



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE ELECTRICIDAD

**ESTUDIO DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA
FOTOVOLTAICO PARA GALPONES DE ALMACENAMIENTOS DE GRANOLA**

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

AUTOR: Henry Eduardo Piguave Guerrero

TUTOR: Ing. Gary Omar Ampuño Aviles

Guayaquil-Ecuador

2024

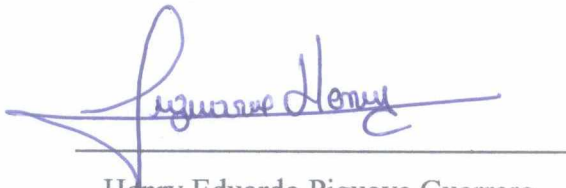
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Henry Eduardo Piguave Guerrero con documento de identificación N°
0931638803 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, 06 de marzo del año 2024

Atentamente,



Henry Eduardo Piguave Guerrero

C.I 0931638803

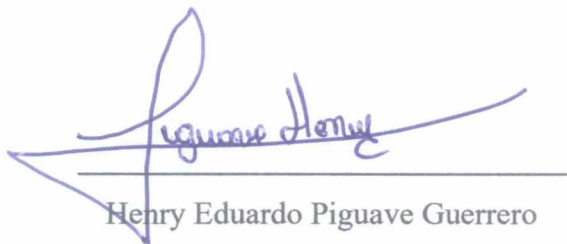
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Henry Eduardo Piguave Guerrero con documento de identificación No. 0931638803, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del artículo académico : ESTUDIO DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA GALPONES DE ALMACENAMIENTOS DE GRANOLA, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 06 de marzo del año 2024

Atentamente,



Henry Eduardo Piguave Guerrero

C.I 0931638803

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Gary Omar Ampuño Aviles con documento de identificación N° 0922639752, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA GALPONES DE ALMACENAMIENTOS DE GRANOLA, realizado por Henry Eduardo Piguave Guerrero con documento de identificación N° 0931638803, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 06 de marzo del año 2024

Atentamente,



Ing. Gary Omar Ampuño Aviles
C.I 0922639752

Estudio del suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico para galpones de almacenamientos de granola

Henry Piguave G.
Universidad Politecnica Salesiana
smart-tech Research group
Guayaquil, Ecuador
hpiguave@est.ups.edu.ec

Gary Ampuño-Avilés
Universidad Politecnica Salesiana
smart-tech Research group
Guayaquil, Ecuador
gampuno@ups.edu.ec

Resumen—Este estudio investiga la relevancia global de encontrar fuentes de energía sostenibles y se centra en la energía solar como una solución para el almacenamiento de granola, que actualmente depende de fuentes de energía no renovables. Se revisa la eficiencia de conversión de energía solar y se introducen sus principios y tecnologías. El análisis de la producción de energía solar en el almacén de granola utilizó un método que tiene en cuenta la regularidad de las celdas y permite la recopilación continua y sistemática de información detallada sobre la capa eléctrica de la infraestructura. Almacenamiento de interruptores aislados de media tensión, transformadores, blindajes, etc. Estos cálculos permiten estimar el consumo propio de cada almacén, incluyendo la iluminación interior y exterior. Esto confirma que, con un consumo total de 585 kWh, hacer funcionar el sistema solar le permitirá ahorrar 284,76 dólares al mes. Mientras tanto, destacan los avances en el desarrollo de la tecnología de la energía solar y la tarea de potenciar las ventajas de la energía solar en el sector logístico.

Palabras claves— *Energía solar fotovoltaica, almacenamiento de granola, eficiencia energética, tableros de distribución, viabilidad económica.*

INTRODUCCIÓN

El problema más apremiante del mundo es encontrar formas de respetar todo el ecosistema y el medio ambiente del que forma parte directa. Con los continuos avances tecnológicos, es importante explotar aún más el potencial de la energía solar para satisfacer una amplia gama de necesidades industriales críticas. Este crecimiento de los recursos renovables ya ha comenzado, e industrias clave están participando para aumentar el acceso viable a la energía y los ahorros económicos para un futuro inteligente. ¿Podríamos utilizar el poder del sol para impulsar el futuro? Sólo el tiempo lo dirá, pero una cosa está clara. La búsqueda de energía sostenible es un viaje apasionante e importante que dará forma al mundo tal como lo conocemos [1].

Estos almacenes deben construir sistemas estructurados de almacenamiento de productos de acuerdo con especificaciones estrictas que enfatizan la importancia de una planificación eficaz del almacenamiento de productos. El sistema tiene como objetivo optimizar la utilización del espacio y garantizar una entrega fluida y puntual, especialmente para productos a granel [2].

La instalación de estos sistemas de energía solar pretende ofrecer una alternativa fiable y sostenible para la alimentación de almacenes. Se tienen en cuenta los beneficios en términos

de reducción de emisiones de CO₂ y costes operativos asociados al uso de energías renovables. Estos paneles solares ayudan a reducir el impacto ambiental de la energía convencional, generan energía renovable a través de la radiación solar y proporcionan electricidad limpia. Esto plantea la pregunta: ¿Por qué sustituir la energía convencional por energía renovable? Es fácil ver que esto se debe al enorme daño ambiental causado por el uso de energía existente, como la producción de combustibles fósiles.

