



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
**Escuela Superior de Tepeji**

**“MEJORAS EN LA GESTIÓN DE ALMACÉN E INVENTARIOS  
PARA LA INDUSTRIA FOTOVOLTAICA”**

**TESIS**

Que para obtener el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial

**Presenta**

Missael Dominguez Martínez

**Asesores**

Dra. Ma. De Lourdes Elena García Vargas

Tepeji del Rio. Junio del 2019



C. Missael Domínguez Martínez  
Candidato a Licenciado en Ingeniería Industrial  
PRESENTE

Por este conducto le comunico el jurado que fue asignado a su proyecto terminal de carácter profesional denominado: **Mejoras en la gestión de almacén e inventarios para la industria fotovoltaica** con el cual obtendrá el título de Licenciado en Ingeniería Industrial y que después de revisarlo, han decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado

PRESIDENTE: DRA. MA. DE LOURDES  
ELENA GARCIA VARGAS  
SECRETARIO: MTRO. RODRIGO BARRETO  
VALDEZ  
PRIMER VOCAL: MTRO. HECTOR DANIEL  
MOLINA RUIZ  
SEGUNDO VOCAL: ING. JIMÉNEZ  
HERNÁNDEZ HUGO  
TERCER VOCAL: ING. LUIS REY RUIZ  
RAMIREZ  
SUPLENTE 1: MTRO. ZAVALA  
CAMPUZANO ARTURO  
SUPLENTE 2: DR. GERARDO REYES RUIZ

Sin otro particular reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE  
"AMOR ORDEN Y PROGRESO"  
Tepeji del Río, Hidalgo, 10 de junio 2019

Ing. Martín Ortiz Granillo  
Director



Avenida del Maestro No. 41, Colonia Naxitongo  
Segunda Sección, Tepeji del Río de Ocampo,  
Hidalgo, México, C.P. 42855  
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 ext. 5850  
asetr@uueh.edu.mx

[www.uueh.edu.mx](http://www.uueh.edu.mx)



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A CONACYT**

Este trabajo fue realizado con el soporte financiero del fondo de proyectos de desarrollo científico para atender problemas nacionales, a través del proyecto denominado “Propuesta de un modelo de innovación basado en la Economía Nacional del Conocimiento”.

A la UAEH, Escuela Superior de Tepeji.

A mi asesora la Dra. María de Lourdes Elena García Vargas, a todos los académicos de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, a mis amigos y compañeros.

A Dios, a mis padres y hermana, quienes han sido la guía y el camino para llegar a este punto de mi carrera, que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento me motivaron a seguir y llegar al objetivo final.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	1
<b>Planteamiento del problema .....</b>	4
<b>Objetivo general.....</b>	5
<b>Objetivos específicos .....</b>	5
<b>Justificación .....</b>	6
<b>CAPITULO 1. MARCO REFERENCIAL.....</b>	7
<b>ANTECEDENTES.....</b>	8
<b>Industria fotovoltaica .....</b>	8
<b>Almacén e inventarios.....</b>	16
<b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>	20
<b>Almacén e inventarios.....</b>	20
Inventario .....	20
Almacén .....	20
Tipos de almacén .....	20
Almacenamiento.....	22
Recepción de la mercancía .....	22
Pre-embalaje .....	22
Put-away .....	22
Order picking .....	22
División y agrupación .....	22
Despacho .....	22
Tamaño de los almacenes .....	23
<i>Funciones del almacén:.....</i>	23
Ubicación .....	23
<i>Zonas de almacén: .....</i>	24
Gestión de almacén .....	24
Exactitud del inventario .....	25
Movimiento de materiales .....	25
Seguridad en almacenes.....	25
<b>Industria fotovoltaica .....</b>	26
Sistema fotovoltaico .....	26

Sistema fotovoltaico autónomo o aislado .....	26
Sistema fotovoltaico interconectado.....	26
Panel solar .....	26
Celda solar .....	27
Celda Monocristalina.....	27
Celda Policristalina.....	27
Celda Amorfa .....	27
Celda esférica .....	27
Inversor .....	28
Batería.....	28
Instalación Fotovoltaica.....	28
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>29</b>
<b>Círculos de poder .....</b>	<b>29</b>
Flexibilidad .....	29
Diseño .....	30
Sencillez y Variabilidad .....	30
Jalar-Empujar.....	30
<b>Círculo de entrega .....</b>	<b>31</b>
Calidad .....	31
Tiempo .....	31
Costo.....	32
<b>5 fuerzas de Porter .....</b>	<b>32</b>
Ingreso de nuevos competidores .....	32
Amenaza de sustitutos .....	33
Poder de negociación de los clientes .....	33
Poder de negociación de los proveedores .....	34
<b>Métodos y herramientas de análisis y mejora.....</b>	<b>35</b>
Planeación de la demanda.....	35
Análisis ABC .....	35
Pronósticos.....	36
Metodología 5 S's .....	40
<b>CAPITULO 2. MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>42</b>

<b>CAPITULO 3. RESULTADOS .....</b>	46
<b>PROPUESTAS .....</b>	82
<b>Metodología 5 S's .....</b>	82
<b>Indicadores de gestión.....</b>	92
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	94
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la capacidad de energía solar fotovoltaica acumulada por región. .8
Figura 2. Evolución de la capacidad de energía solar fotovoltaica acumulada por países. 8
Figura 3. Radiación solar en el mundo (horas pico).....12
Figura 4. Radiación solar en México (horas pico).....12
Figura 5. Inversión mundial en energía solar.....14
Figura 6. Crecimiento de la capacidad instalada en Energías Limpias .....15
Figura 7. Crecimiento en generación de Energía limpia .....15
Figura 8. Evolución histórica de la Energía Fotovoltaica .....16
Figura 9. Panel solar .....26
Figura 10. Celda Monocristalina.....27
Figura 11. Celda Policristalina.....27
Figura 12. Instalación Fotovoltaica. ....28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cursograma del proceso de producción .....	50
Tabla 2. Listado de productos. ....	51
Tabla 3. Bitácora de Control Interno.....	52
Tabla 4. Inventario Diario. ....	56
Tabla 5. Reporte mensual. ....	60
Tabla 6. Reporte Anual. ....	63
Tabla 7. Análisis ABC.....	66
Tabla 8. Artículos clasificados del tipo A. ....	68
Tabla 9. Calculo de pronósticos-Módulo Policristalino 18V 100W. ....	70
Tabla 10. Cálculo de pronósticos-Modulo Policristalino 36V 320W. ....	71
Tabla 11. Calculo de pronósticos-Modulo Policristalino 32V 265W. ....	72
Tabla 12. Calculo de pronósticos-Modulo Policristalino 12V 150W. ....	73
Tabla 13. Calculo de pronósticos-Modulo Monocristalino 36V 340W. ....	74
Tabla 14. Medida del error-módulo policristalino 18v 100w. ....	75
Tabla 15. Medida del error-módulo policristalino 36v 320w. ....	76
Tabla 16. Medida del error-módulo policristalino 32v 265w. ....	76
Tabla 17. Medida del error-módulo policristalino 12v 150w. ....	77
Tabla 18. Medida del error-módulo Monocristalino 36v 340w. ....	77
Tabla 19. Descripción de Puesto. ....	90
Tabla 20. Descripción de puesto. ....	91

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1. Distribución de planta.....	47
Ilustración 2. Diagrama de flujo del proceso de producción.....	48
Ilustración 3. Clasificación y Descarte, Metodología 5'S. ....	83

## ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Ejemplo de Reporte Mensual.....	61
Grafica 2. Reporte Anual.....	64
Grafica 3. Análisis ABC.....	67
Grafica 4. Comparativo Demanda-Pronóstico Modulo Policristalino 18V 100W.....	70
Grafica 5. Comparativo Demanda-Pronóstico del Módulo Policristalino 36V 320W.....	71
Grafica 6. Comparativo Demanda-Pronóstico del Módulo Policristalino 32V 265W.....	72
Grafica 7. Comparativo Demanda-Pronóstico del Módulo Policristalino 12V 150W.....	73
Grafica 8. Comparativo Demanda-Pronóstico del Módulo Monocristalino 36V 340W.....	74

## **GLOSARIO DE TERMINOS**

**Empresa:** Es una unidad socio-económica entregada por recursos estructurados bajo una determinada organización, que utiliza la administración para el logro de sus objetivos (Machuca, 1995).

**Operaciones:** Cantidad de actividades o tareas que se necesitan para realizar un determinado producto. Cantidad de trabajo que es necesario para llevar a cabo la función de la producción (Machuca, 1995).

**Producción:** Es el conjunto de actividades que se realizan para proporcionar productos o servicios. Proceso de la materia prima, es llamado también conversión. Es la adición de valor a un bien producto o servicios por efecto de una transformación (Steven, 2000).

**Producir:** Extraer o modificar los bienes con el objetivo de volverlos aptos para satisfacer ciertas necesidades (Stevenson, 1999).

**Sistema:** Es el conjunto de elementos reunidos entre ellos o sus atributos conectados y relacionados entre sí y con el medio ambiente, que persiguen un objetivo común (Roger, 2005).

**Sistema productivo:** Un sistema de producción comienza a tonar forma desde que se formula un objetivo y se elige un producto que va a comercializarse (Steven, 2000).

**Producto:** Necesita de un procedimiento específico, el cual debe ser lo más económico posible, teniendo en cuenta la capacidad del sistema de producción (Roger, 2005).

**Fotovoltage:** Es la generación de un voltaje en las terminales de una celda solar debido a la absorción de luz (Lasnier, 2002).

**FV:** Fotovoltaico o Fotovoltaica

**Watt:** Unidad de potencia eléctrica equivalente a un joule por segundo, según el sistema internacional de medición (Lasnier, 2002).

**GW:** (Giga Watt) Una unidad de potencia en el Sistema Internacional, igual a mil millones de vatios (Merriam, 2019).

**Feedback (retroalimentación):** El cual se refiere a la capacidad de reforzar un comportamiento positivo que se desea que se repita en el tiempo y en este caso, hablamos de retroalimentación (feedback) positivo o de apoyo; o señalar un comportamiento o conducta que la persona necesita modificar, en este caso, hablamos de retroalimentación (feedback) negativo o correctivo (Rodríguez, 2014).

**Megavatios:** Es una unidad de potencia en el Sistema Internacional equivalente a un millón de vatios;  $1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W}$ . Se emplea para medir potencias grandes, donde las cifras del orden de los cientos de miles no resultan significativas (Educalingo, 2016).

**Radiación solar directa:** Es la que llega directamente del foco solar. Sin reflexiones o refracciones intermedias (Santos, 2015).

**Radiación solar difusa:** Es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en la atmósfera, en las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres (Santos, 2015).

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el aprovechamiento de las energías renovables ha crecido de manera importante en los últimos años. La volatilidad de los precios de los combustibles convencionales, la lucha contra el cambio climático y la búsqueda de nuevas oportunidades de negocio son algunos de los factores que han impulsado este crecimiento. Se estima que en 2015 se alcanzó una capacidad instalada para la generación de electricidad a partir de energías renovables cercana a los 1,849 GW a nivel mundial.

Ante la notable evidencia que hoy en día el mundo sufre a causa del cambio climático, muchos de los países desarrollados han optado por el uso de las energías alternativas. Una de ellas; la energía fotovoltaica, que continua siendo la fuente de poder de rápido crecimiento, con un 70% de incremento. Como resultado de la preocupación medioambiental, se observa un mercado en pleno desarrollo en diferentes países.

La Tierra recibe del sol una cantidad enorme de energía: con la energía que se recibe del sol durante un solo día se podría cubrir la demanda energética mundial actual por más de 20 años. El sol provee energía en forma de radiación, la cual es la base de toda la vida en la tierra. En el centro de sol la fusión transforma el hidrógeno en helio, durante este proceso, partes de la masa solar son transformadas en energía. Por lo tanto el sol es un reactor de fusión inmenso (Review, 2017).

