



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**TÍTULO:**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS CON  
CONEXIÓN A LA RED EN INDUSTRIA PLÁSTICA LOCALIZADA EN LA CIUDAD  
DE GUAYAQUIL**

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

**AUTORES:** Ernesto Paul Vergara Mantilla

**TUTOR:** Ing. Juan Carlos Lata Garcia, PhD

**Guayaquil – Ecuador**

**2025**

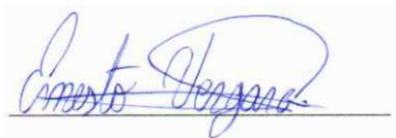
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Ernesto Paúl Vergara Mantilla con documento de identificación N° 0929794055;  
manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo 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, 24 de Enero del año 2025

Atentamente;



Ernesto Paúl Vergara Mantilla

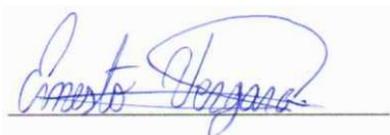
0929794055

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

Yo, Ernesto Paúl Vergara Mantilla con documento de identificación No. 0929794055, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de lo que soy autor del Proyecto Técnico: “Propuesta de implementación de paneles fotovoltaicos con conexión a la red en industria plástica localizada en la ciudad de Guayaquil”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en el formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de Enero del año 2025

Atentamente;



Ernesto Paúl Vergara Mantilla

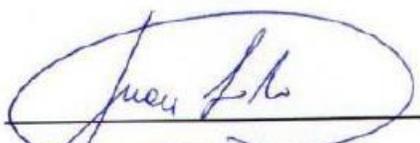
0929794055

## **CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACION**

Yo, Juan Carlos Lata García con documento de identificación N° 0301791893 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS CON CONEXIÓN A LA RED EN INDUSTRIA PLÁSTICA LOCALIZADA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**, realizado por Ernesto Paul Vergara Mantilla con documento de identificación N° 0929794055, 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, 24 de Enero del año 2025

Atentamente;



Juan Carlos Lata, PhD  
**DOCENTE**

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres, que con tan anhelado esmero me acompañaron en este viaje del cual parecía tan lejano llegar desde el primer día de clases, en el que no solo fueron mi pilar, sino las bases en donde podía caer sin temor alguno. Son los dueños de este esfuerzo, de cada paso que doy, de los presentes y futuros triunfos. A mi familia en general que indiscutiblemente estuvieron presentes en cada ascenso y en cada caída, por motivarme a seguir aprendiendo, a seguir descubriendo de lo que soy capaz de hacer si me lo propongo.

Este triunfo va sin duda alguna dedicado a mis abuelos, que, así como estuvieron al pie del cañón en cada paso que he dado y en cada circunstancia que he pasado, claramente lo estuvieron también apoyándome desde el día uno, haciéndome saber que no estaba solo y que siempre podría contar con ellos, con su experiencia y sabiduría para ir creciendo como persona y como profesional.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios primero que todo porque sin él no hubiera sido posible nada de esto, porque él me brindo la sabiduría para no rendirme nunca y ponerle empeño día a día para dar lo mejor de mí, gracias a mis padres que sin duda alguna han sido los mejores que me pudieron haber tocado, quienes a pesar de cualquier situación que se haya presentado nunca me abandonaron y sé que jamás lo harán, quienes me enseñaron que siempre todo en esta vida se logra con constancia y perseverancia, ellos se merecen este título obtenido, agradezco también los consejos y las experiencias de mis abuelos, quien con todo lo que han vivido a lo largo de sus vidas me aconsejaron sabiamente y de ahí no me queda más que agradecer la bonita etapa que he vivido, a todas las personas que conocí a lo largo de este camino y que de diferente manera me brindaron su apoyo en algún momento, a mi novia por supuesto a mis compañeros y amigos de clase de quienes también me llevo experiencias y recuerdos muy gratos, y también agradecer a mis amigos de la vida que son como mis hermanos, y que me han apoyado en el transcurso de este largo camino, a mis hermanos del futbol que siempre quisieron lo mejor para mí y sin duda alguna son parte de este gran logro.

## RESUMEN

La empresa mencionada y siendo objeto de estudio, se trata de una industria de plásticos que se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil, dedicada tanto a la elaboración como a la distribución de fundas plásticas y etiquetas. La empresa en mención se compone por múltiples grupos especializados y capacitados para lograr el objetivo deseado.

Los paneles solares o fotovoltaicos están formados por un conjunto células fotovoltaicas que generan electricidad con la luz que incurre sobre estos con la ayuda del efecto fotoeléctrico. Los paneles están logrando un gran impacto a nivel industrial, disminuyendo en gran porcentaje la relación de combustibles fósiles, moderar las emisiones de gases de efecto invernadero, y en algunos parámetros el aumento de empleos.

Mediante distintos tipos de estudios se plantea la idea para la instalación de dichos paneles fotovoltaicos en la industria plástica antes mencionada, este proceso que consistiría en varias etapas como el presupuesto, documentación de permisos, conocimiento previo para ver si se cumple con ciertos parámetros y requisito al momento de la instalación.

Lo que se prevé lograr es la contribución al desarrollo sostenible, provocando una reducción considerable de la huella de carbono, ahorro importante en las facturas eléctricas con el estado, blindando a la vez ante cualquier aumento de precio de la energía, se busca un retorno de inversión a futuro, que se provoque bajos costos a nivel de mantenimientos, y reconocimiento social a nivel corporativo.

## ABSTRACT

The company mentioned and being the object of study is a plastics industry located in the city of Guayaquil, dedicated both to the manufacture and distribution of plastic bags and labels. The company is composed of multiple specialized and trained groups to achieve the desired objective.

The solar or photovoltaic panels are formed by a set of photovoltaic cells that generate electricity with the light that falls on them with the help of the photoelectric effect. The panels are achieving a great impact at industrial level, decreasing in great percentage the relation of fossil fuels, moderating the emissions of greenhouse gases, and in some parameters the increase of jobs.

Through different types of studies, the idea for the installation of these photovoltaic panels in the plastic industry mentioned above is proposed, this process would consist of several stages such as budget, permit documentation, prior knowledge to see if it meets certain parameters and requirement at the time of installation.

What is expected to be achieved is the contribution to sustainable development, causing a considerable reduction of the carbon footprint, significant savings in electricity bills with the state, while shielding against any increase in energy prices, looking for a return on investment in the future, causing low maintenance costs, and social recognition at the corporate level.

## ÍNDICE GENERAL

Portada .....	i
Certificado de Responsabilidad y Autoría del Trabajo de Titulación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Certificado de Cesión de Derechos de Autor del Trabajo de Titulación a la Universidad Politécnica Salesiana .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Certificado de Dirección del Trabajo de Titulación .....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
1.1 Título .....	1
1.2 Introducción .....	1
1.3 Problema de estudio .....	4
1.4 Justificación .....	5
1.5 Delimitación del problema .....	6
1.6 Beneficiarios de la propuesta .....	7
1.7 Objetivos .....	7
1.7.1 Objetivo General.....	7
1.7.2 Objetivos específicos.....	7
1.8 Marco Hipotético .....	8
2. Fundamentación teórica .....	9
2.1 Energía eléctrica .....	9
2.1.1 Generación de Electricidad .....	9
2.2 Energía Renovable.....	9
2.2.1 Beneficios de la energía renovable.....	10
2.2.2 Desafíos de la energía renovable .....	10
2.3 Línea de tiempo-historia .....	11
2.4 Implementación .....	11
2.5 Sostenibilidad en industrias y empresas.....	12
2.6 Incentivos fiscales y beneficios financieros.....	13
2.7 Resultados exitosos en la industria del plástico a lo largo de la historia .....	13
2.7.1 Paneles solares: .....	14

2.7.2 Inversores: .....	14
2.7.3 Baterías (opcional): .....	14
2.7.4 Medidores bidireccionales: .....	15
2.8 Modernización de Infraestructura Eléctrica .....	15
2.8.1 Tecnologías Modernas .....	16
2.8.2 Paneles solares de silicio monocristalino y policristalino .....	16
2.8.3 Celdas solares con tecnología de alta eficiencia .....	16
2.9 Optimización de costos y sostenibilidad .....	17
2.9.1 Mejoras en la efectividad de fabricación .....	17
2.9.2 Materiales más económicos y abundantes .....	17
2.10 Paneles solares y su Función en la Industria Plástica .....	18
2.10.1 Reducción de costos operativos .....	19
2.10.2 Ahorro a largo plazo .....	19
2.10.3 Techos solares .....	20
2.10.4 Beneficios de la Modernización .....	20
2.11 Eficiencia Energética .....	20
2.12 Seguridad y Fiabilidad del Sistema Eléctrico .....	21
2.12.1 Tecnologías de Monitoreo .....	21
2.13 Impacto en la Competitividad y Responsabilidad Corporativa .....	21
2.13.1 Competitividad empresarial .....	21
2.13.2 Responsabilidad Corporativa .....	22
2.14 Consideraciones Específicas para la Industria Plástica .....	22
2.14.1 Demanda Energética .....	22
2.14.2 Impacto en la Producción .....	23
3. Desarrollo del funcionamiento .....	24
3.1 Fase de Diagnóstico y Análisis Preliminar .....	24
3.2 Estudio de Viabilidad Técnica y Económica .....	28
3.2.1 Viabilidad técnica .....	28
3.2.1.1 Análisis del sitio de instalación .....	28
3.2.1.2 Análisis de retorno de inversión (ROI): .....	30
3.2.1.3 Bosquejo del sistema fotovoltaico .....	30
3.2.1.4 Dimensionamiento y estudio de paneles fotovoltaicos .....	32

3.2.1.5	Propuesta de integración a la red .....	36
3.2.1.6	PVsystem.....	37
3.3	Análisis del Consumo Energético Actual .....	45
3.4	Estudio y Normativas de Integración a la Red .....	47
3.5	Fase de Instalación.....	49
3.5.1	Planificación de la posible Instalación .....	49
3.6	Fase de Monitoreo y Mantenimiento.....	50
3.6.1	Monitoreo Continuo .....	50
3.6.2	Mantenimiento Preventivo .....	51
3.7	Fase de Evaluación y Reportes .....	54
3.7.1	Evaluación de Resultados .....	54
4.1	Análisis y Resultados .....	55
4.3	Presupuesto para futura implementación .....	58
	Bibliografía.....	61
	Anexos .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Eficiencia Energética en Industrias de Plásticos .....	3
Ilustración 2 Infraestructura modernizada con paneles fotovoltaicos .....	6
Ilustración 3 Paneles Fotovoltaicos Usos Múltiples .....	8
Ilustración 4 Energía Renovable en Ecuador.....	10
Ilustración 5 Sostenibilidad en empresas .....	13
Ilustración 6 Paneles Solares .....	19
Ilustración 7 Demanda Energética en Industrias Plásticas .....	23
Ilustración 8 Fase de Diagnóstico y Análisis Preliminar de paneles fotovoltaicos.....	26
Ilustración 9 Viabilidad Técnica y Económica .....	28
Ilustración 10 Consumo de empresa de plástico (área administrativa).....	32
Ilustración 11 Calculo de horas picos programas PVSYST .....	34
Ilustración 12 Pantalla principal programa PVSYST .....	38
Ilustración 13 Base de datos programa PVSYST .....	39
Ilustración 14 Fuente de datos programa PVSYST .....	40
Ilustración 15 Sitio geográfico programa PVSYST .....	41
Ilustración 16 Fuente de datos programa PVSYST .....	42

Ilustración 17 Simulación programa PVSYST .....	43
Ilustración 18 Gestión de orientación programa PVSYST .....	44
Ilustración 19 Lista de subconjuntos programa PVSYST .....	45
Ilustración 20 Planificación e ideas para posible instalación de paneles .....	50

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Calculo de Energía	33
Tabla 2 Cronograma	57

## CAPITULO I

### 1.1 Título

Propuesta de implementación de paneles fotovoltaicos con conexión a la red en industria plástica localizada en la ciudad de Guayaquil.

### 1.2 Introducción

Actualmente, la sostenibilidad y la eficiencia energética se han convertido en una prioridad para diversas industrias, entre ellas, la elaboración de plásticos y etiquetas plásticas. Una de las soluciones más innovadoras y eficaces para disminuir el impacto ambiental y los costos operativos en este sector es la implementación de paneles fotovoltaicos.

Los paneles fotovoltaicos transforman la luz solar en energía eléctrica, utilizando la tecnología de células solares. Esta energía renovable es una alternativa cada vez más utilizada para cubrir las necesidades energéticas de las fábricas, que suelen ser intensivas en consumo de electricidad debido a los procesos de producción y maquinarias pesadas. En una fábrica de plásticos, donde las máquinas operan durante largas jornadas, los costos energéticos representan una parte significativa de los gastos operativos.

La acogida de sistemas fotovoltaicos no solo permite a las empresas plásticas reducir su dependencia de fuentes de energía convencionales, sino que también contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, alineándose con los objetivos globales de sostenibilidad y la transición hacia una economía más verde.

Además, el uso de energía solar en fábricas de plásticos puede acortar riesgos económicos a largo plazo, ya que los costos iniciales de instalación de los paneles fotovoltaicos se amortizan con el tiempo debido a la reducción en la factura energética. En muchas ocasiones, los excedentes de energía generada pueden ser incluso vendidos a la red eléctrica, lo que ofrece una fuente adicional de ingresos.

Los materiales plásticos juegan un papel fundamental en el diseño y la fabricación de paneles solares modernos, contribuyendo significativamente a la mejora de su eficiencia, durabilidad y costo. Estos materiales son utilizados en diversas partes del panel, desde los recubrimientos hasta los componentes estructurales.

Uno de los principales usos de los plásticos en la tecnología fotovoltaica es en la fabricación de encapsulantes y películas protectoras. Estas capas protegen las células solares de factores ambientales adversos como la humedad, la radiación ultravioleta (UV) y el impacto mecánico, asegurando una mayor vida útil de los paneles solares.

Los plásticos también se emplean en marcos y sustratos de paneles solares, donde ofrecen ventajas como ligereza, flexibilidad y resistencia a la corrosión, lo que mejora la portabilidad y la facilidad de instalación. Además, algunos materiales plásticos conductores son utilizados en células solares orgánicas y en películas conductoras, facilitando el transporte de la electricidad generada por la luz solar, lo que contribuye a mejorar la eficiencia de conversión energética.

En resumen, los materiales plásticos son cruciales en la evolución de la energía solar, ya que no solo permiten mejorar las propiedades de los paneles solares, sino que también juegan un papel importante en la reducción de costos y en la posibilidad de fabricar dispositivos solares más eficientes y adaptables.

Los polímeros tienen muchas aplicaciones en la tecnología fotovoltaica, empezando con su uso como recubrimientos antirreflectantes en células solares, lo que reduce la pérdida de energía por reflexión y mejora la eficiencia de conversión de energía solar en electricidad. También se utilizan como películas protectoras y encapsulantes en paneles solares, protegiendo las células de condiciones ambientales adversas y prolongando su vida útil. Además, se emplean como materiales de sustrato en la fabricación de células solares flexibles, que ofrecen ventajas de portabilidad y adaptabilidad a superficies curvas.

A pesar de los avances en el uso de polímeros en la tecnología fotovoltaica, su aplicación presenta diversos desafíos. Uno de los principales es la degradación por exposición a la radiación ultravioleta, que puede causar la pérdida de propiedades de los polímeros, reduciendo su eficiencia y afectando la vida útil de los materiales. Además, la estabilidad térmica y resistencia a la intemperie son factores cruciales, ya que los polímeros deben soportar condiciones climáticas extremas, como altas temperaturas, humedad, lluvia, viento y cambios bruscos de temperatura, sin comprometer su rendimiento.

Por último, los costos de producción y disponibilidad son una preocupación, ya que algunos polímeros especializados pueden tener precios elevados debido a su complejidad en la fabricación o la necesidad de recursos limitados, lo que podría aumentar el costo final de los paneles solares. Estos desafíos deben ser considerados y abordados para optimizar el uso de polímeros en la industria fotovoltaica.

Finalmente, algunos polímeros conductores se utilizan en la fabricación de películas conductoras para células solares orgánicas, mejorando la eficiencia en el transporte de corriente generada por la luz solar.

En conclusión, la colocación de paneles fotovoltaicos en fábricas de plásticos no solo es una estrategia favorable para el medio ambiente, sino también una inversión económica inteligente que nos puede ayudar a las empresas a ser más competitivas y responsables frente a los retos energéticos y ambientales actuales.