Actualmente, los almacenes enfrentan un alto consumo de energía para fines de producción, lo que se considera un problema continuo y crítico para la productividad empresarial. Por lo tanto, determinar la necesidad de un uso sostenible de la energía es un objetivo importante. Para lograr la introducción de la energía solar, en su caso, coordinar e integrar la distribución de dichos productos de forma organizada, teniendo en cuenta las normas medioambientales y la sostenibilidad en cuestiones medioambientales.

El objetivo principal de instalar un sistema de energía solar es evitar la dependencia de otro tipo de contaminantes, que muchas veces tienen riesgos impredecibles asociados con las fluctuaciones del precio del combustible y los cortes normales de energía [3].

La transición hacia una matriz energética más sostenible es ambientalmente responsable y puede tener un impacto positivo en la conciencia de marca y la sostenibilidad de las tiendas de muesli en un mercado cada vez más saturado. Por lo tanto, el propósito de este estudio es demostrar los beneficios económicos y de marca del uso de sistemas de energía solar en almacenes de granola.

ESTADO DEL ARTE

A. *Energía Fotovoltaica: Principios Básicos de la Conversión Fotovoltaica*

La producción de energía solar fotovoltaica depende de la capacidad de ciertos materiales semiconductores para producir electricidad cuando se exponen a la luz solar. Este fenómeno, denominado efecto fotovoltaico, es fundamental para la comprensión y utilización de los sistemas fotovoltaicos en la producción de energía [4].

El almacenamiento de alimentos, en particular, enfrenta el doble desafío de satisfacer las necesidades energéticas de las operaciones y al mismo tiempo reducir el impacto ambiental. Por este motivo, es necesario estudiar y analizar la viabilidad de integrar sistemas fotovoltaicos para proporcionar electricidad para el almacenamiento de alimentos, prestando especial atención a los sistemas destinados a la producción de granola [5]. El principal objetivo de este estudio es proporcionar un análisis de referencia para apoyar decisiones estratégicas sobre la transición hacia energías limpias

relacionadas con las tecnologías utilizadas en sistemas fotovoltaicos, eficiencia energética y logística. Una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica.

B. Justificación

Las cadenas alimentarias utilizan una variedad de formas y estructuras para preservar y mantener la calidad de los alimentos y dependen en gran medida de la electricidad para las operaciones logísticas y el control de calidad. Por lo tanto, dicha investigación está justificada ya que demuestra y proporciona controles oportunos para implementar estos sistemas y reducir el daño ambiental de las fuentes de energía convencionales. Estas tradiciones amenazan con la erosión económica. El cambio a fuentes de energía tradicionales terrestres también reduce los costos operativos y ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a largo plazo.

Una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica ayuda a identificar las mejores prácticas, la experiencia acumulada y los desarrollos tecnológicos en el campo de la energía solar para logística y almacenamiento.

Los principales objetivos son comprender la importancia del uso de sistemas de energía solar, comprobar prácticamente su utilidad y relevancia para el almacenamiento de granola, y conocer las posibilidades de rediseñar todo el sistema de equipamiento eléctrico del almacén.

C. Antecedentes

El artículo de De Faría [6] presenta planes para un sistema de paneles solares para una granja avícola en la Universidad Central de Venezuela en Maracay, Aragua. El informe del estudio presenta cuatro pasos: evaluación de la situación actual, determinación de los requisitos del sistema, elaboración de la ingeniería de detalle y análisis técnico-económico de la propuesta. Los resultados mostraron que el sistema fue diseñado como una fuente de energía alternativa para aumentar la seguridad de la avicultura, aumentar el número de polluelos criados y mejorar la asignación de recursos. Resultados como una mayor seguridad de las aves y una mejor asignación de recursos han demostrado que la implementación de sistemas de energía solar tiene un impacto positivo en la eficiencia y las operaciones de los almacenes de granola. Además, la provisión de sistemas de respaldo y la demostración del desarrollo activo de tecnologías limpias son cuestiones que llevan a consideraciones similares en los nuevos estudios.

Un estudio de Chicaiza, J. [7] reportó un alto consumo de energía en la industria avícola ecuatoriana, particularmente en la granja avícola La Ponderosa. La empresa utiliza 57.313 kWh al año, representando los almacenes el 36% del consumo total. El objetivo del trabajo fue modelar un sistema solar que alimentaría el almacenamiento, reduciría los costos operativos y promovería cambios en la matriz energética. Esto proporciona una forma práctica y exitosa de implementar sistemas de energía solar en el sector avícola con características similares. Los datos precisos sobre el diseño del sistema, la ubicación geográfica y los beneficios económicos y energéticos son esenciales para informar y respaldar nuevas investigaciones. Además, la consideración detallada de variables como la radiación solar y el consumo específico del almacenamiento proporciona una base sólida para la planificación y el dimensionamiento de instalaciones solares [7].

Robles, J. Proyecto [8] propone el diseño de un sistema solar conectado a red para Motos en Almacén y Taller York para reducir las facturas eléctricas mensuales. Se llevaron a cabo estudios detallados de carga, análisis de radiación solar y sistemas de energía solar conectados a la red existentes. Como resultado, se reduce el consumo mensual de energía y los costos asociados. La investigación previa de York sobre los sistemas de energía solar de Motos ha demostrado la viabilidad y los beneficios de implementar sistemas de energía solar conectados a la red en un entorno comercial. Esto proporciona información interesante sobre el proceso de diseño, reduce costes y mejora el consumo de energía. La investigación de York Motorcycles se centra en fábricas y almacenes, mientras que la investigación de Granola se centra en almacenes agrícolas. Aunque ambos estudios tienen un enfoque técnico común para la implementación de sistemas fotovoltaicos, los detalles técnicos específicos difieren debido a los diferentes requisitos y consumo de energía de cada entorno.