Por la gran distancia que existe entre la tierra y el sol, solo una pequeña parte (aproximadamente 2 partes por millón) de la radiación solar alcanza la superficie terrestre, esto corresponde a una cantidad de energía del orden de  $1 \times 10^{18} \text{ kwh}$  por año. La intensidad de la radiación solar fuera de la atmósfera depende de la distancia entre la tierra y el sol, durante el curso del año esta puede variar entre  $1.47 \times 10^8 \text{ km}$  y  $1.52 \times 10^8 \text{ km}$ . Por lo que la irradiación varía entre  $1325 \text{ W/m}^2$  y  $1412 \text{ W/m}^2$ . (Planning and Installing Photovoltaic Systems, 2005).

En algunas partes del mundo esta radiación no puede alcanzar la superficie terrestre ya que se alcanza un aproximado de  $1000\text{ W/m}^2$  bajo buenas condiciones ambientales, a medio día y a nivel del mar.

La potencia de la radiación que se recibe del sol sobre la superficie terrestre en condiciones óptimas (días sin nubes e incidencia normal sobre el área de medición) es de aproximadamente  $1\text{ KW/m}^2$ . A este valor se le conoce como potencia de radiación pico, por lo tanto podemos ver que la energía mencionada es equivalente a tener de 5 a 6 horas pico (Planning and Installing Photovoltaic Systems, 2005).

México es un país privilegiado con el nivel de radiación solar que recibe y que potencialmente podría convertir de energía solar a energía eléctrica y/o calorífica. La estructura de las fuentes que conforman la oferta interna bruta de energía en México ha permanecido prácticamente constante en los últimos años. Sin embargo, la oferta de energía ha ido en ascenso, pasando de casi 8,000 petajoules en 2005, a poco más de 10,500 PJ en 2015 (Planning and Installing Photovoltaic Systems, 2005).

De acuerdo a Rosell, las empresas ubicadas dentro del ramo de la industria fotovoltaica han aumentado de manera potencial alrededor del mundo y en México no es la excepción, principalmente gracias a la caída de los precios en los módulos solares y del aumento de la demanda de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica.

Otro de los factores que ha impulsado el crecimiento fotovoltaico son las políticas públicas en medio ambiente y desarrollo sustentable, así como la implantación de estos sistemas en las zonas rurales, las cuales han tenido un incremento en comparación con las diferentes zonas existentes en México.

La variedad de productos que ofrecen las empresas dedicadas a la producción, venta y reventa de todos los productos necesarios para la instalación de un sistema fotovoltaico exige tener una buena gestión dentro de todas las áreas de la organización a fin de lograr posicionarse en un buen lugar dentro del exigente mercado. Paneles solares de diferentes medidas, baterías, celdas solares,

estructuras, entre una amplia variedad de productos y materiales que son requeridos de diferentes partes del mundo para la fabricación y venta de dichos utensilios fotovoltaicos, requieren tener un resguardo y almacenamiento adecuado, principalmente por las características que constituyen a los mismos (E. Silver, 1998).

Es por ello que el almacén dentro de las empresas dedicadas al ramo fotovoltaico, juega un papel muy importante y representa un área de potencial oportunidad a fin de mejorar el posicionamiento, así como el aumento de la productividad exigida por el mismo mercado y la necesidad de satisfacción en la demanda que día con día se incrementa potencialmente.

Recordando monetariamente lo que representa el almacén en la organización y la inversión que se hace en la compra de los diferentes materiales para la producción y venta, es importante considerar que la mala gestión de esta área puede afectar notablemente las utilidades y por consiguiente condena el crecimiento y desarrollo dentro de la industria. El siguiente trabajo se desarrolló con información cualitativa y cuantitativa, el cual está enfocado en las mejoras que se pueden desarrollar aprovechando las áreas de oportunidad identificadas en el proceso de gestión de almacén e inventarios dentro de la industria fotovoltaica, el impacto que dicha sección de la empresa tiene es fundamental dentro de la organización para el cumplimiento y desarrollo de objetivos que se reflejan notablemente en los costos y utilidades.

## Planteamiento del problema

La organización cuenta con un almacén en donde se resguardan materias primas, productos terminados, refacciones, equipo y materiales. El proceso en el área tiene algunos sectores de oportunidad gracias al mal manejo en la gestión del almacén, lo cual ha originado la generación de ciertas problemáticas como:

- Falta de materia prima
- Daños en los productos, equipos y materiales resguardados
- Entregas incompletas
- Demora en las entregas
- Insatisfacción con los clientes
- Pérdida de clientes
- Baja satisfacción de la demanda
- No se cuenta con stocks de seguridad
- Almacenamientos innecesarios
- Almacenamientos incorrectos
- Paros no planeados
- Sobreestimación del inventario
- Requerimiento de materiales apresurados

## **Objetivo general**

Mejorar la gestión del almacén en una empresa del ramo fotovoltaico, a fin de impactar en los costos y utilidades de manera favorable así como en la calidad de los productos y satisfacción de los clientes, mediante la aplicación de herramientas, técnicas y metodologías.

## **Objetivos específicos**

- Conocer y analizar el proceso de gestión de almacén dentro de la empresa a fin de detectar las áreas de oportunidad.
- Evaluar y proponer las posibles mejoras a realizar para reducir y corregir las problemáticas identificadas.
- Determinar las herramientas, técnicas o metodologías que puedan aportar un mayor beneficio económico y de gestión para la empresa.
- Evaluar la factibilidad de las propuestas recomendadas para el proceso de gestión de Almacén.

## **Justificación**

El almacén dentro de una organización representa uno de los activos más importantes, ya que existen además de materia prima, productos en proceso, productos terminados o mercancías, materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados, empaques, envases e inventarios en tránsito, por ello es de vital importancia llevar a cabo una buena gestión la cual se define como el proceso de la función logística que trata la recepción, el almacenamiento y el movimiento dentro de un mismo almacén hasta un punto de consumo de cualquier producto, así como el tratamiento e información de los datos generados. Esto puede impactar de manera directa en los costos de producción así como en la calidad de nuestros productos. Otro de los aspectos a resaltarse es la relación y el impacto que puede tener el almacén con otras áreas de la empresa, principalmente con el área de producción y ventas. Es por ello que implementar una buena gestión de almacén permite tener un control, resguardo y confiabilidad en nuestros inventarios con una alta eficiencia, lo cual conlleva a que se reduzcan y eliminen las demoras en tiempos de entrega, faltantes para abastecimiento de materia prima, paros no planeados por falta de refacciones, reclamaciones a causa de un mal resguardo de productos, consiguiendo así la reducción de nuestros costos, optimización, conformidad y satisfacción de los clientes, aumento de la demanda así como en la calidad de los productos y principalmente se pretende tener un mejor nivel de rotación el inventario que indica la generación de utilidades para la empresa. El buen manejo del proceso global de gestión en el almacén e inventarios, al igual permite a la empresa posicionarse y competir en el duro mercado de la industria fotovoltaica, considerando el acelerado desarrollo que se ha tenido dentro de los últimos años, y por lo tanto esto impulsa de manera conjunta el crecimiento y adaptación que se debe tomar en cuenta dentro del mercado de las energías renovables, específicamente en el de la fotovoltaica.

## **CAPITULO 1. MARCO REFERENCIAL**

## ANTECEDENTES

### Industria fotovoltaica

La Energía Solar como una alternativa energética para un Desarrollo Sostenible significa la protección del planeta. El sol es una fuente inagotable y limpia para la generación eléctrica, plantas de generación aisladas, para autoconsumo o plantas conectadas a la red son el futuro para este desarrollo. El crecimiento de la energía solar Fotovoltaica en el siglo XXI está teniendo un acelerado avance tecnológico y económico. La energía es el motor de los avances económicos en este siglo.

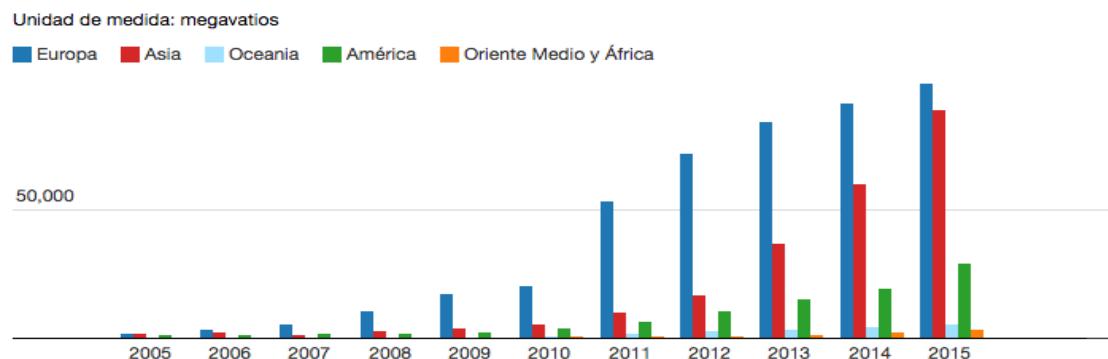
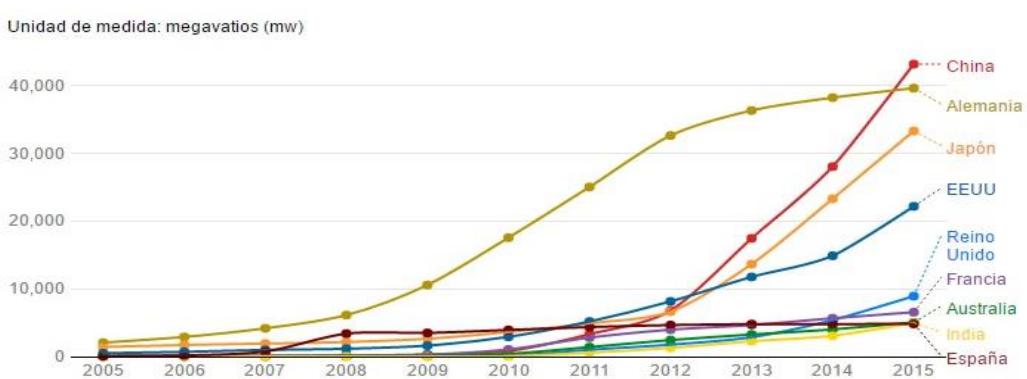


Figura 1. Evolución de la capacidad de energía solar fotovoltaica acumulada por región.

Nota: América se encuentra solo por debajo de Europa y Asia.

Fuente: [www.centralenergia.com](http://www.centralenergia.com)



Source: IRENA

Figura 2. Evolución de la capacidad de energía solar fotovoltaica acumulada por países.

Nota: China posee el primer lugar en desarrollo y aprovechamiento fotovoltaico, exportando módulos y celdas solares a todo el mundo.

Fuente: [www.centralenergia.com](http://www.centralenergia.com)

El efecto fotovoltaico fue reconocido por primera vez en 1839 por el físico francés Alexadre-Edmond Becquerel. Sus estudios sobre el espectro solar, magnetismo, electricidad y óptica son el pilar científico de la energía fotovoltaica. En 1883 el inventor norteamericano Charles Fritts construye la primera celda solar con una eficiencia del 1%, la cual fue construida utilizando como semiconductor el Selenio con una muy delgada capa de oro. Debido al alto costo de esta celda se utilizó para usos diferentes a la generación de electricidad. Las aplicaciones de la celda de Selenio fueron para sensores de luz en la exposición de cámaras fotográficas. La celda de Silicio que hoy en día utilizan proviene de la patente del inventor norteamericano Russell Ohl. Fue construida en 1940 y patentada en 1946 (Fotovoltaicos, 2016).