***Ilustración 1*** Eficiencia Energética en Industrias de Plásticos

**Fuente:** (IPSOM, 2025)

### 1.3 Problema de estudio

Una de las funciones de esta empresa de plástico, es la elaboración y comercialización de soluciones de empaques plásticos flexibles, brindando una cobertura de servicios amplia a diferentes clientes a nivel industrial como: Rollos, fundas, etiquetas y laminado.

La industria plástica en Guayaquil enfrenta una serie de desafíos relacionados con la infraestructura eléctrica obsoleta y la necesidad de adoptar prácticas más sostenibles. La modernización de la infraestructura eléctrica mediante la instalación de paneles eléctricos representa una solución crucial para abordar estos problemas.

Enfrentándonos a ciertos problemas claves como la pérdida de ahorro en la factura de luz, el deterioro acelerado, impacto medioambiental, la industria plástica al enfrentarse a un severo desafío que son las grandes cargas que abarcan sus maquinarias, pone en tela de duda si la instalación de paneles fotovoltaicos será o no una gran inversión a futuro, el no contar con fuente de energía propia, y depender de redes exteriores es otro problema grande el cual enfrenta dicha compañía, cabe recalcar que al depender de otras fuentes energéticas, se corre mucho riesgo que al momento de cualquier apagón o corte energético programado se dañen las maquinas, debido a su no continuidad trabajando.

Actualmente con los cortes de energía que se presentan en nuestro país, provoca una caída leve en el rendimiento de producción, debido a que las maquinas no están trabajando al 100% todo el tiempo, esto desencadenando una baja calidad en ciertos tipos de productos, y clientes de por medio exigiendo el 100% de efectividad en los mismos es un problema grande el cual nos enfrentamos como industria plástica. Con todo esto de por medio, la fabrica en periodos de hasta 14 horas diarias sin energía, sus maquinarias están trabajando al 60%, en donde para ciertos tipos de productos se necesita que la maquina trabaje al 100% de su efectividad, esto logrando que la mantengamos apagada durante largos lapsos de tiempo sin energía, debido a que necesita la fuerza suficiente para trabajar por completo y producir como se debe.

Además, debemos analizar la situación que la alta demanda de energía eleva los costos operativos, la implementación de estos paneles fotovoltaicos en industrias ecuatorianas enfrenta diversos desafíos y problemas como la falta de conocimiento sobre estos, la inversión inicial con costos elevados, las condiciones geográficas, condiciones climáticas, la durabilidad mediante sus mantenimientos, intermitencia en la generación

Basándose en la función principal que es la fabricación y comercialización de plásticos flexibles y etiquetas se ha realizado la propuesta de implementación de paneles fotovoltaicos con conexión a la red en industria plástica localizada en la ciudad de Guayaquil.

Por estas razones, para superar estos desafíos hay soluciones potenciales, la energía solar ofrece muchos beneficios económicos y ambientales para industrias ecuatorianas, se debe implementar soluciones como incentivos fiscales, fomentar la educación sobre este tema de energías renovables, inculcar el uso de tecnologías de almacenamiento de energía. Para que de esta manera poder erradicar poco a poco, dichos problemas anteriormente mencionados.

#### **1.4 Justificación**

Lo que netamente se busca con esto, ya que en estos tiempos de cortes energéticos es hacer que la fábrica y sus maquinarias trabajen a plenitud con los generadores durante los cortes, mientras que con la instalación de los paneles, la energía que consume el área administrativa, será proporcionada por el banco de paneles fotovoltaicos, haciendo que las maquinarias con cargas elevadas logren trabajar al 100% de efectividad y evitar problemas con clientes a futuro. La instalación de paneles fotovoltaicos modernos puede mejorar la eficiencia energética del sistema, reduciendo el uso de la electricidad y pérdidas.

La modernización permitirá a la empresa controlar y gestionar mejor su consumo de energía, resultando en una reducción notable de los costos operativos. Con la energía eléctrica integrando una parte sustancial de los gastos operativos, reducir estos costos tiene un impacto directo en la rentabilidad y competitividad de la empresa.

Es importante recalcar que la instalación de paneles fotovoltaicos facilita también el uso de fuentes de energía renovable, como la energía solar, que reduce significativamente la huella de carbono de la empresa. La transición hacia una infraestructura más ecológica no solo ayudará a cumplir con las normativas ambientales vigentes, sino que también mejorará la imagen de la empresa ante clientes y socios que valoran la sostenibilidad. Además, al alinearse con las tendencias globales de responsabilidad ambiental, la empresa puede acceder a incentivos y beneficios fiscales, con esto nos referimos a que el estado te ofrece una condonación de impuestos a la renta por 10 años para las nuevas inversiones renovables en este caso la energía solar fotovoltaica, y el IVA del 0% para los sistemas generacionales de energía solar fotovoltaica, en este caso el ítem de “paneles solares” ingresa como bienes grabados con 0% de IVA a esto también se incluye los accesorios para la generación solar fotovoltaica.

De igual manera la modernización de la infraestructura eléctrica con paneles fotovoltaicos permitirá una mayor fiabilidad y estabilidad del suministro eléctrico. La nueva infraestructura estará equipada con tecnologías avanzadas que mejoran la seguridad, reducen el riesgo de fallos y garantizan un funcionamiento continuo sin interrupciones. Esto no solo protege la inversión en equipos y procesos, sino que también asegura la continuidad de operaciones y la minimización de tiempos de inactividad.



*Ilustración 2* Infraestructura modernizada con paneles fotovoltaicos

**Fuente:** (EXPRESO, 24)

### **1.5 Delimitación del problema**

Se estima proponer mejoras y reducción de costos en la red energética interna de una industria de plásticos posicionada en la ciudad de Guayaquil, con el objeto de entender la particularidad en el cual se generan mejores resultados tanto en la producción de la fábrica como en la optimización de recursos y gastos de la empresa anteriormente mencionada.

## **1.6 Beneficiarios de la propuesta**

Entre los beneficiados de la propuesta de implementación planteada podrían estar:

- Los socios, dueños y empleados de la compañía de plástico debido a que se generaran mejores utilidades y un ahorro considerable por los resultados que se prevé tener.
- El autor de la tesis debido al incremento de conocimiento en el tema en cuestión por las investigaciones realizadas.
- La universidad politécnica salesiana debido a que agrega a su innumerable lista un proyecto innovador, diferente y llamativo

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Implementar un sistema de paneles eléctricos avanzados en la infraestructura de la industria plástica ubicada en Guayaquil con el fin de modernizar la infraestructura eléctrica, optimizar la eficiencia energética, reducir los costos operativos y mejorar la sostenibilidad ambiental, contribuyendo así a la competitividad y responsabilidad corporativa de la empresa.

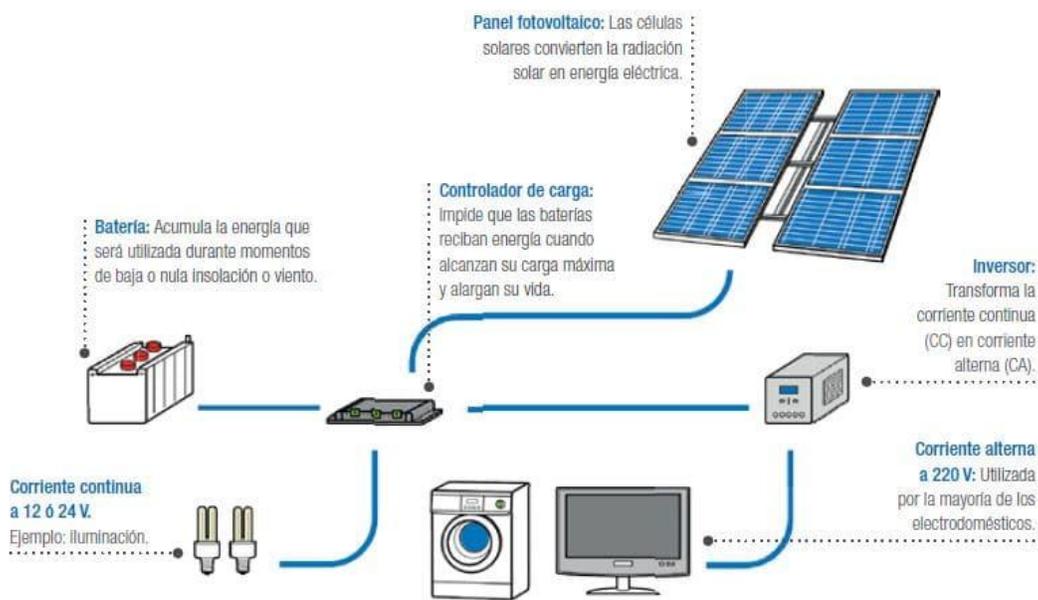
### **1.7.2 Objetivos específicos**

- Reconocer los picos de demanda y los periodos de alto consumo energético para dimensionar adecuadamente el sistema fotovoltaico.
- Estudiar la rentabilidad del proyecto en donde se considera el ahorro en costos de electricidad.
- Determinar los aspectos técnicos para enlazar el sistema fotovoltaico a la red de distribución eléctrica de la industria.
- Proyectar un plan de sostenibilidad que fomente la imagen ecológica de la empresa y la participación social de la misma.

## 1.8 Marco Hipotético

Para poder cumplirse la implementación de paneles fotovoltaicos con conexión a la red deben de satisfacer ciertas condiciones previas como lo son:

- Disponibilidad de espacio adecuado para la instalación de los paneles
- Radiación solar adecuada en la ubicación geográfica donde se encuentre la empresa
- Necesidades y tamaño de la industria en cuestión
- Factibilidad técnica de instalación.
- Condiciones normativas y legales que sea favorables



*Ilustración 3* Paneles Fotovoltaicos Usos Múltiples

**Fuente:** (NAVARRO, 2020)

## CAPITULO II

### **2. Fundamentación teórica**

#### **2.1 Energía eléctrica**

Es una forma de energía que resulta del movimiento y existencia de cargas eléctricas como electrones a través de un conductor, como un cable de metal. Una de las fuentes mas utilizadas en la era moderna, permitiendo el funcionamiento de diversos dispositivos, desde electrodomésticos básicos hasta complejos sistemas industriales.

En conclusión, la electricidad es una forma esencial de energía que afecta todos los aspectos de nuestra vida moderna, desde nuestras actividades diarias hasta el funcionamiento de las industrias. La continua innovación en la generación, distribución y almacenamiento de electricidad está orientada a hacerla más eficiente, accesible y sostenible.

##### **2.1.1 Generación de Electricidad**

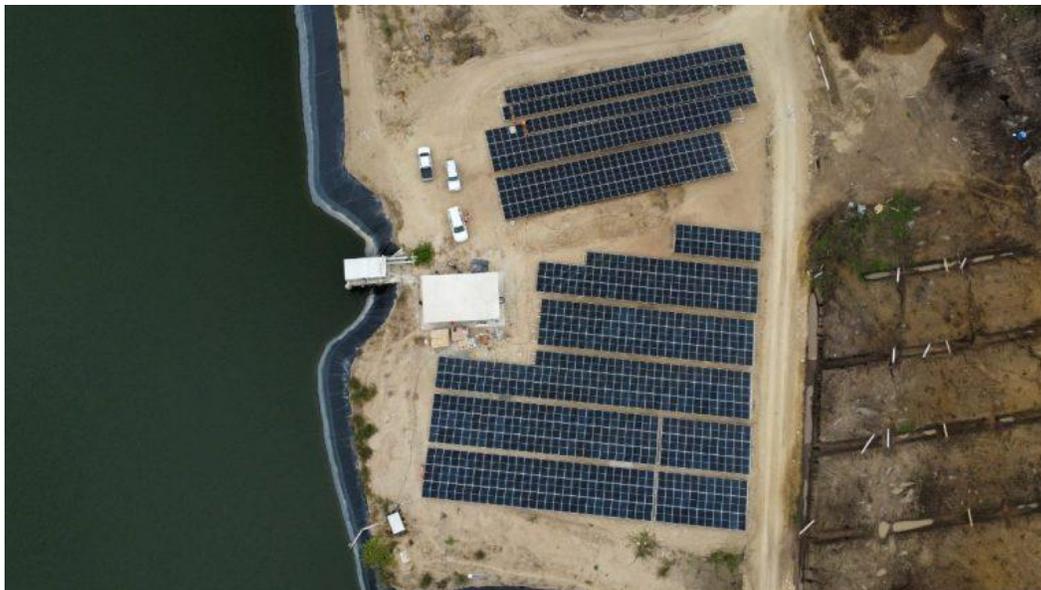
Puede generarse de diversas maneras, entre los sistemas más comunes esta la energía renovable, la energía nuclear y las fuentes fósiles.

Las fuentes fósiles como el petróleo, el carbón y el gas natural se queman en generadores para calentar agua y producir vapor, con esto el vapor mueve turbinas conectadas a generadores eléctricos, esto tiene un alto impacto ambiental a pesar de su eficacia ya que expulsa gases de efecto invernadero y otros contaminantes

Para la energía nuclear esta fisión divide átomos que generan la liberación de grandes cantidades de energía, esta es usada para calentar agua y provocar vapor, y así poder mover las turbinas generadoras.

#### **2.2 Energía Renovable**

En base a la energía renovable, está la energía solar que mediante los paneles fotovoltaicos convierten la luz del sol directamente en electricidad, la energía eólica mediante los molinos de viento o turbina eólicas capturan la energía del viento y así la convierten directamente en electricidad, como también esta la energía hidráulica donde las plantas hidroeléctricas aprovechan las fuertes corrientes de agua (ríos o presas) para mover turbinas generadoras. La energía geotérmica es la que aprovecha el calor interno de la tierra para poder generar electricidad, produciendo vapor y así mover las turbinas.



***Ilustración 4*** Energía Renovable en Ecuador

**Fuente:** (Genera Renovables , 2025)

### **2.2.1 Beneficios de la energía renovable**

- Reducción de emisiones
- Sostenibilidad
- Reducción de dependencia energética
- Oportunidad de empleos
- Desarrollo a nivel rural y local

### **2.2.2 Desafíos de la energía renovable**

- Costos iniciales: las inversiones iniciales en estos temas para infraestructuras como paneles solares o parques eólicos pueden ser altas
- Formas de uso del suelo: ciertas fuentes de energía como la biomasa o las grandes plantas eólicas y solares, requieren grandes cantidades de tierra, esto puede provocar competencias con otros usos de suelo, como la conservación de la biodiversidad.

### **2.3 Línea de tiempo-historia**

La transición hacia energías renovables es una tendencia creciente en los sectores industriales, debido a las altas demandas de sostenibilidad, eficiencia energética y reducción de costos. Dando un gran paso hacia el futuro en 1839 fue reconocido por primera vez el efecto fotovoltaico por el físico francés Becquerel, este hizo observación que, al exteriorizar una pila electrolítica a la luz, tras ser sumergida en una sustancia de las mismas propiedades generaba más electricidad. Físicamente la primera célula solar se construyó en 1883 su autor fue Charles Fritts quien revistió una muestra de selenio semiconductor con un pan de oro para formar el empalme.

La fabricación de las células solares es mediante silicio que se derrite y luego se une con el galio formando obleas llamadas lingotes de silicio. Luego se agrega fósforo al silicio, junto con el galio le dan al silicio su capacidad eléctrica.

### **2.4 Implementación**

#### **Espacio y satélites**

Las primeras aplicaciones de paneles solares se dieron en la década de 1950, se utilizaron en satélites y otras naves espaciales, se usaron por primera vez en el espacio para alimentar satélites y naves espaciales, en 1958 el primer satélite en usar paneles solares para generar electricidad fue el VANGUARD 1, desde ahí se ha venido utilizado a lo largo de todos estos años de manera extensiva en estaciones espaciales y estaciones satelitales, como en la Estación Espacial Internacional (EEI), donde las células solares cumplen un papel importante al proporcionar la energía necesaria para los sistemas a bordo.

#### **Transporte**

En el transporte están siendo cada vez más utilizados en diversas formas de movilidad como una alternativa sostenible para reducir las emisiones de carbono y no depender de diversos combustibles fósiles. Constantemente se renuevan ideas con respecto a esta tecnología, ya existen varios ejemplos sobre los vehículos y sistemas de transporte que usan paneles solares para generar electricidad como:

- Vehículos solares
- Bicicletas solares
- Autobuses y trenes solares
- Barcos solares

## **2.5 Sostenibilidad en industrias y empresas**

A nivel industrial el uso de paneles solares esta incrementándose rápidamente debido a la alta demanda de las empresas por reducir sus costos energéticos y su huella de carbono. Los paneles ofrecen a las industrias una fuente de energía renovable y sostenible. A nivel industrial se usan de distintas formas como:

- Reducción de costos energéticos
- Instalación en techos industriales
- Plantas solares industriales
- Almacenamiento de energía

En lo que respecta de industrias plásticas ha sido un avance significativo para mejorar la sostenibilidad y reducir el impacto ambiental de este sector, que históricamente ha sido conocido por su alto consumo energético y su contribución a la contaminación.

