Facultad de Ingeniería

Título

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS LOGÍSTICOS: UN ENFOQUE PRÁCTICO PARA BOLIVAR ENERGY LLC SAS EN COLOMBIA

Autor

Auri Del Toro Julio

Director

Ray Alfredo Bello Dávila

Universidad El Bosque

Especialización en Gerencia de Producción y productividad

Bogotá D.C., Colombia

Año 2024

Agradecimientos

Le agradezco a mi tutor Ray Alfredo Bello Dávila por la paciencia, apoyo incondicional, consejos y orientación en este proceso, a mi esposo por la comprensión, ser ese soporte y voz de aliento en este recorrido, a mis hijos por el tiempo que sacrificamos los fines de semana y por ultimo y no menos importante a mis padres y a Dios por permitirnos llegar hasta aquí.

Contenido

RESUMEN 12

INTRODUCCIÓN 2

1 FORMULACIÓN DEL PROYECTO 3

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN U OPORTUNIDAD DE NEGOCIO 3

1.1.1 Identificación 5

1.1.2 Descripción 6

1.1.3 Planteamiento 6

1.2 JUSTIFICACIÓN 7

1.3 OBJETIVOS 8

1.3.1 Objetivo General 8

1.3.2 Objetivos Específicos 8

1.4 MARCO REFERENCIAL 8

1.4.1 Antecedentes 9

1.4.2 Marco teórico 12

1.4.3 Otros Marcos 14

1.5 METODOLOGÍA 21

1.6 ALCANCES Y RESULTADOS 23

1.7 CRONOGRAMA 23

2 DIAGNÓSTICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO 24

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 24

2.1.1. Información general de la empresa 24

2.1.2. Actividad económica 25

2.1.3. Información operativa de la empresa 26

2.2. DIAGNOSTICO LOGÍSTICO 28

2.2.1. Planificación 28

2.2.2. Abastecer 28

2.2.3. Almacenar 31

2.2.4. Distribución 31

2.2.5. Retorno 32

2.3. IMPACTO EN EL POSICIONAMIENTO EN EL MERCADO 32

2.3.1. Costos de producto 32

2.3.2. Precios de venta 34

2.4. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE INEFICIENCIA 36

2.4.1. Cuellos de botella 38

2.4.2. Costos Ineficientes 38

2.4.2. Tiempo de Comercialización 38

2.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 38

3. DESARROLLO DE ESTRATEGIAS LOGÍSTICAS 40

3.1. ESCENARIOS ESTRATÉGICOS 41

3.1.1. Estrategias basadas en tipos de vehículo de carga *41*
3.1.2. Estrategia con delimitación de objetivo de mercado *42*
3.1.3. Estrategias basadas en maximización de ganancia proyectada *44*
3.1.4. Estrategias basadas en minimización de Costos Logísticos: Distribución en los Centros de Distribución (CEDI) *46*
3.2. APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PROPUESTAS 48
3.2.1. Paneles solares *48*
3.2.2. Inversores *50*
3.2.3. Baterías *53*
3.2.4. Cargadores baterias *55*
3.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 57
4. BASES PARA LA EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA PLANTEADA EN LOGÍSTICA 59
4.1. DEFINICIÓN DE LAS MÉTRICAS Y MODELOS DE EVALUACIÓN 59
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 63
6. REFERENCIAS 65
ANEXOS 68

Lista de tablas

Tabla 1: Distribución por tipo de despacho y tecnología de la capacidad instalada en el SIN (XM, 2024). 4
Tabla 2: Evolución de normatividad colombiana sobre energías renovables.(Reyes Gil et al., 2023) 11
Tabla 3: Costos logísticos.(Mora García, 2010)..... 13
Tabla 4: Metodología general del proyecto. (Autor)..... 22
Tabla 5: Datos generales de la empresa. 25
Tabla 6: Productos que ofrece la empresa BOLIVAR ENERGY. (Bolivar Energy LLC SAS, 2024) 27
Tabla 7: Descripción de los roles dentro de la cadena de suministro..... 31
Tabla 8: Tarifa de transporte marítimo. Datos de cotización operador logístico. Julio 2024 (Bolívar Energy LLC SAS) 32
Tabla 9: Tarifas agente aduanero por contenedor de 40’dentro del puerto de Cartagena. Julio 2024. (Bolivar Energy LLC SAS) 32
Tabla 10: Tarifa de transporte de un contenedor 40’ desde el puerto hacia la central importadora en Cartagena. Julio 2024 ((Bolivar Energy LLC SAS)..... 33
Tabla 11: Promedio de costos logísticos hasta central importador para Paneles solares en un contenedor de 40’. (Autor)..... 33
Tabla 12: Promedio de costos logísticos hasta central importador para Inversores en un contenedor de 40’. (Autor)..... 33
Tabla 13: Promedio de costos logísticos hasta central importador para Baterias en un contenedor de 40’. (Autor)..... 34
Tabla 14: Promedio de costos logísticos hasta central importador para Cargadores de Baterias en un contenedor de 40’. (Autor)..... 34
Tabla 15: Precios de venta de paneles solares por centro de distribución regional. (Autor) 35
Tabla 16: Precios de venta de inversores por centro de distribución regional. (Autor)..... 35
Tabla 17: Precios de venta de Baterías por centro de distribución regional. (Autor) 36
Tabla 18: Precios de venta de Cargadores de baterias por centro de distribución regional. (Autor)..... 36
Tabla 19: Tiempo de entrega de los proveedores. (Autor)..... 37
Tabla 20: Comparativo de precio por referencia en paneles con respecto a la competencia. (Autor)..... 37
Tabla 21: Plan de ventas de mercado en los años 2025-2028. (Autor)..... 43
Tabla 22: Resultado de función de máxima ganancia para Paneles solares años 2025 al 2028. (Autor)..... 48

Tabla 23: Costo unitario por kilogramo de transporte en vehículo sencillo (Capacidad 10 Ton) para paneles solares hacia los respectivos CEDIS regionales. (Autor) 49
Tabla 24: Resultado de las unidades a transportar a los respectivos CEDIS Regionales como resultado de la función de mínimo costo para Paneles solares año 2025. (Autor) 49
Tabla 25: Resumen de resultados al aplicar las estrategias para los paneles solares proyectado para el año 2025. (Autor) 49
Tabla 26: Resultado de función de máxima ganancia para inversores en los años 2025 al 2028. (Autor)..... 50
Tabla 27: Costo unitario por kilogramo de transporte en vehículo sencillo (Capacidad 10 Ton) para inversores hacia los respectivos CEDIS regionales. (Autor) 51
Tabla 28: Resultado de las unidades a transportar a los respectivos CEDIS Regionales como resultado de la función de mínimo costo para inversores año 2025. (Autor) 52
Tabla 29: Resumen de resultados al aplicar las estrategias para los inversores proyectado para el año 2025. (Autor)..... 53
Tabla 30: Resultado de función de máxima ganancia para baterias en los años 2025 al 2028. (Autor)..... 53
Tabla 31: Costo unitario por kilogramo de transporte en vehículo sencillo (Capacidad 10 Ton) para inversores hacia los respectivos CEDIS regionales. 54
Tabla 32: Resultado de las unidades a transportar a los respectivos CEDIS Regionales como resultado de la función de mínimo costo para baterias año 2025. (Autor) 55
Tabla 33: Resumen de resultados al aplicar las estrategias para los inversores proyectado para el año 2025. (Autor)..... 55
Tabla 34: Resultado de función de máxima ganancia para cargadores solares de baterias en los años 2025 al 2028. (Autor)..... 55
Tabla 35: Costo unitario por kilogramo de transporte en vehículo sencillo (Capacidad 10 Ton) para cargadores de baterias hacia los respectivos CEDIS regionales. 56
Tabla 36: Resultado de función de mínimo costo para cargadores solares de baterias en el año 2025. (Autor)..... 56
Tabla 37: Resumen de resultados al aplicar las estrategias para las baterias proyectado para el año 2025. (Autor)..... 57
Tabla 38: Total de peso a ser transportado para el año 2025. (Autor) 60
Tabla 39: Valores totales de la estrategia de transporte con vehículos sencillos (Capacidad 10Tons). (Autor) 60
Tabla 40: Valores totales de la estrategia de transporte con tractocamión (Capacidad 34 Ton). Diferencia con respecto al vehículo sencillo. (Autor) 60
Tabla 41: Resultado de la actualización retorno de inversión al incluir la nueva estrategia logística para el año 2025. (Autor) 61

Tabla 42: Detalle de inventario de paneles solares. (Bolívar Energy LLC SAS) 69
Tabla 43: Detalle de inventario de inversores. (Bolívar Energy LLC SAS) 71

Lista de figuras

Figura 1: Tamaño del mercado de energía solar en Colombia(Mordor Intelligence, 2024a). 4
Figura 2: Detalles de los costos logísticos. (Mora García, 2010)..... 14
Figura 3: ¿Cómo medir el desempeño logístico?(Mora García, 2010) 14
Figura 4: Constitución de un panel solar. Se destacan sus principales caracteristicas. (Diaz, 2010) 16
Figura 5: Resumen de los riesgos y costos de las reglas Incoterms 2020. 20
Figura 6: Logotipo de la empresa BOLÍVAR ENERGY. 24
Figura 7: Organigrama de la empresa BOLIVAR ENERGY (Autor). 25
Figura 8: Mapa de procesos de la empresa. (Autor)..... 27
Figura 9: Distribución primaria(Silvera Escudero, 2020). 29
Figura 10: Gráfico de niveles de inventario en paneles solares. Marca Runergy (Autor) 29
Figura 11: Gráfico de niveles de inventario en Inversores híbridos. Marca SOFAR (Autor) 29
Figura 12: Gráfico de niveles de inventario en la línea Power In. Marca SOFAR (Autor) .. 30
Figura 13: Gráfico de niveles de inventario de baterias y sistemas de almacenamiento. Marca SOFAR (Autor)..... 30
Figura 14: Distribución secundaria en las importaciones de mercancía (Silvera Escudero, 2020). 31
Figura 15: Comparativo de precios de paneles solares (Bolívar Energy). 37
Figura 16: Vehículos de transporte de carga terrestre. 42
Figura 17: Capacidad adicionada al SIN según el Análisis Energético de Largo Plazo [MW]. ((Vélez Torres et al., 2023), Pág. 46)..... 43
Figura 18: Método símplex para SNAR (algoritmo símplex sin intervención artificial basado en la relajación de restricciones no aguda). (Visuthirattanamanee et al., 2020)..... 45

Resumen

BOLIVAR ENERGY LLC SAS es una empresa de consultoría para proyectos de energías renovables que busca expandirse en Colombia y otros mercados de América Latina y el Caribe. Sin embargo, enfrenta desafíos debido a la falta de infraestructura física, soporte técnico, inventario y una estructura organizacional definida, lo que afecta sus rendimientos económicos y posición en el mercado.

El proyecto se centra en mejorar la operación logística de la empresa, especialmente en el envío de equipos a bajo costo en Colombia, considerando la competencia en precios en el mercado. Se plantean preguntas sobre la ubicación más adecuada en Colombia para importar equipos provenientes principalmente de China, los procedimientos necesarios para garantizar una operación de calidad, el personal necesario para operaciones y el inventario mínimo rentable.

Palabras clave

Energías renovables. Logística. Competitividad. Importación.

Introducción

El sector de las energías renovables representa no solo una oportunidad para el desarrollo sostenible, sino también un campo de expansión empresarial en constante crecimiento. En este contexto, empresas como BOLIVAR ENERGY emergen como actores clave, buscando no solo satisfacer la creciente demanda de soluciones energéticas sostenibles, sino también establecerse como líderes en el mercado colombiano y más allá.

Este proyecto aborda los desafíos logísticos que enfrenta BOLIVAR ENERGY en su búsqueda por consolidarse como un referente en el sector de las energías renovables en Colombia. A pesar de contar con una visión ambiciosa, un portafolio diversificado de productos y servicios, la empresa se ve obstaculizada por una serie de debilidades operativas que impactan negativamente en su rendimiento económico, su capacidad para competir en un mercado cada vez más competitivo.

En este contexto, el presente proyecto se propone analizar soluciones estratégicas que permitan a BOLIVAR ENERGY optimizar sus operaciones logísticas, mejorar su eficiencia y competitividad, consolidar su posición en el mercado colombiano de energías renovables. A través de un enfoque riguroso basado en datos, se buscará identificar las áreas clave de mejora en la cadena de suministro y proponer acciones concretas para superar los desafíos identificados.

El éxito de este proyecto no solo beneficiará a BOLIVAR ENERGY, sino que también contribuirá al desarrollo sostenible de la transición energética más limpia en Colombia. Con este fin, se invita a explorar las siguientes secciones, donde se detallarán los objetivos, metodología y resultados esperados de este proyecto.

1 Formulación Del Proyecto

1.1 Problema de investigación u oportunidad de negocio

BOLIVAR ENERGY LLC SAS es una empresa que ofrece servicios de consultoría para proyectos de energías renovables en Colombia, con visión de atender los mercados de Sur América y el Caribe. Su fundador el señor John Craig, de nacionalidad canadiense, busca replicar el modelo de negocio que viene implementando en su país de origen en Colombia, como eje estratégico en los mercados latinoamericanos. Una de las líneas de negocio es la distribución de productos para proyectos de generación solar: paneles solares, inversores, baterias, entre otros. Cuenta con una red de socios comerciales en Colombia en la que ofrece la experiencia en la construcción y puesta en funcionamiento de proyectos de generación solar y eólica.

Esta empresa en Colombia fue legalmente constituida en el año 2023, y en la actualidad no cuenta con planta física, soporte técnico, stock de inventario, una estructura organizacional definida, misión, visión, políticas de calidad, de seguridad y ambiental; todas estas debilidades han impactado de manera negativa en sus rendimientos económicos y posicionamiento en el mercado.

El panorama del sector eléctrico colombiano en el tipo de fuentes de generación que puede producir se mide por la capacidad instalada cuantificado en megavatios (MW). A continuación, en la Tabla 1 se muestra la distribución de la capacidad instalada por tecnología de las plantas que operan en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) en el año 2024 según el Sistema de Parámetros Técnicos de elementos del Sector Eléctrico Colombiano (Paratec) del administrador del mercado XM.[1].

Tipo/Fuente de energía	Capacidad Efectiva Neta (MW)	%
Hidráulica	13204.67	65.43%
Térmica	6051.23	29.98%
Cogenerador	192.5	0.95%
Solar	714.82	3.54%

[1] XM es la empresa especializada en la gestión de sistemas de tiempo real, la administración del mercado de energía mayorista y el desarrollo de soluciones y servicios de energía e información.

Tipo/Fuente de energía	Capacidad Efectiva Neta (MW)	%
Eólica	18.42	0.09%
Total, Capacidad Efectiva Neta	**20181.64**	**100%**

Tabla 1: Distribución por tipo de despacho y tecnología de la capacidad instalada en el SIN (XM, 2024).

El sistema eléctrico colombiano cuenta con una estructura hidrotérmica importante, aunque proyecta un aumento significativo de generación con fuentes renovables de energía no convencionales particularmente eólica, solar y biomasa, por la necesidad de diversificar la matriz eléctrica nacional, con miras a lograr un sector más sostenible, que dependa en menor medida de fenómenos climáticos y que le permitan al país cumplir con los compromisos adquiridos en materia de reducción de emisiones. Análisis realizados tanto en el plan de expansión de generación, como en el plan energético nacional estiman que, en el año 2050, la matriz de generación evolucione y se transforme a una estructura con participación mayoritaria de las fuentes no convencionales de energía en una proporción superior al 43%, mientras que el uso de agua represente el 38% y la térmica un 19% (UPME, 2023).

Figura 1: Tamaño del mercado de energía solar en Colombia(Mordor Intelligence, 2024a).

En la Figura 1 muestra el tamaño del mercado colombiano de energía solar, donde en términos de base instalada se espera que crezca a 1,48 gigavatios (GW) en 2024, para en el 2029 llegar a 12,85 gigavatios (GW), a una tasa compuesta anual del 54,06% durante el período previsto (2024-

2029)(Mordor Intelligence, 2024a). La Asociación Colombiana de Energías Renovables, Ser Colombia, señaló que hay 66 proyectos de estas tecnologías que podrían entrar en 2024. De estos, 65, es decir, la mayoría corresponden a obras solares fotovoltaicas y una es de almacenamiento de energía con baterías. La inversión que podrían requerir es de US$2.200 millones para unos 3.040 megavatios(MORALES SOLER, 2024).

1.1.1 Identificación

El mundo se encuentra en un constante crecimiento tecnológico que demanda cada día de un soporte energético más robusto y cercano a los lugares de consumo. La estrategia clave para lograr una descentralización efectiva y garantizar el acceso de energía de calidad incluyen la generación distribuida, la autogeneración y la formación de comunidades energéticas (Vélez Torres et al., 2023). El crecimiento de los recursos de generación distribuida empieza a jugar un rol fundamental para la prestación de los servicios de electricidad a cuestionado la organización clásica de los sistemas de energía para garantizar la eficiencia energética. Dichos sistemas se basan en sistemas de energía futuros, en los que las fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) cada vez tienen mayor participación en generación de energía (Pérez Carrascal & Mestra Salgado, 2024).

Colombia cuenta con una ubicación geográfica privilegiada, ya que su irradiación solar es constante, en promedio de 4.5 kWh/m² día, la cual supera el promedio mundial 3.94.5 kWh/m² día, con grandes representaciones en regiones de la Costa Caribe y oriente del país. Resulta apropiado centrarse en los siguientes nichos de oportunidad:

- Proyectos fotovoltaicos masivos a diferentes escalas (residenciales, industriales, grandes parques solares)
- Despliegue prioritario de soluciones energéticas en las ZNI, implementando proyectos de electrificación a partir de energías renovables y/o sistemas híbridos de generación (Solar-Diesel, Solar-Hidrogeno Verde).

(MÉNDEZ BERNAL, 2023)

1.1.2 Descripción

BOLIVAR ENERGY LLC SAS es una empresa que recientemente creada en Colombia en el año 2023, que ofrece al mercado productos para proyectos de generación de energías renovables de fuentes renovables no convencionales, tales como: paneles solares, inversores, baterias, entre otros dispositivos para el mantenimiento y comunicaciones (fibra óptica, repetidores de señales). Cuenta con socios comerciales los cuales le brindan soporte para mostrar experiencia a los clientes en materia de EPC (Engineering, Procurement and Construction), en la consultoría, adquisición y construcción de proyectos de generación fotovoltaica.

1.1.3 Planteamiento

La empresa BOLIVAR ENERGY, en adelante la empresa, se encuentra en un momento propicio para plantearse como despachar los equipos que ofrece en su portafolio a sus clientes en las próximas ventas que logre realizar. No cuenta con un espacio físico definido, ni un procedimiento para el despacho de equipos, la logística de envíos. Para el caso de obtener un contrato de construcción o mantenimiento, no cuenta con procesos de ejecución de proyectos, la logística de personal necesarios para atender este servicio ofrecido a los clientes. ¿Cómo poder hacer envíos de sus equipos a bajo costo en Colombia?, ya que la clave está en ser competitivo en precio, en un mercado que ya cuenta varias empresas que ofrecen los mismos productos.

Los equipos que ofrece en el portafolio en su mayoría vienen de China, de las ciudades de Shanghái y Shenzhen. ¿Cuál es la mejor propuesta de optimización de los procesos logísticos para Bolivar Energy LLC SAS?

1.2 Justificación

Como proyecto de aplicación de conceptos en producción y productividad, el autor busca impactar de manera positiva a una empresa que inicia en el mercado de energías renovables colombiano. Para Bolívar Energy LLC SAS, la implementación de un plan de mejoramiento en estrategias logísticas es crucial para asegurar su posicionamiento en el mercado de energías renovables. En una etapa temprana de su desarrollo, establecer una logística eficiente puede reducir costos, optimizar la cadena de suministro y mejorar la entrega de productos y servicios. Esto no solo incrementará su competitividad frente a empresas ya consolidadas en el sector, sino que también les permitirá ganar la confianza de los clientes y socios estratégicos, asegurando un crecimiento sostenible y rentable.

Este proyecto representa una oportunidad invaluable de aplicar conocimientos teóricos en un contexto real, enriqueciendo la experiencia académica y profesional. A través de este trabajo, se pueden desarrollar habilidades críticas en la resolución de problemas logísticos y estratégicos, además de obtener una comprensión profunda de las dinámicas del mercado de energías renovables. Este aprendizaje práctico es fundamental para consolidar un perfil como un especialista en producción y productividad, preparado para enfrentar y resolver desafíos complejos en la carrera profesional.

Para la universidad, la realización de este tipo de proyectos es un reflejo de su compromiso con la formación de profesionales altamente capacitados y su contribución al desarrollo empresarial y tecnológico del país. Al involucrar a sus estudiantes en proyectos que tienen un impacto directo en la industria, la universidad fortalece su vínculo con el sector productivo y demuestra la relevancia y aplicabilidad de sus programas académicos. Además, este proyecto puede servir como un caso de estudio para futuras investigaciones y prácticas académicas, elevando el prestigio de la institución y su capacidad para generar soluciones innovadoras y prácticas en el ámbito de la producción y productividad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar una propuesta de optimización en los procesos logísticos para mejorar la eficiencia de la empresa BOLIVAR ENERGY.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar los procesos logísticos para identificar los factores de ineficiencia en el posicionamiento en el mercado de energías renovables.
- Desarrollar estrategias logísticas basadas en los resultados del diagnóstico para mejorar la productividad y competitividad de la empresa en el mercado de las energías renovables.
- Proponer las bases de evaluación de las estrategias logísticas a implementar mediante métricas y métodos específicos para asegurar la mejora en la eficiencia y el posicionamiento de la empresa.