Bravo Segarra, A. En el estudio “Aplicación de una instalación de energía solar para autoconsumo en una fábrica de pellets de paja” [9] se instaló una instalación de energía solar para autoconsumo de 540 kWh en una fábrica de pellets de paja en la Isla del Rey. El objetivo es implementar un proyecto preparatorio. En este contexto, hablaremos de la tecnología de la energía solar y su desarrollo en el contexto europeo y español, seguido de modelos de instalación para la promoción empresarial, la actividad industrial, el consumo eléctrico y su regulación. Debe describir detalladamente el trabajo a realizar, incluyendo información de ubicación, cálculos, instalación de equipos y normativa aplicable. En este estudio utilizamos software de simulación para estudiar procesos de producción de energía, realizar estudios económicos y evaluar la rentabilidad del proyecto. Los resultados hasta la fecha proporcionan datos precisos sobre el tamaño de la unidad, la eficiencia del sistema (88,51%) y los resultados económicos, incluidos 11 años de recuperación e ingresos, ingresos y gastos proyectados para 2021. Por ello, hacemos hincapié en la crisis ambiental que muchas veces provoca la energía y en la necesidad de lograr resultados positivos en la implementación de sistemas de energía solar.

D. Eficiencia y Factores que Afectan la Conversión

Fotovoltaica: Maximizando el Rendimiento Energético

La eficiencia de conversión fotovoltaica es un parámetro importante para evaluar el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos. Este indicador mide la capacidad del sistema para convertir la energía solar en electricidad utilizable. Varios factores afectan la eficiencia de este proceso, siendo necesario su análisis para optimizar y controlar su utilización en el funcionamiento del sistema fotovoltaico [10].

E. Factores que Afectan la Eficiencia

Intensidad de la luz solar: la producción de energía se ve directamente afectada por la irradiancia, que afecta directamente la producción de energía. La precisión y eficiencia del sistema se ven afectadas por variables como la ubicación geográfica, la estacionalidad y la hora del día [11].

Temperatura: la temperatura ambiente y la temperatura del módulo fotovoltaico pueden tener un impacto significativo. El rendimiento se degrada a medida que aumenta la temperatura, por lo que se requieren estrategias de enfriamiento para mantener un rendimiento eficiente [12].

Ventajas de los materiales: La calidad de los materiales utilizados para fabricar células, módulos y otros componentes solares incide directamente en su eficiencia. La investigación sobre el uso de paneles solares en aplicaciones de almacenamiento está relacionada con avances tecnológicos que aseguran que los sistemas sean robustos y puedan proporcionar el mejor rendimiento en estas empresas [13].

LA EFICACIA ENERGÉTICA EN OPERACIONES LOGÍSTICAS: OPTIMIZANDO EL CONSUMO ENERGÉTICO PARA UNA CONSERVACIÓN SOSTENIBLE

El aumento de la eficiencia energética en la logística de producción se ha convertido en una parte importante de la gestión empresarial. Al reducir el consumo de energía, ayuda a reducir los costos operativos y logísticos. Se discuten diversos aspectos relacionados con la eficiencia energética en el sector logístico, desde la definición de planes de optimización energética hasta estrategias efectivas [14].

F. Eficiencia Energética en logística

La eficiencia energética en logística se refiere a la capacidad de realizar las tareas necesarias para mover, almacenar y entregar bienes y productos con un mínimo consumo de energía. La investigación se centra en la reducción de costos y la optimización de procesos para aumentar la eficiencia y reducir los costos energéticos. Centrarse en la eficiencia energética no sólo reduce los costos operativos, sino que también reduce las emisiones de CO₂ y aumenta la durabilidad de los sistemas de energía solar [15].

G. Identificación de Áreas Críticas de Consumo Energético en Operaciones Logísticas

- Transporte: El transporte de mercancías por carretera, ferrocarril, mar y aire representa gran parte del consumo energético logístico, requiriendo la identificación de rutas óptimas, el uso eficiente de los recursos y el uso de métodos de carga inteligentes [16].
- Almacenamiento: Gestionar almacenes y puntos de entrega. La iluminación, el aire acondicionado y diversos dispositivos eléctricos requieren energía para funcionar [17].
- Procesamiento de Pedidos: La productividad asociada con la entrega de pedidos contribuye al consumo de energía. Acelerar procesos y utilizar tecnología para implementar medidas de gestión de inventarios y reducir el impacto energético en el medio ambiente [16].

PERSPECTIVAS FUTURAS Y DESAFÍOS: NAVEGANDO HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE

Las proyecciones futuras y una evaluación de las barreras a la integración de sistemas de energía solar en instalaciones logísticas revelan tendencias en el desarrollo de la tecnología de energía solar y desafíos que pueden afectar el uso generalizado de estas soluciones. Es útil considerar ambos.

H. Tendencias Emergentes en Tecnologías Fotovoltaicas y Eficiencia Energética Logística:

En el campo de la energía, se espera que el desarrollo de células solares como las de película fina, las de perovskita y las orgánicas aumente considerablemente la eficiencia de conversión y la flexibilidad del almacenamiento.