Por ejemplo, en una planta de producción de plásticos y etiquetas se podría instalar estos paneles en su tejado o en áreas cercanas para generar parte de la demanda energética, y así con esto reducir la dependencia de la red eléctrica y así poder ofrecer ahorros trascendentes.

diversas empresas de plásticos han empezado a integrar energía solar en sus planes de sostenibilidad, no solo para cumplir con regulaciones medioambientales, sino también para mejorar su imagen ante los consumidores y las autoridades regulatorias. Este cambio es cada vez más importante en un ambiente que valora la responsabilidad corporativa y las prácticas de producción responsables.



**Ilustración 5** Sostenibilidad en empresas

**Fuente:** (FAMILIA INSTITUCIONAL, 2024)

## **2.6 Incentivos fiscales y beneficios financieros**

En ciertos países, donde las empresas que implementan energías renovables como la solar, obtienen el derecho a ciertos tipos de incentivos fiscales, subsidios y muchos otros beneficios económicos. Estos ayudan a las empresas del sector plástico a disminuir los costos de instalación de los paneles solares, agilizando el retorno de la inversión.

Diferentes gobiernos promueven el uso de energía solar mediante certificados de energía renovable (REC). Permitiéndole a las empresas recibir créditos por generar su propia energía limpia.

## **2.7 Resultados exitosos en la industria del plástico a lo largo de la historia**

Pequeñas y grandes industrias han salido beneficiados con la implementación de estos paneles a lo largo del tiempo, obteniendo resultados favorables, los paneles fotovoltaicos han demostrado ser una solución eficaz para distintas industrias, incluyendo la industria del plástico, que ha experimentado importantes resultados exitosos a lo largo de los años al integrar estas tecnologías en sus procesos de producción.

La energía fotovoltaica ha emergido como una de las principales alternativas, dada su capacidad para generar energía limpia y reducir la dependencia de fuentes fósiles, es una fuente de energía renovable que transforma la radiación solar directamente en electricidad mediante el uso de células fotovoltaicas.

En este contexto, la industria plástica, un sector de alta demanda energética, puede beneficiarse significativamente de la implementación de sistemas fotovoltaicos.

Un sistema fotovoltaico está compuesto principalmente por los siguientes elementos:

### **2.7.1 Paneles solares:**

Convertidores de energía solar en corriente continua (CC) Los paneles solares son dispositivos diseñados para capturar y convertir la energía del sol en electricidad. Este proceso se realiza a través de un fenómeno conocido como el efecto fotovoltaico, donde los paneles, que están compuestos principalmente de células solares, absorben la luz solar y generan una corriente eléctrica. Estos paneles solares se aplican tanto a nivel residencial como a nivel industrial.

### **2.7.2 Inversores:**

Transforman la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna (CA), que es la utilizada por la red eléctrica y los equipos de la industria. Estos inversores cumplen un papel fundamental en sistemas de energía renovable como la energía solar, ya que estas nos ayudan a que la electricidad generada por los paneles sea compatible con la red de distribución eléctrica, o en algunos casos puede involucrarse directamente en los hogares y edificios. Algunos inversores revisan el rendimiento del sistema protegen los equipos y mejoran la eficacia del flujo eléctrico.

### **2.7.3 Baterías (opcional):**

Almacenan energía para su uso posterior (en sistemas aislados o con respaldo de energía). El uso de esto es opcional en el sistema de paneles fotovoltaicos, son dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica que permiten guardar el residuo de electricidad generada durante el día.

El uso de estas baterías mejora la independencia energética, permitiendo que las residencias o instalaciones sean menos dependientes de la red eléctrica convencional y mejorando el uso de la energía solar.

Cabe recalcar que en este estudio no utilizaremos baterías al momento de dimensionar este proyecto.

#### **2.7.4 Medidores bidireccionales:**

Permiten la medición tanto del consumo de energía como de la energía inyectada a la red eléctrica. Un sistema fotovoltaico conectado a la red (o grid-tied) es una instalación en la que la energía solar generada no solo se utiliza para el autoconsumo de la industria, sino que también puede ser inyectada a la red pública. Este sistema permite un intercambio de energía bidireccional, donde la energía generada en exceso puede ser vendida o compensada con la red eléctrica. Este elemento es indispensable al momento de poner en práctica cualquier proyecto que tenga que ver con energía renovable. En este caso se aconseja un medidor bidireccional que acapare las necesidades específicas al momento de la instalación y que mejore el uso de energía generada, en este proyecto guiándonos por las características de consumo del área administrativa que no pasa los 50KVA se sugiere usar un medidor trifásico electrónico inteligente que tenga compatibilidad con las redes eléctricas. El medidor inteligente con función de net metering es una de las mejores opciones, por no decir la mejor, para este proyecto de una posible instalación de paneles fotovoltaicos que cubra el consumo del área administrativa de una industria plástica. Este tipo de medidor nos garantiza no solo un registro exacto del consumo y generación, sino también nos facilita capacidades avanzadas de monitoreos y análisis.

#### **2.8 Modernización de Infraestructura Eléctrica**

La modernización de la infraestructura eléctrica se refiere a la actualización y mejora de los sistemas eléctricos existentes para cumplir con los estándares actuales de tecnología, eficiencia y seguridad. En el contexto de una industria plástica, esto implica la sustitución de equipos obsoletos, la integración de tecnologías avanzadas y la optimización del sistema para mejorar el rendimiento general. Este es un proceso importante para garantizar un suministro capaz, seguro y sostenible de energía. Este desarrollo no solo involucra la actualización de las redes de distribución, sino también la integración de nuevas tecnologías que optimicen la gestión de la energía y reduzcan las pérdidas. La modernización de la infraestructura eléctrica es una evolución esencial para asegurar que los sistemas de energía puedan satisfacer las demandas del futuro de manera eficiente y sostenible.

A través de la integración de nuevas tecnologías, como las redes inteligentes y los sistemas de almacenamiento de energía, se logra un sistema más confiable, eficiente y capaz de integrar fuentes renovables.

Sin embargo, es importante toparse con los desafíos financieros, regulatorios y operativos para avalar que la transición sea exitosa y a favor para todos los actores involucrados.

### **2.8.1 Tecnologías Modernas**

Incluyen paneles eléctricos inteligentes, sistemas de gestión de energía (EMS) y equipos de distribución eléctrica con capacidades de monitoreo y control mejoradas. En lo que respecta a paneles solares ha avanzado significativamente en los últimos años, permitiendo una mayor efectividad y menguar de costos en la generación de energía solar. Este avance ha sido impulsado por innovaciones en materiales, diseño y procesos de fabricación, lo que ha contribuido a hacer que la energía solar sea una fuente de energía cada vez más accesible y competitiva.

### **2.8.2 Paneles solares de silicio monocristalino y policristalino**

Los paneles solares de silicio monocristalino siguen siendo los más eficientes y duraderos en la actualidad. Están hechos de un solo cristal de silicio, lo que les permite maximizar la absorción de luz y convertir una mayor cantidad de energía solar en electricidad. Por otro lado, los paneles policristalinos, aunque ligeramente menos eficientes, son más económicos y siguen siendo una opción popular debido a su relación calidad-precio. Ambos tipos de paneles han experimentado mejoras tecnológicas en su fabricación, aumentando la eficiencia y reduciendo los costos de producción.

### **2.8.3 Celdas solares con tecnología de alta eficiencia**

Estas utilizan técnicas avanzadas de elaboración, como el diseño de las células solares bifaciales, que toman la luz solar en ambos lados del panel. Esto suma significativamente la cantidad de energía elaborada, especialmente en áreas donde el suelo o las superficies reflejan una gran cantidad de luz. Las celdas solares de alta eficiencia están proyectadas para captar una mayor cantidad de energía del sol y transformarla en electricidad. La efectividad de una celda solar se refiere a la proporción de energía solar que puede convertir en energía eléctrica.

Las celdas solares convencionales tienen una eficacia que generalmente varía entre el 15% y el 20%, mientras que las celdas de alta eficiencia pueden superar el 22%, e incluso llegar a más del 30% en algunos casos avanzados. Las celdas solares de alta eficiencia están desempeñando un papel crucial en la evolución de la energía solar como fuente de energía renovable.

Gracias a las mejoras tecnológicas, como las celdas de perovskita, las celdas multi unión y las celdas bifaciales, la eficiencia de la conversión de la luz solar en electricidad ha mejorado considerablemente, lo que hace que la energía solar sea más rentable y accesible. A medida que estas tecnologías continúan desarrollándose, se espera que la adopción de la energía solar crezca de manera significativa, impulsando una transición global hacia un futuro energético más limpio y sostenible.

## **2.9 Optimización de costos y sostenibilidad**

El costo de fabricación de estos paneles solares se ha reducido considerablemente debido a mejoras en los procesos de elaboración y la mayor demanda global de tecnología solar. Por ende, la industria solar se ha enfocado cada vez más en la sostenibilidad, utilizando materiales reciclables y procesos de fabricación menos contaminantes.

Esto ha emergido como una de las opciones y soluciones más confiables y efectivas para la generación de energía limpia y renovable, aportando a la sostenibilidad y reduciendo la dependencia de fuentes de energía no renovables.

### **2.9.1 Mejoras en la efectividad de fabricación**

El uso de tecnologías de producción más avanzadas, como la impresión de celdas solares o la automatización en el ensamblaje, permite reducir los costos laborales y aumentar la precisión en la fabricación. Estas técnicas también pueden aumentar la producción a gran escala, lo que contribuye a reducir el costo unitario de los paneles solares.

### **2.9.2 Materiales más económicos y abundantes**

Se está investigando el uso de materiales alternativos para las celdas solares, como las celdas solares de perovskita, que son más baratas de producir en comparación con las tradicionales celdas de silicio. La investigación en materiales más baratos y abundantes ayuda a reducir el costo de los paneles fotovoltaicos sin comprometer su eficiencia.

Las celdas solares de perovskita son un tipo de tecnología fotovoltaica que ha ganado gran atención en la investigación y desarrollo de fuentes de energía renovables debido a su alto rendimiento, bajo costo y facilidad de fabricación.

Estas celdas utilizan materiales que imitan la estructura del mineral de perovskita, un compuesto que se caracteriza por su capacidad para absorber eficientemente la luz solar y convertirla en electricidad. Una de las principales ventajas de las celdas solares de perovskita es su alta eficiencia de conversión de luz solar en electricidad. En poco tiempo, estas celdas han alcanzado efectividades superiores al 25%, lo que las coloca cerca de las celdas solares de silicio en términos de rendimiento. Esta eficiencia continúa mejorando a medida que avanzan las investigaciones y los procesos de fabricación. Estas pueden fabricarse utilizando procesos sencillos y económicos, como la impresión en solución, lo que reduce significativamente los costos de producción en comparación con las celdas solares tradicionales de silicio. Además, los materiales utilizados para fabricar estas celdas son más baratos y abundantes.

## **2.10 Paneles solares y su Función en la Industria Plástica**

Los paneles eléctricos son componentes esenciales en la distribución y gestión de la electricidad dentro de un sistema industrial. Su función principal es distribuir la energía eléctrica desde la fuente hasta los diversos equipos y dispositivos dentro de la planta de producción. En este contexto, la implementación de paneles solares ha demostrado ser una solución eficaz para mejorar la sostenibilidad y optimizar los costos operativos. Los sistemas fotovoltaicos no solo contribuyen a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también permiten a las empresas del sector plástico mejorar su eficiencia energética y reducir su dependencia de fuentes de energía no renovables.

Tipos de Paneles Eléctricos: Existen diversos tipos de paneles, como los paneles de distribución, de control y de protección, cada uno diseñado para cumplir funciones específicas en la gestión de la electricidad.



***Ilustración 6*** Paneles Solares

**Fuente:** (MUNDO, 2024)

### **2.10.1 Reducción de costos operativos**

Al generar energía de manera autónoma, las empresas pueden reducir la dependencia de la red eléctrica, disminuyendo significativamente sus facturas de electricidad, reducir los costos operativos en una industria necesita un enfoque importante que combine efectividad energética, optimización de procesos, gestión estratégica, de recursos y acoplamiento de tecnologías modernas, estas medidas no solo mejoran la rentabilidad, sino que también moldean a la empresa para acciones futuras como enfrentar diversos desafíos de un mercado competitivo y en constante evolución.

### **2.10.2 Ahorro a largo plazo**

La inversión inicial en paneles solares puede amortizarse rápidamente debido a los ahorros constantes en el consumo energético.

### **2.10.3 Techos solares**

Los grandes techos de las fábricas plásticas pueden ser utilizados para instalar paneles solares, lo que maximiza el espacio sin interferir con las operaciones de producción. Estos sistemas pueden generar electricidad suficiente para alimentar varias partes del proceso de fabricación de plásticos.

### **2.10.4 Beneficios de la Modernización**

La actualización de los paneles eléctricos puede mejorar la capacidad de carga, la seguridad, la eficiencia y la fiabilidad del sistema eléctrico.

La integración de paneles solares en la industria plástica tiene el potencial de transformar la forma en que este sector genera y consume energía, reduciendo costos operativos y contribuyendo a la sostenibilidad.

Al adoptar fuentes de energía renovables, las empresas plásticas no solo optimizan sus operaciones, sino que también alinean sus actividades con las crecientes demandas de los consumidores y las regulaciones medioambientales que exigen la reducción de la huella de carbono. La energía solar ofrece una solución efectiva y rentable para mejorar la eficiencia energética, promover el reciclaje y avanzar hacia un modelo industrial más ecológico y sostenible.

## **2.11 Eficiencia Energética**

La eficiencia energética se refiere a la capacidad de utilizar la energía de manera óptima para realizar una tarea específica, minimizando el desperdicio. En un contexto industrial, mejorar la eficiencia energética implica reducir el consumo de energía sin comprometer la producción. Los paneles solares son más eficientes cuando logran capturar la mayor cantidad posible de luz solar y la convierten en energía útil. Los avances tecnológicos han permitido mejorar la eficiencia de estos paneles, lo que hace que su implementación sea más atractiva para las industrias.

## **2.12 Seguridad y Fiabilidad del Sistema Eléctrico**

La seguridad y la fiabilidad del sistema eléctrico son esenciales para el correcto funcionamiento de cualquier infraestructura, desde hogares hasta grandes industrias. La implementación de medidas de protección, la supervisión constante y el mantenimiento adecuado son fundamentales para garantizar un suministro continuo y seguro de energía. Además, las tecnologías avanzadas y las normativas de seguridad juegan un papel crucial en la mejora continua de estos sistemas, lo que contribuye a un entorno más seguro y confiable para todos los usuarios de la red eléctrica. Estándares de Seguridad: Los sistemas eléctricos deben cumplir con las normativas y estándares de seguridad para prevenir riesgos como sobrecargas, cortocircuitos y accidentes eléctricos.

### **2.12.1 Tecnologías de Monitoreo**

La integración de tecnologías de monitoreo y control permite la detección temprana de problemas y la intervención rápida para mantener la fiabilidad del sistema.

## **2.13 Impacto en la Competitividad y Responsabilidad Corporativa**

En las empresas modernas es crucial, ya que estas dos áreas no solo influyen en la sostenibilidad económica de una organización, sino que también están profundamente interrelacionadas con su imagen pública, cumplimiento normativo y éxito a largo plazo.

Las empresas que gestionan eficazmente estos dos aspectos tienden a destacarse en sus respectivos sectores y a obtener ventajas sobre sus competidores. Ventajas Competitivas: La modernización de la infraestructura eléctrica y la adopción de prácticas sostenibles pueden mejorar la posición competitiva de la empresa al reducir costos, mejorar la eficiencia y atraer a clientes conscientes de la sostenibilidad.

### **2.13.1 Competitividad empresarial**

Se refiere a la capacidad de una empresa para mantenerse y sobresalir en un mercado, en comparación con sus competidores. Para mejorar la competitividad, las organizaciones deben centrarse en diversas áreas clave.

### **2.13.2 Responsabilidad Corporativa**

Se refiere al compromiso de las empresas de actuar de manera ética y sostenible, teniendo en cuenta no solo los intereses de los accionistas, sino también el bienestar social y ambiental.