La época moderna de la celda de Silicio llega en 1954 en los laboratorios Bells, accidentalmente experimentando con semiconductores se encontró que el Silicio con algunas impurezas era muy sensitivo a la luz. La primera utilización práctica de la generación de energía con celdas fotovoltaicas fue en los dos primeros satélites geoestacionarios de URSS y USA, donde desarrollaron el primer panel solar fotovoltaico para dicho uso espacial, su aplicación inicial era la de alimentar autónomamente los equipos de comunicaciones de los satélites. En el mismo año los laboratorios de la fuerza aérea obtuvieron una célula de heterounión con el gran impulso de eficiencia obteniendo 6% (Fotovoltaicos, 2016).

La primera nave espacial que usó paneles solares fue el satélite norteamericano Explorer 1, lanzado en Febrero del año 1958, este evento generó un gran interés en la producción y lanzamiento de satélites geoestacionarios para el desarrollo de las comunicaciones, en los que la energía provendría de un dispositivo de captación de la luz solar. Fue un desarrollo de gran importancia que estimuló la investigación buscando paneles cada vez más eficientes y motivó a la industria de tecnología. El primer mercado de los paneles fotovoltaicos fue entonces dirigido al sector aeroespacial.

En 1960 varios autores, entre los que se incluye el premio nobel Schockley, desarrollaron la teoría fundamental de la célula solar en todos sus aspectos más

relevantes: Materiales, espectro de la radiación, temperatura, termodinámica y eficiencia.

Con la entrada de la celda de Silicio a la industria, comienza el desarrollo de tecnologías en la producción. El primer paso fue y aún lo es, buscar paneles más eficientes, esto se logró en 1970, la primera célula solar con heteroestructura de arseniuro de galio (GaAs) y altamente eficiente se desarrolló en la Unión Soviética por Zhore Alferov y su equipo de investigación (Martinez, 2017).

Los módulos de alta eficiencia para uso aeroespacial son del orden del 20% de eficiencia. Esto es en referencia a la radiación solar sobre la superficie terrestre, al vacío la eficiencia es mucho mayor. Con este dato, cada una de las estructuras proporcionaría alrededor de 170 *Kw/h* y la generación de las 16 estructuras estaría en alrededor de *2,7 megavatios/hora*. Esto si los módulos fotovoltaicos estuvieran sobre la superficie terrestre (Review, 2017).

En 1972 suceden dos hechos importantes: El primero es la creación de la Agencia de Desarrollo e Investigación en Energía (USA), la primera organización promovida y sostenida por un gobierno en el mundo, y en segundo lugar, el embargo petrolífero impuesto por los productores de petróleo del Golfo Pérsico. Este hecho sacudió intensamente a los países industrializados, de modo que muchos gobiernos, iniciaron programas para favorecer la aplicación de las Energías Renovables, en especial la solar (Monera, 2015).

Hasta 1980 la Industria no empezó a madurar, basándose en la tecnología de células de unión pn (partículas mayoritarias y minoritarias) de Silicio. Los desarrollos fabriles en película delgada como el Silicio Amorfo (a-Si) y las heterouniones  $CuInSe_2$  encontraron dificultades insalvables al tratar de obtener módulos de tamaño comercial. Estas y algunas otras dificultades derivadas del pequeño mercado en los 80 determinaron que muchas compañías cambiaron de dueño, aunque pocas de estas empresas ubicadas en la Industria FV desaparecieron (Olmos, 2005).

En el año 1981 Arco Solar (USA) sacó al mercado el primer panel de célula de 4 pulgadas (10 cm de lado). Con esto se conseguía una mayor potencia por unidad de superficie, alcanzando potencia de hasta 47 W con la misma superficie. A continuación y rápidamente salió al mercado la célula de 5 pulgadas (12,5 cm) y 6 pulgadas (15,0 cm). Con ésta última célula la potencia de los paneles alcanzaron los 110 – 120 W de potencia nominal, utilizando para ello 36 células por panel, con una medida del mismo de 100 cm x 140 cm, de éste modo, y con las células de 4, 5 y 6 pulgadas, es decir, módulos con potencias de 47 W, 80 W y 120 W, cubrieron durante varios años, el 100% de las necesidades del mercado (Blogecohogar, 2016).

Estos módulos, durante varios años, fueron estándar en el mercado mundial, y durante éstos años y en paralelo, se incrementaba la potencia de las células, hasta conseguir un rendimiento del orden de 15%, hasta los valores actuales dónde ésta célula de 6 pulgadas, puede producir hasta 4,3-4,4 watos. Aproximadamente a mediados de los 90, se desarrolló la célula de 8 pulgadas (20cm x 20 cm), pero las dimensiones de éste módulo, de momento, hacían inviable la comercialización de los mismos. Finalmente y ante el incremento de las aplicaciones y de la potencia exigida por las mismas, a partir de 1993 se comenzaron a fabricar, con éstas células, los paneles de 24 Vcc, colocando para ello, 60-72 células en serie para alcanzar la tensión necesaria (Olmos, 2005).

Mientras las compañías en Europa y Asia iban mejorando sus procesos de fabricación y aumentando su capacidad de producción, la Industria Japonesa despegó en la producción de módulos convencionales de silicio cristalino, así como en la fabricación de células de silicio amorfo para aplicaciones del tipo pequeña escala, (relojes, calculadoras, juguetes, etc.) que llegaron al nivel de megavatios en el mercado mundial.

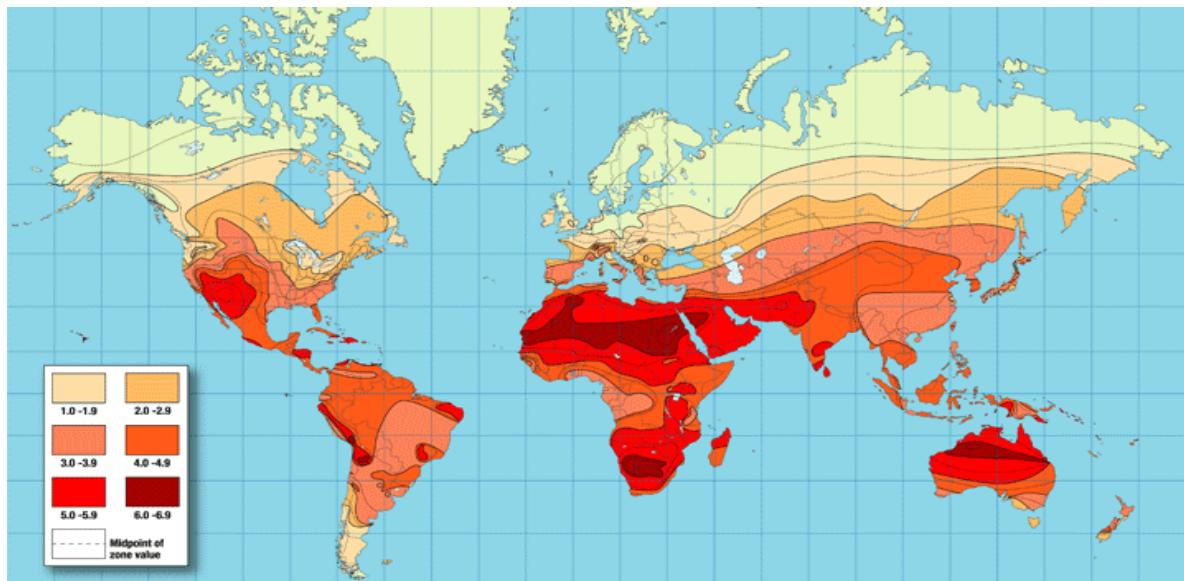


Figura 3. Radiación solar en el mundo (horas pico).

Nota: México es uno de los países que posee mayor radiación solar con 5.0 a 5.9 KWh/m<sup>2</sup>  
 Fuente: [www.centralenergia.com](http://www.centralenergia.com)

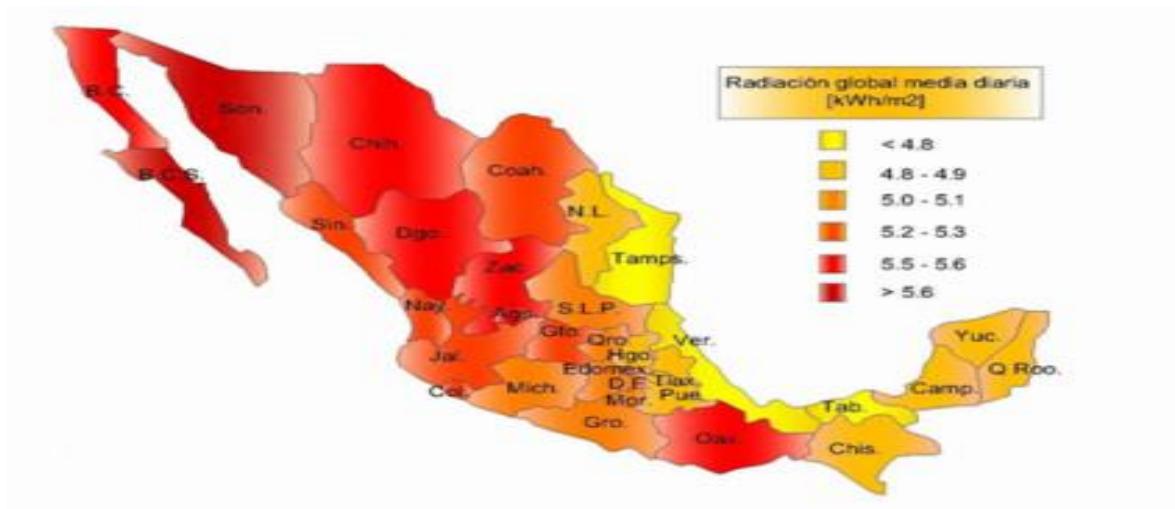


Figura 4. Radiación solar en México (horas pico)

Nota: La parte Norte de México representa la zona con mayor radiación solar.  
 Fuente: [www.centralenergia.com](http://www.centralenergia.com)

La iluminación pública mostró oportunidad para algunas industrias como un potencial mercado capaz de mantener la producción y actividad de muchas empresas, tomando en cuenta que el resultado de entrar en ese mercado, resultaría una inmediata competición con los tendidos eléctricos. Otro de los mercados potenciales y grandes oportunidades para las empresas, fue la electrificación rural en asentamientos remotos para ayudar a un tercio de la población mundial a

disponer de una modesta y significante cantidad de iluminación y comunicaciones. La mayoría de las instalaciones eran muy pequeñas del orden de 10 a 40 W, es decir, unas 100 veces menor a lo que se requiere para satisfacer una casa media dentro del mundo desarrollado, tomando en cuenta que dichos proyectos fueron financiados por agencias internacionales de ayuda. Desgraciadamente incluso con los subsidios de las agencias internacionales el costo inicial fue excesivo y así constituyó la principal barrera a su despliegue. Actualmente en los países con bajos recursos la Industria FV resulta una elección técnica y económicamente más flexible a medio y de igual manera en un largo plazo, en comparación con otras opciones, una de ellas; la red eléctrica. Además una vez puesta en marcha, las instalaciones no están sujetas las fluctuaciones de los precios de los combustibles fósiles.

En el lado opuesto de la escala de tamaños estuvieron las plantas fotovoltaicas del orden de megavatios instalados en los países desarrollados por las compañías eléctricas, funcionando como suministradores durante el mediodía y como generadores distribuidos para reducir las pérdidas de transmisión y distribución.

