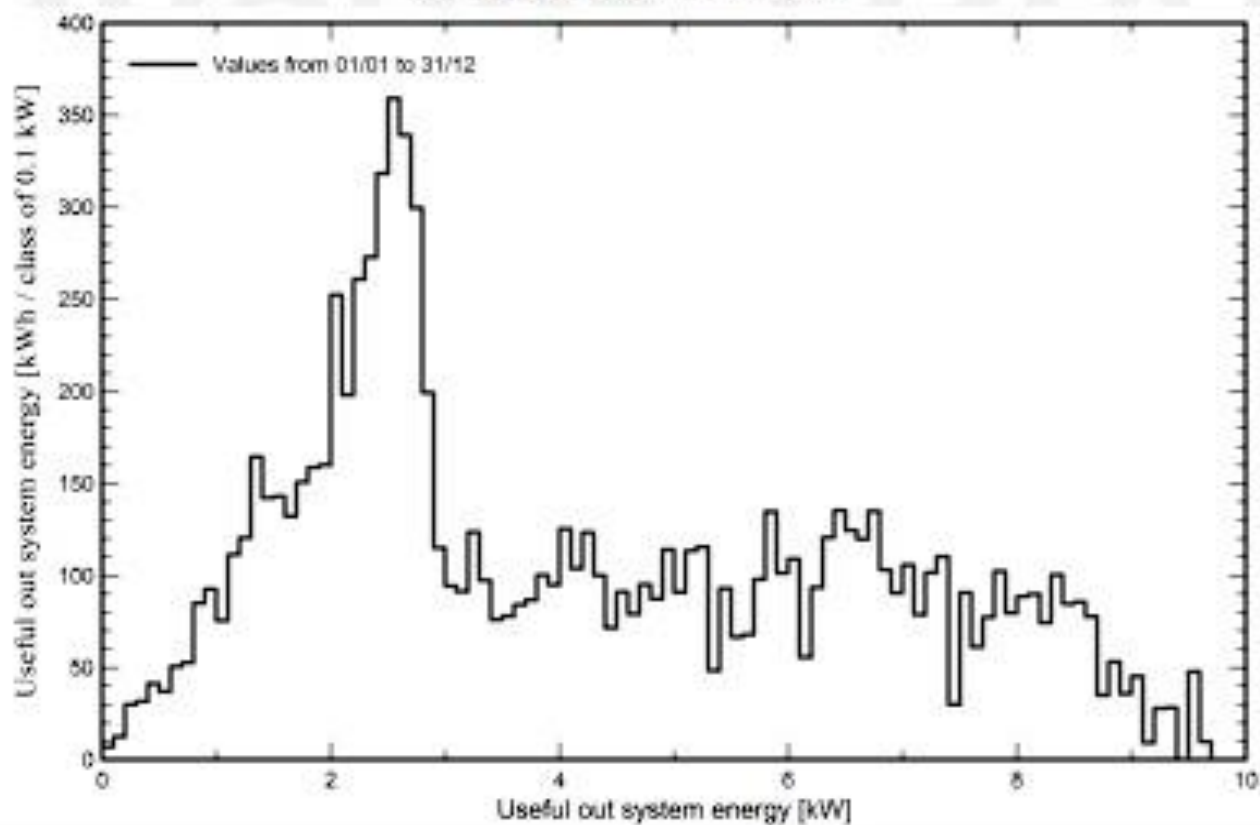


## Predef. graphs

## Daily Input/Output diagram



## System Output Power Distribution

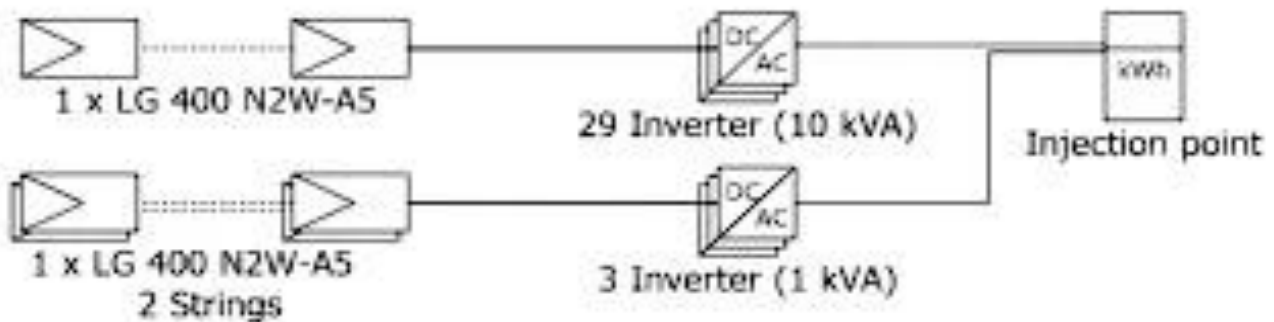




PVsyst V7.4.5

VCO, Simulation date:  
30/01/24 19:35  
with v7.4.5

# Single-line diagram



PV module	LG 400 N2W-A5
Inverter	Huayu-300-Plus
String	1 x LG 400 N2W-A5

TESIS VERA-RONQUILLO

VCO : AREA DE PRODUCCION

30/01/24

## 5 SIMULACIÓN EN DIALUXEVO

Project

DIALux

## Luminaire list

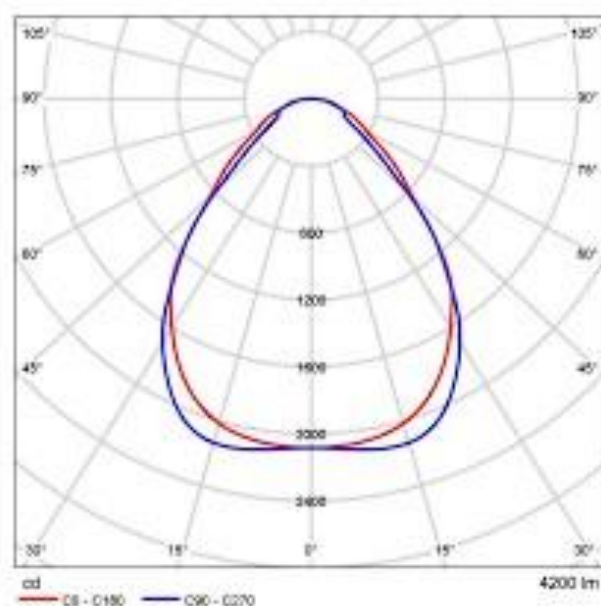
$\Phi_{total}$	$P_{total}$	Luminous efficacy
372511 lm	3042.0 W	122.5 lm/W

pcs.	Manufacturer	Article No.	Article name	P	$\Phi$	Luminous efficacy
25	LEDVANCE	40580751 22246	LINEAR ULTRA OUTPUT 1500 46 W 4000 K	46.0 W	5500 lm	119.6 lm/W
8	LEDVANCE	40580756 36958	BIOLUX HCL PANEL DALI GEN 1 625 S 41W TW DALI	43.0 W	4200 lm	97.7 lm/W
9	LEDVANCE	40580756 60496	LED VALUE LINEAR HB 150W 865 HRO	150.0 W	19499 lm	130.0 lm/W
6	LEDVANCE	40998540 15113	PANEL COMFORT 600 UGR<19 PS 33W 840 U19 PS	33.0 W	4320 lm	130.9 lm/W

## LEDVANCE - BIOLUX HCL PANEL DALI GEN 1 625 S 41W TW DALI



Article No.	4058075636958
P	43.0 W
$\Phi_{\text{Luminaire}}$	4200 lm
Luminous efficacy	97.7 lm/W
CCT	2700 K
CRI	90



Polar LDC

Square recessed panel luminaire, Tunable White, DALI-2. Product features: Extruded aluminum frame. Adjustable color temperature via Tunable White: 2,700...6,500 K. Version available with pre-mounted Wago-connector (Item No: WAGO 771-8517-3, 3m) for Panel 625 CSW. Very high color rendering index Ra: > 90. Product benefits: External DALI-2 driver for extended flexibility and easy installation. Low flicker light thanks to special electronic control gear. Good glare reduction (UGR < 19). Comfortable light and high color consistency. 5 years guarantee. Areas of application: Direct replacement for luminaires with fluorescent lamps. Offices, conference rooms. Reception areas, foyers, corridors, elevators. Available for grid size of 600 mm x 600 mm and 625 mm x 625 mm. Equipment / Accessories: Accessories for several mounting options available. External control gear included.