### **2.14 Consideraciones Específicas para la Industria Plástica**

En la industria plástica, la modernización de la infraestructura eléctrica tiene consideraciones particulares debido a la alta demanda de energía para procesos de producción y el uso intensivo de equipos eléctricos. En esta juega un papel fundamental en la economía global, abarcando una amplia gama de aplicaciones, desde productos de consumo hasta componentes industriales. No obstante, enfrenta desafíos específicos que requieren un enfoque particular para asegurar su sostenibilidad, eficiencia operativa y competitividad en un entorno que está cambiando rápidamente, especialmente con la creciente presión hacia prácticas más responsables en términos de medio ambiente y uso de recursos.

A continuación, se detallan algunas de las consideraciones clave que deben tener en cuenta las empresas de la industria plástica.

#### **2.14.1 Demanda Energética**

Las operaciones en la industria plástica requieren grandes cantidades de energía para procesos como la extrusión, el moldeo y el enfriamiento. La modernización debe abordar estas demandas de manera eficiente. Interfiere a la cantidad de energía que requieren los consumidores, tanto a nivel residencial, comercial, industrial y público en general, para satisfacer sus necesidades de electricidad, calefacción, transporte y otros servicios.

Esta demanda varía según factores como el crecimiento económico, la población, las estaciones del año y las tecnologías utilizadas. A medida que las economías crecen y se desarrollan nuevas industrias, la demanda energética tiende a aumentar. Para satisfacerla de manera sostenible, es fundamental promover el uso eficiente de la energía, la diversificación de fuentes energéticas (como las renovables) y la implementación de políticas que fomenten la reducción del consumo y el uso responsable de los recursos energéticos.



***Ilustración 7*** Demanda Energética en Industrias Plásticas

**Fuente:** (CEA, 2015)

#### **2.14.2 Impacto en la Producción**

La actualización de la infraestructura debe realizarse de manera que minimice las interrupciones en la producción y maximice la integración con los procesos existentes. Este interfiere a cómo diferentes factores, como la tecnología, la disponibilidad de recursos, las políticas económicas y la eficiencia operativa, afectan la capacidad de una empresa o industria para fabricar productos. Un impacto positivo en la producción puede resultar en mayor eficiencia, reducción de costos y aumento de la calidad, lo que mejora la competitividad. Por otro lado, factores negativos como interrupciones en la cadena de suministro, escasez de recursos o fallos tecnológicos pueden reducir la capacidad productiva y aumentar los costos. La gestión efectiva de estos factores es clave para mantener una producción constante y rentable.

## CAPITULO III

### 3. Desarrollo del funcionamiento

#### 3.1 Fase de Diagnóstico y Análisis Preliminar

La industria estudiada realiza la fabricación y procesamiento de productos a partir de plásticos y etiquetas. Como actividad principal influye la transformación de elementos plásticos como resinas, polímeros y aditivos, entre otras variedades de productos, utilizando distintos procesos como inyección, soplado y extrusión. Además, nos dedicamos al proceso de reciclaje de plásticos para reutilizar materiales y reducir el impacto ambiental. La etapa de diagnóstico para la implementación de paneles fotovoltaicos en esta industria es crucial para la determinación de la viabilidad del proyecto y afirmar que se generen los máximos beneficios. En este punto se implica una secuencia de actividades técnicas y evaluaciones que nos permiten encajar el sistema fotovoltaico a las necesidades específicas de la industria. La fase de diagnóstico es importante para sostener que la implementación de paneles fotovoltaicos sea técnica, operativa y económicamente viable en una industria de plásticos. Este análisis resumido ayudara a tomar decisiones informadas sobre el tipo de sistema fotovoltaico a instalar y que nos garantizará que el proyecto sea rentable a largo plazo.

Mediante algunos estudios y análisis en diversas reuniones, se han estado tratando temas como la colocación de los paneles fotovoltaicos en el tejado y la infraestructura adecuada para la instalación de estos, si los paneles cubrirán la demanda del área de planta y/o administración, al ser planta el área con más carga energética se dificultaría que se cubra al 100% la carga de esta área con los paneles fotovoltaicos, debido a que la infraestructura del tejado no es la adecuada para cubrir por completo todo el techado de paneles y sería una inversión demasiado fuerte para iniciar este proceso ya que la fábrica tendría que primero cambiar el techado por el correcto y luego así poder instalar dichos paneles. Por esta razón se utilizaría primero la carga del área de las oficinas de administración para que de esta manera luego de la instalación de dichos paneles deje de ser carga para los generadores de 220 que actualmente tiene la compañía y pueda usarse esa capacidad para beneficio de la planta para mejoras de producción.

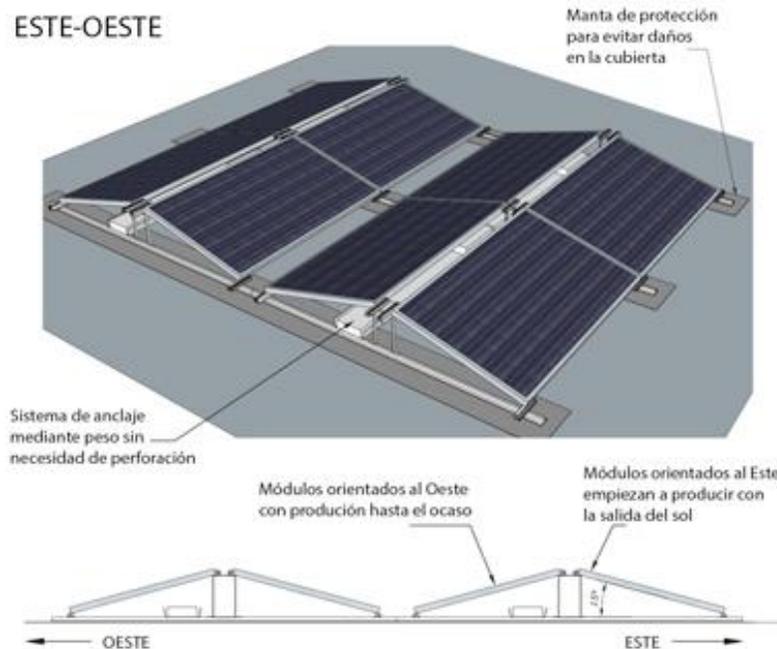
Se utilizará una sección específica para alojar los paneles que cubrirán casi al 100% la carga de toda el área administrativa. Reduciendo así un gran porcentaje en costos energéticos y costos de renovaciones y cambios de la infraestructura de planta.

La infraestructura del tejado cumple un papel importante en la instalación de los paneles fotovoltaicos en cualquier ámbito y locación, esto debe ser cuidadosamente diseñado y evaluado para garantizar la seguridad y eficiencia del sistema.

Antes de la instalación, es importante revisar la capacidad, tipos y comportamiento del tejado ante distintos ambientes como:

- La resistencia de la estructura debe ser lo suficientemente fuerte para aguantar el peso de los paneles fotovoltaicos, como los soportes y otros materiales, estos cálculos estructurales deben ser realizados por un ingeniero experto.
- Verificar si la condición del tejado está en buen estado, que no haya grietas, desgaste y filtraciones, en algunos casos se recomienda hacer mantenimientos y reparaciones, en caso de que se necesite algún tipo de arreglo como tal para evitar problemas a futuro.
- El ángulo de inclinación cumple un papel muy importante para la colocación de estos paneles, esto depende de la latitud del lugar, pero generalmente el ángulo de inclinación esta entre los 20° y 40° para maximizar la capacitación de luz solar. En ciertos tipos de tejados se requiere estructuras adicionales para ajustar la inclinación de los paneles.
- Dependiendo de las características del tipo de tejado. La forma de instalación puede variar en algunos aspectos, por ejemplo, en los tejados planos, se puede colocar estructuras inclinadas que ayuda a sujetar los paneles en el ángulo ideal. En algunas ocasiones pueden ser fijas o ajustables, y en diversos casos usar sistemas de anclaje que no requiere perforar el tejado, como fijaciones a base de lastre. Los tejados inclinados (teja, metal o cerámica) en estos se fijan mediante estructuras de anclaje que se instalan en las vigas del tejado, este tipo de instalación es mas común en tejados con inclinaciones de entre 20° y 40°.

- Los materiales que se usan para los anclajes deben ser anticorrosivos, como el acero inoxidable, para garantizar la durabilidad y evitar daños por exposición al aire libre.
- Para las protecciones contra las filtraciones es importante asegurar de que la instalación de los paneles fotovoltaicos no cause filtraciones de agua, lo que causaría un daño al interior del edificio, esto tendría que tener un sellado adecuado en los puntos de anclajes, estos deben ser sellados con materiales impermeables y resistentes a la severidad del tiempo, la revisión de la impermeabilidad es fundamental tras la instalación de los paneles, se debe confirmar que no haya filtraciones.
- Las consideraciones climáticas cumplen un papel fundamental, se debe tener en cuenta la resistencia al viento, en áreas con vientos fuertes, como en la zona costera que es donde se analiza la implementación de estos paneles fotovoltaicos, los anclajes y la estructura deben ser más fuertes para evitar que los paneles se muevan o se dañen.



**Ilustración 8** Fase de Diagnóstico y Análisis Preliminar de paneles fotovoltaicos

**Fuente:** (SOLARAMA, 2019)

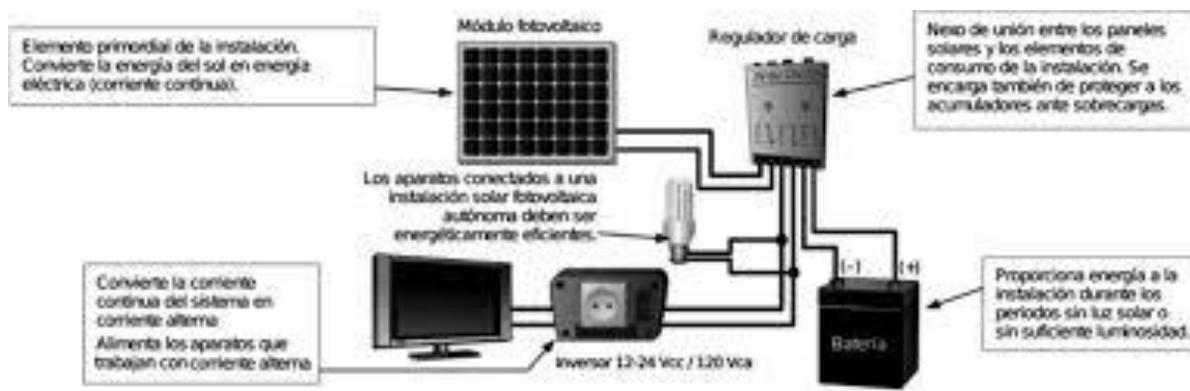
Hay que saber que, si los paneles fotovoltaicos no se colocan en los ángulos recomendados, pueden ocurrir varios problemas que afectan la efectividad de rendimiento del sistema. Estos problemas varían entre:

- La reducción de la generación energética, con la inclinación inadecuada de los paneles solares, su capacidad para receptor la radiación solar se reduce. Esto puede causar una disminución en la cantidad de energía generada, y más aún durante ciertas épocas del año o determinadas horas del día.
- Si el ángulo es demasiado plano, sobre todo en invierno, si los paneles están demasiado planos, no podrán capturar mucha radiación solar, cuando el sol esta más bajo en el cielo, esto reduciría la cantidad de energía generada.
- Si el ángulo de los paneles es demasiado inclinado, puede generar menos energía en los climas de mayor radiación solar (como el verano), ósea no aprovecharía al 100% la luz solar y estaría fuera de su rango de captura.
- En el ángulo adecuado con la exposición de rayos solares, nos aseguraría que el sistema opere a mayor efectividad, si el ángulo no es el recomendado, la conversión tendrá fallas y esto provocara la disminución en la conversión de energía. Esto haría que los paneles capturen menos energía.
- Debido a la inclinación incorrecta puede afectar la acumulación de suciedad y escombros en los paneles. Si estos no están correctamente colocados en su posición recomendada, puede hacer netamente difícil que la superficie del panel se limpie naturalmente con la lluvia o el viento. En estos casos se necesitarían limpiezas más frecuentes lo que nos llevaría a costos de mantenimiento.

La implementación de estos paneles en esta industria sería una excelente estrategia para reducir costos energéticos, aumentar la sostenibilidad, y mejorar en cierto punto la eficiencia operativa.

### 3.2 Estudio de Viabilidad Técnica y Económica

Tiene como objetivo principal analizar si la implementación de un sistema fotovoltaico es adecuada desde el punto de vista de su rendimiento y rentabilidad, con esto quiere decir que no solo verifica que el sistema pueda operar de manera efectiva en el lugar de instalación, sino también asegurar que la inversión inicial sea financieramente rentable.



*Ilustración 9* Viabilidad Técnica y Económica

**Fuente:** (NAVAS, 2022)

#### 3.2.1 Viabilidad técnica

##### 3.2.1.1 Análisis del sitio de instalación

Es fundamental estudiar el nivel de radiación solar en la ubicación donde estarán habilitados los paneles, este factor determina la cantidad de energía que pueden generar los paneles fotovoltaicos, en ciertos tipos de regiones con alta radiación solar, la efectividad de los paneles será mayor.

Es importante conocer las condiciones climáticas locales, como la nubosidad y la temperatura promedio, las temperaturas altas puede reducir la efectividad de los paneles solares. Verificar la presencia de sombra durante ciertos horarios que hay mayor radiación solar es esencial. Cabe recalcar que la instalación de los paneles debe ser libre de obstáculos que puedan bloquear la luz solar, como árboles, edificios cercanos o equipos altos.

- **Evaluación de la radiación solar:** Análisis de los datos climáticos y la radiación solar disponible en la ubicación de la industria para dimensionar correctamente el sistema fotovoltaico. La radiación solar en Guayaquil que es la ciudad donde queda esta industria es importante para diseñar correctamente un sistema fotovoltaico. Esta ciudad se encuentra en la región costera del país, por ende, las condiciones son ideales para este tipo de trabajos. Guayaquil tiene un clima tropical, la mayor parte de sus días son soleados especialmente en estaciones cálidas como el invierno, en estas zonas costeras (incluido Guayaquil) reciben una radiación solar promedio de  $5.5 \text{ KWH}/\text{M}^2/\text{DIA}$ , en todo el día las horas solares más intensas se concentran entre las 11 de la mañana y las 3 de la tarde, lo que es clave para este proyecto a futuro. Los factores para considerar en una evaluación solar son:
- **Estación del año:** Aunque Guayaquil tiene un clima tropical durante todo el año, existen variaciones estacionales en la radiación solar. Los meses secos (de junio a diciembre) generalmente reciben más radiación solar que los meses de lluvias (enero a mayo), pero la diferencia no es tan grande como en otras regiones del mundo.
- **Ángulo de inclinación de los paneles:** La inclinación ideal de los paneles fotovoltaicos en Ecuador es generalmente de 10 a 15 grados hacia el norte para optimizar la captación de energía solar. La inclinación dependerá también de los tipos de techos disponibles en la industria y de la optimización para la mayor eficiencia.
- **Sombras y obstrucciones:** Un análisis detallado debe tener en cuenta la presencia de edificios, árboles u otras estructuras que puedan generar sombras, especialmente durante ciertas horas del día. Es necesario asegurarse de que los paneles solares estén en un área libre de obstrucciones para maximizar la exposición solar.
- **Estimación de costos:** Estimación de la inversión inicial en paneles solares, inversores, baterías (si es necesario), y otros componentes. Incluye costos de instalación, permisos y mantenimiento.

### **3.2.1.2 Análisis de retorno de inversión (ROI):**

Cálculo de los ahorros anuales por la reducción del consumo eléctrico y el ingreso por la venta de energía excedente, con el fin de determinar el tiempo de amortización. es un indicador clave para evaluar la viabilidad económica de la instalación de paneles solares. Este estudio permite entender cuánto tiempo tomará recuperar la inversión inicial a través de los ahorros generados en el consumo de electricidad y otros beneficios, como incentivos fiscales

### **3.2.1.3 Bosquejo del sistema fotovoltaico**

El diseño de un sistema fotovoltaico para una industria plástica (área administrativa) en Ecuador implica algunos pasos clave, estimando las características locales, los requerimientos energéticos de la industria, y la optimización para maximizar la eficiencia. Considerando la cantidad de energía que necesita la planta y el área de administración para cubrir con los paneles fotovoltaicos. Esto implica calcular la cantidad de paneles necesarios para generar la cantidad suficiente de energía requerida, las horas de luz solar utilizada en la ubicación de la industria. En este caso debido a los estudios hechos en lo que es la infraestructura del tejado, para ver si es recomendable usar o no todo el espacio del tejado, o solo cierta área. Se usará un área en específica para la colocación de los paneles, estos paneles ayudaran a la generación de energía para el área de administración.