1.4 Marco Referencial

Desde el año 2015, con la firma del Acuerdo de París, las naciones han entendido que la lucha para alcanzar la descarbonización es una necesidad para prevenir los impactos del cambio climático. Este acuerdo implica que cada parte establezca cuál es su contribución con la lucha internacional para el cambio climático, que se definen como Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés) y sean el núcleo para lograr los objetivos de reducción de emisiones a largo plazo.

De acuerdo con Reporte Global de Energías Renovables del 2019 (REN21, 2019), la participación de la producción mundial con energía renovable en 2018 fue aproximadamente de 26%, de la cual el 11% fue realizada con fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER). La energía hidráulica representa alrededor del 60% de la producción de electricidad renovable mundial, seguida de la energía eólica (21%), la energía solar fotovoltaica (9%) y la biomasa (8%). (Reyes Gil et al., 2023)

El costo de los módulos solares fotovoltaicos ha disminuido rápidamente a lo largo de los años, lo que los hace cada vez más asequibles y competitivos en términos de costos en comparación con otras fuentes de energía. Esta reducción de costos se debe principalmente a avances en los procesos de fabricación, economías de escala y mayor eficiencia de los paneles solares. (Mordor Intelligence, 2024a)

1.4.1 Antecedentes

La generación de electricidad con sistemas fotovoltaicos inició a instalarse en Colombia en el sector rural, en donde los altos costos de generación originados principalmente en el precio de los combustibles, y los costos de operación y mantenimiento en las distantes zonas remotas, hacen que la generación solar resultara más económica en el largo plazo y confiable.

A comienzos de la década de los 80´s Telecom fue la primera empresa estatal que implemento el uso de tecnologías renovables en forma relativamente masiva en su programa de telecomunicaciones rurales, con asistencia de la Universidad Nacional, se implementaron generadores que generaban apenas 60 vatios de potencia para alimentar los radioteléfonos rurales. Para el año 1983, ya habían instalado 2950 puntos, así como también, se había incrementado la capacidad de potencia a 4 kilovoltios para suplir requerimientos de antenas zonales satelitales. El mercado de paneles solares durante la década de los 90´s tuvo un receso por los problemas que acontecieron de orden público, arrojando la misma cifra estimada de 300 Kilovatios por año de capacidad instalada total en diferentes zonas rurales (Rodríguez Murcia, 2008).

A partir de la constitución de 1991 se admitió como principio clave para el logro de la eficiencia en los servicios públicos, la competencia para hacer posible la libre entrada de cualquier agente interesado en prestar los servicios públicos. Es así como para diciembre de 1992, el Gobierno Nacional reestructuro el Ministerio de Minas y Energía, disolvió la Comisión de Energía, creando tres unidades administrativas especiales: la Comisión de Regulación de Energía (CRE), que luego en 1994 se renombraría como la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), la Unidad de Información Minero Energética (UIME) y la Comisión de Planeación Minero-Energética (UPME)(López Hurtado, 2020).

El encargado de diseñar las políticas en materia energética es el Ministerio de Minas y Energía. Por su parte, la UPME es la encargada de la planeación y el apoyo para la formulación de políticas públicas. Asimismo, la entidad encargada de regular el sector con el objetivo de asegurar la buena prestación del servicio es la CREG. De otro lado, la supervisión y el control del sector energético están a cargo de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y los aspectos judiciales a cargo de la Superintendencia de Industria y Comercio.

Actualmente, los proyectos de energía renovable cuentan con un marco jurídico y regulatorio para impulsar la diversificación energética iniciada con la Ley 1715 de 2014, el Decreto Reglamentario 2143 de 2015, la Resolución 030 de 2018 CREG, la Resolución 038-2018 CREG y el Decreto 570 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía. Específicamente, la Ley 2099 de 2021 proporciona los parámetros necesarios con el objetivo de lograr una transición energética efectiva y dinamizar el mercado energético, adoptando la reforma de la Ley 1715 de 2014, que contempla incentivos y beneficios fiscales para las inversiones en fuentes no convencionales de energía (FNCE) y fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER). (Reyes Gil et al., 2023)

Normativa	**Descripción**
Ley 51 de 1989 (Congreso de Colombia)	Se crea la Comisión Nacional de Energía encargada de determinar funciones de planeación energética, además de "efectuar, contratar o promover la realización de estudios para establecer la conveniencia económica y social del desarrollo de fuentes y usos energéticos no convencionales y adoptar la política respectiva".
Ley 142 de 1994 (Congreso de Colombia)	Regulación de los servicios públicos domiciliarios en el país, incentivando una fuente no convencional de energía como el gas natural.
Ley 143 de 1994 (Congreso de Colombia)	"Ley Eléctrica". Se le atribuye a la UPME la función de elaborar y actualizar el Plan Energético Nacional (PEN).
Ley 697 de 2001 (Congreso de Colombia)	Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas. Se crea el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE).
Decreto 70 de 2001 (Ministerio de Minas y Energía–MME)	Se incluye en las funciones del Ministerio de Minas y Energía adoptar la política sobre generación, transmisión, interconexión, distribución y establecimiento de normas técnicas en materia de energía eléctrica, sobre el uso racional de energía y el desarrollo de fuentes alternas.
Resolución 060 de 2007 (Comisión de Regulación de Energía y Gas-CREG)	Establece normas sobre la participación en la actividad de generación de energía eléctrica.
Ley 1715 de 2014 (Congreso de Colombia)	Tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable. Regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional y se establecen diferentes incentivos.

Normativa	Descripción
Resolución 227 de 2015 (CREG)	Define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas.
Decreto 348 de 2017 (MME)	Establece los lineamientos de política pública en materia de gestión eficiente de la energía y entrega de excedentes de autogeneración a pequeña escala.
Ley 1931 de 2018 (Congreso de Colombia)	Tiene por objeto establecer las directrices para la gestión del cambio climático principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos de este y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono.
Decreto 2462 de 2018	Determina que los proyectos de generación que empleen fuentes de energía solar, eólica, mareomotriz, geotérmica, o de biomasa inferiores a diez megavatios no requieren el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA).
Resolución 40791 de 2018 (MME)	Ordena hacer público un proyecto de resolución de carácter general, por el cual se define la metodología para determinar la energía firme de plantas solares fotovoltaicas.
Resolución 030-2018 CREG	Regula las actividades de autogeneración a pequeña y gran escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).
Resolución 038-2018 CREG	Establece las reglas para la actividad de autogeneración en las Zonas No Interconectadas (ZNI).
Decreto 570 de 2018	Se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, en lo relacionado con los lineamientos de política pública para la contratación a largo plazo de proyectos de generación de energía eléctrica y se dictan otras disposiciones.
Resolución 40591 de 2019 (MME)	Se convoca a la subasta de contratación de largo plazo para proyectos de generación de energía eléctrica y se definen los parámetros de su aplicación.
Ley 1955 de 2019 (Congreso de Colombia)	Se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad”. Mejora los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014 y establece que entre un 8 y un 10% de las compras de energía de los comercializadores deben ser de fuentes de energía renovables no convencionales.
Decreto Ley 2106 de 2019	Normas para simplificar, suprimir y reformar trámites, procesos y procedimientos innecesarios existentes en la Administración Pública. Incluyó dos artículos para agilizar la obtención de incentivos tributarios para fuentes renovables no convencionales.
Decreto 829 del 10 de junio de 2020	Por el cual se reglamentan los artículos 11, 12, 13 y 14 de la Ley 1715 de 2014, se modifica y adiciona el Decreto 1625 de 2016, Único Reglamentario en Materia Tributaria y se derogan algunos artículos del Decreto 1073, Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía.
Resolución 203 de 2020 de la Unidad de Planeación Minero-Energética- UPME.	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para acceder a los beneficios tributarios en inversiones, en investigación, desarrollo o producción de energía a partir de Fuentes no Convencionales de Energía- FNCE.
Ley 2099 de 2021 (Congreso de Colombia)	Se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones. Establece priorización de los trámites ambientales para proyectos del sector de energía que cumplan ciertas condiciones.
Decreto 099 de 2021	Permite a los operadores de red realizar ampliación de cobertura dentro de sus zonas de influencia a través de redes no físicas o logísticas, como soluciones solares individuales o microrredes.

Tabla 2: Evolución de normatividad colombiana sobre energías renovables.(Reyes Gil et al., 2023)

En cuanto a las políticas públicas para los próximos años se conoce que el Ministerio de Minas y Energía ha emitido un reglamento técnico para introducir las auditorías energéticas obligatorias en el sector industrial. Se espera que esta acción tenga lugar entre finales de 2022 y 2024. Este primer paso proporcionará información sobre el consumo energético del sector industrial y la posibilidad de introducir sistemas de gestión de la energía y medidas de eficiencia energética.(Reyes Gil et al., 2023)

1.4.2 Marco teórico

1.4.2.1. Cadena de suministro y logística (Supply Chain Management – SCM)

El *Council of Logistics Management* (1998) define la logistica como "la parte del proceso de la cadena de suministro encargada de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje y flujo directo e inverso de los bienes, servicios y toda la información relacionada con éstos, entre el punto de origen y punto de consumo, con el propósito de satisfacer de las necesidades de los clientes". (Zuluaga Mazo et al., 2014)

La gestión logistica desde su enfoque integral representa además de una obligación, una alternativa empresarial de soporte a la organización y sus actores de modo que se generen sinergias para la competitividad del conjunto de empresas y eslabones de la cadena de suministros.

La gerencia de cadena de suministro (Supply Chain Management) surge como una evolución de la gestión logística tradicional en su proceso de expansión o extensión de la planeación, colaboración e integración de las cadenas logísticas entre proveedores, fabricantes y consumidores y genera redes de abastecimiento entre y donde la planeación de la demanda y sus implicaciones es lo más preponderante para la administración y ejecución de los planes logísticos y máxime para empresas que poseen operaciones logísticas globales donde sus redes de abastecimiento debe estar sincronizadas con los agentes que interactúan en su cadena de suministros.(Mora García, 2010)

1.4.2.2. El modelo SCOR (Supply Chain Operation Reference)

El modelo SCOR se traduce como modelo de referencias de las operaciones de la cadena de suministros, que se aplica para integrar las operaciones logísticas mediante unas métricas o indicadores estandarizados que optimizan y sincronizan la cadena de suministro. El modelo considera cinco procesos fundamentales:

a) Planeación, PLAN
b) Abastecimiento, SOURCE
c) Producción, MAKE
d) Distribución, DELIVER
e) Retorno, RETURN

(Mora García, 2010)

Con frecuencia se pueden encontrar estudios donde el cuadro de mando integral y la teoría que soporta la gestión de cadenas de abastecimiento y el SCOR de manera independiente y excluyente. Sólo se usa el **Balanced Score Card** (cuadro de mando integral) para evaluar y medir el desempeño del SCM. No obstante, se ha comprobado que existe una correlación positiva entre los grados de integración presentes en el SCOR y cada inductor del Balanced Score Card.

Dada la complejidad de los procesos de la cadena de suministros, se requiere de herramientas cuantitativas de fácil y práctica aplicación donde se establezca una rápida conexión con la gestión y la alta gerencia que apunte a la excelencia operativa de la organización. Por esto, el modelo SCOR integrado al BSC amplían la visión del manejo de indicadores de desempeño y de gestión, de manera que el suministro sea soporte para los mapas estratégicos.
(Zuluaga Mazo et al., 2014)

Costos logísticos	
Costos integrales	Costo de pedir, almacenar y distribuir/valor vendido
Costos unidad logística	Costo total logístico / unidades vendidas

Tabla 3: Costos logísticos.(Mora García, 2010)

Figura 2: Detalles de los costos logísticos. (Mora García, 2010)

Los indicadores idóneos para lograr absoluto control y mejora de los procesos logísticos de una compañía son por medio de una tabla de procesos logísticos claves de desempeño (Figura 3) y se les asignan los indicadores de gestión más enfocados y relevantes de su operación logística.

Procesos Vs. Indicadores	Costo	Productividad	Calidad	Tiempo
Servicio al cliente y procesamiento de pedidos				
Planeación y gerencia de inventarios				
Suministros (compras y manufacturas)				
Transporte y distribución				
Almacenamiento				
Logística total				

Figura 3: ¿Cómo medir el desempeño logístico?(Mora García, 2010)

1.4.2.4. Outsourcing logístico

A partir de la necesidad de las empresas de buscar ayuda externa para la mejora de sus procesos logísticos, surgió la modalidad llamada **outsourcing** cuya función principal es sacar una gran parte de la función logística fuera de la empresa en sus diferentes modalidades. Son todos aquellos servicios asociados con el flujo de partes, materias primas, auxiliares y producto terminado desde el proveedor hasta el consumidor final que son (puede ser) prestados por terceros.

Los operadores logísticos de mercancías a nivel nacional e internacional, es una actividad económica que ofrece a las empresas la tranquilidad en entrega de mercancía y alquiler de espacios. Un modo de tercerizar las operaciones haciendo que muchos negocios se desarrollen en términos de eficiencia, justo a tiempo y con costos competitivos. (Mora García, 2010)

1.4.3 Otros Marcos

Es importante resaltar, que todas las energías son aprovechadas por el hombre para su conversión en energía eléctrica, la cual, es el principal insumo en diferentes industrias y en diversos sectores de nuestro país. Por tal razón, en primera instancia para entender el lenguaje técnico en el campo de la energía renovable debemos tener en cuenta los siguientes términos:

Energías renovables: “este tipo de energías son aquellas que pueden ser producidas de manera sostenible (equilibrio en cuanto a niveles políticos, económicos, ambientales y sociales) de fuentes las cuales se reabastecen a través de procesos naturales, medibles en escalas de tiempo humanas. Las energías renovables son de fácil acceso en casi cualquier parte del mundo y a su vez generan beneficios para quienes optan por su aplicación tales como: estimular el crecimiento económico de la población, generación de empleos, maximizan la creación de valor de la comunidad, mejoran el acceso a la energía disponible para los habitantes, reducen el impacto ambiental.”(Medina Rincón, s. f.)

La Ley 1715 de 2014 definió las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) como aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleados o son utilizados de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (PCH), la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Además, la Ley de Transición Energética estableció como FNCE a otras fuentes como el hidrogeno verde y el hidrogeno azul.

Energía Solar: Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en la radiación electromagnética proveniente del sol.

Panel Solar: Un panel solar o modulo fotovoltaico está formado por un conjunto de células, conectadas eléctricamente, encapsuladas, y montadas sobre una estructura de soporte o marco (véase Figura 4). Proporciona en su salida de conexión una tensión continua, y se diseña para valores concretos de tensión (6V, 12V, 24V, …), que definirán la tensión a la que va a trabajar el sistema fotovoltaico.(Diaz, 2010)

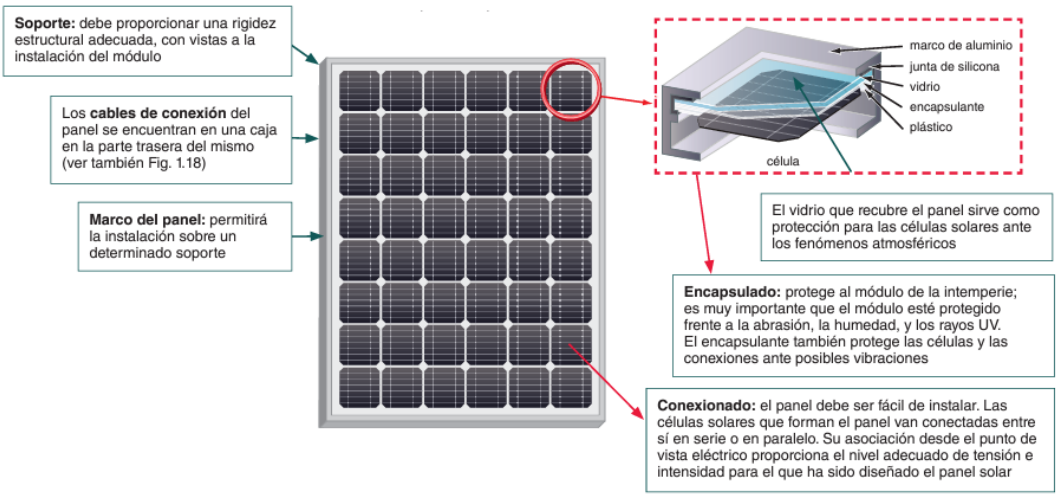


Figura 4: Constitución de un panel solar. Se destacan sus principales caracteristicas. (Diaz, 2010)

Energía eólica: Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable que consiste en el movimiento de las masas de aire. También es FNCER la energía eólica costa afuera.

Recursos Energéticos Distribuidos (DER)

Recursos energéticos que pueden ser gestionados de forma automática o manual, instalados cerca de los centros de consumo, conectados a la red de distribución, con posibilidad de inyectar energía, consumir energía o proveer servicios complementarios a la red de forma dinámica. Dentro de los DERs se describen a continuación:

Autogenerador a gran escala (AGGE): Usuario que produce energía eléctrica, principalmente para atender sus propias necesidades, sin utilizar activos de uso de distribución y/o transmisión, y con una capacidad instalada del sistema de autogeneración superior al límite definido en el artículo primero de la Resolución UPME 281 de 2015, será de un (1) MW.

Autogenerador a pequeña escala (AGPE): Usuario que produce energía eléctrica, principalmente para atender sus propias necesidades, sin utilizar activos de uso de distribución y/o transmisión, y con una capacidad instalada del sistema de autogeneración igual o inferior al límite definido en el artículo primero de la Resolución UPME 281 de 2015, o aquella que la modifique o sustituya.(UPME - Resolución 281 del 2015; «Por el cual define el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala», s. f.)

Generador distribuido (GD): Empresa de Servicios Públicos (ESP) que genera energía eléctrica con una planta con capacidad instalada o nominal de generación menor a 1MW, y que se encuentra instalada cerca de los centros de consumo, conectada al Sistema de Distribución Local (SDL).

Sistema de Almacenamiento de Energía Eléctrica (SAE): Equipamiento tecnológico capaz de tomar energía desde el sistema eléctrico o un recurso energético propio, transformarla en otro tipo de energía (química, potencial, térmica, entre otras) y almacenarla con el objetivo de inyectarla nuevamente al sistema eléctrico.(Ministerio de Minas y Energía. Colombia, 2024)

Identificación de los procesos clave de la empresa

Para la optimización de las operaciones es importante el enfoque por procesos, haciendo que en una organización aumente la eficiencia, la competitividad y rentabilidad. En las áreas que se

componen en una cadena de suministro se describirá su objetivo, los procesos que la conforman y algunas métricas sugeridas para controlar el desempeño de los procesos. Para entender mejor el concepto, se pone como ejemplo el área de almacenes.

Los almacenes reciben, custodian y controlan todos los materiales y artículos que adquiere la empresa y los van entregando a quien lo solicite. Dado el alcance un objetivo apropiado para el área de almacenes sería: Proporcionar a todo solicitante, interno o externo a la empresa, los materiales que requiera en forma oportuna y en la cantidad solicitada.

Administración por procesos

Un proceso puede definirse como un conjunto de actividades relacionadas, que realizan personas o equipos, los cuales utilizan recursos o insumos para elaborar un producto. Aquí hay que aclarar que el producto no necesariamente es el producto final que elabora la empresa; el producto de un proceso es simplemente el resultado de haber realizado ese proceso en forma correcta y ese producto normalmente sirve de insumo para otro u otros procesos dentro de la misma empresa.

Los procesos empresariales se componen de un flujo de actividades estructuradas y coordinadas que transforman insumos en productos específicos, tienen un comienzo y un final, cuentan con una estructura para realizar actividades de transformación (gente y/o tecnología: máquinas, herramientas, métodos, procedimientos, etc.), son dinámicos, atraviesan límites funcionales, tienen un objetivo (de negocio) y crean valor para un cliente al cual le serán entregados.

Define cada uno de los procesos que suceden a lo largo de la cadena de suministros de la empresa analizando los pasos, etapas o actividades con el fin de generar valor para el cliente. El objetivo es realizar sólo las actividades generadoras de valor y eliminar, desde luego, aquellas que no lo hacen.

Para identificar por completo un proceso se consideran los siguientes parámetros:

- Especificar la categoría de procesos a la que pertenece; por ejemplo, puede pertenecer a los procesos de inventarios, de producción, de mantenimiento, de control de calidad, etc.
- Declarar el objetivo del proceso.
- Asignar a la persona responsable de que el proceso se efectúe correctamente, siempre que cuente con los recursos e insumos solicitados y asignar responsabilidad y autoridad a los demás participantes de las actividades del proceso.