Estos avances permiten una mayor personalización y adaptabilidad a la hora de implementar sistemas de energía solar en instalaciones logísticas.

La integración de la tecnología de energía solar con sistemas avanzados de almacenamiento de energía se considera una tendencia importante. La capacidad de almacenar el exceso de energía generada cuando se produce la radiación máxima [18].

La digitalización y mejora de las operaciones logísticas a través de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA) ponen énfasis en la eficiencia energética. La capacidad de recopilar y analizar datos en tiempo real le permite ajustar la gestión de energía en tiempo real, aumentar la utilización de los sistemas de energía solar y reducir el desperdicio.

I. Desafíos y Obstáculos a la Implementación Generalizada de Sistemas Fotovoltaicos en Instalaciones Logísticas

Aunque los precios de los paneles solares están cayendo, la inversión inicial sigue siendo una barrera importante para la adopción generalizada de sistemas de energía solar. Los ahorros de costos a largo plazo son claros, pero las percepciones del retorno de la inversión deben cambiar para impulsar la adopción. Las limitaciones técnicas, como la eficiencia de conversión y las fluctuaciones en la producción de energía en condiciones climáticas adversas, siguen siendo desafíos. Se necesita investigación continua para abordar estas limitaciones y optimizar la confiabilidad y consistencia de los sistemas de energía solar.

Pueden surgir obstáculos debido al espacio disponible y los requisitos de diseño de una instalación logística. La integración de un sistema de energía solar puede requerir ajustes en el diseño arquitectónico y el espacio disponible y, en algunos casos, es posible que el equipo existente no se ajuste completamente a la solución. Las barreras legales y regulatorias, como los procesos de permisos y las políticas energéticas locales, complican la implementación de sistemas de energía solar. La claridad y la simplificación de los marcos regulatorios son esenciales para ampliar la adopción.

Necesitamos aumentar la conciencia y la educación sobre los beneficios a largo plazo de la energía solar y la eficiencia energética. La falta de comprensión de la tecnología solar y sus efectos positivos puede obstaculizar la toma de decisiones informadas y su adopción generalizada.

J. Oportunidades para la Innovación y Mejora Continua en la Convergencia de Energía Solar y Logística: Desarrollando un Futuro Sostenible

La convergencia de la energía solar y la logística está en el centro de la innovación y ofrece importantes oportunidades para desarrollar soluciones más eficientes, sostenibles y rentables en el sector de la logística.

Un almacén o centro de distribución de última generación totalmente alimentado con energía solar y con sistemas inteligentes que monitorean y gestionan el consumo de energía en tiempo real. Desde una gestión óptima de la temperatura y la iluminación hasta sistemas de vehículos inteligentes que reducen el consumo de combustible y las emisiones, las posibilidades son infinitas y, si bien es ciertamente una perspectiva emocionante, también presenta grandes desafíos y desafíos.

METODOLOGÍA

Para calcular con precisión el voltaje enviado al almacén, se aplica un voltaje de 13,8KV a las celdas de media tensión desde la fuente de energía a través de la red de distribución.

Las redes de alto voltaje en proyectos eléctricos subterráneos requieren aisladores de alto voltaje, los cuales, como su nombre indica, se requieren interrumpiendo mecánicamente el circuito eléctrico de la fuente.

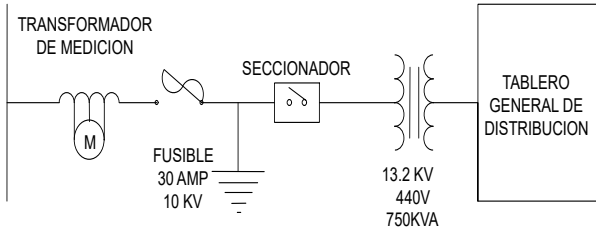


Fig. 1. Diagrama unifilar red de 13.2KV Autocad- Piguave H. (2024)

Continuando con los cálculos, las salidas de la línea del seccionador se conectan directamente al primario del transformador de 750KVA, el cual proporciona salidas de 440VAC. Para comprender mejor la distribución de la energía en este punto, se presentan las medidas entre línea-neutro y línea-línea del transformador:

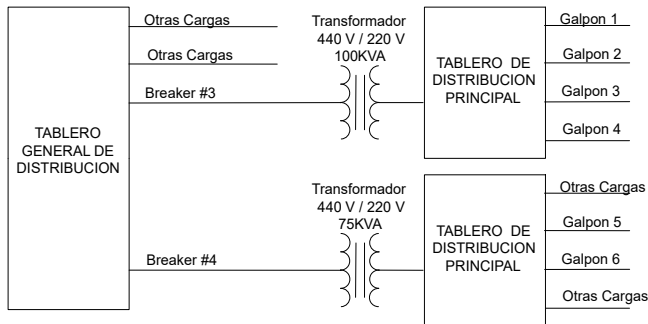


Fig. 2. Diagrama de tableros de distribución Autocad-Piguave H. (2024)

Estas medidas representan las características eléctricas del transformador y son esenciales para entender la distribución eficiente de la energía en el sistema. Los valores indicados en la matriz reflejan las relaciones eléctricas entre las diferentes fases del transformador.