Para calcular el área requerida para la instalación de los paneles, hay algunos puntos que se debe tener en cuenta como el tamaño de los paneles, la cantidad y el espacio disponible, es fundamental asegurarse que el sistema pueda satisfacer las necesidades energéticas de una industria, en este caso solo para el área administrativa (oficinas).

Estimar la cantidad de energía que el área de administración demanda cubrir con los paneles fotovoltaicos. Los paneles serán ubicados en el tejado metálico de un galpón, esta área esta ubicado en la parte de atrás de la planta, exactamente es la bodega de materia prima, ya que este techo es el más nuevo de toda la empresa como tal, y cuenta con recursos modernos y duraderos, esenciales para la instalación de los paneles, los tejados más adecuados para instalar paneles solares son los inclinados, ya que su inclinación natural permite una buena captación de la luz solar, el tejado de esta galpón cumple con lo necesario para que los paneles funcionen al 100%, se procedió a cálculos en la inclinación del tejado y su porcentaje necesario, a ver si es está apto para proceder a una futura instalación.

Una de las cosas que hay que tener en cuenta es la latitud del lugar donde se procederá a realizar la instalación, dicha latitud se le suma 15°, para que el panel tenga una efectividad de captación de casi el 100%, necesitamos un ángulo de orientación de 13°.

Cálculos:

$$\text{FORMULA 1: \% DE INCLINACION DE PENDIENTE} = \frac{H1 - H0}{D} (100)$$

En donde:

H1= es la altura o magnitud vertical máxima que puede alcanzar, se mide desde el tope del suelo hasta el punto más alto de la edificación

H0= es la altura mínima la cual está conformada una edificación para sostener el tejado junto a la altura máxima, y darle la inclinación necesario al techo, en este caso tejado metálico.

D= distancia entre los pilares de la altura máxima (H1) y altura mínima (H0).

Haciendo los cálculos necesarios para poder encontrar el porcentaje de inclinación nos da que:

$$H1 = 20M$$

$$H0 = 18.95m$$

$$D = 8m$$

Al reemplazar en la formula:

$$\%Ip = \frac{20 - 18.95}{8} (100)$$

$$\%Ip = 0.13125 (100)$$

$$\%Ip = 13.12\%$$

Dándonos un porcentaje de inclinación de la pendiente de 13.12%, esto nos favorece al momento de la instalación a futuro debido que el ángulo de la pendiente que se recomienda en los tejados metálicos debe ser entre un 20% y 45%, con desviaciones no significativas de hasta 20°.

Los tejados metálicos industriales son estructuras utilizadas para cubrir la parte superior de edificios y bodegas, se caracterizan por ser más flexibles y de rápida construcción, estos suelen ser menos rígidos que los mismos techos de hormigón. Con estos cálculos procederemos a un estudio rápido de paneles, donde involucramos que tipo de paneles son necesarios para una instalación a futuro. Después de realizar los cálculos de inclinación y ubicación de este proyecto tenemos que realizar el dimensionamiento de los paneles.

#### 3.2.1.4 Dimensionamiento y estudio de paneles fotovoltaicos

- 1) Como primer paso hacemos una estimación del consumo energético, mediante un estudio basado en formulas, en donde calculamos la demanda de energía necesaria que deben cubrir los paneles fotovoltaicos y así determinar la cantidad de paneles necesarios para satisfacer la dicha demanda. Realizamos un cuadro de cargas y sus consumos diarios.

Equipo	Cantidad	Potencia por equipo (W)	Potencia total (W)	Horas de uso diario	Consumo diario (Wh)
Computadoras	14	150	2,100	8	16,800
Impresoras	6	400	2,400	5	12,000
Aire acondicionado	6	2,000	12,000	8	96,000
Iluminación	22	15	330	9	2,970
Consumidores en espera	1	1	1	24	24

**Ilustración 10** Consumo de empresa de plástico (área administrativa)

**Fuente:** Autor

<b>ENERGIA DIARIA TOTAL</b>	127,794 Wh /DIA
<b>Se hace la multiplicación por 20, que es la cantidad de días laborales en el mes a nivel administrativo en esta empresa.</b>	127,794 (20)
<b>ENERGIA MENSUAL</b>	2.555,88 Kwh /MES

**Tabla 1** Calculo de Energía

- 2) Por consiguiente, procedemos a realizar la estimación de consumo medio diario (LMD) usando la formula:

$$\text{FORMULA 2: } Lmd = \frac{LmdDC + \frac{LmdAC}{Ninv}}{Nbat * Ncon} =$$

*LmdDC = CONSUMO DIARIO EN CORRIENTE CONTINUA (DC)*

*LmdAC = CONSUMO DIARIO EN CORRIENTE ALTERNA (AC)*

*Ninv = EFICIENCIA DEL INVERSOR*

*Nbat = EFICIENCIA DE LAS BATERIAS*

*Ncon = EFICIENCIA DE CONDUCTORES*

En este caso el sistema fotovoltaico cuenta con inversores, entonces no hay cargas en corriente continua. Al reemplazar quedaría

$$Lmd = \frac{0 + \frac{127,794}{0.95}}{1} =$$

$$Lmd = \frac{134520}{1} =$$

$$Lmd = 134520w$$

- 3) Procedemos a determinar los datos del lugar donde haremos el levantamiento del futuro proyecto, con esto nos ayudara a concluir las horas del pico (HSP), es importante destacar que, para este interés, se utiliza la irradiación diaria.

	<b>Irradiación horizontal global</b> kWh/m <sup>2</sup> /día	<b>Irradiación difusa horizontal</b> kWh/m <sup>2</sup> /día	<b>Temperatura</b> °C	<b>Velocidad del viento</b> m/s	<b>Turbidez Linke</b> [-]	<b>Humedad relativa</b> %
Enero	4.64	2.56	26.6	1.29	4.357	70.7
Febrero	4.61	2.74	26.5	1.00	4.181	76.7
Marzo	5.10	2.94	27.0	1.09	4.237	74.4
Abril	5.20	2.73	26.7	1.20	4.693	74.7
Mayo	4.55	2.39	26.4	1.50	4.621	72.1
Junio	4.06	2.13	24.8	2.09	4.150	73.7
Julio	3.86	2.51	24.5	2.39	3.930	71.6
Agosto	3.89	2.55	24.1	2.80	4.153	71.0
Septiembre	4.02	2.36	24.1	2.90	4.682	70.6
Octubre	3.66	2.46	24.5	2.80	4.862	69.7
Noviembre	3.84	2.43	24.7	2.70	4.996	69.0
Diciembre	4.41	2.80	26.6	2.20	5.266	64.5
<b>Año</b>	<b>4.32</b>	<b>2.55</b>	<b>25.5</b>	<b>2.0</b>	<b>4.511</b>	<b>71.6</b>

**Irradiación horizontal global variabilidad año a año 6.8%**

**En este caso las horas de sol pico (HSP) es un promedio de 4.5.**

***Ilustración 11*** Calculo de horas picos programas PVSYST

**Fuente:** Autor

- 4) Por consiguiente, procedemos a realizar el dimensionamiento del generador fotovoltaico, calculamos el número de paneles que vamos a necesitar para este proyecto mediante la formula:

$$\text{FORMULA 3: } N_p = \frac{Lmd}{(P_{np})(HSP)(PR)}$$

*Donde:*

*N<sub>p</sub>: Numero de paneles*

*P<sub>np</sub>: Potencia nominal del panel*

*HSP: Horas de sol pico*

*Pr: Factor potencia o rendimiento global del sistema*

Al reemplazar, la ecuación quedaría de la siguiente manera:

$$Np = \frac{134520}{(550)(4.5)(0.9)} =$$

$$Np = \frac{134520}{2227.5} = 60.39$$

Esto quiere decir que se requiere de 61 paneles para cubrir la demanda total media por día, en este caso debemos dejar un 10% de reserva para evitar cualquier sobrecarga o corto, dejando así en 63 paneles.

- 5) En este dimensionamiento fotovoltaico no se utilizarán baterías, ya que el horario laboral es corto y, en caso de apagones nocturnos, se recurrirán a otras alternativas de respaldo como encender los generadores en caso de que el área administrativa labore durante la noche.
- 6) También procedemos a calcular el tipo de inversor que usaremos, dimensionándolo con los valores subjetivos que se tomaron de una muestra rápida para sacar adelante esta propuesta de implementación. Para este dimensionamiento primero sacamos la potencia total de los paneles

$$POTENCIA\ TOTAL\ DE\ LOS\ PANELES: 63 * 550 = 34.65\ kW$$

Esto quiere decir que la potencia nominal debe ser capaz de manejar la potencia máxima generada por los paneles, que es 34.65 kW, en este caso como se buscaría soportar completamente la demanda de la carga administrativa, durante horas de generación solar. Se recomienda usar un inversor trifásico de 40 kW. Haciendo un breve resumen y un estudio no tan a fondo. Los paneles LONGI LR5-72 HPH 550 M G2 con especificaciones típicas:

$$Voc\ (tension\ de\ cortocircuito\ abierto): \sim 49.3V$$

$$Isc\ (corriente\ de\ cortocircuito): \sim 13.9V$$

En un supuesto caso de que se organice los 63 paneles en strings, de ser en serie esto dependerá del rango de tensión del inversor, es decir que suponiendo que el inversor admite 800-1000V de entrada, por string se debe tener entre 15 y 20 paneles. Por paralelo el número dependerá mucho de la capacidad de corriente del inversor.

El programa que usaremos para obtener un estudio más efectivo y poder analizar lo que será la efectividad de consumo y energía laborada por el sistema fotovoltaico es PVSYST y nos puede indicar con mayor precisión las conexiones en cadena de los paneles sea paralelo y en serie.

### **3.2.1.5 Propuesta de integración a la red**

- Debemos tomar en cuenta que el sistema debe adaptarse a la normativa ARCONEL 005/24, esta regula los SDGA (Sistemas De Generación Distribuida). Este reglamento implántalos requisitos para la conexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica pública.
- Para estos sistemas se requiere la instalación de medidores bidireccionales trifásicos electrónicos con capacidad de Net Metering. Este aparato registrara la energía consumida desde la red y la energía excedente inyectada. El beneficio de estos medidores con Net Metering es que los excedentes energéticos generados por el sistema fotovoltaico pueden ser equilibrados mediante créditos en las facturas electrónicas, esto provocaría reducir costos operativos a la empresa.
- Se indica una revisión exhausta de transformadores y líneas locales, se prevé un estudio de fluctuaciones de voltaje y estabilidad. Este análisis técnico se debe realizar para determinar si la red eléctrica tiene la capacidad de manejar la energía generada sin problemas de cortocircuitos y sobrecargas.
- Realizar una planificación de la inyección de excedentes energéticos, debemos recordar que el sistema tiene una capacidad de generación total de 34.65kW, esto es suficiente para cubrir el consumo diario de 127,794 Wh en el área administrativa, esto quiere decir que cualquier excedente generado durante picos de producción solar puede ser inyectado a la red eléctrica y equilibrado económicamente.

### 3.2.1.6 PVsyst

Este es un software que sirve para diseñar y analizar sistemas fotovoltaicos, una de sus principales funciones es facilitar el dimensionamiento, la simulación y la efectividad de instalaciones fotovoltaicas, tanto a nivel residencial como a industrial. Este programa nos ofrece instrumentos para modelar diferentes rasgos de los sistemas solares, incluyendo inversores, paneles fotovoltaicos, cables, estructuras de soporte y algunos otros componentes. También nos permite simular sobre la capacidad y rendimiento de las instalaciones en diversas condiciones geográficas y climáticas. Entre sus características destacadas nos permite realizar:

**Simulaciones de rendimiento:** Nos ayuda a calcular la producción energética de un sistema fotovoltaico en base a su ubicación, las características, las pérdidas esperadas y las condiciones ambientales.

**Optimización del sistema:** nos facilita los componentes óptimos como los paneles, inversores, etc. Y la disposición de módulos para maximizar la efectividad del sistema.

**Estudio de pérdidas:** el análisis desglosa las pérdidas que pueden ocurrir en el sistema debido a factores como temperatura, sombras, pérdidas de conversión y orientación.

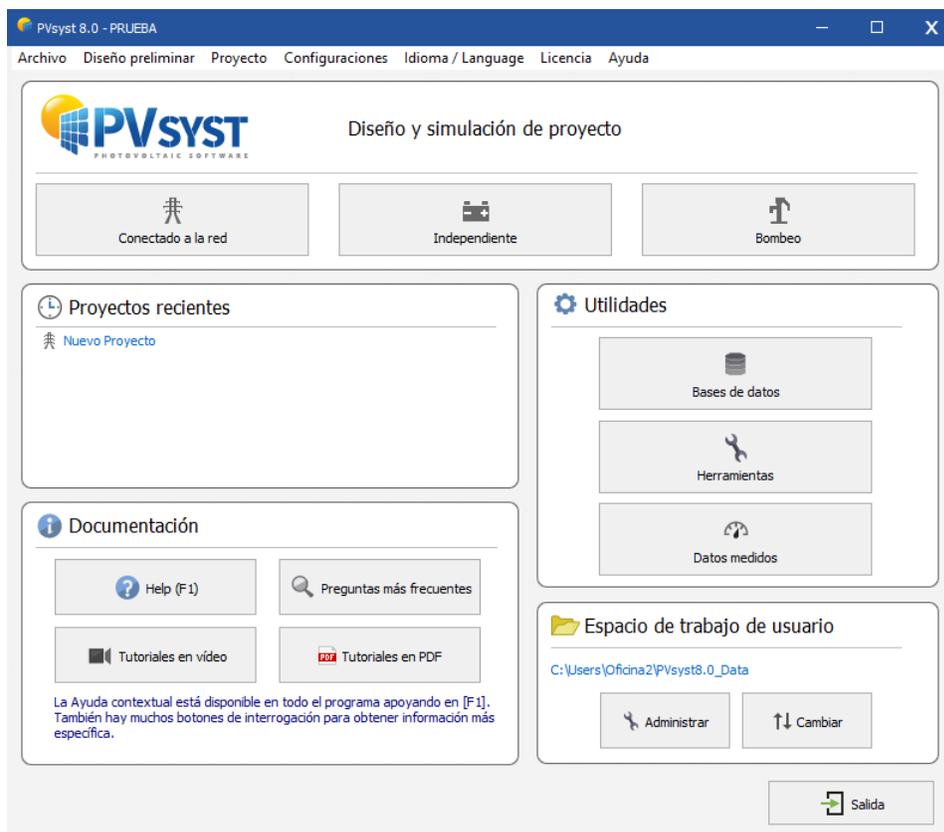
**Generación de informes y visualizaciones:** Nos ofrece la capacidad de generar informes detallados, gráficos y representaciones visuales para presentar los resultados de las simulaciones de manera comprensible.

**Funciones avanzadas:** Nos permite configurar estructuras tridimensionales para estudiar sombras sobre los paneles solares, se considera sombras cercanas como estructuras de edificios y árboles y sombras distantes como montañas y edificios. Permite hacer un desglose detallado de pérdidas específicas como la efectividad del inversor, losses y degradación de módulos. Simulamos las configuraciones de inclinación y orientación para maximizar la generación.

Este programa también es conocido por la utilización de la realización de estudios de viabilidad económica y técnica de estudios fotovoltaicos, proporcionando los datos importantes para la toma de decisiones. En resumen, este software es una herramienta poderosa para diseñar y analizar los sistemas fotovoltaicos, permitiendo mejorar el rendimiento energético como los costos de instalación de las plantas solares.