- Declarar el producto que se espera del proceso, normalmente un insumo para el siguiente proceso.
- Especificar actividades que deben realizarse durante el proceso.
- Verificar que el producto refleje apropiadamente las especificaciones solicitadas.
- Validar que el producto satisfaga los requerimientos solicitados o el uso previsto.
- Diseñar un diagrama que muestre la relación y secuencia de las actividades del proceso y el flujo de trabajo.
- Especificar indicadores de desempeño, es decir, métricas que se ponen en práctica para verificar que las actividades del proceso se han realizado con eficiencia.

Los pasos básicos que debe realizar una empresa para adoptar un enfoque por procesos son los siguientes:

1. Debe declarar la visión, la misión, así como los objetivos a alcanzar, al menos para el primer año de operación. La visión, misión y objetivos los establece la alta dirección y su intención es satisfacer las necesidades del cliente.
2. Identificar los procesos que generen más valor para el consumidor, previa definición de lo que significa un proceso.
3. Mostrar la lógica de las actividades transformadoras necesarias para realizar cada proceso.
4. Identificar las entradas, las salidas, las actividades transformadoras, los factores humanos y tecnológicos para el proceso.
5. Establecer indicadores de desempeño y parámetros de referencia para el proceso.
6. Detectar puntos de decisión y de control del riesgo a lo largo del proceso.
7. Formalizar el proceso como integrante de una red de procesos.
8. Dar una base formal (soporte) para trazar estrategias de mejora a partir del proceso diseñado.

Por medio de una **organización inteligente** que utiliza tecnología informática en forma de una red interna en la empresa. Se debe contar con un software que maneje la información de manera integral, llamados comúnmente ERP (Enterprise Resources Planning o planeación de los recursos de la empresa), permitiéndole a cualquier empresa ser más competitiva.

(Baca Urbina, 2013)

Reglas Icoterms

La Cámara de Comercio Internacional (CCI) elaboró unas reglas cuyo objetivo es definir e interpretar las principales reglas comerciales utilizadas en los contratos internacionales de compraventa: las reglas Incoterms, acrónimo de «International Commerce Terms». Las reglas Incoterms vigentes en la actualidad (2020) se ocupan de aspectos como:

–Cuál es el lugar de entrega de la mercancía.

–Quién paga el transporte y hasta dónde.

–Saber si la mercancía está asegurada ante un posible siniestro, hasta dónde cubre el seguro y quién debe hacerse cargo del importe de la prima.

–Qué obligaciones contrae cada una de las partes (comprador y vendedor) y en qué puntos concretos se efectúa la transmisión del riesgo.

Las reglas Incoterms 2020 están formadas por once reglas:

EXW	**Ex Works**	**En Fabrica**
FCA	Free Carrier	Franco transportista (lugar convenido)
FAS	Free Along Side	Franco al costado del buque (puerto de carga convenido)
FOB	Free On Board	Franco a bordo (puerto de carga convenido)
CFR	Cost and Freight	Costo y flete (puerto de destino convenido)
CIF	Cost, Insurance and Freight	Costo, seguro y flete (lugar de destino convenido)
CPT	Carriage Paid To	Transporte pagado hasta (lugar de destino convenido)
CIP	Carriage and Insurance Paid to	Transporte y seguro pagados hasta (lugar de destino convenido)
DAP	Delivered At Place	Entregada en (lugar de destino convenido)
DPU	Delivered at Place Unload	Entregada en lugar descargada (lugar destino convenido)
DDP	Delivered Duty Paid	Entregados derechos pagados (lugar destino convenido)

Para facilitar la comprensión de estas reglas las agrupamos en cuatro categorías: reglas “E”, “F”, “C” y “D”.

Términos “E”; en el establecimiento del vendedor	El vendedor pone las mercancías a disposición del comprador en sus propios locales.
Términos “F”; sin pago del transporte principal	El vendedor es responsable de la entrada de la mercancía en un medio de transporte designado por el comprador.
Términos “C”; contratos de salida. Con pago del transporte principal.	El vendedor contrata el transporte, pero no asume ningún riesgo ni coste adicional por todo aquello que pueda ocurrir después de la carga o despacho de la mercancía.
Términos “D”; contratos de llegada	El vendedor soporta todos los gastos riesgos necesarios para llevar la mercancía al país de destino.

CIF y CIP son las únicas reglas Icoterms que hacen referencia expresa al seguro como una obligación. En ambas reglas, el vendedor está obligado a aportar un seguro que beneficie al comprador.

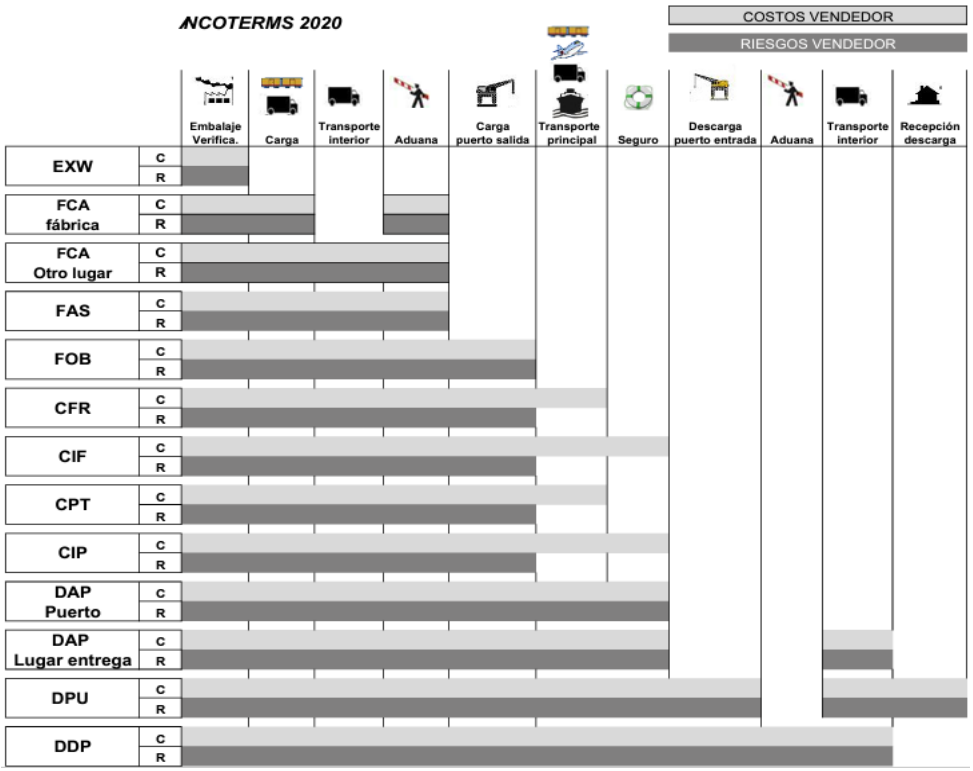


Figura 5: Resumen de los riesgos y costos de las reglas Incoterms 2020.

(Casadejús, 2023)

1.5 Metodología

Para lograr el objetivo principal de la presente propuesta que se enfoca en diseñar un plan estratégico de logística para el posicionamiento en el mercado de energías renovables para la empresa BOLIVAR ENERGY, mediante un análisis exhaustivo de los procesos logísticos actuales, el desarrollo de nuevas estrategias y la evaluación de su efectividad, con el fin de mejorar la competitividad y eficiencia de la empresa, usará la modalidad de metodología cuantitativa descriptiva en los objetivos específicos. En un principio se recopilará información actual de la empresa, con el objeto de tener un primer reporte del diagnóstico.

En el segundo objetivo específico, con los datos recopilados del diagnóstico se llegará a plantear nuevas estrategias que se recomendarán adoptar para que la empresa replantee su modelo actual de la cadena de suministro que mejoren su productividad. El tercer objetivo específico se propone las bases de evaluación de las estrategias propuestas en el segundo objetivo específico.

En la Tabla 4 se describe en detalle cómo será la metodología en la que se logrará los objetivos del proyecto. En él se describen las actividades, los pasos y resultados esperados.

Objetivo específico	Actividades	Pasos metodológicos	Resultados esperados
Diagnosticar los procesos logísticos para identificar los factores de ineficiencia en el posicionamiento en el mercado de energías renovables	Recolección de información	Solicitud de información de conformación de la empresa Bolívar Energy.	Obtener detalles de la actividad económica de la empresa. Organigrama, localización, entre otros.
		Solicitud del portafolio de productos de la empresa.	Especificaciones de los productos que ofrece la empresa como: dimensiones, pesos y formas de almacenamiento.
		Solicitud de lista de proveedores y cotizaciones de servicios de logística	Característica de proveedores que le dan el servicio de transporte de equipos.
	Elaboración de informe de diagnóstico.	Recopilación y análisis de la información.	Informe diagnóstico de la empresa.

Objetivo específico	Actividades	Pasos metodológicos	Resultados esperados
Desarrollar estrategias logísticas basadas en los resultados del diagnóstico para mejorar la productividad y competitividad de la empresa en el mercado de las energías renovables.	Clasificación de líneas de producto (paneles solares, baterías solares, inversores y cargadores)	Segmentación de línea de producto teniendo en cuenta la información suministrada por la empresa: Los precios de costo y venta unitarios y la capacidad de carga por contenedor de 40'.	Caracterizar la línea de producto dependiendo las especificaciones técnicas
	Delimitación de objetivo por la línea de producto	Solicitar el objetivo de proyección de venta a la empresa para los próximos cuatro años, tomar como referencia el plan de expansión de energías renovables de la UPME.	Informe de la proyección de ventas por producto para optimizar las ganancias en los próximos 4 años
	Definir una estrategia de maximización de ganancias	Formular una función para determinar las cantidades por referencia de línea de producto la máxima ganancia posible en la proyección de 4 años.	Informe de optimización de ganancias enfocadas en la proyección de ventas
	Definir una estrategia de minimización de costos logísticos	Recopilar los costos de referencia de carga de vehículo de transporte terrestre determinado por el ministerio de transporte.	Análisis de costos para determinar y definir cuál es la opción más eficiente y rentable en el proceso de transporte.
		Determinar el peso objetivo de carga para cada centro de distribución regional con la finalidad de optimizar la capacidad del vehículo.	Análisis costo efectivo en los procesos de distribución.
		Establecer una función de minimización de costos logísticos con las variables de precio unitario por cada carga objetiva asignada para cada centro de distribución regional.	Análisis de capacidad de carga en los procesos de transporte
Proponer las bases de evaluación de las estrategias logísticas a implementar mediante métricas y métodos específicos para asegurar la mejora en la eficiencia y el posicionamiento de la empresa.	Bases de verificación de la competitividad de los tiempos y costos asociados en la cadena de suministro.	Determinación del costo por unidad de producto de la implementación de las nuevas estrategias.	Costos competitivos sumándole estrategias logísticas en el mercado.
		Análisis comparativo de los precios vs la competencia.	Tener precios competitivos asegurando calidad, oportunidad y eficiencia con el fin de mejorar el posicionamiento de la empresa.

Tabla 4: Metodología general del proyecto. (Autor).

1.6 Alcances y Resultados

Alcance

La propuesta busca desarrollar estrategias que fortalezca el posicionamiento de BOLIVAR ENERGY en el mercado. Para ello, se llevó a cabo un diagnóstico exhaustivo de los procesos logísticos, lo que permitió proyectar una solución orientada a minimizar costos y maximizar las ganancias en los productos objeto de estudio en este proyecto: paneles solares, baterías, cargadores e inversores.

Resultado

Análisis del diagnóstico de la cadena de suministro, con las respectivas propuestas de mejora que minimicen los factores de ineficiencia en el mercado de energías renovables.

Informe de las propuestas sugeridas para mejorar la productividad y competitividad de la empresa en el mercado de las energías renovables.

Informe con análisis de minimización de costo- maximización de ganancias aplicados a los procesos logísticos en el canal de distribución de los productos objeto de estudio.

1.7 Cronograma

El presente proyecto se desarrolló en un periodo comprendido entre el mes de marzo hasta el mes de septiembre de 2024. Durante este tiempo se culminaron los análisis para definir propuestas de optimización de las estrategias logísticas para fortalecer el posicionamiento en el mercado de las energías renovables: un enfoque práctico para Bolívar Energy Llc SAS en Colombia

2 Diagnóstico de la cadena de suministro

- La empresa Bolívar Energy LLC SAS es una empresa que está buscando incursionar en el mercado colombiano como distribuidor de productos (paneles solares, cargadores, baterías y inversores) así como también, en la línea de consultoría de servicios inherentes a estos procesos. Para el desarrollo de este diagnóstico se implento la recopilación de información proveniente de la empresa (inventarios, cotizaciones, portafolios, lista de precios y proveedores) con la finalidad de tener una visualización general de la empresa. A continuación, se detallan las fases de solicitud y recolección de información:1. Entrega de documentación de la empresa (inventarios, cotizaciones, portafolios, lista de precios y proveedores).
- Categorización de la información suministrada por la empresa: en este paso de clasificaron los productos por referencia, se analizaron las cotizaciones y se tabularon los datos.
- Análisis de la información por medio de unas conclusiones, determinando los cuellos de botella e ineficiencias del proceso.

2.1. Descripción de la empresa

2.1.1. Información general de la empresa

La empresa **Bolívar Energy LLC SAS** (logo en la Figura 6), en adelante la **empresa**, se encuentra en su etapa inicial como emprendimiento (start-up). Los datos generales de la empresa se pueden visualizar en la Tabla 5. Cuenta con un total de 3 empleados en la actualidad (Figura 7). Su fundador, el Sr. John Craig, de nacionalidad canadiense, tiene experiencia de 25 años en la coordinación para la construcción de proyectos de generación eólica y solar, tiene la visión de establecer operaciones en Colombia como eje de negocios en Suramérica y el caribe.

Figura 6: Logotipo de la empresa BOLÍVAR ENERGY.

Razón Social	BOLIVAR ENERGY LLC SAS
NIT	901679726-1
Domicilio ppal.	Bogotá D.C.
Dirección	KR 11A No. 90-43 Suite 701.

Año de creación	2023
Cantidad de empleados	1-10
Volumen de ventas	$ 0
Exportadora	No

Tabla 5: Datos generales de la empresa.

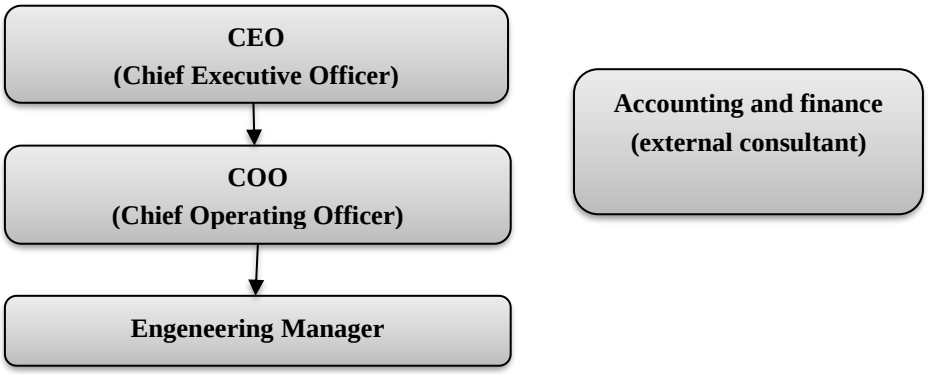


Figura 7: Organigrama de la empresa BOLIVAR ENERGY (Autor).

2.1.2. Actividad económica

La empresa fue constituida en el año 2023. Ofrece en su portafolio de negocios:

a) EPC (Engineering, Procurement and Construction / Ingeniería, suministro y construcción):

La empresa ofrece una solución integral (Turnkey) para proyectos de energías renovables. Desde la etapa inicial de estudios y diseños, cumpliendo con los estándares regionales e internacionales, hasta la construcción y puesta en funcionamiento.

El suministro de equipos de alta calidad a precios competitivos, para la instalación de estos proyectos tales como: Paneles solares, inversores, baterias, sistemas de almacenamiento de energía, aerogeneradores, fibra óptica, equipos de transmisión de datos, entre otros.

También ofrece servicios de operación, monitoreo y mantenimiento.

b) Intermediación de proyectos de energías renovables:

Se realiza la búsqueda e identificación de oportunidades de inversión en proyectos de energías renovables en etapas de desarrollo que incluyan:

-Contratos de arriendo de terreno, estudios de suelos, topográficos, ingeniería conceptual.

-Permisos de conexión ante operadores de red respectivo a su localización.
-Inscripción ante la UPME
-Entre otros ítems necesarios para estar listo para su construcción (RTB: Ready to Build).

Con una evaluación exhaustiva de proyectos en términos técnicos, financieros y legales, se busca inversores que se intereses en adquirir estos proyectos y poder ganar por la intermediación de la venta de ellos.

2.1.3. Información operativa de la empresa

2.1.3.1. Productos comercializados

La empresa ofrece suministro de equipos para proyectos de generación de energía solar como son: paneles solares, inversores y baterias. En la Tabla 6 se muestra las marcas de productos que comercializa la empresa:

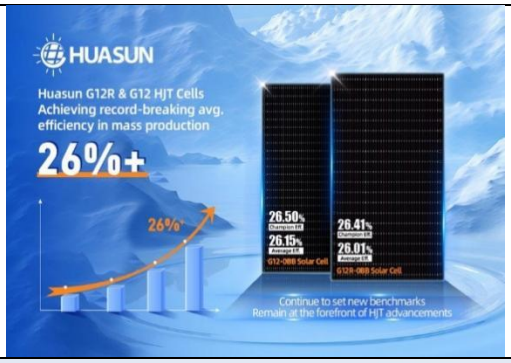
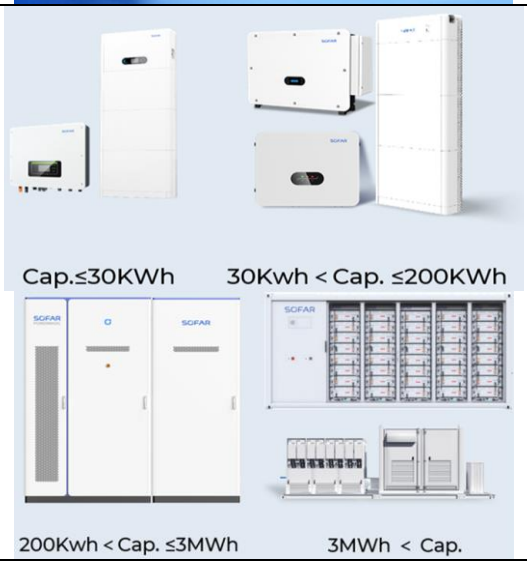
Proveedor	Logo	Equipos	Imagen de producto
RUNERGY	RUNERGY	Paneles solares PERC	
HUASUN	HUASUN	Paneles solares HJT	
SOFAR	SOFAR	Inversores, baterias y sistemas de almacenamiento de energía.	

Tabla 6: Productos que ofrece la empresa BOLIVAR ENERGY. (Bolivar Energy LLC SAS, 2024)

2.1.3.2. Mapeo general de los procesos de gestión

En la Figura 8 se muestra un mapa general de procesos de la empresa, donde se caracteriza por interactuar con los clientes como elemento principal en sus procesos.

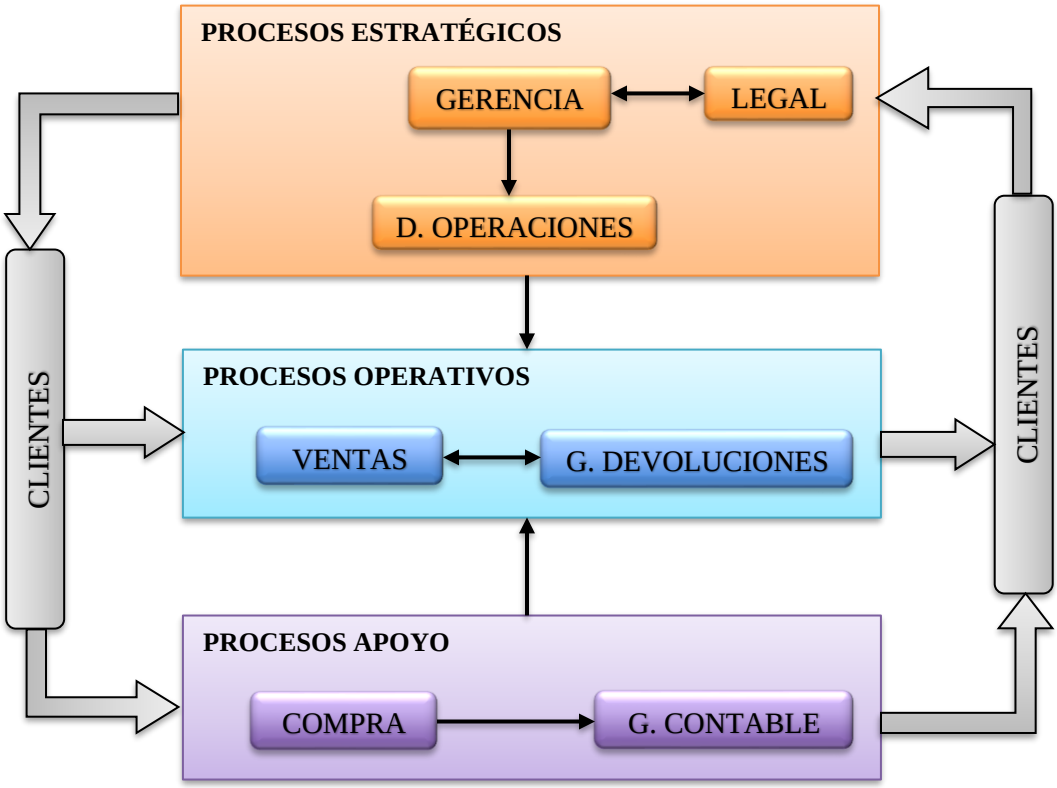


Figura 8: Mapa de procesos de la empresa. (Autor)

En los procesos estratégicos se encuentra la posición de gerencia, dirección de operaciones y legal. Entre gerencia y legal crean los lineamientos y estrategias principales de la empresa. Estas son recibidas por la dirección de operaciones, estableciendo metas y objetivos a corto, mediano y largo plazo.