TABLE I. VARIACIÓN DEL VOLTAJE DE SUMINISTRO

Voltaje	Voltaje Entre L-L	
	Voltaje de suministro máximo	
Línea 1-2	462,77 V	
Línea 2-3	461,58 V	
Línea 3-1	461,81 V	

TABLE II. VARIACIÓN DEL VOLTAJE DE SUMINISTRO

Voltaje	Voltaje Entre L-N	
	Voltaje de suministro máximo	
Línea 1-N	267,46 V	
Línea 2-N	261,38 V	
Línea 3-N	264,04 V	

En el tablero principal de distribución donde se controla las protecciones y mediciones de los transformadores; Los

breakeres, identificado como 3 y 4 en mi estudio, cumple la función de proteger a los transformadores de 100KVA que suministran energía a los tableros de distribución de los galpones 1 -2 -3 -4, así mismo con la protección del transformador de 75KVA que abastece a los tableros de distribución de los galpones 5 y 6.

Breaker 3 del transformador de 100KVA el suministro de entradas en su primario es 440V, convierte el voltaje a 220VAC para distribuir a los tableros de control de los galpones del 1 al 4.

TABLE III. TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DEL GENERADOR

Tablero De Distribucion Principal - 440VAC	
Protecciones	Descripción
Breaker 1	Otra carga
Breaker 2	Otra carga
Breaker 3	Transformador 100-KVA
Breaker 4	Transformador 75-KVA

Esta etapa de la investigación es significativa relevancia, dado que suministra datos acerca del consumo total por cada galpón, permitiendo una evaluación precisa de la carga eléctrica de cada instalación.

TABLE IV. CARACTERÍSTICA DE GALPONES

Luminaria Del Galpon 1 - 4 - 5 - 6		
Unidad	Cantidad	Consumo (W)
Lum-Int	4	500
Lum-Ext	4	240

TABLE V. CARACTERÍSTICA DE GALPONES

Luminaria Del Galpon 2 - 3		
Unidad	Cantidad	Consumo (W)
Lum-Int	4	500
Lum-Ext	2	240

Breaker #4 transformador de 75KVA; El proceso de conversión de voltaje que realiza este transformador, con entradas en el primario de 440VAC, es fundamental para la conversión y distribución de voltaje eficiente de energía a los tableros de control de los galpones específicos.

TABLE VI. POTENCIA TOTAL DE GALPÓN

Dimensionamiento De Energia En Galpón 1-4-5-6						
Factor	Cant	P-c(w)	P-t(kw)	Hr	Consumo(kWh)-dia	Consumo(kWh)-mes
Lum-Int	4	500	2	4	8	240
Lum-Ext	4	240	0,96	12	11,5	345
Pot. total de consumo			2,96		19,5	585

Luminaria Interior

$$P_{Total} = 4 * 500W = 2kW$$

$$P_{Total} = 2Kw * 4Hr = 8kWh$$

$$P_{Total} = 8kWh * 30Dias = 240kWh$$

Luminaria Exterior

$$P_{Total} = 4 * 240W = 0.96kW$$

$$P_{Total} = 0.96Kw * 12Hr = 11.5kWh$$

$$P_{Total} = 11.5kWh * 30Dias = 345kWh$$

Consumo total

$$C_{Total\ DIA} = 8kWh + 11.5kWh = 19.5kWh$$

$$C_{Total\ MES} = 240kWh + 345kWh = 585kWh$$

Donde:

$$Pt(Kw) = Cant * Pc(w) = Pt(kW)$$

$$ConsDia(kWh) = Pt(kW) * hr = ConsDia(kWh)$$

$$ConsMes(kWh) = ConsDia(kWh) * 30Dias = ConsMes(kWh)$$

Cant: Cantidad de equipos eléctricos.

Pc(w): Potencia de consumo.

Pt(kW): Resultado de la potencia total de consumo.

Hr: Hora de consumo del equipo electrico.

ConsDia(kWh): Resultado del consumo diario.

ConsMes(kWh): Resultado del consumo mensual.

El dimensionamiento de energía del galpón 2 y 3 el consumo potencial es menor.

TABLE VII. POTENCIA TOTAL DE GALPON

Dimensionamiento De Energia En Galpón 2-3						
Factor	Cant	P-c (w)	P-t (kw)	Hr	Consumo (kWh)- dia	Consumo (kWh)- mes
Lum-Int	4	500	2	4	8	240
Lum-Ext	2	240	0,48	12	5,7	172
Pot. total de consumo			2,48		13,7	412

Con el Determinado estudio de la potencia en consumo, y por medio de fórmulas se calculó los equipos a utilizar para el sistema fotovoltaico. Es relevante señalar que cada galpón contará con su propio inversor y sistema de energía solar de manera independiente, este enfoque individualizado asegura una gestión eficiente y específica de la generación y almacenamiento de energía en cada estructura, optimizando así el rendimiento global del sistema fotovoltaico implementado.

Desarrollo:

Para un sistema fotovoltaico aislado

Mediante los Software (PVsyst y Solargis Prospect). Se obtuvo la radiación solar pico.