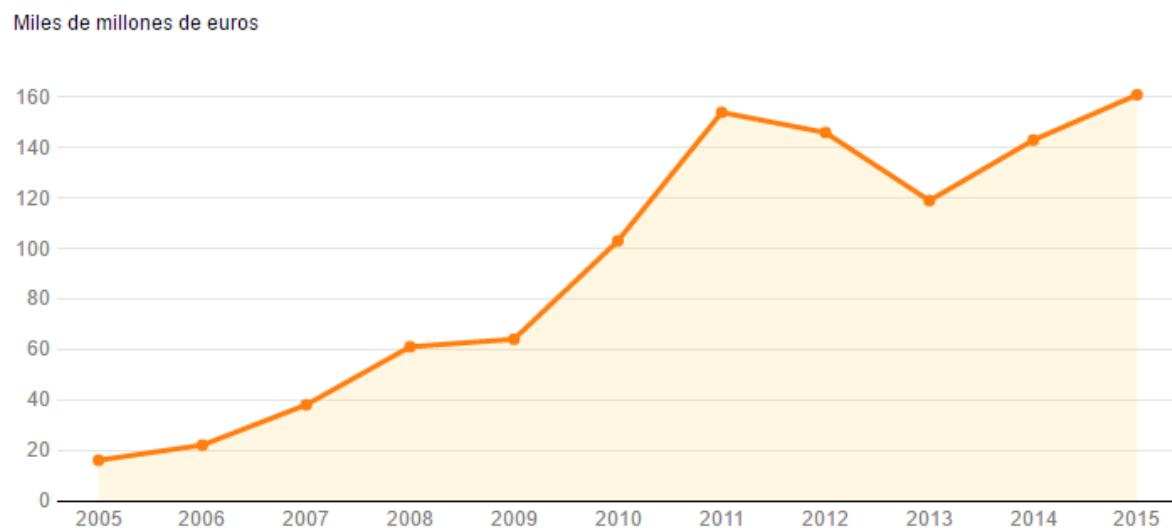
Otro campo de aplicación de relevancia para el Industria fue la integración de los módulos solares en los edificios, ya sea colocado en ventanas, fachadas, instalados en tejados, con mayor o menor fortuna en la integración, se desarrolló un mercado enorme mediante el establecimiento gubernativo de tarifas especiales a pagar por la electricidad de origen fotovoltaico generada por partículas en conexión a red.

Estas áreas de mercado, el esquema de reducción en costes y ampliación en el uso de la tecnología han logrado impulsar a la Industria FV de manera agigantada, teniendo un explosivo crecimiento en la capacidad de producción y satisfacción en la demanda, día con día ganando nuevos mercados.

En Japón el éxito también ha sido abrumador, Allí se concede una subvención del 30% del coste de la instalación y luego se remunera el consumo neto, que es la diferencia entre el consumo total y la producción propia. Sorprendentemente aun cuando el apoyo del gobierno japonés bajo, el mercado fotovoltaico en las casas particulares ha seguido creciendo de forma notable (Fotovoltaicos, 2016).

El siglo XXI nace con una premisa para el desarrollo sostenible medio-ambiental. El creciente desarrollo industrial y de consumo trae como consecuencia un deterioro del medio ambiente a través de las emisiones de  $CO_2$  y otros gases que además de destruir la capa de Ozono afectan la salud del hombre (NAP, 2007).

La protección del medio ambiente es compromiso de todos, gobiernos, personas e industrias. Hoy día vemos un gran crecimiento, tanto en la producción de paneles solares cada vez más económicos como en la implementación de grandes plantas solares conectadas a la red eléctrica.



Source: IRENA

*Figura 5. Inversión mundial en energía solar*

Nota: La inversión mundial en energía solar tiene un crecimiento y desarrollo potencial en los últimos años.

Fuente: [www.news.un.org/es/story.com](http://www.news.un.org/es/story.com)

El autoconsumo fotovoltaico es una alternativa para la reducción del  $CO_2$ , sin embargo no hay ninguna (o muy escasa) política de ayuda de cualquier tipo a los productores de autoconsumo. En este caso además de la protección del medio ambiente el directo beneficiario es el consumidor-usuario. Las instalaciones fotovoltaicas se realizan por iniciativa privada y sin ningún tipo de ayuda. El concepto del AUTOCONSUMO solar, consiste en consumir directamente la energía que se produce con los paneles solares, fundamentalmente en el mismo lugar donde se produce dicha energía. Las instalaciones son normalmente de baja

potencia, inversión reducida y por lo tanto aplicable a un gran número de usuarios potenciales (Planning and Installing Photovoltaic Systems, 2005).

	2016	2017
	<b>Hidroeléctrica</b> 12,583.99 MW	12,628.60 MW
	<b>Eólica</b> 3,193.12 MW	3,942.22 MW
	<b>Nuclear</b> 1,608.00 MW	1,608.00 MW
	<b>Cogeneración eficiente</b> 709.13 MW	1,115.61 MW
	<b>Geotérmica</b> 925.60 MW	913.60 MW
	<b>Bagazo</b> 755.18 MW	751.98 MW
	<b>Fotovoltaica</b> 270.20 MW	460.86 MW
	<b>Biogás</b> 82.83 MW	88.67 MW

Figura 6. Crecimiento de la capacidad instalada en Energías Limpias

Nota: La capacidad instalada de la energía fotovoltaica se incrementó aproximadamente 50% en un año.

Fuente: [www.ecopost.info.com](http://www.ecopost.info.com)

	2016	2017
	<b>Hidroeléctrica</b> 15,657.42 GWh	14,992.14 GWh
	<b>Nuclear</b> 3,857.67 GWh	6,185.31 GWh
	<b>Eólica</b> 4,745.47 GWh	5,094.43 GWh
	<b>Geotérmica</b> 3,069.33 GWh	3,109.56 GWh
	<b>Cogeneración eficiente</b> 2,060.12 GWh	2,275.00 GWh
	<b>Bagazo</b> 986.58 GWh	1,201.34 GWh
	<b>Fotovoltaica</b> 94.28 GWh	273.45 GWh
	<b>Biogás</b> 95.02 GWh	122.72 GWh

Figura 7. Crecimiento en generación de Energía limpia

Nota: La industria fotovoltaica incrementó su generación de energía más del 60%, siendo el mayor incremento en comparación con las demás industrias.

Fuente: [www.ecopost.info.com](http://www.ecopost.info.com)

La Industria Fotovoltaica tiene el potencial de convertirse en un suministrador importante de energía eléctrica en el siglo XXI, reduciendo las tensiones ambientales, permitiendo el desarrollo humano de los más pobres y asegurando nuestra fuente de electricidad.

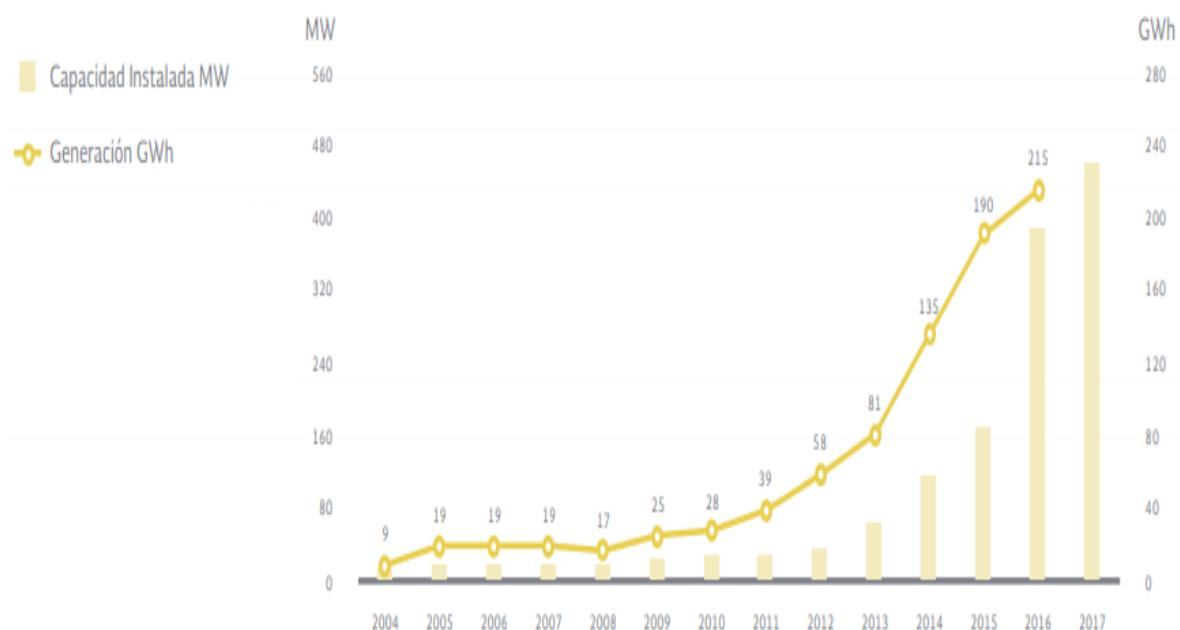


Figura 8. Evolución histórica de la Energía Fotovoltaica

Nota: La evolución de la industria fotovoltaica se ha comportado de manera incremental en su desarrollo, tecnología, uso y capacidad.

Fuente: [www.ecopost.info.com](http://www.ecopost.info.com)

## Almacén e inventarios

Desde que apareció la logística comercial quedó claro que no sólo era importante el modo como se produce, sino también la manera en la que se distribuyen los insumos para la producción y los bienes finales. Su relevancia reside en que estas prácticas pueden contribuir a que una empresa obtenga mayores ventajas competitivas y rentabilidades. En este marco, los procesos de almacenaje son ejes fundamentales para alcanzar estos objetivos. Es por ello que los almacenes han afrontado grandes transformaciones en los últimos decenios, tanto en el plano físico como en el normativo.

El almacenaje de mercancías es tan antiguo que es difícil determinar su origen. Sin embargo, es común encontrar en vestigios arqueológicos y en los primeros registros históricos evidencia de que el hombre estableció depósitos de comida y lugares de resguardo de animales a manera de reservas para su consumo posterior o en caso de urgencia. Después aparecieron los almacenes locales, creados para actividades de envío, comercio y manufactura de los primeros agrupamientos humanos. Cuando el transporte logró ir más allá del medio local, alcanzando planos regionales e internacionales, los almacenes cobraron importancia para el intercambio mundial.

Fue en Venecia, durante el renacimiento, donde se establecieron los primeros almacenes comerciales modernos, que operaban con la finalidad de obtener ganancias monetarias, gracias a que este puerto era el centro de las mayores rutas comerciales en el mediterráneo. A medida que el comercio se expandía a lo largo de Europa, en cada puerto comenzaron a establecer sus propios almacenes dedicados al comercio, estas instalaciones en los puertos contribuyeron al desarrollo del comercio internacional, ya que reducían el tiempo que una embarcación requería permanecer en puerto, en espera de la llegada de mercancías (Michel, 1999).

Los almacenes cobraron mayor importancia con el advenimiento de la revolución industrial, cuando se requirió el almacenamiento de ingentes cantidades de materias primas y de productos intermedios y terminados en grandes espacios. (Ramirez, 2009)

1. Primero, la acumulación de materias primas respondía a la necesidad de asegurar el ciclo productivo, dado que muchas veces aquéllas se transportaban por grandes distancias y no era rentable detener la producción para esperar el arribo de una nueva dotación de insumos.
2. Segundo, los primeros procesos industriales, a pesar de ser revolucionarios en cuanto a la velocidad de producción de bienes, no estaban totalmente vinculados y no eran uniformes entre sí. Había etapas de producción más rápidas que otras, lo que resultaba en la acumulación de productos intermedios que debían ser almacenados para procesarlos después.

3. Tercero, los productos finales de manera usual no se comercializaban de inmediato y tenían que ser almacenados.

Es importante mencionar que durante los inicios de la Revolución Industrial las empresas seguían el método de producción basado en los cálculos de sus pronósticos de venta, por ello contaban con almacenes dentro de sus instalaciones a fin de depositar las mercancías que se preveían vender.

Estos almacenes podían ser propios o rentados según la ventaja de localización, cercanía con su mercado principal y para el abastecimiento eficiente de materias primas y/o materiales. Todo después de que las empresas identificaran sus patrones de venta, así como los de consumo.