Con este programa se puede obtener un estudio más certero de la siguiente manera y nos va a ayudar en esta propuesta de implementación a futuro. Para comenzar con la simulación realizamos los siguientes pasos:

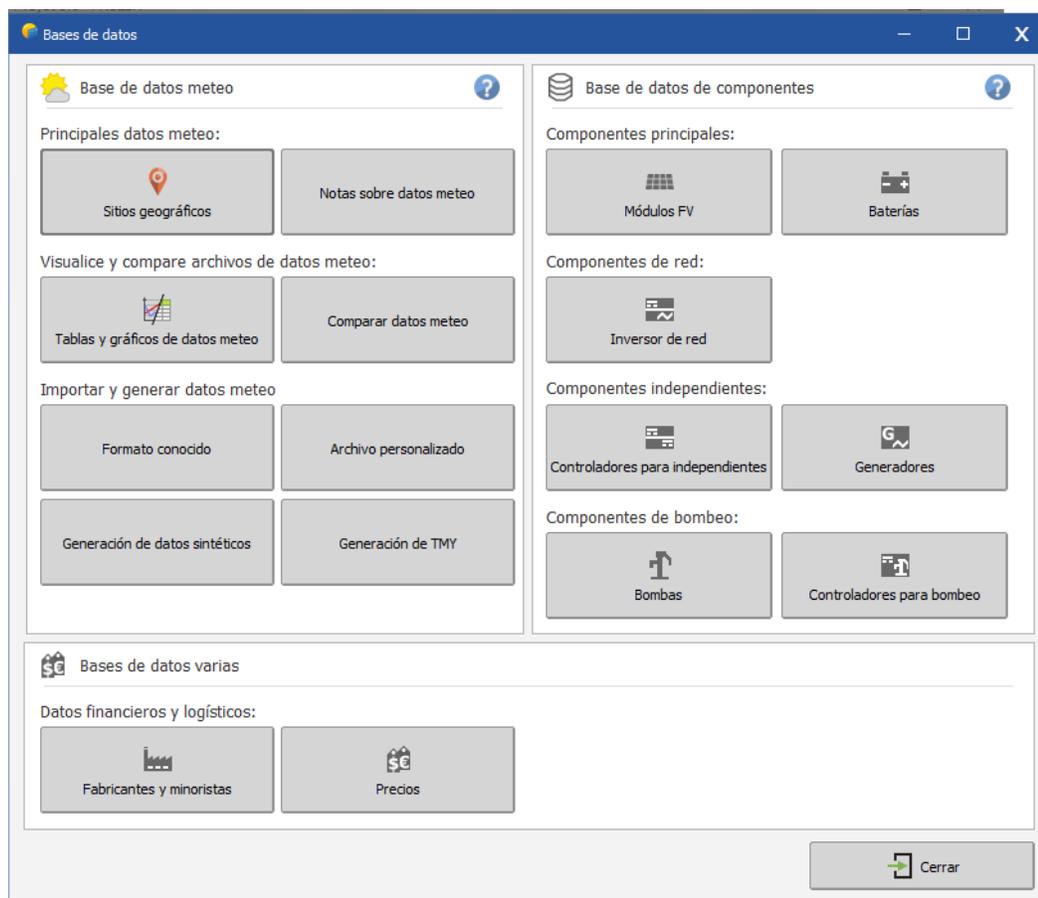
1) Nos ubicamos en la pantalla principal



**Ilustración 12** Pantalla principal programa PVSYST

**Fuente:** Autor

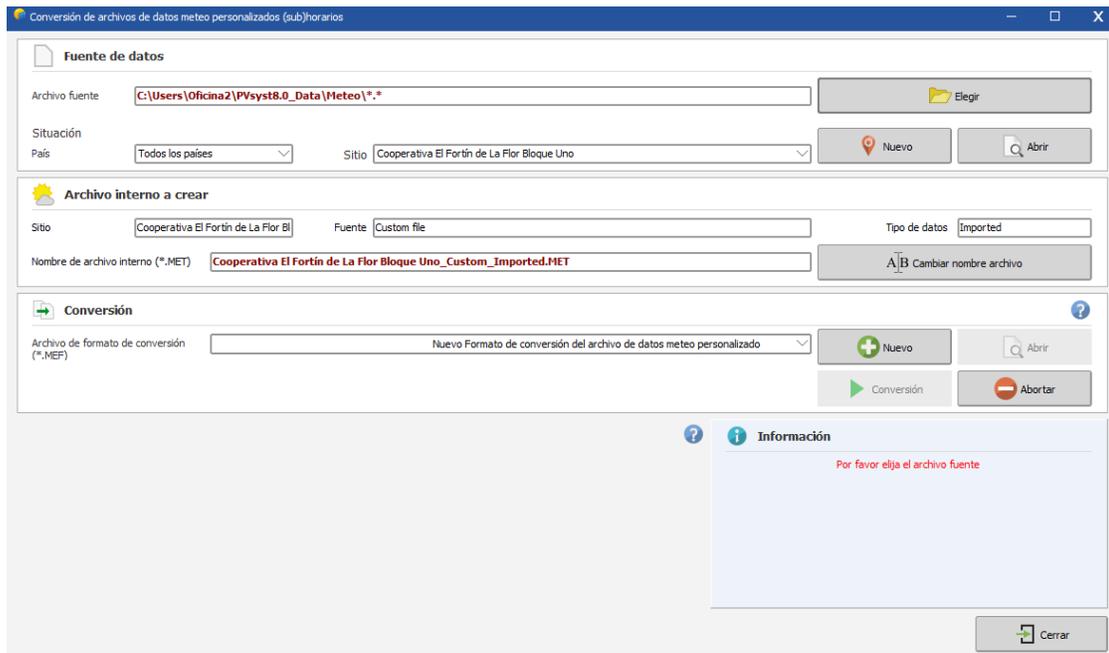
- 2) Para hacer un dimensionamiento, ingresamos en base de datos
- 3) Automáticamente se abrirá otra pantalla, e ingresamos a Archivos personalizados



**Ilustración 13** Base de datos programa PVSYST

**Fuente:** Autor

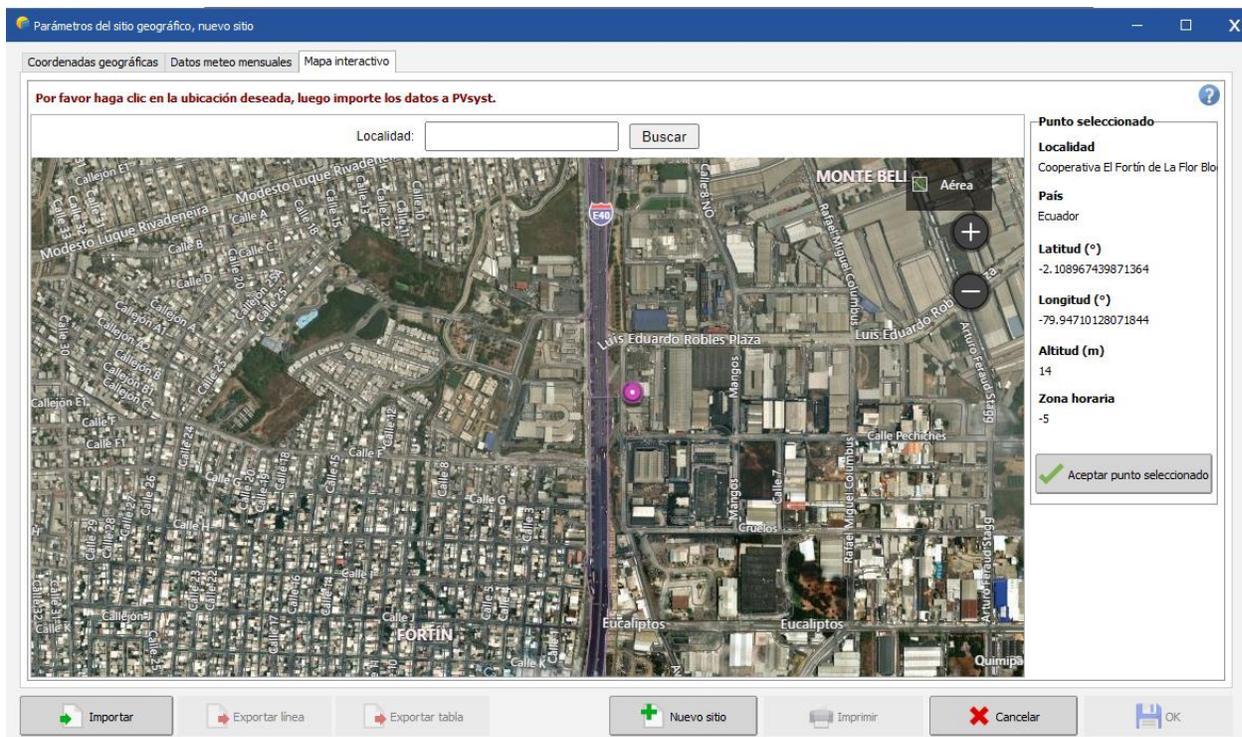
4) Nos ubicamos en la parte derecha del programa y ponemos en Nuevo



**Ilustración 14** Fuente de datos programa PVSYST

**Fuente:** Autor

5) No dirigirá a una tercera pantalla donde nos permitirá ubicar los parámetros del sitio geográfico, en la sección de mapa interactivo nos facilita la opción de usar y colocar directamente donde estamos ubicados, al realizarlo, automáticamente el programa nos muestra los datos del lugar como latitud, altitud y zona horaria, damos en importar.



**Ilustración 15** Sitio geográfico programa PVSYST

**Fuente:** Autor

- 6) Y nos arroja con un listado de datos completo de los 12 meses del año así como también Irradiación global, irradiación difusa, temperatura, turbidez, velocidad del viento y la humedad relativa por mes. Y pulsamos en Ok para guardar esta información.

Parámetros del sitio geográfico para Cooperativa El Fortín de La Flor Bloque Uno\_MN82.SIT

Coordenadas geográficas | Datos meteo mensuales | Mapa interactivo

Sitio: **Cooperativa El Fortín de La Flor Bloque Uno (Ecuador)**

Fuente de datos:

	Irradiación horizontal global kWh/m <sup>2</sup> /día	Irradiación difusa horizontal kWh/m <sup>2</sup> /día	Temperatura °C	Velocidad del viento m/s	Turbidez Linke [-]	Humedad relativa %
Enero	4.64	2.56	26.6	1.29	4.362	70.6
Febrero	4.61	2.74	26.5	1.00	4.186	76.7
Marzo	5.10	2.93	27.0	1.09	4.242	74.4
Abril	5.20	2.73	26.7	1.20	4.698	74.7
Mayo	4.55	2.39	26.4	1.50	4.626	72.1
Junio	4.06	2.13	24.8	2.09	4.155	73.7
Julio	3.86	2.51	24.5	2.39	3.935	71.6
Agosto	3.89	2.54	24.1	2.80	4.158	71.0
Septiembre	4.02	2.36	24.1	2.90	4.687	70.6
Octubre	3.66	2.52	24.5	2.80	4.868	69.1
Noviembre	3.84	2.41	24.7	2.70	5.002	69.1
Diciembre	4.41	2.79	26.6	2.20	5.272	64.3
<b>Año</b>	<b>4.32</b>	<b>2.55</b>	<b>25.5</b>	<b>2.0</b>	<b>4.516</b>	<b>71.5</b>

Irradiación horizontal global variabilidad año a año 6.8%

**Datos requeridos:**  
 Irradiación horizontal global  
 Temperatura ext. promedio

**Datos adicionales:**  
 Irradiación difusa horizontal  
 Velocidad del viento  
 Turbidez Linke  
 Humedad relativa

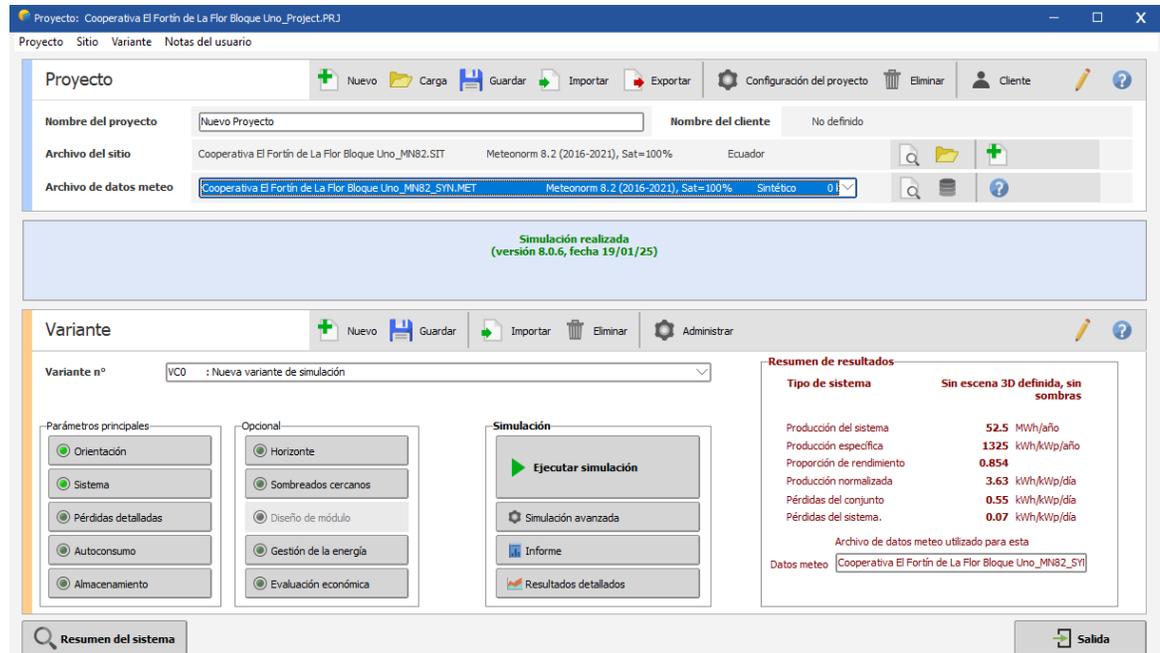
**Unidades de irradiación:**  
 kWh/m<sup>2</sup>/día  
 kWh/m<sup>2</sup>/mes  
 MJ/m<sup>2</sup>/día  
 MJ/m<sup>2</sup>/mes  
 W/m<sup>2</sup>  
 Índice de claridad Kt

Importar | Exportar línea | Exportar tabla | Nuevo sitio | Imprimir | Cancelar | OK

**Ilustración 16** Fuente de datos programa PVSYS

**Fuente:** Autor

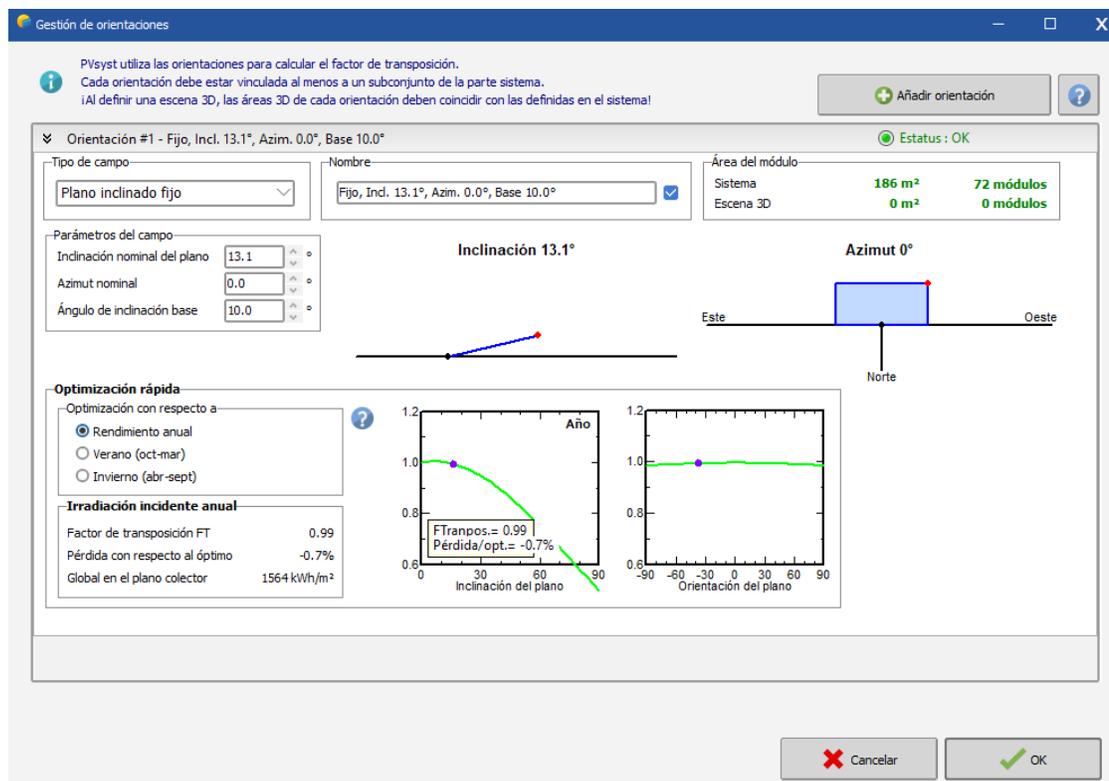
- 7) No direccionara a la pantalla principal, y aquí vamos a seleccionar Conectado a la red, elegimos el nombre del proyecto y procedemos a buscar el sitio geográfico que ya antes lo habíamos guardado.
- 8) Automáticamente nos abrirá una sub pantalla donde nos pedirá que definamos la orientación y el sistema, y como opción a elegir que procedamos con horizonte y sombreados cercanos.