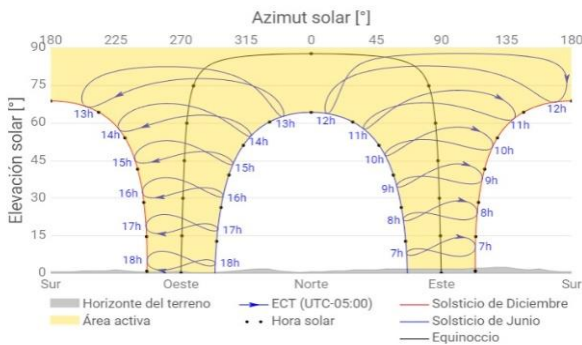


Fig. 3. Horizonte y trayectoria solar en el sitio: Solargis Prospect

TABLE VIII. RADIACIÓN SOLAR

Media Mensual (KWH/m²)											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
4.572	4.866	4.878	4.938	4.982	4.948	4.492	4.716	5.433	4.784	4.868	5.100

$$H_{SP} = \frac{4.572WH/M^2}{1000W/M^2} = 4.57Hsp$$

$$H_{SP} = 4.57Hsp$$

Donde:

$$H_{SP} = \frac{HSPKWH/M^2}{1000W/M^2} = Hsp$$

$$H_{SP} = Hsp$$

Para este sistema fotovoltaico se usarán paneles fotovoltaicos de 480W, con un parámetro de plano inclinado fijo 30° oeste.

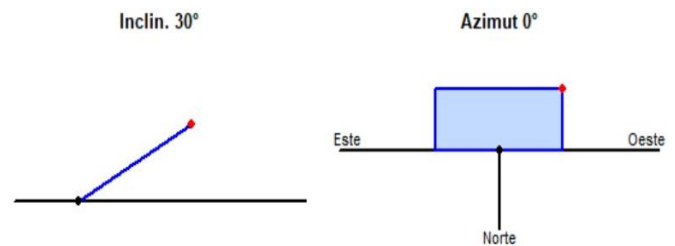


Fig. 4. Plano de inclinación del panel solar: Solarius PV

Mediante el software se obtiene la latitud misma que permite tomar la inclinación correcta para los paneles fotovoltaicos.

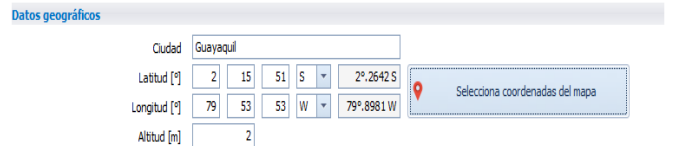


Fig. 5. Coordenadas geográficas del software Solarius PV

$$Inclinación\ invierno = (2 * 0.9) + 29° = 30.8°$$

Donde:

$$Inclinación\ invierno = (Latitud * 0.9) + 29°$$

$$Inclinación\ verano = (Latitud * 0.9) - 23.5°$$

$$Inclinación\ Prim/Otoño = (Latitud - 2.5°)$$

Teniendo la hora solar pico (HSP) y la energía consumida diaria en (kWh), se procede a calcular la cantidad de módulos fotovoltaicos que necesita el sistema fotovoltaico para con la siguiente ecuación.

TABLE IX. CARACTERÍSTICA DEL PANEL FOTOVOLTAICO

Prámetros Electricos STC	
Tipo	JAM66S30-490/MR
Potencia máxima nominal (Pmax)[W]	490
Voltaje de circuito abierto (Voc)[V]	45.33
Voltaje de potencia máximo (Vmp)[V]	37.99
Corriente de cortocircuito (Isc)[A]	13.79
Corriente de potencia máxima (Imp)[A]	12.90
Eficiencia del módulo [%]	20.6
Tolerancia de potencia	+5W
Coefficiente de temperatura de Isc (α _{Isc})	(+)0.045 %/°C
Coefficiente de temperatura de Voc (β _{Voc})	(-)0.275 %/°C
Coefficiente de temperatura de Pmax (γ _{Pmp})	(-)0.350 %/°C

$$N_{TPF} = \frac{19500Wh}{480W * 4.57} = 8.88 \text{ Paneles}$$

$$N_{TPF} = 9 \text{ Paneles}$$

Donde:

$$N_{TPF} = \frac{E_T}{P_{MMF} * HPS} = \#paneles$$

$$N_{TPF} = \#paneles$$

E_T : Energía consumida diaria en Wh.

P_{MMF} : Potencia máxima del módulo fotovoltaico.

N_{TPF} : Número total de paneles fotovoltaicos.

HPS : Horas pico solar del día.

Un módulo va a generar 2193Wh. Al día con una radiación de 4.57HSP.

TABLE X. PANEL SOLAR – GENERADOR AL DÍA

Producción De Energía – 1 Panel Solar		
Panel (kW)	Hsp	Producción-día (kWh)
480	4,57	2.1

$$480 * 4.57 = 2.1kWh$$

Son 9 módulos que usara cada galpón con su sistema fotovoltaico Independiente para abastecer el consumo diario. Es recomendable aumentar la generación dependiendo la ubicación.

Por lo tanto, serán 10 paneles solares que generarían una potencia de 4.8kW con una radiación de 4.57HSP dando el resultado en la siguiente tabla:

TABLE XI. PANEL SOLAR – GENERADOR AL DÍA

Producción De Energía - 10 Paneles Solares		
Panel (W)	Hsp	Producción-día (kWh)
4800	4,57	21.9

$$10 * 480 * 4.57 = 21.9kWh$$

La implementación del sistema fotovoltaico en los galpones de almacenamientos da una eficiencia de generación al mes de 658kWh. Independiente en cada galpón de almacenamientos.