Con el auge del transporte ferroviario en el siglo xix, los almacenes se ofrecían como un servicio de valor agregado, al ser parte de las terminales ferroviarias. Éstas se encontraban por lo general en el centro de las ciudades y, por tanto, cerca de las zonas comerciales, que ofrecían ubicaciones ideales para el establecimiento de almacenes. De igual manera en la Segunda Guerra Mundial cuando la logística se practicó de manera más científica en el área militar y se comenzó a observar como un panorama de atención estratégica de parte de la alta dirección de las empresas, centrándose principalmente en los siguientes aspectos:

- Manejo eficiente de materiales
- Uso eficiente de los espacios
- Localización y numero de almacenes en la cadena de suministro
- Uso de las tecnologías de la información así como en la automatización

Posterior a la Segunda Guerra Mundial la relación entre administración de almacenes y la estrategia logística de las empresas, se dio de manera más directa y se trabajó en el aprovechamiento de los espacios, localización geográfica, considerando la cobertura y la red de clientes y proveedores. Logrando con esto el crecimiento de los almacenes dentro de las organizaciones diversificando tareas tales como: selección, inspección y el acomodo de los embalajes.

Los progresos tecnológicos de la primera mitad del siglo XX comenzaron a afectar poco a poco el funcionamiento interno de los almacenes, cambiando el uso de la fuerza humana y las máquinas simples por montacargas (de motor de combustión interna), que permitían un manejo más eficiente de la mercancía. En otras palabras, el montacargas afectó las dimensiones físicas del almacenaje, haciendo más eficiente el uso del espacio en favor de las empresas.

A mediados del siglo XX, Toyota implantó el sistema justo a tiempo, por el que las mercancías se entregaban directamente de la fábrica al minorista, o de partes de los fabricantes de componentes intermedios a la empresa que elaboraba el producto final, como una planta de ensamblaje de automóviles, sin la necesidad de acumular las mercancías en un almacén, lo que significaba incurrir en mayores costos. El resultado fue, en algunos casos, la desaparición de los grandes almacenes industriales; en otros, una reducción del tamaño de los almacenes a su mínimo; no obstante, en ambos casos se acompañó por un nuevo tipo de administración, encaminada a incrementar la velocidad de los procesos internos de los almacenes y a evitar la acumulación de bienes (Ramirez, 2009).

Decenios más tarde, los avances técnicos de la informática y de la robótica permitieron que las operaciones dentro de los almacenes se efectuaran cada vez con menor intervención humana; es decir, se automatizaron. Los montacargas se usan menos y se utilizan estanterías con elevadores; las transferencias se realizan con transportadores automáticos; la administración de la información se hace de manera automática y las funciones del personal dentro de los almacenes también se han transformado: de realizar esas tareas a monitorear y controlar los sistemas.

Es un fenómeno que no es novedoso, porque desde el inicio de la revolución industrial se ha remplazado el trabajo humano por maquinaria. Así, los almacenes han pasado de ser simples y pequeños depósitos, en la antigüedad, a constituirse como instalaciones multimillonarias en la actualidad, sin que por ello modifiquen su principal fin de resguardo. Además, estos cambios explican el papel que hoy tienen en la obtención de ventajas competitivas (Ramirez, 2009).

## MARCO CONCEPTUAL

### Almacén e inventarios

*Inventario:* Los inventarios o stock representan un activo para la empresa, la cantidad de bienes que la misma tiene en existencias en un determinado momento. Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso, productos terminados o mercancías, materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados, empaques, envases e inventarios en tránsito. (Bowersox, 1999)

*Almacén:* El almacén se puede definir como el espacio físico ubicado generalmente dentro de las instalaciones de una empresa, en el que se depositan productos terminados, en proceso o materias primas. (Arrieta, 2010)

*Tipos de almacén:* La mercancía que resguarda, custodia, controla y abastece un almacén puede ser la siguiente:

- *Almacén de materia prima y partes componentes:* Este almacén tiene como función principal el abastecimiento oportuno de materias primas o partes componentes a los departamentos de producción.
- *Almacén de materias auxiliares:* Los materiales auxiliares o también llamados indirectos son todos aquellos que no son componentes de un producto pero que se requieren para envasarlo o empacarlo. Podemos mencionar los lubricantes, grasa, combustible, etiquetas, envases, etc.
- *Almacén de piezas de recambio:* Para almacenar piezas destinadas al servicio de pos venta con el objeto de efectuar reparaciones.
- *Almacén de productos en proceso:* Si los materiales en proceso o artículos semi-terminados son guardados bajo custodia y control, intencionalmente previstos por la programación, se puede decir que están en un almacén de materiales en proceso.
- *Almacén de productos terminados:* El almacén de productos terminados presta servicio al departamento de ventas guardando y controlando las existencias hasta el momento de despachar los productos a los clientes.

- *Almacén de herramientas:* Un almacén de herramientas y equipo, bajo la custodia de un encargado especializado para el control de esas herramientas, equipo y útiles que se prestan a los distintos departamentos y operarios de producción o de mantenimiento.  
Cabe mencionar: herramientas, matrices, plantillas, brocas, machuelos, piezas de esmeril, etc.
- *Almacén de materiales de desperdicio:* Los productos partes o materiales rechazados por el departamento de control y calidad y que no tienen salvamento o reparación, deben tener un control separado; este queda por lo general, bajo el cuidado del departamento mismo.
- *Almacén de materiales obsoletos:* Los materiales obsoletos son los que han sido descontinuados en la programación de la producción por falta de ventas, por deterioro, por descomposición o por haberse vencido el plazo de caducidad. La razón de tener un almacén especial para este tipo de casos, es que los materiales obsoletos no deben ocupar los espacios disponibles para aquellos que son de consumo actual.
- *Almacén de devoluciones:* Aquí llegan las devoluciones de los clientes, en él se separan y clasifican los productos para reproceso, desperdicio y/o entrada a almacén.
- *Almacén central:* Es el lugar donde se reúnen todos los materiales y productos de la empresa. El almacén central nos permite un mayor y mejor control de las mercancías y productos, una mejor economía de espacio y un mayor aprovechamiento de los medios de manipulación.
- *Almacén regulador:* Se encuentra en las proximidades de las propias fábricas de las empresas o en zonas de concentración Geográfica. Permiten una gran capacidad de reacción a las necesidades del mercado, reducción del tiempo en el plazo de entregas, una mejora en la calidad de servicio así como un control diario de los Stocks.
- *Almacén transit point:* Son almacenes situados en zonas de importancia estratégica, con un mínimo de stock de seguridad para poder cumplimentar

y servir los pedidos de urgencias. Como inconvenientes presentan la posibilidad de roturas de stocks de seguridad.

- *Almacén es cross-docking:* Son almacenes situados estratégicamente, que trabajan sin stocks, realizándose en ellos la recepción, verificación y distribución física inmediata de los pedidos. Presentan el inconveniente de no poder servir los pedidos urgentes, al no tener stock.

(Michel, 1999)

*Almacenamiento:* Proceso en el que se producen tres funciones principales; la recepción de los productos, el depósito de los productos y el retiro de los mismos luego de su solicitud. Es uno de los niveles más importantes en el proceso es por ello que resulta una actividad costosa para la empresa (Mulcanhy, 1994).

*Recepción de la mercancía:* Es aquella operación que incluye todos los procedimientos establecidos dentro de las tres fases principales; la entrada física en el sistema a todos los productos que se reciben en el almacén, la verificación del tipo, la calidad y cantidad de los productos y por último el direccionamiento a áreas específicas de los productos acabados (Mulcanhy, 1994).

*Pre-embalaje:* Actividad mediante la cual se agrupa en paquetes individuales más pequeños del mismo producto o paquetes surtidos con otros (Arrieta, 2010).

*Put-away:* Término que se refiere a la ubicación de los artículos en una posición determinada de almacenamiento (Bowesox, 1999).

*Order picking:* Hace referencia a la selección y recopilación de los artículos en el almacén una vez que han sido solicitados para ser enviados posteriormente a los consumidores (Arrieta, 2010).

*División y agrupación:* Es la distribución y agrupación de los productos de acuerdo a los pedidos individuales de cada cliente. (López, 2016)

*Despacho:* Es el proceso de transporte de los productos a los puntos de venta. (López, 2016).

*Tamaño de los almacenes:* Un almacén debe ser dimensionado principalmente en función de los productos a almacenar (en tamaño, características propias y cantidad de referencias) y la demanda (especialmente en sectores afectados por la estacionalidad de la demanda). Pero además de estos, intervienen otros factores que deben ser considerados a la hora de dimensionar el tamaño de un almacén. Los factores a tener en cuenta para el cálculo del tamaño de un almacén son:

- Productos a almacenar (cantidad y tamaños)
- Demanda de los mercados
- Niveles de Servicio al cliente
- Sistemas de manipulación y almacenaje a utilizar
- Tiempos de producción
- Economías de escala
- Lay out de existencias
- Requisitos de pasillos
- Oficinas necesarias

(López, 2016)

*Funciones del almacén:*

- Recepción de Materiales.
- Registro de entradas y salidas.
- Almacenamiento de materiales.
- Mantenimiento de materiales y de almacén.
- Despacho de materiales.
- Coordinación del almacén con los departamentos de control de inventarios y contabilidad (López, 2016).

*Ubicación:* La localización de los almacenes se aborde desde un enfoque con doble perspectiva: Una visión general del mercado; Para acotarse geográficamente a un área amplia, y Una visión local del mercado; Que contemple aspectos particulares de las zonas acotadas en la visión general (Arrieta, 2010).

### *Zonas de almacén:*

- Recepción: zona donde se realizan las actividades del proceso de recepción
- Almacenamiento, reserva o stock: zonas destino de los productos almacenados. De adaptación absoluta a las mercancías albergadas, incluye zonas específicas de stock para mercancías especiales, devoluciones, etc.
- Preparación de pedidos o picking: zona donde son ubicados las mercancías tras pasar por la zona de almacenamiento, para ser preparadas para expedición
- Salida, verificación o consolidación: desde donde se produce la expedición y la inspección final de las mercancías
- Paso, maniobra: zonas destinadas al paso de personas y máquinas. Diseñados también para permitir la total maniobrabilidad de las máquinas.
- Oficinas: zona destinada a la ubicación de puestos de trabajo auxiliares a las operaciones propias de almacén (Arrieta, 2010).

*Gestión de almacén:* Es el proceso logístico que trata la recepción, almacenamiento, movimiento dentro de un mismo almacén y el movimiento hasta un punto de consumo de cualquier producto, así como el tratamiento e información de los datos generados (Arrieta, 2010).

Las cuatro fases de la gestión de almacén son:

- Recepción del material: El almacén recibe e introduce toda la mercancía en el sistema.
- Ubicación del material: Una vez recibida, la mercancía es ubicada en los almacenes.
- Preparación de los pedidos: Es la fase en la que se genera el pedido de compra de la mercancía almacenada. La gerencia debe conocer la cantidad de mercancías que posee para evitar errores como la venta de mercancía inexistente.
- Envió de la mercancía: Se despacha el material solicitado por los clientes.

*Exactitud del inventario:* Debe ser el necesario y estar registrado de manera correcta, con el menor número de errores posibles, para el buen funcionamiento de la cadena de suministro (Frazelle, 1998).

*Movimiento de materiales:* Es el proceso que siguen desde el arribo al almacén hasta el despacho. Para mantener un adecuado funcionamiento de los materiales se recomienda:

- Planificar el flujo de materiales en línea recta
- Separar las áreas
- Considerar áreas secundarias de apoyo
- Ubicar los materiales de acuerdo a las necesidades de almacenamiento que así requieran
- Diseñar los caminos de transporte interno adecuados a nuestros materiales
- Indicar el sentido y las velocidades adecuadas
- Establecer áreas protegidas (Bowersox, 1999).