Como procesos operativos se consideran a la venta y a la gestión de devoluciones. Son el corazón del mapa de procesos, ya que es debido a la actividad económica de la empresa en el suministro de equipos para proyectos de energías renovables.

En los procesos de apoyo se encuentran el proceso de compra y de gestión contable. El primero se encarga de todo el abastecimiento, el cual no genera un valor directo como tal al cliente, por lo que es considerado un proceso de apoyo; sin embargo, es fundamental que este suceda para que la empresa opere bajo lo planificado estratégicamente.

2.2. Diagnostico logístico

2.2.1. Planificación

Se pudo identificar que la empresa soporta toda la cadena de suministro a terceros, desde el aprovisionamiento, la importación y la distribución regional, con el transporte de carga por empresas logísticas que le suministren la tecnología.

En su haber, la empresa no cuenta con procedimientos definidos, el cual demuestra una deficiencia en la planificación, organización y control de las actividades de la cadena de suministro.

Planificación de suministros: Se planifican en el orden en que sus clientes le soliciten, mediante el trabajo de crear ofertas para proyectos y confirmar las órdenes de compra.

Recursos logísticos actuales (instalaciones, transporte, personal): Estos recursos son contratados por una empresa logistica que soporte esta operación.

Estructura de costo actual (instalaciones, transporte, inversión en inventario):

Sistemas de información actuales: La empresa se soporta con el sistema de empresas de terceros que le brinden el servicio

Niveles de servicio y desempeño actuales: La empresa no cuenta con indicadores o sistema de medición niveles de servicio y desempeño de su cadena de suministro.

Misión u objetivos definidos internamente: La empresa no cuenta con una definición de misión, visión y objetivos definidos.

2.2.2. Abastecer

En el abastecimiento de productos, la logistica nace desde el centro de distribución (CEDI) de la empresa proveedora como empresa exportadora. Después de preparar las cargas en cajas o contenedores, se inicia un proceso de distribución desde la bodega del proveedor hasta el puerto. A lo anterior se le conoce como **distribución primaria** (Figura 9) del exportador(Silvera Escudero, 2020). En este punto la empresa contrata una empresa logistica que se encargue de recibir la carga del proveedor en el puerto de origen.

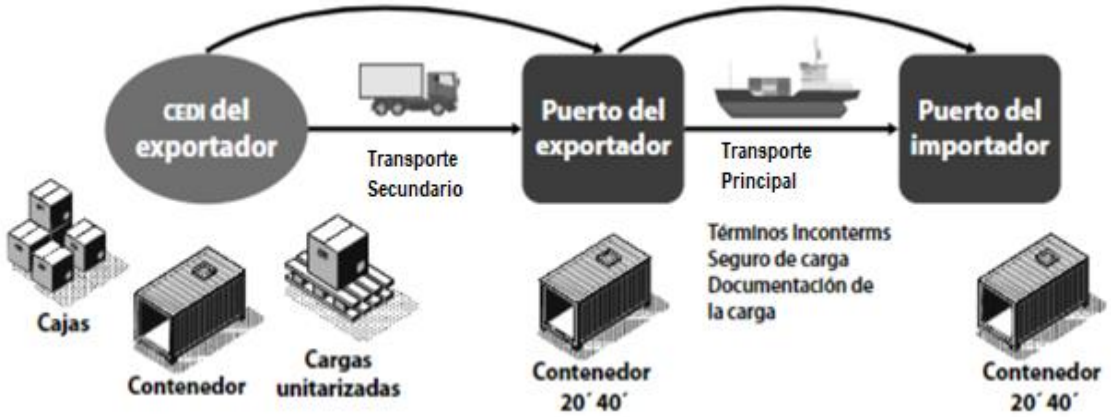


Figura 9: Distribución primaria(Silvera Escudero, 2020).

Los datos de los niveles de inventarios suministrados por la empresa se encuentran en el anexo 1. En las siguientes figuras, desde las Figura 10 hasta la Figura 13 se muestran en resumen los datos del inventario.

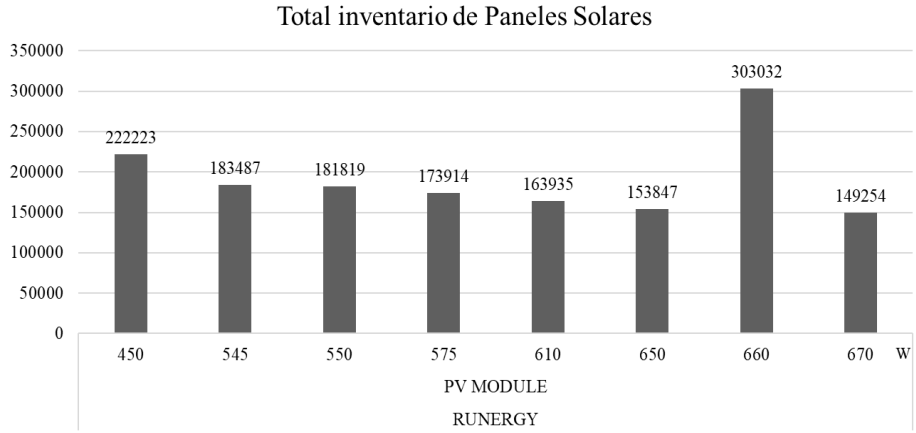


Figura 10: Gráfico de niveles de inventario en paneles solares. Marca Runergy (Autor)

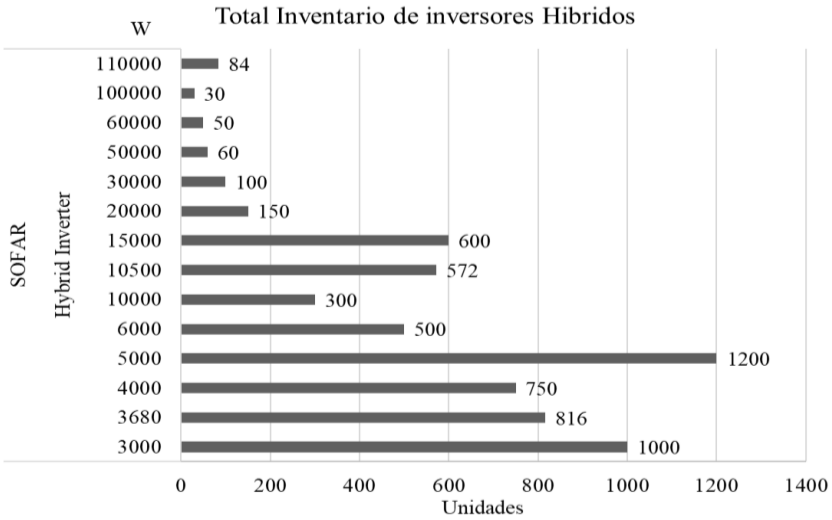


Figura 11: Gráfico de niveles de inventario en Inversores híbridos. Marca SOFAR (Autor)

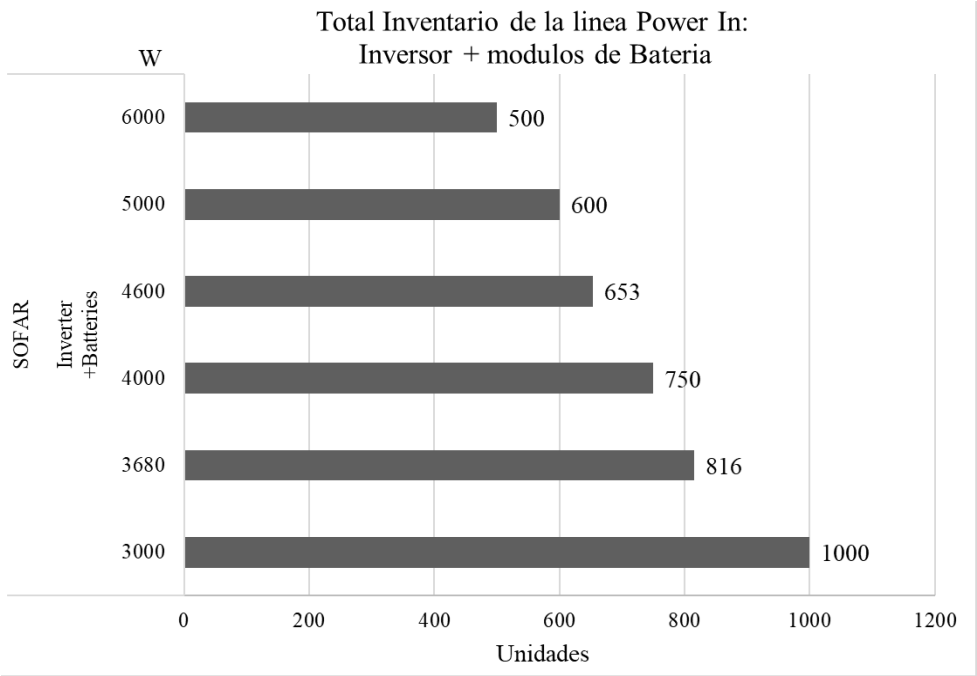


Figura 12: Gráfico de niveles de inventario en la línea Power In. Marca SOFAR (Autor)

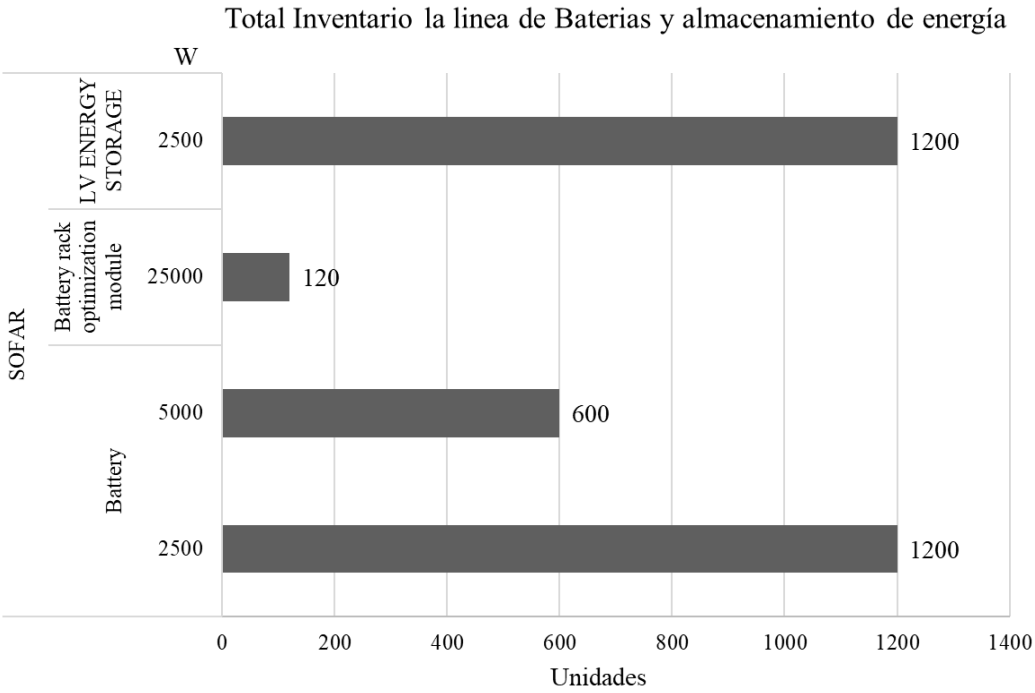


Figura 13: Gráfico de niveles de inventario de baterias y sistemas de almacenamiento. Marca SOFAR (Autor)

Los anteriores niveles de inventario se encuentran disponibles por los fabricantes en sus bodegas. Los fabricantes proveen estos niveles de stock disponible para que la empresa disponga de ellos en sus pedidos.

2.2.3. Almacenar

La empresa cuenta con el apoyo de otra empresa socia que le ofrece la posibilidad de almacenar los equipos importados desde el puerto de Cartagena hacia una bodega ubicada en la zona franca de esta misma ciudad. Este se conocería como la **central del importador (**Figura 14**)**, en donde la empresa podrá soportar sus operaciones de almacenamiento. Los costos por el almacenamiento de los equipos están estipulados de un 2% del valor de la carga almacenada.

2.2.4. Distribución

La empresa se apoya de un operador logístico llevando la carga desde el puerto exportador hacia el puerto importador por transatlántico, soporta las operaciones en el puerto importador recibiendo la carga y transportándola hacia el central importador, en esta parte se le conoce como la etapa de **distribución secundaria** (Figura 14).

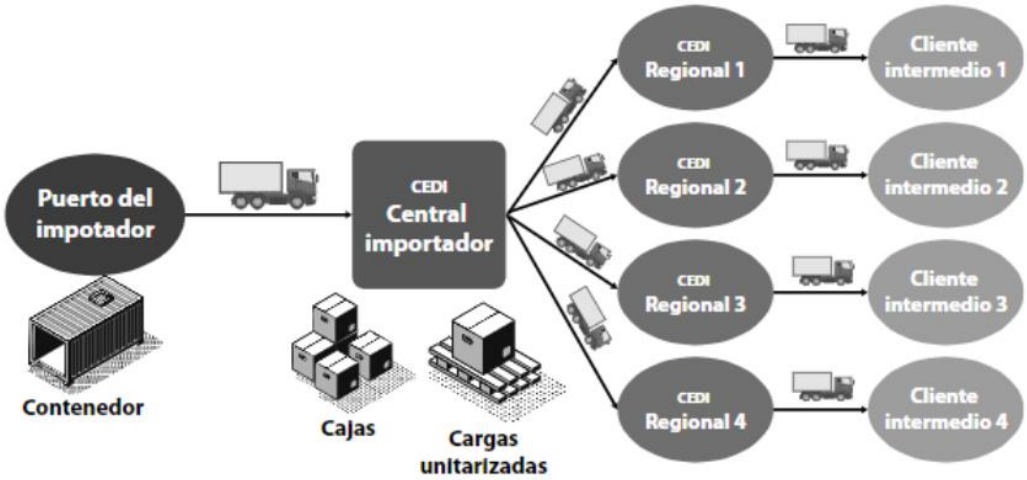


Figura 14: Distribución secundaria en las importaciones de mercancía (Silvera Escudero, 2020).

Como se mencionó en el numeral 2.2.3 Almacenar, el central importador se encuentra soportada por una empresa socia ubicada en la ciudad Cartagena. A partir de este punto, la empresa proyecta cuatro centros de distribución regionales operando en función de pedidos grandes por razón de proyectos que lo requieran. En la Tabla 7 se muestra los roles y las ubicaciones dentro de la cadena de suministro.

DISTRIBUCIÓN PRIMARIA			DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA			
Exportador	**CEDI del Exportador**	**Puerto del Exportador**	**Importador**	**Puerto del importador**	**CEDI Central Importador**	**CEDI Regional**
RUNERGY	SHANGAI	SHANGAI	**BOLÍVAR ENERGY**	Cartagena	inCartagena	1. Barranquilla 2. Bucaramanga 3. Medellín 4. Bogotá
HUASUN	SHANGAI	SHANGAI				
SOFAR SOLAR	SHENZHEN	SHENZHEN				

Tabla 7: Descripción de los roles dentro de la cadena de suministro

2.2.5. Retorno

En su haber, la empresa no cuenta con un procedimiento definido de devoluciones, el cual demuestra deficiencia y un riesgo potencial en el negocio de la empresa.

2.3. Impacto en el posicionamiento en el mercado

El impacto en el posicionamiento es crucial para que un negocio sobreviva en el transcurso del tiempo. En los siguientes puntos se visualizará el estado actual del negocio.

2.3.1. Costos de producto

La empresa como actividad económica principal de ser distribuidora de productos, por lo que sus costos representativos se encuentran en la cadena de suministro y administración de ventas e inventarios. En esos tres pilares recae el objetivo de encontrar la fórmula adecuada para reducir al máximo estos costes y poder ofrecer precios competitivos que le permitan posicionarse en el mercado.

Empezando por la distribución primaria, en la Tabla 8 y Tabla 9 se encuentran los costos de transporte desde el puerto exportador hacia el puerto importador por vía marítima y las tarifas de un agente aduanero dentro del puerto importador respectivamente.

POL (Port of Loading/ Puerto de carga)	POD (Port of Discharge/ Puerto de descarga)	40’ HQ 27 Ton Rates (USD) (Tarifa contenedor de 40 pies, Capacidad 27Ton)	20’ HQ 26 Ton Rates (USD) (Tarifa contenedor de 20 pies, Capacidad 26Ton)
SHANGAI / SHENZHEN	CARTAGENA	$10,950.00	$9,950.00
SHANGAI / SHENZHEN	BUENAVENTURA	$9,950.00	$8,950.00

Tabla 8: Tarifa de transporte marítimo. Datos de cotización operador logístico. Julio 2024 (Bolívar Energy LLC SAS)

Terminal Charges 40’ Container:	**Rates (USD)**	**Subtotal (USD): Rate + Taxes (IVA 19%)**
Destination Handling Fee (Tarifa de manejo en destino)	$85.00	$101.15
Ocean Liner Estimated Cost (Costo estimado del transatlántico)	$350.00	$416.50
Documentation (Documentación)	$200.00	$238.00
BI Emission (Emisión de BI)	$75.00	$89.25
Total	$710.00	$844.4

Tabla 9: Tarifas agente aduanero por contenedor de 40’dentro del puerto de Cartagena. Julio 2024. (Bolivar Energy LLC SAS)

Drayage Rates:

Charges 40' Container:	**Rates (USD)**	**Subtotal Rate + Taxes (IVA 19%) (USD)**
Delivery from Port of Cartagena-to-Cartagena Warehouse	$750	$892.50

Tabla 10: Tarifa de transporte de un contenedor 40' desde el puerto hacia la central importadora en Cartagena. Julio 2024 ((Bolivar Energy LLC SAS)

En la Tabla 10 se muestra el precio del operador logístico de transportar un contenedor de 40' desde el puerto de Cartagena hacia las bodegas de la central de importador que cuenta la empresa, ubicada en la misma ciudad.

Product	PV MODULE	Container 40'	
Brands	Average of LOGISTICS COST TOTAL UP TO THE WH	Average of LOGISTICS UNIT COST UP TO THE WH	Average of LOGISTICS % TOTAL UP TO THE WH
HUASUN	$16,010.95	$28.69	31%
RISEN	$15,980.87	$26.90	31%
RUNERGY	$15,805.11	$24.37	37%
UV CELL SOLAR	$15,998.00	$28.67	31%

Tabla 11: Promedio de costos logísticos hasta central importador para **Paneles solares** en un contenedor de 40'. (Autor)

Product	(Multiple Items)	Container 40'	
	(USD)	(USD)	%
Brands	Average of LOGISTICS COST TOTAL UP TO THE WH	Average of LOGISTICS UNIT COST UP TO THE WH	Average of LOGISTICS % TOTAL UP TO THE WH
BR SOLAR GROUP	**$20,521.31**	**$20.52**	**8%**
SOFAR	**$27,134.35**	**$91.56**	**6%**

Tabla 12: Promedio de costos logísticos hasta central importador para **Inversores** en un contenedor de 40'. (Autor)

Product	(Multiple Items)	Container 40'	
	(USD)	(USD)	%
Brands	Average of LOGISTICS COST TOTAL UP TO THE WH	Average of LOGISTICS UNIT COST UP TO THE WH	Average of LOGISTICS % TOTAL UP TO THE WH
ATI	$40,086.34	$33.41	4%
BR SOLAR GROUP	$39,624.52	$33.02	4%
SOFAR	$24,179.09	$82.32	6%
ALATE POWER	$28,605.22	$23.84	5%

Tabla 13: Promedio de costos logísticos hasta central importador para **Baterias** en un contenedor de 40'. (Autor)

Product	(Multiple Items)	Container 40'	
	(USD)	(USD)	%
Brands	Average of LOGISTICS COST TOTAL UP TO THE WH	Average of LOGISTICS UNIT COST UP TO THE WH	Average of LOGISTICS % TOTAL UP TO THE WH
ATI	$21,511.27	$21.51	9%
BR SOLAR GROUP	$22,281.56	$22.28	7%

Tabla 14: Promedio de costos logísticos hasta central importador para **Cargadores de Baterias** en un contenedor de 40'. (Autor)

En las Tabla 11 hasta la Tabla 14 se muestra el costo promedio logístico hasta la central de importador de la empresa en la ciudad de Cartagena, por la línea de producto que distribuye: Paneles solares, inversores, baterias y cargadores de baterias.

2.3.2. Precios de venta

De la Tabla 15 a la Tabla 18 la empresa nos comparte los precios de ventas de sus productos en sus cuatros líneas: Paneles solares, inversores, baterias y cargadores solares para baterias. Estos precios fueron calculados con base a los costos de su actual modelo logístico explicado en el numeral 2.2 Diagnostico logístico.