TABLE XII. PANEL SOLAR – GENERADOR AL MES

Producción De Energía Al Mes		
Producción-día (kWh)	día-mes	producción-mes (kWh)
21.9	30	658

$$21.9 * 30 = 658kWh$$

Teniendo en cuenta que el dimensionamiento de los galpones independientemente al mes genera una potencia total de 585kWh. Y los paneles solares generan una potencia de 658kWh.

TABLE XIII. CONSUMO DE GALPON – GENERACION DEL SIST. SOLAR

Comparación De Los kWh Al Mes		
kWh – Consumo galpón	kWh – generador panel	kWh - Total
585	658	73

$$585 - 658 = 73kWh$$

De esta forma da un beneficio al suministro de los galpones de 73kWh adicional, el cual genera un ahorro significativo en cada galpón de almacenamiento a los costos en logística.

TABLE XIV. PANEL SOLAR – BENEFICIO POR MES EN GALPONES

Producción De Energía – Adicional Del Panel Solar		
kWh	galpones	kWh-Mes
73	6	438

$$73 * 6 = 438kWh$$

Entonces, 438kWh es la energía adicional que beneficia el sistemas solar fotovoltaico al mes en los galpones de almacenamiento.

Inversor cargador 3000W 48V 80AMP, Debe suministrar la potencia adecuada al sistema, también es importante tener en cuenta la potencia nominal y la potencia que generaría el sistema fotovoltaico, aplicando un rendimiento de 75% para abastecer la demanda

TABLE XV. CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR

Growatt inversor cargador SPF 3000W	
Ficha de datos	SPF 300TL LVM-48P
Voltaje de batería	48VDC
Tipo de batería	Litio/plomo-ácido
Potencia nominal	3000VA / 3000W
Eficiencia (pico)	13.79
Potencia máxima fotovoltaico	93%
MPPT rango de voltaje	60VDC - 115VDC
Voltaje máximo de circuito	145VDC
Corriente máxima de carga	80A
Máxima eficiencia %	97%

$$Inversor = \frac{2960Wh}{0.75} = 3946Wh$$

$$Inversor = 2 \text{ Inversores}$$

Donde:

$$Inversor = \frac{Pot_{GENERADA}}{Pot_{INVERSOR}} =$$

$$Inversor =$$

$Pot_{GENERADA}$: Potencia generada

$Pot_{INVERSOR}$: Potencia del inversor

Batería: GEL: 6V 600Ah

El sistema necesita de ciclo extremos, proporcionando una alta eficiencia en la implementación de almacenamiento de un 50% a 60% de la batería. Con esta ecuación se realiza el diagnostico de almacenamiento.

$$\text{Bat60\%} = 19500 * 60\% = 11700Wh$$

$$\text{Bat60\%} = 11700Wh$$

Por seguridad, durabilidad y rendimiento eficaz, solamente trabajara el 60% de las baterías.

$$v_{\text{Bat}} = 6V * 600Ah = 3600Wh$$

$$3600Wh * 0.6\% = 2160Wh$$

$$\frac{11700Wh}{2160Wh} = 5.416 \text{ Bateria}$$

$$v_{\text{Bat}} = 6 \text{ Bateria}$$

Donde:

$$\text{Bat60\%} = EcGh * 60\% =$$

$$\text{Bat60\%} =$$

v_{Bat} = Batería (VDC)

B_{Ah} = Capacidad Batería (Ah)

$EcGh$ = Energía Consumida galpón (Wh)

$60\%_{\text{Bat}}$ = Máximo Rendimiento baterías 60(%)

El costo de la energía a nivel industrial se establece en 0,9 centavos por kilovatio (kWh).

Dado que el consumo total de los galpones (1,4,5, 6). Es de 585 kWh y el galpón (2, 3). Es de 412 kWh podemos calcular el costo total de la energía consumida utilizando la tarifa mencionada

$$\text{Suma}_{\text{Galp}} = 585 + 412 + 412 + 585 + 585 + 585 = 3164kWh$$

Costo de la energía convencional al mes:

$$3164kWh * \$0.09 = \$284.76$$

Costo de la energía convencional al año:

$$\$284.76 * 12\text{meses} = \$3.417.12$$

Donde:

$$\text{Suma}_{\text{Galp}} = G1 + G2 + G3 + G4 + G5 + G6 = kWh$$

$$\text{Cons}_{\text{TotalGalp}} = kWh * 0.09 = \$$$

TABLE XVI. CONSUMO Y COSTO DEL KWH - GALPONES

Consumo De Energía En Galpones (Mes)		
kWh	Ctvs	Costo de energía convencional
3164	0,09	\$284,76

$$3164 * 0.09 = \$284.76$$

TABLE XVII. COSTO DEL KWH - GALPONES

Consumo De Energía En Galpones (Año)		
Costo de energía convencional	Mes	Total
\$284,76	12	\$3.417,12

$$284.76 * 12 = \$3.417,12$$

TABLE XVIII. COMPARACIÓN DE LA ENERGÍA AL MES

Energía Solar - Energía Convencional Al Mes	
kWh sistema solar	kWh - sistema Convencional
3948	3164

En la comparación de la energía generada mediante el sistema fotovoltaico da un beneficio al costo en logística de 3948kWh que producirá los paneles fotovoltaicos, con una generación adicional de 438kWh en los galpones de almacenamiento.

CONCLUSIONES

La metodología adicional empleada en este estudio consistió en calcular con precisión el voltaje suministrado al almacén, utilizando un voltaje de 13.2KV desde la fuente de energía a través de la red de distribución. Los resultados demostraron que la implementación de sistemas fotovoltaicos independientes para cada galpón aseguraría un abastecimiento adecuado de energía, con un ahorro mensual significativo en el consumo de energía eléctrica.