*Seguridad en almacenes:* Díaz propone algunas reglas básicas que ayudan a la reducción de problemas causados por la seguridad.

- Asegurarse que las áreas estén cercadas y protegidas
- Iluminación adecuada
- Crear controles de acceso
- Hacer inventarios periódicos
- Involucrar al personal en el control (Bowersox, 1999).

## Industria fotovoltaica

*Sistema fotovoltaico:* Los sistemas fotovoltaicos transforman la luz solar en energía eléctrica, una partícula luminosa con energía (fotón) se convierte en una energía electromotriz (voltaica), de ahí su nombre, fotovoltaico (Review, 2017).

*Sistema fotovoltaico autónomo o aislado:* Son aquellos que están aislados a la red eléctrica (Fotovoltaicos, 2016).

*Sistema fotovoltaico interconectado:* Aquellas que están directamente conectados a la red eléctrica (Fotovoltaicos, 2016).

*Panel solar:* Al grupo de células fotoeléctricas o celdas fotovoltaicas se le conoce como panel fotovoltaico. Los paneles fotovoltaicos consisten en una red de células conectadas como circuito en serie para aumentar la tensión de salida hasta el valor deseado (usualmente se utilizan 12V a 36V) a la vez que se conectan varias redes como circuito paralelo para aumentar la corriente eléctrica que es capaz de proporcionar el dispositivo.

La eficiencia de conversión media obtenida por las células disponibles comercialmente (producidas a partir de silicio Monocristalino) está alrededor del 16%. La vida útil media a máximo rendimiento se sitúa en torno a los 25 años, período a partir del cual la potencia entregada disminuye (Review, 2017).



Figura 9. Panel solar

Nota: La estructura del panel solar resiste altas y bajas temperaturas.

Fuente: Review ABB

**Celda solar:** Una célula fotoeléctrica, también llamada célula, fotocélula o celda fotovoltaica, es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones) mediante el efecto fotoeléctrico. En la actualidad el material fotosensible más utilizado es el silicio, que produce corrientes eléctricas mayores (Review, 2017).

**Celda Monocristalina:** Se componen de secciones de un único cristal de silicio (reconocibles por su forma circular o hexagonal) (Review, 2017).



*Figura 10. Celda Monocristalina.*

*Nota: Es la celda que posee un mayor rendimiento y alta eficiencia.  
Fuente: Review ABB*

**Celda Policristalina:** Están formadas por pequeñas partículas cristalizadas (Planning and Installing Photovoltaic Systems, 2005).



*Figura 11. Celda Policristalina.*

*Nota: Celda con un menor costo y menor rendimiento.  
Fuente: Review ABB*

**Celda Amorfa:** Cuando el silicio no se ha cristalizado (Review, 2017).

**Celda esférica:** Están compuestas por pequeños corpúsculos de silicio como gotas de silicio, consiste en una matriz de pequeñas células solares esféricas capaces de absorber la radiación solar con cualquier ángulo (Lorenzo, 2008).

**Inversor:** Es el encargado de transformar la energía del sol en energía eléctrica, la potencia que este puede suministrar depende del número de células que posea el sistema fotovoltaico (Fotovoltaicos, 2016).

**Batería:** Las baterías o acumuladores se utilizan principalmente como un sistema de almacenamiento energético, debido al desplazamiento temporal que puede existir entre los periodos de generación y los periodos de consumo, permitiendo la operación de las cargas cuando el generador por sí mismo no puede generar la potencia suficiente (Martinez, 2017).

**Instalación Fotovoltaica:** Sistema cuya función es producir energía eléctrica en condiciones adecuadas para así poder ser inyectada a la red eléctrica (sistema interconectado), o bien; este arreglo puede ser del tipo autónomo, el cual se encuentra aislado a la red.

Compuesto por tres elementos base; Generador fotovoltaico, inversor y protecciones eléctricas (Review, 2017).

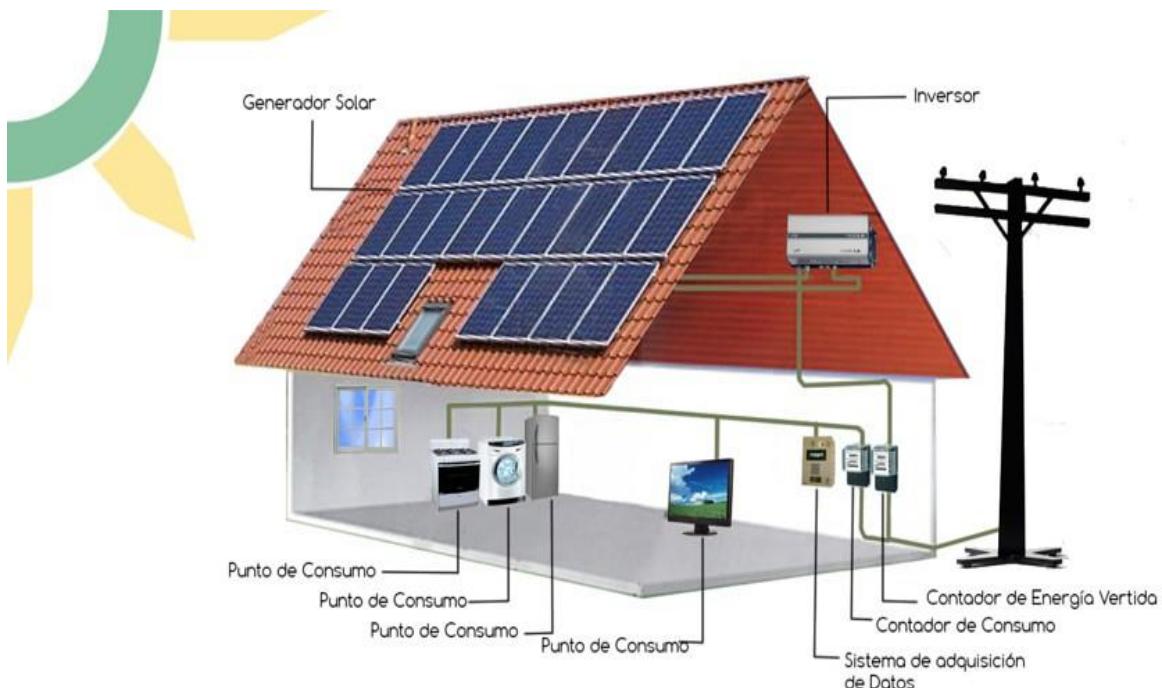


Figura 12. Instalación Fotovoltaica.

Fuente: Review ABB

## MARCO TEÓRICO

### **Círculos de poder**

Dos conceptos directamente relacionados con el área de Almacén e Inventarios, son los proveedores y clientes, ya que estos forman parte del sistema global de la cadena de suministro, reconociendo la importancia de interacción que tienen dichos elementos con los demás componentes de la organización. El alcance de las partes se ha redefinido para que se incluyan conjuntamente y así mismo trabajar hacia una meta común, basada principalmente en tres aspectos; Tiempo, Calidad y Costo.

No se trata de generar una guerra entre proveedores, el precio es importante, pero lo es más la calidad y la consistencia de entrega. No solo se espera que un producto se entregue según las especificaciones, también se confía en que el cliente diga si las expectativas de calidad son suficientes o si estas pueden ser mejoradas.

### *Flexibilidad*

Los clientes tienen necesidades cambiantes y esperan respuesta flexibles, las cuales origina que la demanda fluctúe en una gran variedad de grandes y nuevos productos. Para continuar participando de manera favorable en la competencia, los sistemas de producción deben estar adaptados para complacer el mercado cambiante. La Industria Fotovoltaica se concentra en las necesidades del mercado, principalmente en la innovación de los productos que cumplan un desempeño más eficiente. Por esta razón se clasifica como una de las Industrias con mayor potencial de mercado y por consiguiente de crecimiento, gracias al impulso que ha logrado en los últimos años como una de las mejores alternativas en el uso de las energías alternativas, tomando en cuenta el panorama de oportunidad creciente.

La flexibilidad da la mayor importancia a la rapidez con la que se realiza cada tarea. Esta actividad obliga a que se realicen muchos cambios en las costumbres de la planta, tomando en cuenta que no es sencillo ni barato adaptar la línea de producción en masa, a los cambios en la mezcla de productos.

### *Diseño*

Si ha de proporcionarle al cliente mayor variedad, rapidez y menor costo, el enfoque del Diseño y Desarrollo del producto se realiza de manera conjunta y no como elementos aislados. Ahora el Diseño interactúa con los clientes y con la producción, dicha integración ayuda a conseguir que se tome en cuenta la función (especificaciones), la vida (confiabilidad), la forma (estética), y la manufactura eficiente.

### *Sencillez y Variabilidad*

Es importante simplificar el ambiente de la manufactura por dos razones puntuales; las personas entienden mejor las cosas sencillas y estas situaciones sencillas permiten implantar soluciones simples que son menos costosas y consumen menos tiempo, se implantan más rápido y tienen menos riesgo. Aunado a ello se encuentra la variabilidad ya que impacta con los cambios en productos, dimensiones, procesos de manufactura, tiempo de entrega y niveles de calidad, lo cual repercute directamente en el control, de esta manera se busca siempre eliminar por completo la variabilidad a fin de evitar el uso excesivo de herramientas para controlar, las cuales pueden dar origen a demoras, tiempos innecesarios, tiempos muertos, etc. Logrando así la reducción de la eficiencia durante el proceso.

### *Jalar-Empujar*

Se tiene un flujo físico: la materia prima, que se mueve de una estación de trabajo o de ensamble a otra, en cada una se hace algún procesamiento a la materia prima y los materiales se mueven a la siguiente estación en la secuencia de manufactura. Otros tipos de flujo no son físicos, el más importante es el de información, el cual se puede dar de diferentes maneras.

Por tradición anteriormente la producción que gobernaba era la de “empujar”, que hace referencia a seguir trabajado sin importar que pase más adelante en la línea, la información en este sistema fluye igual que el flujo físico. Ahora se tiene un sistema de producción “jalar”, donde la esencia es hacer las cosas al principio del flujo solamente cuando se piden al final de este. El flujo físico y de información va en direcciones opuestas, lo cual genera un panorama de retroalimentación

favorable en el proceso, en donde el punto terminal es el cliente, es el corazón del proceso, y todo el sistema se controla en torno al punto final.

### **Círculo de entrega**

#### *Calidad*

El producto es conformidad con las especificaciones. La calidad es un concepto global, y cada elemento en el sistema de producción lucha por alcanzar la perfección, no se tiene un estándar, es un tema que se encuentra en constante tránsito y que hoy es controlada por los clientes buscando la satisfacción de los mismos. Desde el punto de vista del producto, una manera de medir la calidad es por el número de productos de un lote de fabricación que no cumplan con las especificaciones, es decir de productos defectuosos.

Toda la producción, desarrollo, investigación, ingeniería, deben contar con la conciencia de calidad, principalmente el área de Almacén, se encuentra directamente relacionada con la repercusión en un mayor grado de impacto en el cumplimiento de la Calidad.

#### *Tiempo*

Hoy en día la entrega es la fuerza que controla todo el sistema para asegurar la satisfacción de todos los clientes, en el mercado actual el concepto está asociado con el de confiabilidad o consistencia. No es suficiente acortar el tiempo de entrega y entregar a tiempo una vez, esto se debe realizar repetidamente, es decir reducir a cero la variabilidad en el tiempo.

Esta parte afecta no solo al sistema de producción, sino a toda la empresa. El tiempo para comercializar y el momento en que se efectúa la actividad son particularmente cruciales en el desarrollo de nuevos productos.

## Costo

La política de precios no está totalmente separada del costo, si este es menor, se tiene mayor flexibilidad en el mercado para variar la política de los precios con el fin de mejorar la posición competitiva. El costo ha sido la medida dominante de las compañías al hacer las corridas del sistema de producción, lo cual no es sorprendente; una alta proporción de los bienes de la empresa están ligados a la manufactura. Ahora existe una mayor responsabilidad de la administración de la producción que es, la reducción de los costos y para llegar a ello se necesita identificar las causas de costos innecesarios, como exceso de inventario.