*Ilustración 17* Simulación programa PVSYST

**Fuente:** Autor

**ORIENTACION:** En este aspecto la orientación en PVsyst es una apariencia crítica para maximizar la eficiencia de un sistema fotovoltaico. Se refiere a la inclinación (tilt) y el acimut (azimuth) de los paneles solares, factores que determinan la cantidad de irradiación solar que reciben durante el día y el año. En este caso la inclinación apropiada que usaríamos en un futuro sería de 30° ya que según los estudios, el porcentaje de inclinación del tejado fue de 13.25% que vendría a ser apropiado para el uso de estos paneles.



**Ilustración 18** Gestión de orientación programa PVSYST

**Fuente:** Autor

**SISTEMA:** Aquí podemos pre-dimensionar colocando datos como el área disponible de donde serán ubicados los paneles fotovoltaicos, también nos permite elegir el modelo del panel, y el modelo de inversor que vamos a utilizar. Cabe indicar que tendremos que dejar de reserva alrededor de un 10% de reserva, para evitar sobrecargas a futuro.

**Lista de subconjuntos**

Nombre	#Mód #Inv.	#Cadena #MPPT
Generador FV		
Longi Solar - LR5-72-HPH-550M G2	18	4
Huawei Technologies - SUN2000...	1	4

**Resumen sistema global**

Núm. de módulos	72
Área del módulo	186 m <sup>2</sup>
Núm. de inversores	1
Potencia FV nominal	39.6 kWp
Potencia de CA nominal	36.0 kWCA
Proporción Pnom	1.100

**Subconjunto: Generador FV**

**Selección de la orientación:** Fijo, Incl. 13.1°, Azim. 0.0°, Base 10.0°

**Ayuda de pre-dimensionamiento:** Sin dimensionamiento, Potencia planeada: 40.0 kWp, o área disponible: 192 m<sup>2</sup>

**Selección del módulo FV:** Longi Solar, 550 Wp 35V Si-mono LR5-72-HPH-550M G2, Desde 2022, Manufacturer 2022. Núm. máximo de módulos: 74.

**Selección del inversor:** Huawei Technologies, 36 kW, 200 - 1000 V TL, 50/60 Hz, SUN2000-36KTL-M3-400V, Desde 2021. Voltaje de salida: 400 V Tri 50Hz. Núm. de entradas MPPT: 4. Voltaje de funcionamiento: 200-1000 V. Potencia del inversor utilizada: 36.0 kWca. Voltaje máximo de entrada: 1100 V. **inversor con 4 MPPT**. No hay reparto de potencia entre MPPTs.

**Diseño del conjunto:** Mód. en serie: 18, entre 6 y 20. Núm. cadenas: 4, única posibilidad 4. Pérdida sobrecarga: 0.0%. Proporción Pnom: 1.10. Dimensionamiento.

**Condiciones de operación:** Vmpp (60°C): 654 V, Vmpp (20°C): 762 V, Voc (-10°C): 984 V. Irradia. plano: 1000W/m<sup>2</sup>. Impp (STC): 52.5 A, Isc (STC): 55.9 A. Potencia de funcionamiento máx. (en 1000 W/m<sup>2</sup> y 50°C): 36.3 kW. Potencia nom. conjunto (STC): 39.6 kWp.

*Ilustración 19* Lista de subconjuntos programa PVSYS

**Fuente:** Autor

### 3.3 Análisis del Consumo Energético Actual

Realizar un análisis detallado del consumo energético actual de la industria plástica.

- **Revisión de facturas de electricidad:** Recopilación de datos históricos de consumo de energía eléctrica, identificando patrones de demanda y picos de consumo, se lleva un control de los últimos 6 consumos bimestrales, esto nos ayudara a sacar un promedio y así poder analizar la potencia de carga, y ver cuántos paneles necesitaríamos instalar a futuro.
- **Determinación de la potencia requerida:** Calcular la capacidad de generación solar necesaria para cubrir un porcentaje del consumo energético de la industria. Esto depende de la demanda energética total y la proporción de energía solar que se desea generar.

- **Identificación de procesos energéticos críticos:** identificamos los procesos energéticos críticos de oficina, esto es clave para optimizar el consumo energético y priorizar la cobertura con la energía solar. En este caso como la instalación que se hará a futuro será dirigida para el área de administración, nos encontramos con que los procesos energéticos críticos en oficinas son las iluminaciones, los equipos de computación, los sistemas de aire acondicionado, los equipos de comunicación, y el área de vigilancia, en este caso sería las 2 garitas (norte y sur) ubicada en la fábrica. Para esto se hará auditorías energéticas donde utilizaremos medidores eléctricos portátiles o el análisis de facturas eléctricas.

Priorizamos lo que es realmente crítico y lo no crítico, estos estudios nos beneficiaran a la reducción de costos, a la continuidad operativa en casos de apagones grandes en horarios laborales, y nos ayudara a la reducción de carbono para el medio ambiente.

- **Perfil de carga:** Determinación del perfil de carga del área de oficinas, para conocer las variaciones en el consumo energético a lo largo del día y durante el año, en horario laboral. revisaremos como será el comportamiento del consumo energético en función de tiempo y los equipos utilizados en ese lapso de tiempo, aquí se incluye lo que son oficinas, salas de reuniones, áreas de recepción, garitas, entre otros. Para ver el perfil de carga tenemos que revisar la composición de carga como:

a) **Equipos comunes:** que serían computadoras y laptops con un consumo promedio de 110-15w por quipo, impresoras y fotocopiadoras con consumo de 1-2kw cuando están trabajando, las luminarias led o fluorescentes con gasto de 10-15w por lampara, los aires acondicionados por unidad consumen 2-5kw por unidad y por último esta la carga crítica que son los servidores, routers, switches y los sistemas de respaldo para datos.

b) **Variaciones de consumo en horario laboral:** Según un breve análisis realizado la jornada laboral en lo que es el área de oficinas empieza a las 8am y termina 5pm, en este horario donde mayor estabilidad hay con todos los equipos es entre las 8am y 9am este sería las horas pico, siendo así que hay una reducción notable en consumo por pausas laborales y apagado de algunos equipo debido a la hora de almuerzo.

Fuera del horario laboral reduce notablemente el consumo debido a que se trabaja hasta las 5pm, siendo así que trabajen limitadamente los equipos esenciales como la iluminación de seguridad que son las garitas, los servidores y el sistema de respaldo.

- **Selección de paneles solares:** Se seleccionan los paneles solares adecuados (silicio monocristalino, policristalino, o película delgada) en base de la eficiencia, el costo y el espacio disponible.

Después de haber realizado diversos estudios procedemos al análisis sobre que paneles nos conviene usar donde vemos el consumo promedio mensual, el pico de consumo, y equipos críticos que estarán conectados a estos, se debe tomar en cuenta que en ciertas épocas del año las condiciones climáticas son diferentes entre las opciones que tenemos para saber que paneles podríamos usar, esta los monocristalinos que son paneles con una eficiencia moderadamente alta (18-22%) y los Policristalinos que son más económicos pero tienen menos eficiencia (15-18%), para esto debemos tener en cuenta que tipos de inversores son los indicados para usarlos con estos paneles, hay que tener presente que hay diversas marcas de paneles e inversores, lo más recomendable es que sea de la misma marca, para esto tendríamos que contar con proveedores e instaladores de los mismo como tal, en caso de no ser de la misma marca, con que cubra toda la demanda, esta bien.

- **Inversores y otros componentes:** Selección de inversores adecuados para convertir la corriente continua (CC) a corriente alterna (CA). Además, se seleccionan otros componentes como estructuras de soporte, medidores bidireccionales, y sistemas de protección.

### 3.4 Estudio y Normativas de Integración a la Red

Identificamos los requisitos regulatorios locales, como permisos de conexión a la red, aprobaciones por parte de la empresa de energía local y cumplimiento de normativas técnicas. Antes de la instalación, se debe cumplir con las normativas locales y obtener los permisos necesarios para la instalación de un sistema fotovoltaico. Acciones a realizar con respecto a los permisos municipales y locales tenemos que verificar los requisitos específicos del gobierno local o municipal para la instalación de paneles solares en la industria.

Esto incluye el cumplimiento de la Regulación Técnica Ecuatoriana (RTE) y otros estándares de construcción y seguridad. Entre los permisos y autorizaciones que se debe tener esta el permiso de uso de suelo, registro en la empresa eléctrica, licencia ambiental, permiso de construcción, seguro y aval técnico. El sistema fotovoltaico debe ser integrado a la red pública de manera segura y eficiente

Estudio de la capacidad de la red: Se evalúa la capacidad de la red eléctrica para recibir la energía generada sin que se produzcan sobrecargas o problemas técnicos.

- Normativas eléctricas y técnicas: REGULACION ARCONEL – 005/24

Esta regulación enfoca un marco normativo actualizado para SDGA (SISTEMAS DE GENERACION DISTRIBUIDA PARA AUTOABASTECIMIENTO) en el país. consiste en un grupo de equipos diseñados para producir electricidad dirigida al autoabastecimiento sea a nivel residencial o a nivel de entidades que poseen contratos grandes de suministro con compañías distribuidoras de energía eléctrica, estos sistemas deben trabajar utilizando fuentes de energía renovables no convencionales como eólica, solar, biomasa, biogás y pequeñas hidroeléctricas. Uno de los aspectos claves a resaltar es la gestión de permisos donde los consumidores deben tramitar permisos necesarios con la empresa eléctrica encargada de la distribución de electricidad correspondiente. Tomar en cuenta puntos importantes como la potencia instalada (en este caso la del área administrativa), la propiedad y operación, conexión a la red, almacenamiento de energía y la vida útil del sistema (aproximadamente). Se analizará también los excedentes de energía, y flexibilidad para proyectos en curso.

Uno de los puntos básicos de requerimientos es como será la modalidad de autoabastecimiento, en donde pueden ser uno o varios demandantes regularizados, incluso si están ubicados en diferentes ubicaciones.

Con respecto a la energía solar, se establece una vida útil de alrededor de 25 años.

Como objetivo principal de estas regularizaciones es que la ARCONEL busca incentivar el uso de energías renovables, simplificar la integración de SDGA al sistema eléctrico nacional, promoviendo la sostenibilidad y efectividad energética. Esta normativa representa un avance significativo en la responsabilidad del país con el cambio hacia fuentes energéticas más limpias y accesibles.

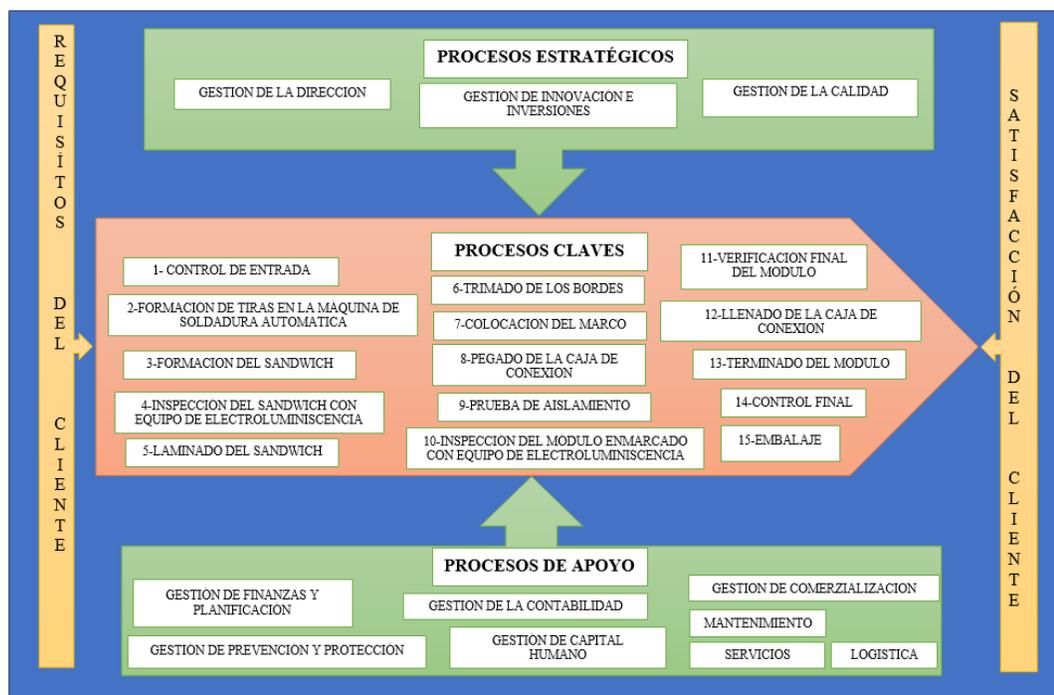
### **3.5 Fase de Instalación**

#### **3.5.1 Planificación de la posible Instalación**

La planificación para la instalación de paneles solares para esta área (administración) requiere un enfoque detallado y organizado para garantizar que el sistema sea efectivo, compatible y rentable con las necesidades energéticas de la empresa. En breve, se presenta una guía paso a paso para la planificación de la instalación de paneles solares en una industria plástica en Ecuador, adaptada a las condiciones locales y los requerimientos específicos de la industria.

Para esto como ya lo mencionamos anteriormente debemos realizar un inventario detallado de los equipos eléctricos que consumen energía en el área administrativa, calcularemos la carga total en KVA y definiremos un perfil de consumo, como ya lo hicimos anteriormente. La planificación es crucial para minimizar interrupciones en la operación de la planta ya que los paneles estarán instalados en un tejado del área de planta, para mejor ángulo y ubicación al sol:

- **Cronograma de instalación:** Se debería elaborar un cronograma detallado que defina los tiempos de ejecución de cada fase de la instalación, desde la preparación del terreno o techo hasta la conexión del sistema.
- **Distribución de los paneles solares.**
- **Conexión de inversores y sistemas eléctricos:** Conexión de los inversores a los paneles solares y a la red eléctrica interna de la planta.
- **Pruebas de funcionamiento:** Verificación del funcionamiento adecuado de los sistemas de conexión y de los medidores bidireccionales.



*Ilustración 20* Planificación e ideas para posible instalación de paneles

**Fuente:**

### 3.6 Fase de Monitoreo y Mantenimiento

#### 3.6.1 Monitoreo Continuo

Una vez instalado el sistema fotovoltaico, es importante llevar a cabo un monitoreo continuo para asegurar su rendimiento:

- Sistema de monitoreo remoto: Instalación de un sistema de monitoreo en tiempo real para evaluar la producción de energía solar y el consumo de la industria. El monitoreo permite detectar problemas a tiempo y optimizar el uso de la energía generada.
- Análisis de eficiencia: Revisión periódica de la eficiencia del sistema para asegurarse de que la producción de energía esté alineada con las expectativas y que el sistema esté funcionando correctamente.

### 3.6.2 Mantenimiento Preventivo

Como objetivo de proponer un plan de mantenimiento preventivo que se debe de realizar una vez se haya implementado la propuesta de instalación tenemos, asegurar el correcto funcionamiento y rendimiento de los paneles fotovoltaicos instalados en la planta industrial de plástico, garantizando una generación eficiente de energía, minimizando riesgos de fallas y extendiendo la vida útil del sistema.

#### ¿Que se logra con un mantenimiento preventivo?

- **Optimización de la eficiencia energética:** Asegurar que los paneles funcionen a su capacidad máxima.
- **Reducción de costos operativos:** Detectar problemas antes de que se conviertan en fallas costosas.
- **Aumento de la vida útil de los paneles fotovoltaicos:** Minimizar el desgaste y asegurar un rendimiento constante. Cabe recalcar que el tipo de panel que se instalaría en este proyecto es monocristalino, que tiene un promedio de vida de 25 años.
- **Cumplimiento de normativas y estándares de seguridad:** Prevenir riesgos eléctricos y de seguridad en la planta.

#### Inspección Visual Periódica

**Frecuencia:** Mensual

#### Actividades:

- Verificar la limpieza general de los paneles, asegurando que no haya acumulación de polvo, hojas u otros contaminantes.
- Comprobar la integridad estructural de los paneles, detectando grietas, daños o corrosión en los marcos.
- Inspeccionar las conexiones eléctricas en busca de cables sueltos, corrosión o posibles signos de desgaste.
- Revisar el estado de los inversores, paneles de control y sistemas de conexión, asegurando que no haya señales de fallos visibles.