El objetivo es evaluar la viabilidad de implementar sistemas solares fotovoltaicos en almacenes a través de una revisión crítica de la literatura científica y técnica relacionada con los sistemas solares fotovoltaicos, tecnologías utilizadas en los campos de la eficiencia energética y la logística. Proporciona un enfoque de soporte integral y bien informado acerca de las unidades de almacenamiento de granola.

Instalar sistemas de energía solar en los almacenes de granola, especialmente en las áreas de almacenamiento, es una opción factible y rentable. Las investigaciones muestran que los sistemas de energía solar pueden ayudar a reducir la dependencia de las fuentes de energía convencionales, reducir los costos operativos a largo plazo y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esta viabilidad se basa en una comprensión profunda de la eficiencia de la energía solar, cómo funcionan las células solares y el papel de los inversores y las tecnologías de conversión.

Mejorar la eficiencia energética en el sector logístico es un paso fundamental hacia una gestión empresarial sostenible y responsable, incluido el sector del almacenamiento de granola. Identificar áreas clave de consumo de energía, como transporte, almacenamiento y cumplimiento, e implementar estrategias específicas para mejorar la eficiencia de cada área optimiza la eficiencia energética, el consumo de energía y el impacto ambiental. Destaca por su enfoque integral en materia de descuentos.

El análisis de tendencias emergentes revela que el campo de la energía solar está experimentando avances constantes, con tecnologías como células solares de próxima generación y sistemas de almacenamiento avanzados. Sin embargo, la revisión también destaca desafíos persistentes, como la inversión inicial, limitaciones tecnológicas y barreras regulatorias.

La falta de conocimiento sobre tecnologías fotovoltaicas y sus beneficios es un obstáculo significativo. Por lo tanto, la concientización y la educación sobre la energía solar y la

eficiencia energética son críticas para fomentar la adopción generalizada.

REFERENCES

- [1] A. Lopez, «Sostenibilidad y objetivos de desarrollo sostenible:¿ es posible preservar el medio ambiente manteniendo o aumentando el tráfico aéreo?..» 2021.
- [2] J. Mendez y C. Noboa, «Proyecto de prefactibilidad de la construcción de una bodega de almacenamiento de productos de sanidad animal en la empresa Interoc SA.,» 2020.
- [3] H. Vasquez, «Generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos para reducir el costo por consumo de energía eléctrica de la Universidad Nacional del Centro del Perú.,» 2020.
- [4] F. Filippin y H. Fasoli, «Sistemas fotofísico y fotoquímico con semiconductores para la conversión de energía solar. In Anales,» *Asociación Física Argentina.*, vol. 32, n° 1, pp. 22-31, 2021.
- [5] D. Galeano, «La Energía Nuclear en el Sector Eléctrico Colombiano: Una Alternativa Técnica y Sostenible.,» 2023.
- [6] P. De Faría, «Sistema de paneles solares en granja avícola.,» *INGENIERÍA, INNOVACIÓN, TECNOLOGÍA Y CIENCIA, 1(2),* , vol. 1, n° 2, pp. 58-68., 2022.
- [7] J. Chicaiza, «Modelado de un sistema fotovoltaico para el área de galpones en la avícola la Ponderosa del cantón Salcedo,» 2023.
- [8] J. Robles y J. Alvarado, «Diseño de un Sistema Fotovoltaico para la Empresa Almacén y Taller York's Motos.,» 2021.
- [9] A. Bravo, «Aplicación de instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo en una fábrica de pellets.,» 2022.
- [10] P. Vargas, Evaluación de la eficiencia de conversión fotovoltaica de celdas solares tipo Grätzel usando betalaínas extraídas y separadas de fuentes naturales., 2020.
- [11] E. Rúa-Ramírez, I. Mendoza-Jiménez, E. Torres-Suarez, E. Flórez-Serrano y J. Serrano-Rico, «Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos.,» *Revista UIS ingenierías*, vol. 20, n° 2, pp. 1-10., 2021.
- [12] K. Navarrete, «Análisis técnico-económico de un sistema fotovoltaico con influencia de suciedad, viento y lluvia en Arequipa-Perú.,» 2019.
- [13] K. Gutiérrez, «Predicción de temperatura de celdas fotovoltaicas.,» 2021.
- [14] J. Rubio, F. Vera, E. Hontoria y A. López, «Desarrollo de un modelo energético mediante TRNSYS® de una nave industrial frigorífica para mejoras de eficiencia energética.,» 2022.
- [15] M. Arrieta, A. Castaño, C. Marrugo y R. Mendoza, « Integración de una microrred solar fotovoltaica al sistema eléctrico de un buque de apoyo logístico y cabotaje liviano BALC-L.,» *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, vol. E49, pp. 65-79., 2022.
- [16] A. Castellanos, Logística comercial internacional., Universidad del Norte., 2021.
- [17] D. Saldarriaga, Almacenes y centros de distribución. Manual para optimizar procesos y operaciones., Marge Books., 2019.
- [18] F. Mosquera, «Localización óptima de plantas virtuales de generación en sistemas eléctricos de potencia basados en flujos óptimos de potencia.,» *I+ D Tecnológico*, vol. 16, n° 2, pp. 5-16., 2020.