## 5 fuerzas de Porter

### *Ingreso de nuevos competidores*

Se espera que en los próximos años la demanda de la energía aumente a un ritmo similar al desarrollo económico del país, actualmente dicha demanda se satisface con energías provenientes de fuentes fósiles, lo cual representa una gran oportunidad de inversión para las energías alternas, específicamente la energía fotovoltaica y sus grandes expectativas de impulso y desarrollo generado, ya que esta representa las tasas de crecimiento más elevadas en los últimos años. El aprovechamiento de esta energía puede dividirse en dos grandes rubros, proyectos de generación a gran escala y sistemas fotovoltaicos de pequeña y medianas escalas, distribuido en lugares de consumo.

Actualmente en el país se encuentran 7 plantas dedicadas a la producción de productos fotovoltaicos. En ese sentido la proyección que tiene la competencia en el mercado de la industria fotovoltaica, tiende a incrementar, ya que cada día se abren nuevas oportunidades de cobertura, gracias al buen rendimiento y a las respuestas favorables que se han logrado con instalaciones del tipo solar. Se espera que empresas nacionales e internacionales ubicadas en este ramo amplíen su mercado con ubicación de nuevas plantas alrededor del país y de igual manera se espera el surgimiento de nuevas organizaciones.

### *Amenaza de sustitutos*

El incremento de la capacidad instalada en el uso de las energías limpias crece a pasos agigantados principalmente por el aumento de la demanda en las diferentes zonas del mundo, específicamente en México con un gran auge gracias al ahorro monetariamente hablando y a la contribución del medio ambiente, así como las exigencias por parte del gobierno que últimamente se hace mayor hincapié.

Existen diferentes alternativas de aprovechamiento, cada una con las singulares características y cuestiones positivas y negativas en su funcionamiento. Por mencionar algunas de estas energías son; Hidroeléctrica, Nuclear, Eólica, Geotérmica, Fotovoltaica y Biogás, estas con un desarrollo irregular, ya que algunas se encuentran posicionadas de manera notable en el mercado con mayor impacto en producción y en utilidades.

La tecnología es una de las herramientas importantes que ha logrado incrementar la presencia en el mercado de industrias como la fotovoltaica, la cual tiene un mayor crecimiento por encima de las demás en los últimos años.

Sabiendo que otras energías cuentan con mayor historia y que hoy en día se posicionan de una manera puntual en el mercado, para la energía solar representan amenazas inmediatas, ya que la mayoría de los clientes opta por utilizar dichas energías, por diferentes cuestiones; monetarias, funcionalidad, rapidez, utilización, rendimiento, capacidad, entre algunas otras, siendo su principal competencia la energía eólica.

Aun así la industria fotovoltaica está teniendo un mayor crecimiento gracias al cumplimiento y adaptación a los requerimientos de los clientes.

### *Poder de negociación de los clientes*

Existen diferentes compradores de los productos fotovoltaicos alrededor del país, cada uno con su mercado y volumen de venta específico. Es importante tener un nivel de negociación satisfactorio, sabiendo que la mayor parte de las ventas se realizan en grandes volúmenes principalmente cuando se habla de una instalación del tipo granja solar en donde regularmente se adquieren más de 500 unidades.

La organización se debe asociar de forma conjunta para satisfacer la demanda requerida en tiempo, forma y en las condiciones requeridas por los clientes, para ello es importante considerar el precio de los productos como una herramienta competitiva en dichas actividades, considerando que entre mayor sea la fuerza de negociación, el precio debe ser más competitivo. Al realizar el convenio, el tiempo de entrega juega un papel fundamental para la satisfacción de nuestros compradores, en ese sentido es muy importante conocer nuestra capacidad de producción así como contar con una buena gestión integral en el proceso global de la organización, para así tener un nivel de confiabilidad adecuado en las entregas.

#### *Poder de negociación de los proveedores*

Los materiales necesarios para la producción de unidades fotovoltaicas provienen principalmente del extranjero, por la dificultad de extracción, producción y la utilización de tecnología adecuada. Las celdas solares, una de las principales materias primas de los productos son elaboradas en el continente asiático y el arribo de las mismas tarda entre 20 y 30 días, lo cual limita a las empresas fotovoltaicas en el cumplimiento de sus objetivos, ocurriendo de la misma manera con la adquisición de los diferentes materiales. Esto de igual manera puede impactar directamente con el cumplimiento de entregas, que es uno de los aspectos más relevantes en la búsqueda de la satisfacción del cliente.

La inexistencia de variedad en proveedores potenciales incide directamente como una desventaja en los altos o arbitrarios precios que el proveedor deseé imponer, a causa de las escasas alternativas de compra, no solo en el país, sino alrededor de todo el mundo.

## **Métodos y herramientas de análisis y mejora**

### **Planeación de la demanda**

Es el conjunto de acciones y técnicas de cálculo necesarias para aprovisionar producto (stock) a una o varios centros de consolidación o almacenaje y cuyo objetivo principal es mantener niveles de stock adecuados para atender la demanda media solicitada por el conjunto de clientes en un periodo de tiempo.

Es un proceso directamente relacionado con otros procesos de la cadena de suministro, debido a que depende de ellos de manera importante: planeación del abastecimiento, la planeación de la producción, de los inventarios y de la distribución.

Implica el trabajo en equipo de todas las áreas de la organización y es muy importante que cada semana de mes este planeada, a fin de que cada área tenga clara su responsabilidad.

### **Análisis ABC**

De la gran cantidad de referencias, (entre materias primas, respuestas, productos en proceso y productos terminados) que tienen que administrar en un sistema de control y gestión de inventarios dentro de una empresa, sería demasiado costoso y poco práctico establecer esquemas de monitoreo y control en forma individual. En su lugar, la práctica más común a nivel industrial es la de agregar referencias por grupos de familias y aplicar políticas de control iguales a otro grupo.

La forma más común utilizada para realizar estas actividades de clasificación, es el denominado Análisis ABC, el cual puede realizarse de manera independiente para materias primas o bien productos terminados.

Consiste en organizar todos los ítems de manera descendente según el criterio de consumo o utilización anual, o de demanda o de ventas anuales, ambas medidas en pesos o en unidades. De esta manera se espera que una cantidad reducida de ítems que se encuentren en la parte superior de la clasificación serán del grupo A, y requieren la mayor atención por parte de la gerencia, la mayor parte de ítems que

se encuentran en la parte inferior de la clasificación son asignadas al grupo C, y requieren una mínima atención de la gerencia y la cantidad restante pertenecen al grupo B, los cuales requieren mediana atención. (E. Silver, 1998)

## **Pronósticos**

Pronosticar consiste en utilizar datos pasados para determinar acontecimientos futuros. Los pronósticos a menudo son utilizados para poder predecir la demanda del consumidor de productos o servicios, puede involucrar el manejo de datos históricos para proyectarlos mediante modelos matemáticos. Son más precisos para familias de productos que para productos individuales, son más precisos para horizontes de pronósticos cortos y no deben excluir datos o información conocida. Un buen pronóstico debe incluir cierta medida del error.

### *Horizonte de tiempo en pronósticos*

- Pronóstico a corto plazo: Este tiene un lapso de hasta un año, pero es generalmente menor a tres meses. Se utiliza para planear las compras, programación de planta, niveles de fuerza laboral, asignaciones de trabajo y niveles de producción.
- Pronóstico a mediano plazo: Un pronóstico de rango mediano, o intermedio, generalmente con un lapso de tres meses a tres años. Es valioso en la planeación de producción y presupuestos, planeación de ventas, presupuestos de efectivo, y el análisis de varios planes de operación.
- Pronóstico a largo plazo: Generalmente con lapsos de tres años o más, los pronósticos a largo plazo se utilizan para planear nuevos productos desembolsos de capital, localización e instalaciones o su expansión, y la investigación y el desarrollo.

### *Tipos de pronósticos*

- Pronósticos económicos: marcan el ciclo del negocio al predecir las tasas de inflación, oferta de dinero, nuevas construcciones, y otros indicadores de planeación.
- Pronósticos tecnológicos: tienen que ver con las tasas de progreso tecnológico, que pueden dar por resultado el nacimiento de productos novedosos, que requieren nuevas plantas y equipo
- Pronósticos de demanda: son proyecciones de la demanda para los productos o servicios de una compañía. Estos pronósticos, también llamados pronósticos de ventas, conducen la producción de una compañía, la capacidad, y los sistemas de programación, y sirven como insumos a la planeación financiera, de mercado y de personal.

### *Enfoques para pronosticar*

- Pronósticos cuantitativos manejan: una variedad de modelos matemáticos que utilizan datos históricos y/o variables causales para pronosticar la demanda
- Pronósticos cualitativos o subjetivos: incorporan factores importantes tales como la intuición, emociones, experiencias personales del que toma la decisión, y sistema de valores para alcanzar un pronóstico. Algunas compañías utilizan la otra; pero en la práctica una combinación o mezcla de los dos estilos es generalmente más efectivo.

### *Medidas del error*

Cada caso de demanda tiene un componente aleatorio. Un buen método de pronóstico debe captar el componente sistemático de la demanda pero no el aleatorio. Este último se manifiesta en sí mismo en la forma de un error de pronóstico, el cual contiene información valiosa que debe analizarse con sumo cuidado.

En tanto los errores observados estén dentro de los estimados históricos, las compañías pueden continuar utilizando el método de pronóstico actual. Encontrar un error que esté más allá de los estimados históricos puede indicar que el método de pronóstico que se emplea ya no es apropiado.

Si todos los pronósticos de la compañía tienden consistentemente a subestimar o a sobreestimar la demanda, puede ser señal de que es tiempo de cambiar el método de pronóstico.

Existen diferentes medidas del error:

- MAD (Desviación Absoluta Media): Es el promedio de la desviación absoluta durante todos los períodos. Esta fórmula se utiliza para la desviación estándar del componente aleatorio suponiendo que este se encuentra distribuido normalmente (Chopra, 2008).
- MSE (Error Cuadrático Medio): Este se relaciona con la varianza del error del pronóstico, en efecto estimamos que el componente tiene una varianza de 0. (Chopra, 2008).
- MAPE (Error Medio Absoluto Porcentual): Es el error absoluto promedio, expresado como porcentaje de la demanda (Chopra, 2008).

### *Gestión de stocks*

Se denomina stock de una empresa al conjunto de mercancías que se encuentran en ella, acumuladas en un lugar determinado, en tránsito o inmersas en el proceso de producción, y cuyo objetivo es su aplicación empresarial en procesos industriales o comerciales.

- Stock máximo: cantidad máxima de cada producto que es conveniente almacenar para mantener un servicio de atención al cliente de total calidad al menor coste posible. Este stock tiene los siguientes límites:
  - Físico: el tamaño del almacén.
  - Financiero: la disponibilidad financiera de la empresa.
  - Económico: el coste del almacenaje (Marin, 2008).

- Stock mínimo: cantidad mínima de mercancía necesaria para poder servir los pedidos de los clientes y no quedar desabastecido. (Marin, 2008)
- Stock de seguridad: cantidad de producto que hay que tener almacenada como garantía de mantenimiento del stock mínimo en la peor de las situaciones previstas (Marin, 2008).
- Rotura de stock: Se pueden producir diferentes situaciones en caso de rotura de stock:

*Pérdida de clientes:* Los clientes que no ven atendidas sus necesidades buscan otros proveedores entre los competidores y puede que dejen de hacer pedidos a la empresa que ha tenido la rotura. En este caso, determinar el coste de la rotura es complejo, ya que al beneficio perdido en la operación con rotura hay que añadir el valor (subjetivo) que la empresa da a los clientes perdidos.