Product	PV MODULE	Container 40'		
	(USD)	(USD)	(USD)	
Brands	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 1	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 2	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 3	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 4
HUASUN	$159.43	$160.12	$160.81	$161.38
720	$159.43	$160.12	$160.81	$161.38
RISEN	$146.97	$147.62	$148.27	$148.81
715	$146.97	$147.62	$148.27	$148.81
RUNERGY	$119.52	$120.11	$120.70	$121.20
450	$88.00	$88.45	$88.89	$89.26
545	$106.32	$106.85	$107.39	$107.83
550	$100.53	$101.07	$101.60	$102.05
575	$109.10	$109.63	$110.17	$110.61
610	$124.42	$124.96	$125.49	$125.94
650	$132.98	$133.67	$134.36	$134.93
660	$142.69	$143.38	$144.07	$144.65
670	$128.91	$129.60	$130.29	$130.86
UV CELL SOLAR	$158.15	$158.84	$159.53	$160.10
650	$158.15	$158.84	$159.53	$160.10

Tabla 15: Precios de venta de paneles solares por centro de distribución regional. (Autor)

Product	(Multiple Items)	Container 40'	Inverters	
	(USD)	(USD)	(USD)	(USD)
Brands	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 1	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 2	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 3	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 4
BR SOLAR GROUP	**$337.71**	**$338.09**	**$338.48**	**$338.80**
5000	$337.71	$338.09	$338.48	$338.80
SOFAR	**$2,034.96**	**$2,036.42**	**$2,037.88**	**$2,039.10**
3000	$1,093.86	$1,094.75	$1,095.64	$1,096.38
3680	$1,136.52	$1,137.41	$1,138.30	$1,139.04
4000	$1,182.46	$1,183.35	$1,184.24	$1,184.98
4600	$1,156.81	$1,158.20	$1,159.59	$1,160.75
5000	$972.25	$972.97	$973.69	$974.29
6000	$1,244.81	$1,245.70	$1,246.58	$1,247.32
10000	$2,353.61	$2,354.18	$2,354.75	$2,355.23
10500	$916.35	$916.92	$917.49	$917.97
15000	$1,754.89	$1,755.78	$1,756.67	$1,757.41
20000	$3,059.57	$3,060.46	$3,061.35	$3,062.10
30000	$1,582.33	$1,583.71	$1,585.08	$1,586.22
50000	$1,924.91	$1,926.29	$1,927.66	$1,928.80
60000	$2,584.89	$2,587.07	$2,589.26	$2,591.08
100000	$4,292.08	$4,296.26	$4,300.44	$4,303.93
125000	$4,611.04	$4,615.22	$4,619.40	$4,622.88
225000	$4,825.88	$4,830.25	$4,834.62	$4,838.26
350000	$7,188.49	$7,192.86	$7,197.24	$7,200.88

Tabla 16: Precios de venta de inversores por centro de distribución regional. (Autor)

Product	(Multiple Items)	Container 40'	Batteries	
	(USD)	(USD)	(USD)	(USD)
Brands	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 1	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 2	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 3	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 4
ATI	$1,180.59	$1,180.91	$1,181.24	$1,181.50
5120	$1,107.75	$1,108.07	$1,108.39	$1,108.66
5760	$1,253.44	$1,253.76	$1,254.08	$1,254.35
BR SOLAR GROUP	**$1,159.37**	**$1,159.69**	**$1,160.01**	**$1,160.28**
5120	$1,159.37	$1,159.69	$1,160.01	$1,160.28
SOFAR	**$1,568.63**	**$1,570.35**	**$1,572.07**	**$1,573.49**
2500	$1,994.51	$1,995.86	$1,997.21	$1,998.33
5000	$1,481.20	$1,482.45	$1,483.70	$1,484.74
25000	$804.32	$807.24	$810.15	$812.58
ALATE POWER	$652.94	$653.26	$653.58	$653.85
3072	$555.16	$555.48	$555.80	$556.07
5120	$750.73	$751.05	$751.37	$751.64

Tabla 17: Precios de venta de Baterías por centro de distribución regional. (Autor)

Product	Solar Charge Regulator	Container 40'		
	(USD)	(USD)	(USD)	(USD)
Brands	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 1	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 2	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 3	Average of SALES PRICE UP TO CEDI 4
ATI	$392.30	$392.69	$393.07	$393.39
2880	$392.30	$392.69	$393.07	$393.39
BR SOLAR GROUP	**$434.78**	**$435.17**	**$435.55**	**$435.87**
1440	$362.99	$363.37	$363.76	$364.08
2880	$364.23	$364.62	$365.00	$365.32
12000	$577.13	$577.52	$577.90	$578.22

Tabla 18: Precios de venta de Cargadores de baterias por centro de distribución regional. (Autor)

2.4. Identificación de Factores de Ineficiencia

En su cadena de suministro, buscar la forma de encontrar formas más prácticas de solventar costos innecesarios por el transporte de materiales. La empresa no cuenta un proceso definido que evalúe el desempeño de sus proveedores. Se pudo obtener con base en algunas cotizaciones suministradas por la empresa, los tiempos de entrega que le ofrecen sus proveedores acordes con los tiempos de transporte marítimo consignados en la Tabla 19.

Proveedores	Equipos	Puerto de origen	Puerto de destino	Tiempo de entrega POD
RUNERGY, HUASUN, SOFAR	Paneles solares Inversores, baterias y sistemas de almacenamiento de energía.	Shanghái, Shenzhen China	Cartagena /Buenaventura	30-45 días

Tabla 19: Tiempo de entrega de los proveedores. (Autor)

Dado que la empresa no cuenta con un procedimiento definido e indicador, no se cuenta con una evaluación en la cadena de suministro.

- **Análisis de costos de productos y su competitividad en el mercado**

Se pudo hacer un comparativo de competitividad en precios de los equipos que ofrece la empresa. En la Figura 15 se hace el comparativo de precios de paneles solares de la marca RUNERGY distribuida por la empresa frente a otras marcas, viéndose que los precios se encuentran en algunas referencias por debajo, y en otras un poco por encima o igualados, como en el caso de las referencias para 575W y 610W respectivamente.

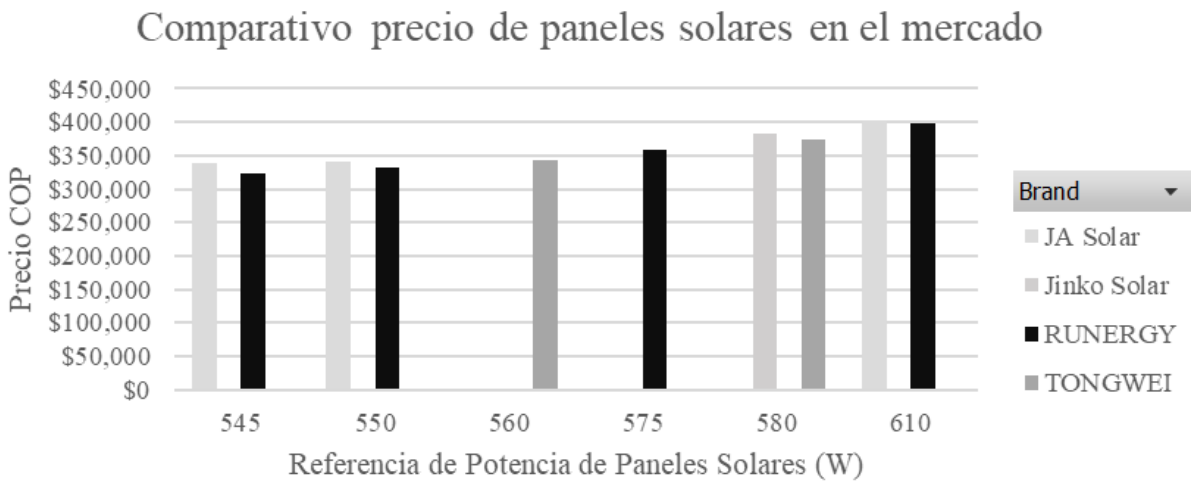


Figura 15: Comparativo de precios de paneles solares (Bolívar Energy).

Ref. panel solar por W	Diferencia	%
545	-$17,204	-5%
550	-$8,847	-3%
575	$16,452	5%
610	-$4,906	-2%

Tabla 20: Comparativo de precio por referencia en paneles con respecto a la competencia. (Autor)

La ineficiencia que se puede detectar es en materia de disponibilidad de los equipos. Mientras que el distribuidor al que se le hizo la comparación cuenta con stock en Colombia, la empresa ofrece al público tiempos de entrega de 6 a 8 semanas. Lo anterior es un factor muy determinante que hace ineficiente y poco competitivo a la empresa frente al mercado.

2.4.1. Cuellos de botella

Los cuellos de botella se pueden identificar a lo largo de la cadena de suministro en la que soporta las operaciones la empresa. Desde el inicio de la distribución primaria (Figura 9), donde se depende de los tiempos que las empresas proveedoras tengan disponibles en su producción los equipos, el tiempo de transportadoras que lleven los productos hacia el puerto exportador.

Un cuello de botella es el tráfico de carga transatlántico, ya que la totalidad de los productos provienen desde China, atravesando el mar pacífico, recorriendo largas distancias para llegar a puerto de destino en Colombia.

Los tiempos en el desembarque y tramites de importación en puerto de destino, así como el transporte hacia el centro de distribución central, como otro cuello de botella crítico. Por consiguiente, en las demás rutas hacia los centros de distribución regionales, y su despacho final, son parte de cuellos de botella identificados en la distribución secundaria (Figura 14).

2.4.2. Costos Ineficientes

En este punto se puede ver que la empresa emplea solo como método de carga contenedores de 40 pies, que llegan a tener capacidad hasta 34 toneladas). A pesar de que tienen pensado llevar a tope la capacidad, esto le podrá acarrear costes innecesarios en cuanto al tamaño de los vehículos y tiempo de transporte. Se puede replantear ser más eficientes en cuanto al tipo de vehículo y carga que se moviliza hacia los diferentes centros de distribución regional.

2.4.2. Tiempo de Comercialización

La pronta respuesta en la atención a los clientes es crucial en el posicionamiento en el mercado. La empresa no cuenta con una rápida respuesta a las órdenes de compra de clientes que exigen tiempos menores a 35 días en la entrega de equipos.

2.5. Conclusiones y Recomendaciones

1. Conclusiones sobre el diagnóstico de la cadena de suministro: El diagnóstico de la cadena de suministro ha revelado cuellos de botella en la operación logística, especialmente en el uso de vehículos de carga de gran capacidad que no se utilizan de manera óptima, lo que genera costos logísticos elevados. El tamaño de los vehículos y la carga transportada debe ser revisado para adecuarse a las demandas de los diferentes centros de distribución.

2. Cuellos de botella y tiempos de comercialización: Se han identificado limitaciones significativas en cuanto al tiempo de respuesta ante los pedidos de los clientes, afectando la competitividad. La dependencia de proveedores internacionales y las demoras en la logística interna impiden una atención ágil a los clientes.

3. Recomendaciones:

- Ajustar los tamaños y capacidades de los vehículos utilizados para transporte para optimizar los costos y reducir los tiempos de entrega.
- Implementar un sistema de gestión estandarizado para mejorar la eficiencia en el proceso de atención al cliente y en la cadena de distribución.
- Definir métricas claras para evaluar la eficiencia de las nuevas estrategias logísticas implementadas.

3. Desarrollo de estrategias logísticas

Cualquier consumidor siempre va a preferir un producto de bajo costo y calidad, cuya publicidad esté en todas partes y que además perciba que la empresa que le vende un producto le preocupe saber su opinión una vez que ha comprado y utilizado el producto. La empresa se va a enfrentar ciertos factores que debe afrontar a la hora de ingresar competitivamente al mercado, definiendo estrategias para superarlos. Los factores en mención pueden ser:

- La existencia de barreras de entrada que impidan una fácil entrada al mercado.
- Falta de experiencia.
- Elevada lealtad de los clientes por los productos actuales del mercado.
- Una inversión considerable inicial para la implantación de una nueva unidad productiva.
- Falta de canales de distribución los cuales deberán ser creados.
- La saturación del mercado del producto.

Este estudio tiene como eje principal desarrollar estrategias innovadoras que optimicen el desempeño costo-servicio de la cadena de suministro, permitiéndoles destacar en un entorno empresarial cada vez más competitivo. Para lograr esto, seguiremos los siguientes pasos:

a) Definir claramente alternativas de escenarios estratégicos:

- Pronósticos de ventas por mercado y línea de producto.
- Cuantificar la cantidad de objetivos del servicio.

b) Definir alternativas lógicas para satisfacer escenarios estratégicos:

- Instalaciones (localización).
- Transporte (alternativas).
- Inversión en inventario (objetivos).

Optimización	Estrategias
Maximizaron las ganancias	Gestión de inventario
Minimizaron los costos	Distribución
Algoritmo matemático (Solver)	Proyección de ventas
	Vehículo apropiado de transporte

Tabla 21 Correlación de optimización y estrategias planteadas (Autor

3.1. Escenarios estratégicos

Existen diferentes configuraciones de canales de distribución. La empresa siendo un agente distribuidor para las marcas de los productos que ofrece al mercado, se determina que ese canal a la hora de comercializar los productos es necesario verificar tres objetivos de comercialización:

- Cobertura del mercado.
- Control sobre el producto.
- Costos.

Se identificó que la empresa cuenta con cuatro (4) líneas de producto en las cuales quiere enfocar sus esfuerzos en comercializar en el mercado colombiano. Estas líneas de productos son:

- Paneles solares
- Inversores
- Baterias
- Cargadores solares

3.1.1. Estrategias basadas en tipos de vehículo de carga

La eficiencia en los procesos logísticos es crucial para el éxito de cualquier cadena de suministro, y una de las claves para lograrla radica en contar con alternativas de transporte eficientes, ligeros y rápidos. Estos tipos de transporte no solo permiten reducir los tiempos de entrega, sino que también contribuyen a minimizar costos operativos, mejorar la capacidad de respuesta y optimizar la gestión de inventarios. Los medios de trasporte ligeros, ofrecen la ventaja de ser más agiles en entornos urbanos densos ya que permiten una mayor flexibilidad en la gestión de rutas, ajustándose rápidamente a las fluctuaciones en la demanda y reduciendo los costos en la gestión de trayectos innecesarios o ineficientes para así garantizar entregas más rápidas y precisas, lo que busca mejorar la satisfacción del cliente, por otro lado, este tipo de vehículos suelen ser más sostenibles reduciendo el consumo de combustible, las emisiones de carbono y fortalecen la competitividad, sostenibilidad de las operaciones.

Tipo de Vehículo	Imagen de referencia	Capacidad máx.
Sencillo		1000 kg
Tractocamión		40’ HQ 34 ton

Figura 16: Vehículos de transporte de carga terrestre.

Para optimizar aún más los costos logísticos, se realizará un ajuste en la capacidad de los vehículos utilizados para la distribución **(**Figura 16). La empresa, que previamente emplea contenedores de 40 pies con una capacidad máxima de 34 toneladas, se propondrá adoptar una estrategia de transporte de carga con vehículos de menor capacidad para este análisis. Se utilizarán vehículos sencillos con una capacidad máxima de **10 toneladas,** con precios unitarios de referencia del **Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga SICE-TAC**[2].

3.1.2. Estrategia con delimitación de objetivo de mercado

Para 2025, se espera que Colombia continúe con un crecimiento significativo en el mercado de paneles solares. Se proyecta que el país alcance una capacidad solar fotovoltaica instalada de aproximadamente 1.3 GW, impulsado por subastas de energía y políticas gubernamentales favorables.(Mordor Intelligence, 2024b)

La asignación de capacidad para energía solar en Colombia, según el **Plan Energético Nacional (PEN) 2022-2052** de la UPME, indica que en el plazo de 2023-2027 se prevé una adición de capacidad de generación de **8,851.00 MW** a partir de **radiación solar (FNCER)** al Sistema Interconectado Nacional (SIN) (Figura 17).(Vélez Torres et al., 2023)

[2]Ministerio de transporte: Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga SICE-TAC

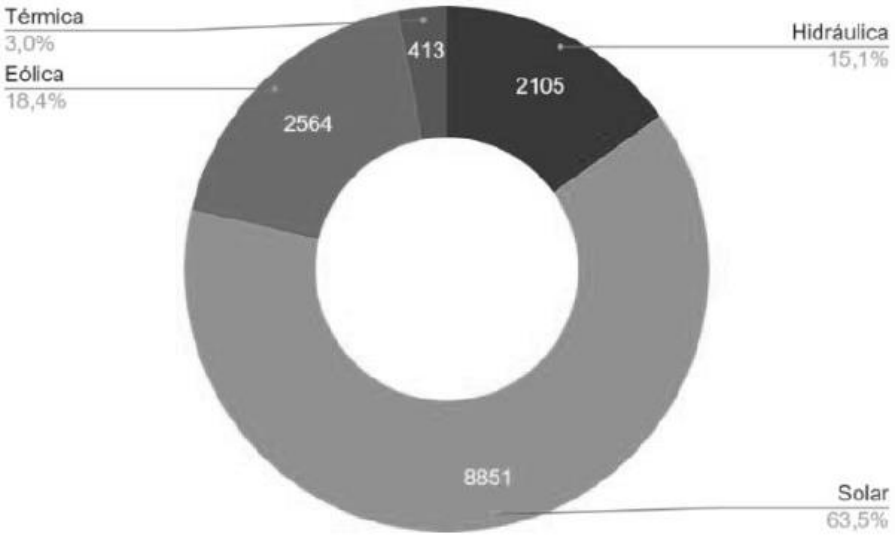


Figura 17: Capacidad adicionada al SIN según el Análisis Energético de Largo Plazo [MW]. ((Vélez Torres et al., 2023), Pág. 46)

Con la ruta establecida en la transición energética que se plantea las autoridades de planeación energética, la empresa espera ser parte de esta transición energética entrando al mercado progresivamente en los próximos cuatro años: 2025 al 2028, con una participación del 0.05% al 0.1% de la capacidad de potencia instalada que proyecta la UPME.

UPME (23-27) (W)	**8851.00 M**
Goal(2025-2028) (%)	0.05%
Power (W)	**4.69 M**

2025 (W)	2026 (W)	2027 (W)	2028 (W)	Total
541.85K	**998.34K**	**1.36 M**	**1.80 M**	**4.70 M**
12%	21%	29%	38%	100%

Tabla 22: Plan de ventas de mercado en los años 2025-2028. (Autor)

En la Tabla 22 presenta una propuesta de plan de ventas progresivo para los próximos cuatro años, en la cual se proyecta un crecimiento gradual en las ventas cada año, manteniendo un enfoque prudente en la definición de las metas.

Para maximizar la rentabilidad de la empresa, se utilizó métodos de programación lineal, la cual nos permitió evaluar la rentabilidad proyectada para diversas referencias de paneles solares. A continuación, se describe el modelo matemático utilizado, así como las restricciones clave que se implementaron para optimizar las decisiones estratégicas de costos y ventas.

3.1.3. Estrategias basadas en maximización de ganancia proyectada

El principal objetivo de la empresa para los próximos cuatro años (2025 al 2028) es acaparar un 0.05% de la potencia eléctrica (W) que la UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) proyecta instalar en su plan energético para generación solar durante ese mismo periodo(Camacho Ahumada & Galvis Peñuela, 2019). Este ambicioso objetivo estratégico tiene como finalidad consolidar la presencia de la empresa en el mercado de energías renovables en Colombia, optimizando tanto los ingresos como la distribución de los productos de generación de energía solar. Con base en este propósito, se desarrolló un modelo de maximización de ganancia neta, el cual tiene en cuenta los costos asociados a la distribución de paneles solares y la proyección de ventas necesaria para alcanzar su meta de participación en el mercado.

Para lograr esta meta, se planteó la siguiente función objetivo en la Ecuación 1:

$$\boldsymbol{Ganancia\ Neta} = \sum_{i=1}^{n} (P_i \times Q_i) - \sum_{i=1}^{n} C_i \times Q_i - F$$

Ecuación 1: Función de Maximización de Ganancia. (Visuthirattanamanee et al., 2020)

Donde:

- $\boldsymbol{P_i}$ es el precio de venta por unidad de la referencia i del equipo.
- $\boldsymbol{Q_i}$ es la cantidad vendida de la referencia i (esta es la variable que optimiza el algoritmo).
- $\boldsymbol{C_i}$ es el costo variable por unidad asociada de la referencia i (incluyendo costos de producción, almacenamiento y distribución).
- $\boldsymbol{F}$ son los costos fijos de operación.
- $\boldsymbol{n}$ es el número total de referencias de paneles solares evaluadas.

La **función de maximización de ganancia** descrita en la Ecuación 1 tiene como objetivo encontrar la combinación óptima de unidades vendidas para cada referencia de producto, maximizando así las utilidades netas de la empresa. Esta proyección fue desarrollada considerando las expectativas de ventas para los años **2025 a 2028**, alineándose con el objetivo estratégico de capturar una participación significativa en el mercado de generación solar en Colombia, alcanzando el **0.05% de la potencia eléctrica** proyectada por la **UPME** para ese período.