## **Limpieza de Paneles y Sistema Eléctrico**

**Frecuencia:** Cada 3 meses

**Actividades:**

- Utilizar equipos de limpieza adecuados (cepillos suaves, trapos, agua desmineralizada) para evitar rayaduras o daños en la superficie del panel.
- Evitar el uso de productos abrasivos o de alto contenido químico que puedan dañar los paneles o sus recubrimientos.
- Limpiar también las superficies circundantes (canales de drenaje, estructuras de soporte) para asegurar el flujo adecuado de agua de lluvia y evitar la acumulación de suciedad.

**Frecuencia:** Trimestral

**Actividades:**

- Comprobar el rendimiento de los inversores (verificando el rendimiento comparado con los datos históricos).
- Verificar la protección contra sobrecargas y cortocircuitos en los inversores y sistemas de control.
- Revisar las baterías (si las hay) para garantizar que estén funcionando correctamente, sin signos de corrosión o fugas.
- Asegurarse de que no haya pérdidas de energía en las conexiones entre los paneles, inversores y el sistema de distribución interna.

## **Chequeo de la Red Eléctrica y Medición de Rendimiento**

**Frecuencia:** Semestral

### **Actividades:**

- Monitorear la generación de energía a través de las mediciones del sistema y comparar con los datos de rendimiento esperados según la irradiación solar.
- Verificar que los sistemas de monitoreo en tiempo real (si existen) estén funcionando correctamente, garantizando el análisis de datos y la detección temprana de fallas.
- Realizar pruebas de desconexión y reconexión para asegurar que los sistemas de protección funcionan adecuadamente en caso de fallos eléctricos.

## **Verificación de los Condiciones Ambientales**

**Frecuencia:** Anual

### **Actividades:**

- Evaluar el entorno cercano a los paneles para asegurar que no haya elementos (árboles, estructuras, etc.) que puedan generar sombras o alteraciones en la captación de energía solar.
- Analizar las condiciones meteorológicas locales (como polvo, humedad, corrosión por salinidad) y tomar acciones preventivas adecuadas si es necesario, como recubrimientos protectores o medidas para mitigar los efectos del ambiente.

## **Revisión de la Estructura de Soporte**

**Frecuencia:** Anual

### **Actividades:**

- Inspeccionar las estructuras que sostienen los paneles fotovoltaicos (marcos, soportes, anclajes y tejado) en busca de signos de desgaste o corrosión.
- Asegurarse de que los paneles estén bien asegurados y sin movimiento que pueda comprometer su funcionamiento o seguridad.
- Generar informes detallados sobre las condiciones y rendimiento de los paneles fotovoltaicos, destacando las acciones realizadas y cualquier anomalía detectada.
- Proponer recomendaciones para acciones correctivas o mejoras, si fuera necesario.

### **Datos a Considerar al momento de realizar un MTTO PREVENTIVO**

- **Capacitación del Personal:** Asegurarse de que el personal encargado del mantenimiento esté capacitado en el manejo adecuado de equipos fotovoltaicos, seguridad eléctrica y procedimientos de limpieza.
- **Documentación Técnica:** Mantener un registro actualizado con los manuales de instalación, garantía y especificaciones del fabricante para referencia en el mantenimiento.
- **Contratación de Expertos:** Si es necesario, contratar personal especializado o proveedores de servicios para realizar mantenimientos más complejos, como la revisión de inversores o sistemas de monitoreo avanzado.

### **3.7 Fase de Evaluación y Reportes**

#### **3.7.1 Evaluación de Resultados**

Tras la puesta en marcha del sistema fotovoltaico, se realiza una evaluación de los resultados obtenidos:

- **Ahorros energéticos:** Comparación de los costos energéticos antes y después de la implementación del sistema fotovoltaico.
- **Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>:** Cálculo de la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas gracias al uso de energía solar.

## CAPITULO IV

### 4.1 Análisis y Resultados

#### 4.1.1 Dimensionamiento Optimo del sistema Fotovoltaico

El estudio energético detallado del área administrativa indico que la ubicación de 63 paneles fotovoltaicos modelo Longi LR5-72 HPH 550 M G2 cubriría por completo la demanda diaria, que se estima seria 134,520 WH/día. Este calculo incluye un margen de seguridad del 10% por eso se llevo a cabo la instalación de 2 paneles extras, de 61 se paso a 63, en caso de cualquier variación, y garantizando estabilidad del sistema frente a posibles oscilaciones en el consumo y/o condiciones de radiación solar.

#### 4.1.2 Potencia Total del Sistema

La propuesta diseñada tiene una capacidad de generación de 34,65 Kw, lo suficiente para abastecer los aparatos eléctricos críticos del área administrativa, en este las el sistema de iluminación, el sistema de climatización, computadoras, impresora y dispositivos de comunicación. Esto disminuye significativamente la dependencia de la red eléctrica externa e incrementa la eficiencia energética.

#### 4.1.3 Ahorro Energético y Económico

La instalación del sistema fotovoltaico permitirá cubrir prácticamente casi el 100% del consumo energético diario del área administrativa, equivalente a 127,794Wh. Este ahorro directo en el consumo eléctrico produce un impacto positivo en los costos operativos, por ende, los incentivos fiscales que están disponibles, en este caso como la exoneración del IVA y la deducción de impuestos a la renta, aceleran el retorno de la inversión inicial.

#### 4.1.4 Impacto Ambiental Positivo

Al generar esta energía que proviene de una fuente renovable reduce de manera representativa las emisiones de CO<sub>2</sub> involucrados al consumo de energía convencional. Esta contribución a la sostenibilidad posiciona a la empresa como una industria comprometida con la transición hacia un modelo más sustentable y mejora también su reputación a nivel ambiental.

#### **4.1.5 Preparación para futuras Expansiones**

La propuesta de implementación inicial del sistema fotovoltaico en el área administrativa constituye un piloto muestra, para futuras ampliaciones en otras áreas de la empresa, si todo sale bien, se analiza a futuro una implementación general para reducir costos en el consumo energético de ciertas maquinas en el área de planta. Los datos que se obtuvieron durante la operación inicial proporcionaran información necesaria para efectivizar el diseño de las próximas fases el proyecto.

#### **4.1.6 Incremento en la Competitividad**

El hecho de instalar estos paneles hace que la empresa se posicione como pionera en el uso de tecnologías sostenibles dentro de su sector. Mejorando su reputación ante socios, clientes y la comunidad en general. El ahorro en costos operativos permite reinvertir recursos en estrategias que potencian el crecimiento y sostenibilidad a largo plazo.

#### **4.1.7 Optimización del Espacio Disponible**

En este caso el techo del galpón de materias primas fue seleccionado como el lugar ideal para la instalación de los paneles solares debido a su estructura moderna, resistente y bien ubicada. Este espacio no interfiere con las actividades operativas de la planta y deja abierta la posibilidad de futuras expansiones hacia otras áreas.

## 4.2 Cronograma de actividades (Microsoft Project)

**INICIO DE ACTIVIDADES:** 30/10/2024

**FIN DE ACTIVIDADES:** 24/01/2025

- **Desempeño económico:** Evaluación del retorno de inversión (ROI) y el tiempo de amortización.

No.	Actividad	Mes 1 (Octubre)	Mes 2 (Noviembre)	Mes 3 (Diciembre)	Mes 4 (Enero)	Mes 5 (Febrero)
1	Problema detectado en busca de soluciones					
2	Entrega de posibles temas de titulación a la docente					
3	Revisión del avance de esqueleto (primera carga)					
4	Revisión del avance de esqueleto (segunda carga)					
5	Primera carga de trabajo con formato anteproyecto					
6	Asignación de tutores					
7	Carga del anteproyecto final junto a rubrica firmada y calificada por tutor					
8	Reunion con tutor para revision del trabajo finales					
9	Revision de trabajo final					
10	Entrega de trabajo final y recopilacion de documentos a presentar					
11	Solicitud					
12	Fecha tentativa de sustentacion					

**Tabla 2** CRONOGRAMA

**Fuente:** Autor

### 4.3 Presupuesto para futura implementación

NUMERACION	ITEM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	PINZAS AMPERIMETRICAS	1	\$ 415.00	\$ 415.00
2	MULTIMETRO	1	\$ 80.00	\$ 80.00
3	COMPROBADOR DE PUESTA A TIERRA	1	\$ 300.00	\$ 300.00
4	ALICATES DE PUNTA	1	\$ 10.00	\$ 10.00
5	DENSIMETRO	1	\$ 25.00	\$ 25.00
6	PINZAS ESPECIALES	1	\$ 35.00	\$ 35.00
			<b>SUBTOTAL</b>	\$ 865.00
			<b>IVA 15%</b>	\$ 129.75
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 994.75</b>

## Conclusiones

- Esta propuesta demuestra ser técnicamente posible gracias a la adecuada disponibilidad de radiación solar en la ciudad de Guayaquil y la debida infraestructura que es compatible en el techo del galpón seleccionado. Desde el punto de vista económico, el ahorro proyectado en costos operativos, combinado con los incentivos fiscales disponibles, hace que el retorno de la inversión sea competitivo en el corto y mediano plazo.
- La transición hacia energías renovables mediante el uso de paneles solares contribuye de manera directa a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero. Esto posiciona a la empresa como una entidad responsable con el medio ambiente y comprometida con el desarrollo sostenible
- La experiencia adquirida con esta implementación inicial en el área administrativa sirve como base para replicar y escalar el proyecto a otras áreas de la planta, como la de producción. Esto permite un crecimiento gradual y planificado en la transición hacia el uso de energías renovables.
- El proyecto fortalece el compromiso de la empresa con la sostenibilidad a largo plazo, alineándola con los objetivos globales de responsabilidad ambiental y eficiencia energética, asegurando así su relevancia y viabilidad futura en el mercado industrial.
- El uso de paneles solares de última generación y software especializado como PVsyst destaca el compromiso de la empresa con la innovación tecnológica, optimizando los recursos y maximizando los beneficios a largo plazo.
- La adopción de energía solar no solo genera ahorros económicos, sino que también mejora la percepción de la empresa frente a clientes, socios y la comunidad. Esta ventaja competitiva refuerza su posicionamiento en un mercado donde la sostenibilidad es cada vez más valorada.

## Recomendaciones

- En caso de dar luz verde esta propuesta y se implemente a futuro, se recomienda un análisis mas profundo en toda el área administrativa, llevando a cabo una revisión de cableado e instalaciones de circuitos debido a la antigüedad del departamento del área administrativa y la falta de mantenimiento general que no se le ha dado, solo se ha mejorado ciertos puntos específicos en ciertas oficina y áreas internas de este departamento.
- Es recomendable proyectar una expansión progresiva del sistema fotovoltaico hacia otras áreas de la planta, en especial las que presentan un mayor consumo energético, como las zonas de producción. Esto permitirá maximizar los beneficios del proyecto y avanzar hacia una cobertura completa de las prioridades energéticas de la fábrica.
- Realizar estudios concretos y más específicos, de viabilidad específicos para cada área antes de proceder con las expansiones.

## Bibliografia

- [1] Cagle AE, Armstrong A, Exley G, Grodsky SM, Macknick J, Sherwin J, Hernandez RR. The land sparing, water surface use efficiency, and water surface transformation of floating photovoltaic solar energy installations. *Sustainability*; 12(19):8154, 2020.
- [2] Wang W, Aleid S, Wang P. Decentralized Co-Generation of Fresh Water and Electricity at Point of Consumption. *Advanced Sustainable Systems*; 4(6):2000005, 2020.
- [3] Han S, Ruoko TP, Gladisch J, Erlandsson J, Wågberg L, Crispin X, Fabiano S. Cellulose-ConductingPolymer Aerogels for Efficient Solar Steam Generation. *Advanced Sustainable Systems*; 4(7):2000004, 2020.
- [4] Rosa-Clot M, Tina GM. *Submerged and Floating Photovoltaic Systems: Modelling, Design and CaseStudies*, Academic Press, 2017
- [5] Tavana A, Javid AE, Houshfar E, Andwari AM, Ashjaee M, Shoaee S, Maghmoomi A, Marashi F. Toward renewable and sustainable energies perspective in Iran. *Renewable Energy*; 139:1194-216, 2019
- [6] Spencer RS, Macknick J, Aznar A, Warren A, Reese MO. Floating photovoltaic systems: assessing the technical potential of photovoltaic systems on man-made water bodies in the continental United States. *Environmental science & technology*; 53(3):1680-9, 2018
- [7] Trapani K, Millar DL, Smith HC. Novel offshore application of photovoltaics in comparison to conventional marine renewable energy technologies. *Renewable energy*; 50:879-88, 2013
- [8] Mittal D, Saxena BK, Rao KV. Floating solar photovoltaic systems: An overview and their feasibilityat Kota in Rajasthan. In2017 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT); (pp. 1-7). IEEE, 2017
- [9] Exley G, Armstrong A, Page T, Jones ID. Floating photovoltaics could mitigate climate change impacts on water body temperature and stratification. *Solar Energy*, 2021.
- [10] Cazzaniga R, Rosa-Clot M, Rosa-Clot P, Tina GM. Floating tracking cooling concentrating (FTCC)systems. In2012 38th IEEE Photovoltaic Specialists Conference; (pp. 000514-000519). IEEE, 2012

- [11] Cea, r. (22 de 1 de 2015). Revista cea . Obtenido de consumos de energia en la industria del plastico : <https://doi.org/10.22430/24223182.70> Expreso. (25 de 09 de 24). Una solucion electrica: paneles solares. Obtenido de economia: <https://www.expreso.ec/actualidad/economia/solucion-electrica-paneles-solares-220957.html>
- [12] Familia institucional. (12 de 08 de 2024). La sostenibilidad en empresas . Obtenido de familia institucional:<https://familiainstitucional.com/blog/la-sostenibilidad-en-las-empresas-su-importancia-y-como-mejorarla/>
- [13] Genera Renovables . (12 de 01 de 2025). ENERGIA RENOVABLE EN ECUADOR. Obtenido de GENERA EL GUSTO DE SER RENOVABLES: <https://generarenovables.com/energia-renovable-en-ecuador/>
- [14] Institucional, F. (s.f.).IPSOM. (15 de 01 de 2025). INDUSTRIA DEL PLASTICO. Obtenido de IPSOM: <https://www.ipsom.com/soluciones/eficiencia-energetica-plastico/>
- [15] Mundo, b. E. (06 de 10 de 2024). Paneles solares y su funcion. Obtenido de bbva: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-los-paneles-solares-como-funcionan-y-cual-es-su-futuro/>
- [16] Navarro, s. (25 de 11 de 2020). Cimav repositorio institucional. Obtenido de cimav repositorio institucional:<https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/781/1/Soraya%20Navarro%20Rayas,%20Jos%C3%A9%20Antonio%20Gonz%C3%A1lez,%20C%C3%A9sar%20L%C3%B3pez%20Andrade%20MER.pdf>
- [17] Navas, i. (07 de 05 de 2022). Riunet. Obtenido de estudio de la viabilidad economica y tecnica: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/186668/navas%20-%20estudio%20de%20viabilidad%20tecnica%20y%20economica%20de%20una%20instalacion%20fotovoltaica%20de%20324%20kw%20de%20po....pdf?sequence=1>
- [18] Solarama. (14 de 05 de 2019). Diagnostico de eficiencia de paneles. Obtenido de solarama mayoristas en energia solar : <https://solarama.mx/blog/diagnostico-de-eficiencia/>

- [19] G.G. Kim, W. Lee, B. G. Bhang, J. H. Choi, and H. K. Ahn, "Fault Detection for Photovoltaic Systems Using Multivariate Analysis with Electrical and Environmental Variables," *IEEE J. Photovoltaics*, vol. 11, no. 1, pp. 202-212, 2021, doi: 10.1109/JPHOTOV.2020.3032974
- [20] C. X. Campoverde Grijalva and F. D. Velez Mosquera, "Estudio de un sistema fotovoltaico aplicado a luminarias: caso de estudio Unidad educativa Dr. Francisco Falqu ez Ampuero," 2020.

## ANEXOS

*Anexo 1 Ubicación de la futura instalacion*



*Anexo 2 Implemento para tomar medidas*



Anexo 3 LONGI LR5-72 HPH 550 M G2



Anexo 4 Diagrama técnico que muestra la integración de un sistema fotovoltaico con la red eléctrica