Glare evaluation according to UGR										
$\mu$ Coding	10	15	20	30	35	40	50	60	80	90
$\mu$ Walls	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
$\mu$ Floor	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20*	20	14.5	18.5	24.8	30.7	36.8	44.8	54.7	67.0	80.2
	30	15.5	18.5	24.5	29.8	35.7	43.7	53.6	65.9	79.2
	40	16.0	17.0	18.4	17.3	17.8	16.1	17.1	18.5	21.4
	50	16.0	17.5	18.0	17.8	16.1	16.6	17.5	18.0	17.8
	60	16.5	17.7	17.2	16.0	15.4	15.7	17.0	17.1	17.0
	120	17.0	17.9	17.4	16.2	15.5	15.8	17.1	17.2	16.0
40*	20	14.8	15.7	15.1	16.0	15.3	15.0	16.0	15.3	16.0
	30	14.7	17.0	16.5	17.2	17.8	16.2	17.1	16.0	17.4
	40	14.9	17.0	17.2	16.0	16.2	16.9	17.7	17.2	16.0
	50	17.8	18.2	18.0	18.8	19.0	17.8	18.2	17.8	18.8
	60	17.9	18.3	18.2	18.8	19.2	17.8	18.4	18.2	18.8
	120	18.2	18.7	18.8	19.1	19.8	18.0	18.8	18.4	18.8
60*	20	17.1	17.7	17.8	16.1	16.8	17.2	17.8	17.8	16.2
	30	18.0	18.5	18.5	16.3	16.4	16.0	16.6	16.0	16.4
	40	18.4	18.0	18.0	16.3	16.8	16.4	16.9	16.0	16.8
	50	18.5	18.2	18.3	16.7	16.2	16.7	16.1	16.2	16.5
	60	17.2	17.7	17.8	16.2	16.8	17.2	17.8	17.1	16.2
	120	18.1	18.0	18.5	16.0	16.5	16.2	16.0	16.0	16.0
Variation of the observer position for the luminous distance S	S = 1.0m	+0.3 / -0.8				+0.3 / -0.4				
	S = 1.5m	+0.8 / -0.0				+0.5 / -0.8				
	S = 2.0m	+1.2 / -0.9				+1.1 / -1.2				
Mounting type	B005					B005				
Correction coefficient	1.3					1.1				
Corrected glare index (average) = 420lm Total luminous flux										

UGR diagram (SHR: 0.25)

## Building 1 · Storey 1 (Light scene 1)

## Calculation objects

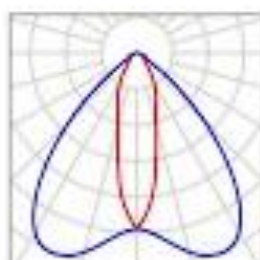
## Working planes

Properties	E (Target)	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	U <sub>o</sub> (g <sub>v</sub> ) (Target)	g <sub>z</sub>	Index
Working plane (O. ventas) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	642 lx (≥ 500 lx) ✓	439 lx	1116 lx	0.68 (≥ 0.60) ✓	0.39	WP1
Working plane (Hornos) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	562 lx (≥ 500 lx) ✓	383 lx	676 lx	0.68 (≥ 0.60) ✓	0.57	WP2
Working plane (Taller) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	1120 lx (≥ 500 lx) ✓	65.0 lx	3319 lx	0.058 (≥ 0.60)	0.020	WP3
Working plane (Bodega) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	699 lx (≥ 500 lx) ✓	436 lx	898 lx	0.62 (≥ 0.60) ✓	0.49	WP4
Working plane (cocido y pegado ) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	518 lx (≥ 500 lx) ✓	325 lx	649 lx	0.63 (≥ 0.60) ✓	0.50	WP6
Working plane (almacenamiento) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	612 lx (≥ 500 lx) ✓	375 lx	751 lx	0.61 (≥ 0.60) ✓	0.50	WP7

## Surface result objects

Properties	Ø	min	max	U <sub>o</sub> (g <sub>v</sub> )	g <sub>z</sub>	Index
Surface result object 1 (Floor/ceiling) Perpendicular illuminance (adaptive) Height: 0.000 m	536 lx	340 lx	656 lx	0.63	0.52	RS1
Surface result object 1 (Floor/ceiling) Luminance Height: 0.000 m	34.1 cd/m <sup>2</sup>	21.6 cd/m <sup>2</sup>	41.8 cd/m <sup>2</sup>	0.63	0.52	RS1

Building 1 · Storey 1 · Taller

**Luminaire layout plan**

Manufacturer	LEDVANCE
Article No.	4058075660496
Article name	LED VALUE LINEAR HB 150W 865 HRO
Fitting	1x LED VALUE LINEAR HB 150W 865 HRO

P	150.0 W
Φ <sub>Luminaire</sub>	19499 lm

**9 x LEDVANCE LED VALUE LINEAR HB 150W 865 HRO**

Type	Field Arrangement	X	Y	Mounting height	Luminaire
1st luminaire (X/Y/Z)	3.211 m / 1.310 m / 3.800 m	3.211 m	6.550 m	3.800 m	1
X-direction	3 pcs., Centre - centre, Distances not equal	7.993 m	6.550 m	3.800 m	2
		12.775 m	6.550 m	3.800 m	3
Y-direction	3 pcs., Centre - centre, Distances not equal	3.211 m	3.930 m	3.800 m	4
		7.993 m	3.930 m	3.800 m	5
Arrangement	A1	12.775 m	3.930 m	3.800 m	6
		3.211 m	1.310 m	3.800 m	7
		7.993 m	1.310 m	3.800 m	8
		12.775 m	1.310 m	3.800 m	9