Para abordar este problema de optimización, se recurrió a un algoritmo de programación matemática que permite resolver tanto problemas lineales como no lineales. La función de maximización de ganancias debe empezar relajando las restricciones relacionadas con la demanda

máxima, capacidad de distribución, o disponibilidad de inventario. Al relajar estas restricciones, el modelo puede garantizar la existencia de un punto factible inicial, lo cual es crítico para que el algoritmo pueda trabajar sin problemas en la optimización.

Aquí, el concepto de "saltos iterativos" implica que el algoritmo avanza hacia soluciones mejoradas de la función objetivo (la ganancia neta en nuestro caso) moviéndose de un punto factible a otro. En este proceso se refleja cuando el algoritmo ajusta las cantidades vendidas de cada referencia de línea de producto para encontrar las combinaciones que maximicen la ganancia. Este salto explora distintas soluciones mientras respeta las restricciones del modelo (Figura 18).

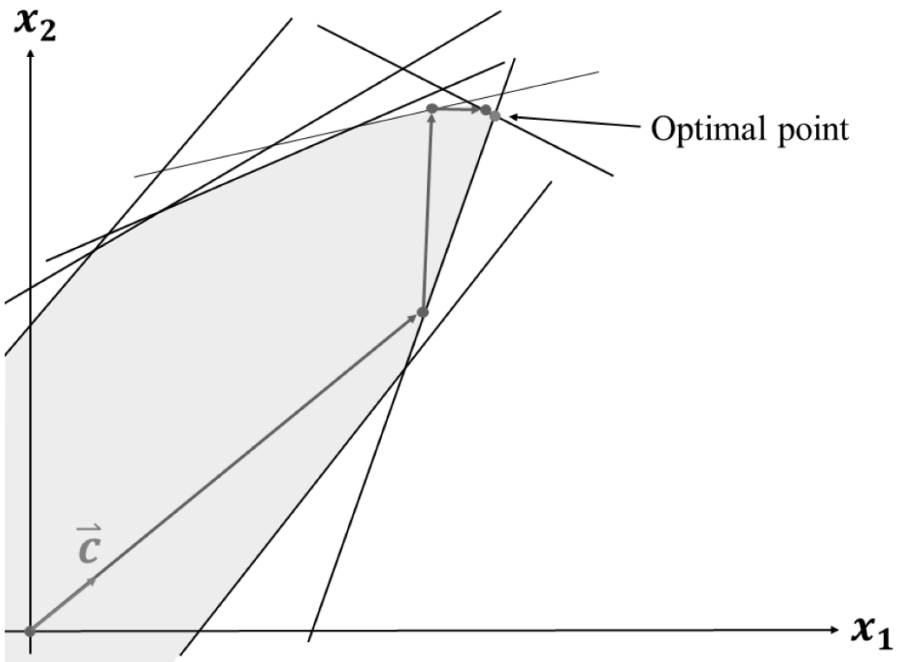


Figura 18: Método simplex para SNAR (algoritmo simplex sin intervención artificial basado en la relajación de restricciones no aguda). (Visuthirattanamanee et al., 2020)

En este caso, se utilizó el **algoritmo de optimización de Solver en Microsoft Excel**, una herramienta que permite definir una función objetivo, en este caso la **ganancia neta**, que se busca maximizar, mientras se impone una serie de **restricciones** logísticas y de mercado.

Las restricciones implementadas en este análisis incluyeron:

1. **Demanda máxima del mercado**: La cantidad vendida de cada referencia no debe superar la demanda proyectada en el mercado.

2. **Capacidad de distribución**: El número total de equipos vendidos debe ajustarse a las capacidades logísticas de la empresa.
3. **Disponibilidad de inventario**: Se debe respetar el inventario disponible de cada referencia.

Solver utiliza diferentes algoritmos para optimizar la función objetivo. Para problemas lineales, aplica el **Método Simplex**, que es un algoritmo eficiente para encontrar el valor óptimo de las variables que satisfacen las restricciones impuestas. Para problemas no lineales, Solver utiliza **algoritmos evolutivos** o de **programación cuadrática**, que exploran diferentes combinaciones posibles de las variables de decisión, evaluando múltiples escenarios hasta encontrar la mejor solución posible.

Al final del proceso, Solver genera la **combinación óptima de ventas** que maximiza la ganancia neta esperada, respetando todas las restricciones impuestas. Esto garantiza que la empresa no solo alcance su meta de capturar el 0.05% de la potencia eléctrica solar proyectada, sino que lo haga de manera eficiente y rentable. Este análisis es fundamental para asegurar que la empresa crezca de forma **sostenible**, manteniendo su **competitividad** en el dinámico mercado de las energías renovables.

3.1.4. Estrategias basadas en minimización de Costos Logísticos: Distribución en los Centros de Distribución (CEDI)

Tras obtener las cantidades óptimas en las respectivas líneas de productos que ofrece la empresa, para cada referencia a través de la **función de maximización de ganancia**, se procedió a optimizar los costos logísticos asociados a la distribución de estos productos en los cuatro centros de distribución (CEDI): Barranquilla, Bucaramanga, Medellín y Bogotá. El objetivo fue **minimizar el costo total de logística**, asegurando que la distribución de las cantidades obtenidas sea realizada de manera eficiente y con los menores costos posibles.

Con el objetivo de minimizar los costos de logística en la distribución de paneles solares, se realizó un análisis detallado para evaluar el costo unitario por peso (USD/Kg) de diferentes referencias. Este análisis fue ejecutado considerando cuatro centros de distribución (CEDI) estratégicamente ubicados en distintas ciudades de Colombia (Tabla 7).

La fórmula de minimización de costos se plantea en la Ecuación 2:

$$\boldsymbol{Costo\ Log\acute{\imath}stico\ Total} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{4} C_{log}(i,j) \times W(i) \times Q(i,j)$$

Ecuación 2: Costo logístico mínimo en función de la cantidad de equipos distribuidos por referencia hacia cada uno de los cuatro centros de distribución (CEDI). Visuthirattanamanee et al., 2020)

Donde

- $\boldsymbol{C_{log}(i,j)}$ es el costo logístico por kilogramo de la referencia ***i*** en el CEDI ***j,*** ajustado con base en los costos de flete y almacenamiento en cada uno de los cuatro centros de distribución.
- $\boldsymbol{W(i)}$ es el peso unitario de cada referencia ***i*** (en kg).
- $\boldsymbol{Q(i,j)}$ es la cantidad de equipos de la referencia ***i*** que deben ser enviados al CEDI ***j,*** las cuales fueron obtenidas de la función de maximización de ganancia.
- ***n*** es el número total de referencias de equipos evaluadas.
- ***j*** indica cada uno de los cuatro CEDI (1: Barranquilla, 2: Bucaramanga, 3: Medellín, 4: Bogotá).

Para minimizar el costo logístico total, se utilizó la herramienta **Solver de Excel**, la cual permitió optimizar las cantidades distribuidas de cada referencia en los cuatro CEDI, bajo las siguientes restricciones:

1. **Capacidad máxima de los vehículos**: El análisis fue ajustado para vehículos con una capacidad de 9 toneladas, en lugar de los contenedores de 40 pies con 34 toneladas que se usaban previamente. Este cambio fue necesario para adaptarse mejor a las rutas y a las condiciones locales de distribución.
2. **Precios unitarios de flete**: Los costos logísticos se calcularon utilizando los precios de referencia de la tabla de fletes del Ministerio de Transporte, asegurando una evaluación realista de los costos en función de la distancia y el peso transportado.
3. **Demandas de distribución**: Las cantidades $\boldsymbol{Q(i,j)}$ obtenidas de la función de maximización de ganancia se utilizaron como base para garantizar que las cantidades distribuidas a cada CEDI cumplan con las demandas establecidas previamente.

Solver, en este caso, trabajó para **minimizar la función de costo logístico** mediante la optimización de la asignación de cantidades a los diferentes CEDI, asegurando que las restricciones se cumplan mientras se busca la distribución más económica posible.

El resultado del análisis de minimización de costos logísticos proporcionó una solución eficiente para la distribución de paneles solares en cada uno de los cuatro CEDI, teniendo en cuenta tanto los costos por kilogramo como las capacidades logísticas de los vehículos ajustados. Al utilizar vehículos con capacidad de 9 toneladas y aplicar las tarifas de fletes del Ministerio de Transporte, se logró reducir significativamente el costo total de logística, asegurando que las cantidades

distribuidas optimizadas para maximizar la ganancia también se transporten de manera económicamente eficiente.

3.2. Aplicación de las estrategias propuestas

3.2.1. Paneles solares

Apoyados en la función SOLVER se pudo obtener los siguientes resultados consignados en la Tabla 23, dando como resultado un máximo de ganancias de USD$ 245,778.78. Los límites de la función fueron determinadas de las metas propuestas de potencia de la Tabla 22.

n	Brand	Power (W/unit)	Unit cost price (USD) C_i	Unit Sales price (USD) P_i	2025 (pc) Q_i	2026 (pc) Q_i	2027 (pc) Q_i	2028 (pc) Q_i	Total (W)	Profit (USD)
1	RUNERGY	450	$67.31	$89.75	563.00	44.00	63.00	194.00	388.80K	$19,385.24
2	RUNERGY	545	$81.33	$108.44	36.00	37.00	610.00	37.00	392.40K	$19,519.15
3	RUNERGY	550	$76.82	$102.43	39.00	36.00	586.00	59.00	396.00K	$18,436.79
4	RUNERGY	575	$83.50	$111.33	39.00	233.00	411.00	37.00	414.00K	$20,040.06
5	RUNERGY	610	$95.45	$127.27	59.00	232.00	36.00	393.00	439.20K	$22,908.75
6	RUNERGY	650	$101.66	$135.55	37.00	82.00	36.00	403.00	362.70K	$18,909.48
7	UV CELL SOLAR	650	$121.30	$161.73	40.00	392.00	60.00	66.00	362.70K	$22,560.92
8	RUNERGY	660	$108.90	$145.20	36.00	56.00	51.00	415.00	368.28K	$20,255.80
9	RUNERGY	660	$109.58	$146.10	36.00	265.00	205.00	52.00	368.28K	$20,381.48
10	RUNERGY	670	$98.49	$131.32	37.00	137.00	54.00	330.00	373.86K	$18,319.16
11	HUASUN	720	$122.29	$163.06	36.00	39.00	68.00	415.00	401.76K	$22,746.58
12	RISEN	715	$112.70	$150.27	42.00	47.00	70.00	435.00	424.71K	$22,315.36
				TOTAL	**1000.00**	**1600.00**	**2250.00**	**2836.00**	**4.69 M**	**$245,778.78**

Tabla 23: Resultado de función de máxima ganancia para Paneles solares años 2025 al 2028. (Autor)

Con las unidades obtenidas de la función de maximización de ganancias para el primer año de proyección del 2025, un total de 1000 unidades, se pasan a la función de minimizar costo logístico con valores de costo unitario por kilogramo que se transporta para un camión sencillo, donde la función buscará ubicar estas unidades en la CEDI que represente el menor costo por referencia de la línea de producto de paneles solares (Tabla 25).

n	Product	Brand	Power (W)	Weight per unit (kg/un)	CEDI 1 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 2 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 3 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 4 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	Subtotal Weight (kg) $W(i)$
1	PV MODULE	RUNERGY	450.00	24.00	$0.50	$2.17	$2.25	$3.42	13512.00
2	PV MODULE	RUNERGY	545.00	33.60	$0.70	$3.03	$3.15	$4.78	1209.60
3	PV MODULE	RUNERGY	550.00	27.60	$0.58	$2.49	$2.59	$3.93	1076.40
4	PV MODULE	RUNERGY	575.00	32.00	$0.67	$2.89	$3.00	$4.55	1248.00
5	PV MODULE	RUNERGY	610.00	33.00	$0.69	$2.98	$3.10	$4.70	1947.00
6	PV MODULE	RUNERGY	650.00	38.70	$0.81	$3.49	$3.63	$5.51	1431.90
7	PV MODULE	UV CELL SOLAR	650.00	33.60	$0.70	$3.03	$3.15	$4.78	1344.00

8	PV MODULE	RUNERGY	660.00	33.60	$0.70	$3.03	$3.15	$4.78	1209.60
9	PV MODULE	RUNERGY	660.00	33.60	$0.70	$3.03	$3.15	$4.78	1209.60
10	PV MODULE	RUNERGY	670.00	33.60	$0.70	$3.03	$3.15	$4.78	1243.20
11	PV MODULE	HUASUN	720.00	38.70	$0.81	$3.49	$3.63	$5.51	1393.20
12	PV MODULE	RISEN	715.00	37.50	$0.78	$3.39	$3.52	$5.34	1575.00

Tabla 24: Costo unitario por kilogramo de transporte en vehículo sencillo (Capacidad 10 Ton) para paneles solares hacia los respectivos CEDIS regionales. (Autor)

n	Product	Brand	Power (W)	CEDI 1 (pc) $Q_{i,j}$	CEDI 2 (pc) $Q_{i,j}$	CEDI 3 (pc) $Q_{i,j}$	CEDI 4 (pc) $Q_{i,j}$	Subtotal Units (pc)
1	PV MODULE	RUNERGY	450	0	0	209	354	563
2	PV MODULE	RUNERGY	545	0	36	0	0	36
3	PV MODULE	RUNERGY	550	0	39	0	0	39
4	PV MODULE	RUNERGY	575	0	0	39	0	39
5	PV MODULE	RUNERGY	610	0	37	22	0	59
6	PV MODULE	RUNERGY	650	37	0	0	0	37
7	PV MODULE	UV CELL SOLAR	650	24	17	0	0	41
8	PV MODULE	RUNERGY	660	36	0	0	0	36
9	PV MODULE	RUNERGY	660	0	35	0	0	35
10	PV MODULE	RUNERGY	670	0	37	0	0	37
11	PV MODULE	HUASUN	720	36	0	0	0	36
12	PV MODULE	RISEN	715	42	0	0	0	42
			Total pieces	**175**	**201**	**270**	**354**	**1000**
			Total kg	**6400**	**6500**	**7000**	**8500**	**28400**

SUMPRODUCT Logistic minimum cost/year 2025 (USD) **$70,465.68**

Tabla 25: Resultado de las unidades a transportar a los respectivos CEDIS Regionales como resultado de la función de mínimo costo para Paneles solares año 2025. (Autor)

Como resumen de resultados al aplicar las estrategias proyectadas para el año 2025 que se encuentra en la Tabla 26, se podrá encontrar el costo de producto total por CEDI, en el que incluye el costo logístico con la nueva estrategia implementada, el monto de ventas objetivo que representan las unidades transportadas, sus ganancias y el margen de esta ganancia esperada expresadas en porcentaje.

PV modules	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 1	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 2	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 3	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 4	TOTAL AMOUNT PRODUCT
Total cost->	$20,046.84	$19,626.49	$20,310.25	$25,108.50	$85,092.08
Sale goal->	$26,619.20	$25,844.57	$26,802.15	$33,280.32	$112,546.25
Profit goal->	$6,572.36	$6,218.08	$6,491.90	$8,171.82	$27,454.17
Markup goal->	**32.8%**	**31.7%**	**32.0%**	**32.5%**	**32.3%**

Tabla 26: Resumen de resultados al aplicar las estrategias para los paneles solares proyectado para el año 2025. (Autor)

3.2.2. Inversores

Siguiendo con la propuesta de obtener la máxima ganancia posible para los inversores en los próximos cuatro años, en la Tabla 27 se encuentra el resultado obtenido luego de correr la función SOLVER, dando como resultado la cantidad de inversores por referencia donde se obtendría un máximo de ganancias para los próximos cuatro años, que para el caso es de USD$ $327,710.58.

n	Brand	Product	Power (W)	Unit cost price (USD) C_i	Unit Sales price (USD) P_i	2025 (pc) Q_i	2026 (pc) Q_i	2027 (pc) Q_i	2028 (pc) Q_i	Subtotal Power (Wp)	Profit (USD)
1	SOFAR	Hybrid Inverter	5.00K	$352.50	$451.93	3	3	3	3	48.00K	$954.47
2	SOFAR	Hybrid Inverter	10.50K	$610.66	$782.90	2	2	2	2	48.00K	$787.37
3	SOFAR	Hybrid Inverter	10.50K	$815.42	$1,045.41	2	2	2	2	48.00K	$1,051.39
4	SOFAR	Hybrid Inverter	15.00K	$1,149.10	$1,473.21	1	1	1	1	48.00K	$1,037.14
5	SOFAR	Hybrid Inverter	3.00K	$890.00	$1,141.03	49	201	295	464	3.02 M	$253,033.76
6	SOFAR	Hybrid Inverter	3.68K	$915.59	$1,173.84	4	4	4	4	48.00K	$3,368.41
7	SOFAR	Hybrid Inverter	4.00K	$961.67	$1,232.90	3	3	3	3	48.00K	$3,254.87
8	SOFAR	Hybrid Inverter	5.00K	$1,007.74	$1,291.97	3	3	3	3	48.00K	$2,728.64
9	SOFAR	Hybrid Inverter	6.00K	$1,028.21	$1,318.22	2	2	2	2	48.00K	$2,320.07
10	SOFAR	Hybrid Inverter	10.00K	$1,834.10	$2,351.41	2	2	2	2	48.00K	$2,483.09
11	SOFAR	Hybrid Inverter	15.00K	$2,112.50	$2,708.33	1	1	1	1	48.00K	$1,906.67
12	SOFAR	Hybrid Inverter	20.00K	$2,383.81	$3,056.16	1	1	1	1	48.00K	$1,613.65
13	SOFAR	Hybrid Inverter	15.00K	$836.84	$1,072.88	1	1	1	1	48.00K	$755.31
14	SOFAR	Hybrid Inverter	30.00K	$1,230.11	$1,577.07	1	1	1	1	48.00K	$555.13
15	SOFAR	Hybrid Inverter	50.00K	$1,497.32	$1,919.65	1	1	1	1	48.00K	$405.43
16	SOFAR	Hybrid Inverter	60.00K	$2,009.68	$2,576.51	1	1	1	1	48.00K	$453.47
17	SOFAR	Hybrid Inverter	100.00K	$3,335.32	$4,276.06	1	1	1	1	48.00K	$451.55
18	SOFAR	Hybrid Inverter	125.00K	$3,584.11	$4,595.01	1	1	1	1	48.00K	$388.19
19	SOFAR	Hybrid Inverter	225.00K	$3,751.12	$4,809.12	1	1	1	1	48.00K	$225.71
20	SOFAR	Hybrid Inverter	350.00K	$5,593.96	$7,171.74	1	1	1	1	48.00K	$216.38
21	BR SOLAR GROUP	Inverter	5.00K	$265.95	$340.97	3	3	3	3	48.00K	$720.12
22	SOFAR	Inverter +Batteries	3.00K	$811.12	$1,039.90	29	36	42	52	468.69K	$35,741.85
23	SOFAR	Inverter +Batteries	3.68K	$852.07	$1,092.40	4	4	4	4	48.00K	$3,134.71
24	SOFAR	Inverter +Batteries	4.00K	$877.67	$1,125.21	3	3	3	3	48.00K	$2,970.56
25	SOFAR	Inverter +Batteries	4.60K	$898.14	$1,151.46	3	3	3	3	48.00K	$2,643.36
26	SOFAR	Inverter +Batteries	5.00K	$908.38	$1,164.59	3	3	3	3	48.00K	$2,459.61
27	SOFAR	Inverter +Batteries	6.00K	$908.38	$1,164.59	2	2	2	2	48.00K	$2,049.68
TOTAL						**128**	**287**	**387**	**566**	**4.69 M**	**$327,710.58**

Tabla 27: Resultado de función de máxima ganancia para inversores en los años 2025 al 2028. (Autor)

Se tomó la cantidad de inversores del resultado de máxima ganancia para el año 2025 de la Tabla 27, con este dato se realiza el ejercicio de la función de mínimo costo logístico ayudados por SOLVER en Excel, dando como resultado una distribución de equipos asignados a cada CEDI, gracias a los límites de peso que se le asignaron respectivamente. Para el CEDI 4, que es en la ciudad de Bogotá, se hizo la simulación con el mayor peso posible (Tabla 29), ya que, por ser el trayecto más largo, se intenta aprovechar al máximo la capacidad del vehículo que transportará los inversores.

n	Product	Brand	Power (W)	Weight per unit (kg/un)	CEDI 1 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 2 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 3 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 4 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	Subtotal Weight (kg) $W(i)$
1	Hybrid Inverter	SOFAR	5.00K	10.00	$0.21	$0.90	$0.94	$1.42	30.00
2	Hybrid Inverter	SOFAR	10.50K	18.50	$0.39	$1.67	$1.74	$2.63	37.00
3	Hybrid Inverter	SOFAR	10.50K	18.50	$0.39	$1.67	$1.74	$2.63	37.00
4	Hybrid Inverter	SOFAR	15.00K	36.00	$0.75	$3.25	$3.38	$5.12	36.00
5	Hybrid Inverter	SOFAR	3.00K	33.00	$0.69	$2.98	$3.10	$4.70	1617.00
6	Hybrid Inverter	SOFAR	3.68K	33.00	$0.69	$2.98	$3.10	$4.70	132.00
7	Hybrid Inverter	SOFAR	4.00K	33.00	$0.69	$2.98	$3.10	$4.70	99.00
8	Hybrid Inverter	SOFAR	5.00K	33.00	$0.69	$2.98	$3.10	$4.70	99.00
9	Hybrid Inverter	SOFAR	6.00K	33.00	$0.69	$2.98	$3.10	$4.70	66.00
10	Hybrid Inverter	SOFAR	10.00K	33.00	$0.69	$2.98	$3.10	$4.70	66.00
11	Hybrid Inverter	SOFAR	15.00K	33.00	$0.69	$2.98	$3.10	$4.70	33.00
12	Hybrid Inverter	SOFAR	20.00K	33.00	$0.69	$2.98	$3.10	$4.70	33.00
13	Hybrid Inverter	SOFAR	15.00K	20.00	$0.42	$1.81	$1.88	$2.85	20.00
14	Hybrid Inverter	SOFAR	30.00K	36.00	$0.75	$3.25	$3.38	$5.12	36.00
15	Hybrid Inverter	SOFAR	50.00K	37.00	$0.77	$3.34	$3.47	$5.27	37.00
16	Hybrid Inverter	SOFAR	60.00K	50.00	$1.04	$4.51	$4.69	$7.12	50.00
17	Hybrid Inverter	SOFAR	100.00K	75.00	$1.56	$6.77	$7.04	$10.67	75.00
18	Hybrid Inverter	SOFAR	125.00K	75.00	$1.56	$6.77	$7.04	$10.67	75.00
19	Hybrid Inverter	SOFAR	225.00K	99.00	$2.06	$8.94	$9.29	$14.09	99.00
20	Hybrid Inverter	SOFAR	350.00K	113.00	$2.35	$10.20	$10.61	$16.08	113.00
21	Inverter	BR SOLAR GROUP	5.00K	30.00	$0.63	$2.71	$2.82	$4.27	90.00
22	Inverter+Batteries	SOFAR	3.00K	74.50	$1.55	$6.73	$6.99	$10.60	2160.50
23	Inverter+Batteries	SOFAR	3.68K	125.50	$2.61	$11.33	$11.78	$17.86	502.00
24	Inverter+Batteries	SOFAR	4.00K	176.50	$3.68	$15.94	$16.57	$25.12	529.50
25	Inverter+Batteries	SOFAR	4.60K	228.50	$4.76	$20.63	$21.45	$32.52	685.50
26	Inverter+Batteries	SOFAR	5.00K	279.50	$5.82	$25.23	$26.23	$39.78	838.50
27	Inverter+Batteries	SOFAR	6.00K	330.50	$6.89	$29.84	$31.02	$47.03	661.00

Tabla 28: Costo unitario por kilogramo de transporte en vehículo sencillo (Capacidad 10 Ton) para inversores hacia los respectivos CEDIS regionales. (Autor)

n	Product	Brand	Power (W)	CEDI 1 (pc) $Q_{i,j}$	CEDI 2 (pc) $Q_{i,j}$	CEDI 3 (pc) $Q_{i,j}$	CEDI 4 (pc) $Q_{i,j}$	Subtotal Units (pc)
1	Hybrid Inverter	SOFAR	5.00K	0	0	0	3	3
2	Hybrid Inverter	SOFAR	10.50K	0	0	0	2	2
3	Hybrid Inverter	SOFAR	10.50K	0	0	0	2	2
4	Hybrid Inverter	SOFAR	15.00K	0	0	0	1	1
5	Hybrid Inverter	SOFAR	3.00K	0	0	0	49	49
6	Hybrid Inverter	SOFAR	3.68K	0	0	0	4	4
7	Hybrid Inverter	SOFAR	4.00K	0	0	0	3	3
8	Hybrid Inverter	SOFAR	5.00K	0	0	0	3	3
9	Hybrid Inverter	SOFAR	6.00K	0	0	0	2	2
10	Hybrid Inverter	SOFAR	10.00K	0	0	0	2	2
11	Hybrid Inverter	SOFAR	15.00K	0	0	0	1	1
12	Hybrid Inverter	SOFAR	20.00K	0	0	0	1	1
13	Hybrid Inverter	SOFAR	15.00K	0	0	0	1	1
14	Hybrid Inverter	SOFAR	30.00K	0	0	0	1	1
15	Hybrid Inverter	SOFAR	50.00K	0	0	0	1	1
16	Hybrid Inverter	SOFAR	60.00K	0	0	0	1	1
17	Hybrid Inverter	SOFAR	100.00K	0	0	0	1	1
18	Hybrid Inverter	SOFAR	125.00K	0	0	1	0	1
19	Hybrid Inverter	SOFAR	225.00K	1	0	0	0	1
20	Hybrid Inverter	SOFAR	350.00K	0	0	0	0	0
21	Inverter	BR SOLAR GROUP	5.00K	0	0	0	3	3
22	Inverter+Batteries	SOFAR	3.00K	0	9	10	10	29
23	Inverter+Batteries	SOFAR	3.68K	1	0	3	0	4
24	Inverter+Batteries	SOFAR	4.00K	1	3	0	0	4
25	Inverter+Batteries	SOFAR	4.60K	1	0	2	0	3
26	Inverter+Batteries	SOFAR	5.00K	1	0	0	2	3
27	Inverter+Batteries	SOFAR	6.00K	1	0	0	1	2
			Total pieces	**6**	**12**	**16**	**94**	**128**
			Total kg	**1239.50**	**1200.00**	**1653.50**	**4227.50**	**8320.50**

SUMPRODUCT Logistic minimum cost/year 2025 (USD) **$97,244.45**

Tabla 29: Resultado de las unidades a transportar a los respectivos CEDIS Regionales como resultado de la función de mínimo costo para inversores año 2025. (Autor)

La función de mínimo costo nos entregó como resultado un costo total para el año 2025 en términos de costos logísticos para inversores por valor de USD$ 97,244.45 (Tabla 29).

Inverters	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 1	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 2	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 3	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 4	TOTAL (USD)
Total cost->	$8,383.27	$10,745.62	$16,892.54	$90,284.57	$126,305.99
Sale goal->	$10,941.01	$13,348.18	$21,567.86	$119,247.46	$165,104.51
Profit goal->	$2,557.74	$2,602.56	$4,675.33	$28,962.89	$38,798.52

Markup goal->	**30.5%**	**24.2%**	**27.7%**	**32.1%**	**30.7%**

Tabla 30: Resumen de resultados al aplicar las estrategias para los inversores proyectado para el año 2025. (Autor)

En la Tabla 30 se resumen los resultados obtenidos de la simulación de las estrategias aplicadas para la línea de producto de inversores.

3.2.3. Baterías

En la Tabla 31 se muestra el resultado de las cantidades de la línea de producto de baterías que proyectan ser la máxima ganancia posible, dando USD$499,181.25.

n	Brand	Product	Power (Wp/unit)	Unit cost price (USD) C_i	Unit Sales price (USD) P_i	2025 (pc) Q_i	2026 (pc) Q_i	2027 (pc) Q_i	2028 (pc) Q_i	Subtotal Power (Wp)	Profit (USD)
1	BR SOLAR GROUP	Battery	5120	$916.34	$1,221.79	5.00	5.00	5.00	5.00	100.00K	$5,965.77
2	BR SOLAR GROUP	Battery	5120	$902.66	$1,203.55	5.00	5.00	5.00	5.00	100.00K	$5,876.72
3	ALATE POWER	Battery	5120	$590.76	$787.69	5.00	5.00	5.00	5.00	100.00K	$3,846.12
4	ALATE POWER	Battery	3072	$438.22	$584.29	15.00	29.00	27.00	285.00	1.09 M	$51,713.61
5	ATI	Battery	5120	$869.24	$1,158.98	5.00	5.00	5.00	5.00	100.00K	$5,659.10
6	ATI	Battery	5760	$982.88	$1,310.51	5.00	5.00	5.00	5.00	100.00K	$5,687.96
7	SOFAR	LV ENERGY STORAGE	2560	$1,497.04	$1,996.06	29.00	61.00	153.00	11.00	645.12K	$125,751.51
8	SOFAR	Battery	2500	$1,606.32	$2,141.76	77.00	180.00	63.00	10.00	820.00K	$175,624.22
9	SOFAR	Battery rack optimization module	25000	$618.66	$824.88	1.00	1.00	1.00	1.00	100.00K	$824.88
10	SOFAR	Battery	5000	$1,151.60	$1,535.47	15.00	34.00	107.00	154.00	1.54 M	$118,231.36
					TOTAL	**162**	**330**	**376**	**486**	**4.69 M**	**$499,181.25**

Tabla 31: Resultado de función de máxima ganancia para baterias en los años 2025 al 2028. (Autor)

Se tomó la cantidad de baterias para el año 2025 del resultado de la máxima ganancia de la Tabla 31, con este dato se realiza el ejercicio de la función de mínimo costo logístico ayudados por SOLVER en Excel, dando como resultado una distribución de equipos asignados a cada CEDI, gracias a los límites de peso que se le asignaron respectivamente. Como resultado final mostrado en la Tabla 33, el costo mínimo logístico para transportar las baterias dio USD$41,309.59.

n	Product	Brand	Power (W)	Weight per unit (kg/un)	CEDI 1 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 2 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 3 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 4 (USD /kg) $C_{log}(i,j)$	Subtotal Weight (kg) $W(i)$
1	Battery	BR SOLAR GROUP	5.12K	41.00	$0.85	$3.70	$3.85	$5.83	205.00
2	Battery	BR SOLAR GROUP	5.12K	43.00	$0.90	$3.88	$4.04	$6.12	215.00
3	Battery	ALATE POWER	5.12K	41.00	$0.85	$3.70	$3.85	$5.83	205.00
4	Battery	ALATE POWER	3.07K	21.00	$0.44	$1.90	$1.97	$2.99	315.00
5	Battery	ATI	5.12K	48.00	$1.00	$4.33	$4.51	$6.83	240.00
6	Battery	ATI	5.76K	21.00	$0.44	$1.90	$1.97	$2.99	105.00
7	LV ENERGY STORAGE	SOFAR	2.56K	47.00	$0.98	$4.24	$4.41	$6.69	1363.00
8	Battery	SOFAR	2.50K	50.00	$1.04	$4.51	$4.69	$7.12	3850.00
9	Battery rack optimization module	SOFAR	25.00K	16.50	$0.34	$1.49	$1.55	$2.35	16.50
10	Battery	SOFAR	5.00K	49.00	$1.02	$4.42	$4.60	$6.97	735.00

Tabla 32: Costo unitario por kilogramo de transporte en vehículo sencillo (Capacidad 10 Ton) para inversores hacia los respectivos CEDIS regionales.

n	Product	Brand	Power (W)	CEDI 1 (pc) $Q_{i,j}$	CEDI 2 (pc) $Q_{i,j}$	CEDI 3 (pc) $Q_{i,j}$	CEDI 4 (pc) $Q_{i,j}$	Subtotal Units (pc)
1	Battery	BR SOLAR GROUP	5.12K	0	5	0	0	5
2	Battery	BR SOLAR GROUP	5.12K	1	3	0	0	4
3	Battery	ALATE POWER	5.12K	2	2	0	0	4
4	Battery	ALATE POWER	3.07K	0	15	0	0	15
5	Battery	ATI	5.12K	0	1	0	4	5
6	Battery	ATI	5.76K	5	0	0	0	5
7	LV ENERGY STORAGE	SOFAR	2.56K	3	1	25	0	29
8	Battery	SOFAR	2.50K	10	10	12	46	78
9	Battery rack optimization module	SOFAR	25.00K	1	0	0	0	1
10	Battery	SOFAR	5.00K	7	5	4	0	16
			Total pieces	**29**	**42**	**41**	**50**	**162**
			Total kg	**1231.00**	**1571.00**	**1971.00**	**2492.00**	**7265.00**

SUMPRODUCT Logistic minimum cost/year 2025 (USD) **$33,656.36**

Tabla 33: Resultado de las unidades a transportar a los respectivos CEDIS Regionales como resultado de la función de mínimo costo para baterias año 2025. (Autor)

Battery	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 1	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 2	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 3	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 4	TOTAL (USD)
Total cost->	$36,434.17	$40,236.09	$62,429.23	$78,884.91	$217,984.40
Sale goal->	$48,347.80	$52,508.48	$82,134.04	$103,692.15	$286,682.47
Profit goal->	$11,913.63	$12,272.39	$19,704.81	$24,807.24	**$68,698.06**
Markup goal->	**32.7%**	**30.5%**	**31.6%**	**31.4%**	**31.5%**

Tabla 34: Resumen de resultados al aplicar las estrategias para las baterías proyectado para el año 2025. (Autor)

3.2.4. Cargadores baterias

n	Brand	Product	Power (Wp/unit)	Unit cost price (USD) C_i	Unit Sales price (USD) P_i	2025 (pc) Q_i	2026 (pc) Q_i	2027 (pc) Q_i	2028 (pc) Q_i	Subtotal Power (Wp)	Profit (USD)
1	ATI	Solar Charge Regulator	2880	$168.34	$224.45	80	146	169	206	1.73 M	$33,667.58
2	ATI	Solar Charge Regulator	2880	$441.35	$588.47	37	70	91	128	939.10K	$47,971.58
3	BR SOLAR GROUP	Solar Charge Regulator	12000	$447.67	$596.89	0	0	5	14	222.99K	$2,772.97
4	BR SOLAR GROUP	Solar Charge Regulator	2880	$281.61	$375.48	12	45	66	103	650.60K	$21,205.52
5	BR SOLAR GROUP	Solar Charge Regulator	1440	$281.98	$375.97	111	177	219	293	1.15 M	$75,194.59
					TOTAL	**240**	**438**	**550**	**744**	**4.69 M**	**$180,812.24**

Tabla 35: Resultado de función de máxima ganancia para cargadores solares de baterias en los años 2025 al 2028. (Autor)

Tomando la cantidad de cargadores de baterias proyectados para el año 2025 del resultado de la máxima ganancia de la Tabla 35, posteriormente con la función de mínimo costo logístico ayudados por SOLVER en Excel, dando como resultado una distribución de equipos asignados a cada CEDI. Como resultado final mostrado en la Tabla 37, el costo mínimo logístico para transportar las baterias dio USD$1,543.77.

n	Product	Brand	Power (W)	Weight per unit (kg/un)	CEDI 1 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 2 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 3 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	CEDI 4 (USD/kg) $C_{log}(i,j)$	Subtotal Weight (kg) $W(i)$
1	Solar Charge Regulator	ATI	2.88K	7.20	$0.16	$0.80	$0.90	$1.21	576.00
2	Solar Charge Regulator	ATI	2.88K	7.20	$0.16	$0.80	$0.90	$1.21	266.40
3	Solar Charge Regulator	BR SOLAR GROUP	12.00K	7.50	$0.17	$0.84	$0.93	$1.26	0.00
4	Solar Charge Regulator	BR SOLAR GROUP	2.88K	7.20	$0.16	$0.80	$0.90	$1.21	86.40
5	Solar Charge Regulator	BR SOLAR GROUP	1.44K	7.20	$0.16	$0.80	$0.90	$1.21	799.20

Tabla 36: Costo unitario por kilogramo de transporte en vehículo sencillo (Capacidad 10 Ton) para cargadores de baterias hacia los respectivos CEDIS regionales.

n	Product	Brand	Power (W)	CEDI 1 (pc)	CEDI 2 (pc)	CEDI 3 (pc)	CEDI 4 (pc)	Subtotal Units (pc)
1	Solar Charge Regulator	ATI	2.88K	22	16	0	42	80
2	Solar Charge Regulator	ATI	2.88K	0	0	0	37	37
3	Solar Charge Regulator	BR SOLAR GROUP	12.00K	0	0	0	0	0
4	Solar Charge Regulator	BR SOLAR GROUP	2.88K	0	10	0	3	13
5	Solar Charge Regulator	BR SOLAR GROUP	1.44K	16	16	62	16	110
			Total pieces	**38**	**42**	**62**	**98**	**240**
			Total kg	**273.60**	**302.40**	**446.40**	**705.60**	**1728.00**

SUMPRODUCT Logistic minimum cost/year 2025 (USD) **$1,543.77**

Tabla 37: Resultado de función de mínimo costo para cargadores solares de baterias en el año 2025. (Autor)

Solar Charge	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 1	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 2	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 3	SUBTOTAL AMOUNT PRODUCT CEDI 4	TOTAL (USD)
Total cost->	$8,416.49	$11,025.28	$18,603.68	$30,274.10	$68,319.54
Sale goal->	$10,970.67	$13,459.94	$23,472.70	$38,702.61	$86,605.92
Profit goal->	$2,554.18	$2,434.66	$4,869.02	$8,428.51	**$18,286.38**
Markup goal->	**30.3%**	**22.1%**	**26.2%**	**27.8%**	**26.8%**

Tabla 38: Resumen de resultados al aplicar las estrategias para cargadores solares de baterías proyectado para el año 2025. (Autor)

3.3. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Optimización de Costos Logísticos: El cambio a vehículos de menor capacidad y el ajuste en las rutas de distribución para los centros de distribución (CEDI) ha mostrado una reducción de costos significativa, cercana al 10%. Este ajuste optimiza el uso de recursos y facilita el cumplimiento de los objetivos financieros sin incrementar la infraestructura logística.

Maximización de Ganancias Proyectadas: Mediante la aplicación de Solver y las funciones de optimización de ganancias, se logró identificar la combinación óptima de unidades a distribuir por cada referencia de producto, considerando tanto la capacidad del mercado como las limitaciones logísticas. Esto refuerza el objetivo de capturar el 0.05% del mercado proyectado para generación solar en Colombia.

Análisis de Competitividad en Precios y Tiempos de Entrega: Comparativamente, se identificó que el tiempo de entrega sigue siendo un factor crítico. Aunque la empresa ha logrado avances en la competitividad de precios, la dependencia de proveedores y la logística transoceánica presentan cuellos de botella que limitan la rápida atención a clientes, afectando la competitividad en ciertos nichos.

Recomendaciones

Implementación de Herramientas de Monitoreo Logístico: Se recomienda implementar un sistema de monitoreo de KPIs, incluyendo costos por kilogramo y tiempos de entrega promedio. Estos indicadores permitirán un ajuste dinámico y oportuno de las estrategias logísticas, aprovechando herramientas de ERP para la centralización y gestión de la información en tiempo real.

Diversificación de Proveedores y Alianzas Estratégicas: Para mitigar la dependencia de proveedores únicos y los largos tiempos de tránsito, se sugiere diversificar las fuentes de suministro y explorar alianzas con operadores logísticos locales. Esto no solo reduciría los tiempos de entrega, sino que facilitaría la atención ágil a clientes con requerimientos de entrega en plazos menores.

Planificación y Simulación de Rutas: Continuar con la optimización de rutas mediante simulaciones periódicas que permitan identificar las combinaciones más eficientes en función del costo y tiempo de distribución. Esto podría incluir la evaluación de rutas alternativas en temporadas pico o en condiciones de alta demanda para minimizar el impacto en el servicio al cliente.

4. Bases para la evaluación de la propuesta planteada en logística

4.1. Definición de las Métricas y Modelos de Evaluación

El principal objetivo de la evaluación será garantizar que las estrategias logísticas propuestas mejoren la eficiencia operativa y reduzcan los costos de transporte, alineándose con la meta de la empresa para acaparar el **0.05% del mercado de generación solar** en Colombia para 2028. A continuación, se definen las principales métricas a utilizar(Mazo et al., 2012):

i. Costo unitario por kilogramo (USD/Kg):

Se evaluará el costo logístico total por kilogramo, considerando las diferentes rutas de transporte y los cuatro centros de distribución (CEDI).

$$\boldsymbol{Costo\ Log\acute{\imath}stico\ Unitario} = \frac{Costo\ Log\acute{\imath}stico\ Total}{\sum_{i=1}^{n} W(i)}$$

Ecuación 3: Costo unitario por kilogramo. ((Visuthirattanamanee et al., 2020)

Donde,

$W(i)$ es el peso total de la referencia ***i*** distribuida.

ii. Costos totales de transporte por CEDI

Comparar los costos totales de transporte para cada uno de los cuatro CEDI regionales (Barranquilla, Bucaramanga, Medellín, y Bogotá), basados en los precios unitarios del Ministerio de Transporte.

$$\boldsymbol{Costo\ Total\ por\ CEDI} = \sum_{i=1}^{n} C_{log}(i,j) \times W(i)$$

Ecuación 4: Costo Total de transporte por CEDI.(Visuthirattanamanee et al., 2020)

Donde,

$C_{log}(i,j)$ es el costo por kilogramo en el CEDI ***j*** y $W(i)$ el peso total de la referencia ***i***.

2025	CEDI 1	CEDI 2	CEDI 3	CEDI 4
PV Modules (kg)	6400.00	6500.00	6999.79	8500.00
Inverters (kg)	1239.50	1200.00	1653.50	4227.50
Battery (kg)	1231.00	1571.00	1971.00	2492.00
Solar Charge (kg)	273.60	302.40	446.40	705.60
Total Weight (kg)	9144.10	9573.40	11070.69	15925.10

Tabla 39: Total de peso a ser transportado para el año 2025. (Autor)

2025	CEDI 1	CEDI 2	CEDI 3	CEDI 4	Total
Drayage cost (max. 10Tons)	$187.51	$812.55	$844.74	$1,280.81	
Qty drayage	1	1	2	2	6
Weight per Drayage (kg)	9144.10	9573.40	5535.35	7962.55	32215.50
Total Cost (USD)	$187.51	$812.55	$1,689.48	$2,561.62	$5,251.17

Tabla 40: Valores totales de la estrategia de transporte con vehículos sencillos (Capacidad 10Tons). (Autor)

2025	CEDI 1	CEDI 2	CEDI 3	CEDI 4	Total
Drayage Cost (max. 34Ton)	$335.95	$1,492.02	$1,577.19	$2,352.77	$5,757.93
Difference	$148.44	$679.46	-$112.29	-$208.84	**$506.77**
% Efficiency	79%	84%	-7%	-8%	**10%**

Tabla 41: Valores totales de la estrategia de transporte con tractocamión (Capacidad 34 Ton). Diferencia con respecto al vehículo sencillo. (Autor)

En la Tabla 41 muestra en resumen el total del peso que se necesita transportar en los respectivos CEDI, el costo aplicado a la nueva estrategia cambiando los vehículos de menor capacidad (Camion sencillo de 10Ton de capacidad), con una disminución de costos estimada del 10% en total.

El enfoque en la **evaluación financiera** de las nuevas estrategias logísticas, como el análisis de **costos de transporte por CEDI** y el retorno de inversión (ROI) para justificar las decisiones, proviene de la gestión estratégica de la cadena de suministro, donde se evalúan los beneficios de las inversiones en logística.(Sunil Chopra, 2015)

$$\boldsymbol{ROI} = \frac{\boldsymbol{Beneficio\ Neto}}{\boldsymbol{Costo\ de\ la\ inversión}} \times 100\%$$

Ecuación 5: Cálculo de retorno de inversión**. (**Visuthirattanamanee et al., 2020)

2025	PV Modules	Invertirse	Battery	Solar Charge
Costo de producto	$81,966.46	$127,896.66	$212,876.21	$64,476.22
Costo total (Producto + logística)	$87,736.12	$128,938.31	$219,898.64	$70,233.78
Nuevo costo total (Producto + Nueva logística)	$85,103.80	$126,305.99	$217,266.32	$68,319.54
ROI	**3.09%**	**2.08%**	**1.21%**	**2.80%**

Tabla 42: Resultado de la actualización retorno de inversión al incluir la nueva estrategia logística para el año 2025. (Autor)

En la Tabla 42 se puede muestra el cálculo de retorno de inversión aplicado a la nueva estrategia logistica. Se calcula con base a la inversión inicial de la compra de los equipos más la logistica que se diagnosticó, y se compara con la nueva estrategia, dándonos un valor positivo de retorno, que garantiza minimizar costos y mejorar la ganancia. Se muestra una mejoría en el porcentaje de inversión aplicando la nueva estrategia por cada línea de producto.

La implementación de estrategias logísticas adaptadas a las características del mercado ha mostrado un impacto positivo en la reducción de costos de transporte. El ajuste en el tamaño de los vehículos ha permitido una disminución estimada de costos en un 10%, como se evidenció en los resultados de la Tabla 41.

5 Conclusiones y recomendaciones

1. **Diagnosticar los procesos logísticos para identificar los factores de ineficiencia en el posicionamiento en el mercado de energías renovables**
   - **Conclusión**: El diagnóstico de los procesos logísticos reveló factores críticos de ineficiencia, como tiempos de entrega prolongados y altos costos operativos debido a la subutilización de capacidad en ciertos vehículos y rutas. Estos cuellos de botella en la cadena logística han limitado el posicionamiento de la empresa en el mercado de energías renovables.
   - **Recomendación**: Se recomienda optimizar la selección de vehículos de transporte, alineándola con las necesidades específicas de cada ruta y carga, y establecer un sistema de monitoreo para mejorar el control de costos y tiempos de entrega. Esto permitirá una distribución más ajustada a las demandas del mercado y reducirá los costos asociados a la ineficiencia en el transporte.
2. **Desarrollar estrategias logísticas basadas en los resultados del diagnóstico para mejorar la productividad y competitividad de la empresa en el mercado de las energías renovables**
   - **Conclusión**: Las estrategias diseñadas a partir del diagnóstico, como el ajuste en las rutas y el uso de vehículos de menor capacidad, han mostrado un impacto positivo en la reducción de costos logísticos y una mejora en la eficiencia operativa. Estas estrategias son clave para mantener una posición competitiva en el mercado.
   - **Recomendación**: Continuar fortaleciendo las estrategias logísticas y realizar revisiones periódicas para evaluar su rendimiento en función de la demanda cambiante del mercado. Se sugiere implementar un sistema de gestión de rutas y monitoreo en tiempo real para mejorar la flexibilidad y permitir ajustes rápidos en la estrategia logística.

3. **Proponer las bases de evaluación de las estrategias logísticas a implementar mediante métricas y métodos específicos para asegurar la mejora en la eficiencia y el posicionamiento de la empresa**.
   - **Conclusión**: La propuesta de bases de evaluación, mediante métricas específicas como el costo por kilogramo transportado, tiempos de entrega y el ROI de las inversiones logísticas, garantiza un monitoreo continuo del impacto de las estrategias implementadas. Estas

métricas permiten medir con precisión la efectividad de las mejoras logísticas y el avance en el posicionamiento de la empresa.

- **Recomendación**: Implementar un sistema de seguimiento de KPIs logísticos, respaldado por un software de gestión ERP que centralice la información y permita visualizar las métricas en tiempo real. Este sistema debe incluir un análisis de ROI para evaluar el rendimiento de las inversiones en mejoras logísticas y asegurar que se estén logrando los beneficios proyectados.

6. Referencias

Baca Urbina, G. (2013). *EVALUACIÓN DE PROYECTOS* (M. Á. Toledo Castellanos, Ed.; 7.ª ed., Vol. 1). McGRAW- HIL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Bolivar Energy LLC SAS. (2024). *Portfolio Bolivar Energy 2024*.

Casadejús, J. M. (2023). *Manual de gestión financiera del comercio internacional* (3.ª ed.). Marge Books.

Diaz, T. (2010). *INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS. GRADO MEDIO. (TÉCNICO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y AUTOMÁTICAS)*. MCGRAW-HILL.

López Hurtado, O. (2020). *Energías renovables como estrategia para la diversificación de la matriz energética de Colombia*.

Medina Rincón, S. V. C. A. (s. f.). *ENERGIAS RENOVABLES Un futuro óptimo para Colombia*.

MÉNDEZ BERNAL, A. A. (2023). TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COLOMBIA: PROPUESTAS PARA PROMOVERLA A PARTIR DEL POTENCIAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y SU NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN ACTUAL EN EL PAÍS. *UNIVERSIDAD SANTO TOMAS*.

Ministerio de Minas y Energía. Colombia. (2024). *Fuentes No Convencionales de Energía Renovable - FNCER*.

Mora García, L. A. (2010). *Gestión logística integral: Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. Ecoe Ediciones. https://www.digitaliapublishing.com/a/29965

MORALES SOLER, D. (2024, enero 25). *Energía solar dominará los ingresos de renovables en el país en 2024*. Portafolio.

Mordor Intelligence. (2024). *Análisis de participación y tamaño del mercado de energía solar en Colombia tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029)*. Mordor Intelligence.

Pérez Carrascal, M. A., & Mestra Salgado, L. E. (2024). Investigación de mercados para conocer la viabilidad de crear una empresa dedicada al diseño e instalación de sistemas de energía solar en hogares colombianos. *ECCI*.

Reyes Gil, R. E., Turriago Hoyos, Á., Cárdenas Piñeros, M., & Danna Buitrago, J. P. (2023). Análisis de Políticas Públicas para la adopción de Energías Renovables No Convencionales en Colombia. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, *19*(36). https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v19i36.4052

Rodríguez Murcia, H. (2008, noviembre 1). Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. *Revista de ingeniería. Universidad de los Andes.* http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n28/n28a12.pdf

Silvera Escudero, R. E. (2020). *Gestión logística internacional*. Ecoe Ediciones. https://www.digitaliapublishing.com/a/156666

UPME. (2023). Proyección de precios de los energéticos para generación eléctrica. Julio de 2023 Diciembre 2050. *UPME*.

UPME - Resolución 281 del 2015; «Por el cual define el limite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala», UPME.

Vélez Torres, I., Adrián, C., Flórez, C., Lenin, J., De Demanda, M.-S., Martínez -Subdirección De, J., Mauricio, E., De Hidrocarburos, P.-S., Amaris De Arco, A., Andrade, F., González, O., William, G., Martínez, A., Montaña, D., Ingrid, S., Quiroga, G., David, C., David, R., Serrato, A., … Ramos, D. (2023). Actualización Plan Energético Nacional (PEN) 2022-2052. *UPME*. https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/PEN-2052.aspx

XM. (2024). *Paratec - Parámetros técnicos del SIN*. XM. https://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/Default.aspx

Zuluaga Mazo, A., Gómez Montoya, R. A., & Fernández Henao, S. A. (2014). Logisticals indicators in the supply chain as support to scor model. *Revista Clío América. Enero-Junio*, *8*(15), 90-110. https://doi.org/10.21676/23897848.832

Agudelo, M., & Vargas, M. (2023). *Propuesta de mejoramiento para los procesos logísticos en la empresa "Transporte de carga y mensajería Villa Vargas" en el municipio de Villanueva, Casanare.* Bogota D.C.

American Psychological Association. (2021). *Manual de publicaciones de la American Psychological Association* (4 ed.). (G. M. Zarco, Ed., & A. N. Ravelo, Trad.) Colombia: El Manual Moderno.

Ávila, A. (2015). *Análisis de proyectos de construcción.* USA: Editorial Elearnining, S.L. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=btNWDwAAQBAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Baca, G. (2010). *Evaluación de proyectos.* McGraw-Hill.

Bauce, G. (2007). El problema de investigación. (U. C. Venezuela, Ed.) *Revista de la Facultad de Mediciona, 30*(2), 115-118.

Brito, P. (2011). *www.academia.edu.* Obtenido de https://www.academia.edu/12004770/Criterios_de_Evaluaci%C3%B3n_para_Problemas_de_Investigaci%C3%B3n

Cachon, G., & Terwiesch, C. (2013). *Matching supply with demand, an introduction to operations management.* New York: McGraw-Hill Irwin.

DANE. (2021). *www.dane.gov.co*. Obtenido de www.dane.gov.co: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/nacimientos-y-defunciones

Fedearroz. (2017). *www.fedearroz.com.co.* Obtenido de Federación Nacional de Arroceros - Fondo nacional del Arroz.: http://www.fedearroz.com.co/doc_economia/Libro%20Censo%20General.pdf

Gallegos, C., & Lobato, P. (s.f.). *Pontificia Universidad Católica de Chile.* Obtenido de //efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://comunicacionacademica.uc.cl/images/recursos/espanol/escritura/recurso_en_pdf_extenso/17_Como_elaborar_una_conclusion.pdf

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación.* México: Mc Graw Hill.

IONOS. (10 de Octubre de 2020). *IONOS Digital Guide*. Obtenido de Modelo SCOR: definición y funciones: https://www.ionos.es/digitalguide/online-marketing/vender-en-internet/modelo-scor/#c294746

Anexos

Anexo A. Listado de productos

Item.	Brand	Product	Description Spanish	Unit	Container capacity (40' HC)	Unit Price FOB (USD)	Delivery time (days)	Total Price 40'HQ (FOB) (USD)	Stock MW	Qty Stock (pc)
1	RUNERGY	PV MODULE	Panel solar Mono PERC 450W. Ref. HYWH120-P8. Incluido en la lista TIER 1. IP68. Efc. 21,5%. No. Celdas 120(6x20). Peso: 24kg. Dim 1908 × 1134 × 30mm	pc	864	$61.31	45	$52,974.00	10	222223
2	RUNERGY	PV MODULE	Panel solar Mono PERC 545W. Ref. HYWH144P8. Incluido en la lista TIER 1. IP68. Efc. 21,5%. No. Celdas 144(6x24). Peso: 33,6kg. Dim 2278 × 1134 × 30mm	pc	720	$74.26	45	$53,464.50	10	183487
3	RUNERGY	PV MODULE	HY-DH144P8 TIER-1 Tipo P MONO PERC PANEL SOLAR 550W. IP68. Ef. 21,7%. No. Celdas 144(6x24). Peso: 27.6kg. Dim 2278 × 1134 × 30mm	pc	720	$68.75	45	$49,500.00	10	181819
4	RUNERGY	PV MODULE	HY-DH144N8 TIER-1 Tipo N Bifacial PERC PANEL SOLAR 575W. IP68. Ef. 22,6%. No. Celdas 144(6x24). Peso: 32kg. Dim 2278 × 1134 × 30mm	pc	720	$76.91	45	$55,372.50	10	173914
5	RUNERGY	PV MODULE	HY-DH144N9 TIER-1 Tipo N Bifacial PERC PANEL SOLAR 610W. IP68. Ef. 22,8%. No. Celdas 144(6x24). Peso: 33kg. Dim 2382 × 1134 × 30mm	pc	720	$91.50	45	$65,880.00	10	163935
6	RUNERGY	PV MODULE	Panel solar Bifacial PERC 650W. Ref. HY-DH132P10 . Incluido en la lista TIER 1. IP68. Ef. 21,4%. No. Celdas 132(6x22). Peso: 38.7kg. Dim 2382 × 1303 × 35mm	pc	558	$91.81	45	$51,231.38	10	153847
7	UV CELL SOLAR	PV MODULE	Sunova - TIER-1 Tipo N 650W	pc	558	$115.78	45	$64,605.94	10	153847

Item.	Brand	Product	Description Spanish	Unit	Container capacity	Unit Price FOB	Delivery time	Total Price 40'HQ (FOB)	Stock	Qty Stock
			Mono PERC Bifacial, IP68. Ef. 21,6%. No. Celdas 132(6x22). Peso 33,6kg. Dim 2384 × 1303 × 35mm							
8	RUNERGY	PV MODULE	Panel solar Mono PERC 660W. Ref. HYWH144P8. Incluido en la lista TIER 1. IP68. Ef. 21,6%. No. Celdas 132(6x22). Peso: 33,6kg. Dim 2384 × 1303 × 35mm	pc	558	$100.65	45	$56,162.70	10	151516
9	RUNERGY	PV MODULE	HYWH132P10 TIER-1 Tipo P 660W Mono PERC Bifacial, IP68. Ef. 21,6%. No. Celdas 132(6x22). Peso 33,6kg. Dim 2384 × 1303 × 35mm	pc	558	$101.48	45	$56,623.05	10	151516
10	RUNERGY	PV MODULE	HYWH132P10 TIER-1 Tipo P 670W Mono PERC monofacial, IP68. Ef. 21,6%. No. Celdas 132(6x22). Peso 33,6kg. Dim 2384 × 1303 × 35mm. 31 unds/Pallet, 558 unds/40' HC	pc	558	$87.94	45	$49,069.13	10	149254
11	HUASUN	PV MODULE	Panel solar Bifacial HJT 720W. Ref. Himalaya G12. Incluido en la lista TIER 1. IP68. Ef. 23,18%. No. Celdas 132(6x22). Peso: 38,7kg. Dim 2384 × 1303 × 35mm	pc	558	$117.00	45	$65,286.00	10	138889
12	RISEN	PV MODULE	Panel solar Bifacial HJT 720W. Ref. HYPER-ION. Incluido en la lista TIER 1. IP68. Ef. 23%. No. Celdas 132(6x22). Peso: 37.5kg. Dim 2384 × 1303 × 33mm	pc	594	$107.25	45	$63,706.50	10	139861

Tabla 43: Detalle de inventario de paneles solares. (Bolívar Energy LLC SAS)

Item.	Brand	Product	Description Spanish	Unit	Container capacity	Unit Price FOB	Delivery time	Total Price 40'HQ (FOB)	Qty Stock
13	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 3K~6KTLM-G3 Inversor hibrido monofásico DUAL MPPT. 110-276Vac. IP65. Peso 10kg. Dim 349x344x164mm.	pc	1008	$412.50	60	$415,800.00	6000
14	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 7K~10.5KTLM-G3 Inversor hibrido monofásico. 110-276Vac. IP65. Peso 18.5kg. Dim 468x380x187mm.	pc	672	$718.75	60	$483,000.00	2858
15	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 12KTLX-G3 Inversor hibrido trifásico. 310-480Vac. IP65. Peso 18.5kg. Dim 468x380x187mm.	pc	672	$968.75	60	$651,000.00	2858
16	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 15KTLX-G3-LV Inversor hibrido trifásico, 3 MPPT. 127/220Vac.43.4A. IP65. Peso 36kg. Dim 585x480x220mm.	pc	432	$1,361.25	60	$588,060.00	2000
17	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR HYD 3000-EP Inversor hibrido trifásico. 208-415Vac. IP65. Peso 33kg. Dim 589x515x261mm.	pc	1008	$1,068.75	60	$1,077,300.00	10000
18	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR HYD 3680-EP Inversor hibrido trifásico. 208-415Vac. IP65. Peso 33kg. Dim 589x515x261mm.	pc	1008	$1,100.00	60	$1,108,800.00	8153
19	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR HYD 4000-EP Inversor hibrido trifásico. 208-415Vac. IP65. Weight 33kg. Dim 589x515x261mm.	pc	1008	$1,156.25	60	$1,165,500.00	7500
20	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR HYD 5000-EP Inversor hibrido trifásico. 208-415Vac. IP65. Peso 33kg. Dim 589x515x261mm.	pc	1008	$1,212.50	60	$1,222,200.00	6000
21	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR HYD 6000-EP Inversor hibrido trifásico. 208-415Vac. IP65. Peso 33kg. Dim 589x515x261mm.	pc	1008	$1,237.50	60	$1,247,400.00	5000
22	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR HYD 10KTL-EP Inversor hibrido trifásico. 208-415Vac. IP65. Peso 33kg. Dim 589x515x261mm.	pc	672	$2,212.50	60	$1,486,800.00	3000
23	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR HYD 15KTL-EP Inversor hibrido trifásico. 208-415Vac. IP65. Peso 33kg. Dim 589x515x261mm.	pc	432	$2,537.50	60	$1,096,200.00	2000
24	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR HYD 20KTL-EP Inversor hibrido trifásico. 208-415Vac. IP65. Peso 33kg. Dim 589x515x261mm.	pc	432	$2,868.75	60	$1,239,300.00	1500
25	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 15KTLX-G3 Trifásico / 2MPPT.Wi-Fi,ESS 15kW. 15kVA@45°C Nominal 230/400Vac. 24A Peso 20kg. IP65 Dim 520x430x189mm	pc	432	$980.00	60	$423,360.00	2000
26	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 30KTLX-G3 Trifásico/ 3 MPPT. Wi-Fi,ESS 30kW. 30kVA@45°C Nominal 230/400Vac. 51.5A Peso 36kg. IP65 Dim 520x480x220mm	pc	280	$1,437.50	60	$402,500.00	1000

Item.	Brand	Product	Description Spanish	Unit	Container capacity	Unit Price FOB	Delivery time	Total Price 40'HQ (FOB)	Qty Stock
27	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 50KTLX-G3 Trifásico/ 3 MPPT. Wi-Fi,ESS 50kW. 50kVA@45°C Nominal 230/400Vac. 83A Peso 37kg. IP65 Dim 520x480x220mm	pc	280	$1,763.75	60	$493,850.00	600
28	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 60KTLX-G3 Trifásico/ 6 MPPT. Wi-Fi,ESS 60kW. 60kVA@45°C Nominal 310/480Vac. 100A Peso 50kg. IP65 Dim 687x561x275mm	pc	176	$2,351.25	60	$413,820.00	500
29	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 100KTLX-G4(ESS) 3-phase/10MPPT,40A,Wi-Fi,ESS 100kW. 100kVA@45°C # Seguidor del punto de máxima potencia:10 Entrada (DC): Max 1100V. Nominal 625V.10x40A Salida(AC):152A@380V/145@400V/ 139,2@415V.	pc	92	$3,876.25	60	$356,615.00	300
30	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 125KTLX-G4(ESS) INVERSOR 3-phase/10MPPT,40A,Wi-Fi,ESS 110kW. 125kVA@45°C # Seguidor del punto de máxima potencia:10 Entrada (DC): Max 1100V. Nominal 625V.10x40A Salida(AC):152A@380V/145@400V/ 139,2@415V.	pc	92	$4,180.00	60	$384,560.00	273
31	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 255KTLX0 Inversor trifásico/12 MPPT,Wi-Fi,ESS 255kW. 255kVA@45°C Entrada (CC): Máx. 1500V. 8*60A Salida (CA): 800V. 184A Dim (ancho x alto x profundidad) 1100.5×713.5×368 mm Peso 99kg	pc	88	$4,375.00	60	$385,000.00	273
32	SOFAR	Hybrid Inverter	SOFAR 350KTLX0 Inversor trifásico/8MPPT,Wi-Fi,ESS 350kW. 350kVA@45°C Entrada (CC): Máx. 1500V. 8*60A Salida (CA): 800V. Artículo 254A Dim (ancho x alto x profundidad) 1159×828×366 mm Peso 113kg	pc	88	$6,625.00	60	$583,000.00	273

Tabla 44: Detalle de inventario de inversores. (Bolívar Energy LLC SAS)