*Pérdida de rentabilidad:* Los clientes que no pueden ser atendidos con un determinado producto cambian su pedido por otro producto de inferior calidad o que deja un margen comercial menor a la empresa. El coste de la rotura es la diferencia entre el beneficio previsto en el pedido original y el beneficio realmente obtenido.

*Aumento de la rentabilidad:* Los clientes que no pueden ser atendidos con un determinado producto cambian su pedido por otro producto de calidad superior o que deja un margen comercial mayor a la empresa. El coste de la rotura supone un beneficio, que es la diferencia entre el beneficio previsto en el pedido original y el beneficio obtenido realmente.

*Rotura programada:* Es habitual que los clientes admitan cierta demora en la entrega de los pedidos, de forma que la empresa puede programar la rotura de stock. Para ello es preciso determinar la diferencia entre el tiempo de servicio (plazo de entrega que se ofrece a los clientes) y el tiempo de rotura (días de retraso en la entrega admitidos por el cliente). El beneficio obtenido en la rotura programada consiste en la disminución del coste de almacenaje.

## Metodología 5 S's

La técnica de las 5s, es uno de los pilares básicos de Lean Manufacturing y define los pasos a seguir para conseguir puestos de trabajo organizados, ordenados, limpios y que además se mantengan a lo largo del tiempo.

La expresión 5s proviene de las iniciales de 5 palabras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que explican estos pasos.

Su implantación es especialmente significativa, ya que:

- Se lleva a cabo trabajando en equipo con todo el personal de planta.
- Implica utilizar un enfoque hacia la mejora continua.
- Sienta las bases para la estandarización de los procesos.
- Prepara a la planta para posteriores implantaciones, de mayor complejidad.

### 1. SEIRI (ORGANIZAR)

La primera fase a cumplir es la organización. Se trata de identificar los elementos innecesarios y eliminarlos de la sección.

Son elementos innecesarios los materiales o documentos que no se vayan a utilizar, que estén deteriorados, que se hayan quedado obsoletos o cuya cantidad sea mayor a la necesaria.

Estos elementos innecesarios se señalan con etiquetas rojas, para informar que deben ser reubicados.

### 2. SEITON (ORDENAR)

Una vez hemos eliminado de la sección los elementos que no nos son útiles, debemos proceder a ordenar los que sí lo son, de la forma más coherente.

La frase que mejor expresa esta etapa es “Un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar”.

En esta fase se debe tener en cuenta la frecuencia de uso de los materiales, el número de personas que los utilizan, la ergonomía de los movimientos, etc.

### 3. SEISO (LIMPIEZA)

Una vez hemos prescindido de lo innecesario y hemos dispuesto lo necesario de la mejor forma posible, es el momento de hacer una limpieza en profundidad, Eliminando polvo, grasa, residuos en máquinas, pisos, equipos. Éste también será un buen momento para pintar máquinas, pasillos, etc. cualquier elemento al que sea interesante dar un lavado de cara.

### 4. SEIKETSU (ESTANDARIZACIÓN)

Llegado a este punto, hemos conseguido dar un cambio radical a la sección. Está organizada, ordenada y limpia. Se han definido zonas, se han identificado los elementos necesarios, probablemente se ha repintado algunos elementos como máquinas, mesas de trabajo, suelos. Nuestra principal preocupación será cómo mantenemos lo logrado, para que no se deteriore a lo largo del tiempo.

Son estándares los procedimientos de limpieza, pero también los controles visuales, las etiquetas, los puntos de reorden, los controles de préstamo, etc.

### 5. SHITSUKE (HÁBITOS)

El objetivo de la quinta y última S, es la consolidación de la nueva forma de trabajar.

Hasta ahora, hemos creado un escenario adecuado para trabajar, y hemos definido unas reglas para mantenerlo. Ahora debemos hacer que se cumplan dichas reglas, a lo largo del tiempo.

Mantener lo logrado exige compromiso y disciplina. Todo el personal sabe lo que tiene que hacer, cuándo y cómo. Es el momento de desarrollar un hábito nuevo de trabajo y de integrar dicho hábito en la forma de trabajar de la empresa.

## **CAPITULO 2. MARCO METODOLÓGICO**

A continuación se describe el proceso por el cual se llevaron a cabo las actividades de análisis, identificación, medición y control así como los cálculos mediante herramientas con base a las mejoras analizadas y recomendadas para la organización, con el objetivo de mejorar la gestión de almacén e inventarios, impactando de manera favorable la cadena de suministro global que involucra la empresa.

1. Se identificó la distribución de planta de las diferentes áreas de la organización.
2. Se realizó el diagrama de flujo del proceso en la organización, detallando las operaciones e identificando la relación directa de cada una de las áreas, primordialmente el impacto que tiene el área de almacén con las demás.
3. Mediante un listado, se identificaron todos los productos con los que cuenta la organización, los cuales son almacenados en el área mencionada.
4. Se elaboró una bitácora de control interno para registrar las salidas y entradas al almacén y posteriormente auditar dicha actividad en conjunto al área de producción y ventas. De esta manera se comprobó el registro de las ventas realizadas y las unidades producidas para así comenzar a generar los datos históricos en al área.
  - La bitácora contiene diferentes columnas, donde se detalla la información requerida para desempeñar la actividad anteriormente mencionada. La fecha de la operación, clave del producto, descripción, cantidad, unidad, departamento y la firma del responsable.
5. El registró y la auditoria de los datos históricos se empleó diariamente y la verificación con las otras áreas se realizó de manera semanal, obteniendo un reporte mensual de manera cuantificada y así también de manera gráfica.
6. Tomando en cuenta que la organización tiene una gran cantidad de productos fotovoltaicos, mediante la herramienta de Análisis ABC, se llevó a cabo el análisis de los datos obtenidos, a fin de identificar y clasificar los

productos que representan una mayor ganancia para la organización de acuerdo a su porcentaje de ventas en el periodo analizado.

7. Después de identificar los productos que representan un mayor impacto económico en la organización, se realizó el cálculo de los pronósticos correspondientes a cada uno de ellos, utilizando diferentes métodos a fin de encontrar el que más se adecuo a la demanda de la organización.

Los tipos de pronósticos utilizados fueron los siguientes:

- Último dato
- Promedio simple
- Media móvil
- Suavizado exponencial

8. Para determinar el tipo de pronóstico más adecuado en la demanda, se empleó un análisis mediante las medidas del error, buscando la valoración más baja en el error del pronóstico. Para dicha actividad se utilizaron tres tipos de medidas, las cuales se señalan a continuación:

- MAD (Desviación Absoluta Media)
- MSE (Error Cuadrático Medio)
- MAPE (Error Medio Absoluto Porcentual)

9. Se propuso el mejor tipo de pronóstico adecuado para la demanda de la organización, de esta manera se puede generar la política empresarial en los stocks de máximos y mínimos, así como también realizar el plan de producción, estimando las próximas ventas de los productos en el siguiente periodo.

10. Para identificar el impacto económico que tiene la buena gestión de almacén e inventarios en la empresa, se determinaron y cuantificaron 2 problemas que con mayor frecuencia se presentan por una mala realización de la planeación de la producción, así como también las consecuencias que trae consigo el llevar a cabo un paro no planeado causado del bajo o nulo nivel de stocks, y de igual manera generando la cancelación de pedidos por parte de los clientes.

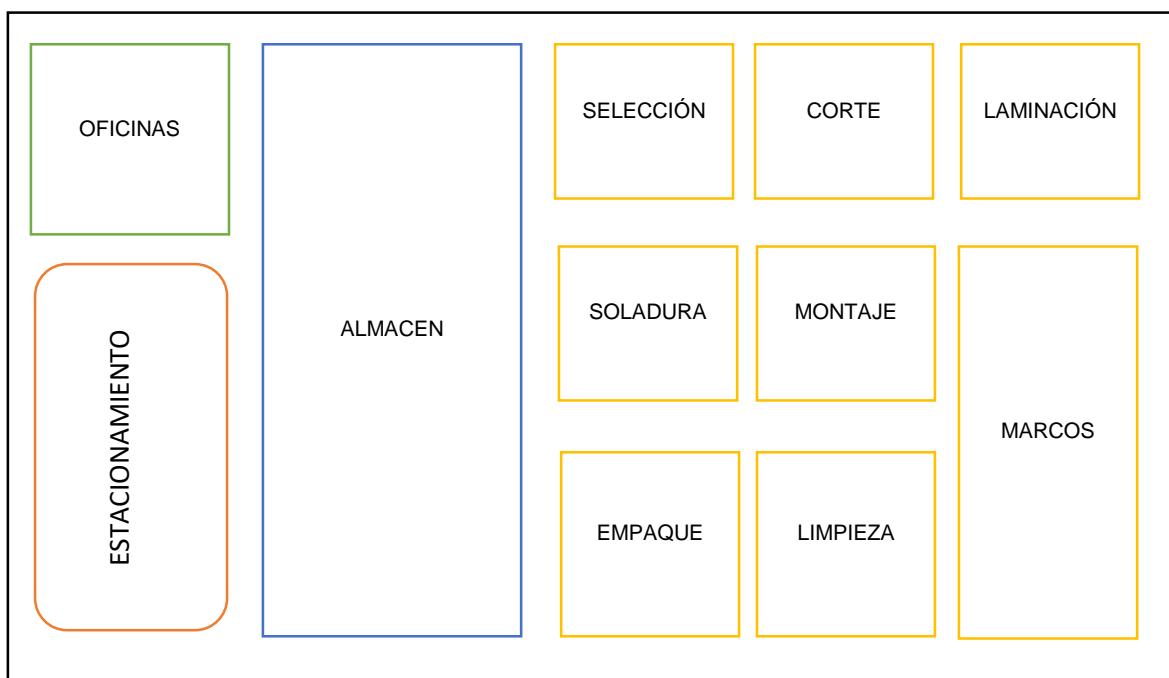
Cabe mencionar, que únicamente se detallan a nivel económico algunos de los problemas con los que cuenta la organización.

11. En materia de clasificación, organización y limpieza de los productos almacenados en el área, se propone implementar la metodología de las 5 S's, buscando eficientar el trabajo así como asegurar y mantener un área de trabajo seguro para los trabajadores.
12. Para lograr una buena gestión en el área de almacén e inventarios, es necesario llevar a cabo un proceso de implementación, evaluación y de mejora continua para medir el comportamiento del sistema, utilizando indicadores que logren evaluar el desempeño del proceso y así mismo denotar los requerimientos que de ser necesarios pueden ser modificados o implementados.

## **CAPITULO 3. RESULTADOS**

Con base al proceso mencionado anteriormente, se muestran los resultados obtenidos y se describe detalladamente el análisis de datos, procesos y diagramas, así como también los cálculos realizados mediante las diferentes herramientas utilizadas para generar las propuestas de las mejoras identificadas que traen consigo un mayor beneficio económico y de gestión para la empresa.

1. Se realizó el análisis de la distribución de planta de las diferentes áreas dentro de la organización, con el objetivo de identificar la relación directa que se tiene en cada una de ellas, la interacción de los procesos, así como la cercanía entre las mismas. Cabe mencionar que cuenta con una nave industrial, donde se desarrolla la producción de los artículos fotovoltaicos. Las áreas son las siguientes; Almacén, Selección, Corte, Soldadura, Montaje, Laminación, Marcos, Limpieza y Empaque, las cuales se encuentran distribuidas de la siguiente manera:



*Ilustración 1. Distribución de planta.*  
*Fuente: Elaboración propia*

El área de almacén dentro de la nave industrial representa el espacio que mayores metros cuadrados ocupa para llevar a cabo las actividades de

gestión dentro del proceso de producción, ya que se encuentra relacionada de manera directa con la mayoría de las áreas dentro del proceso.

2. Diseño del diagrama de flujo del proceso de producción de productos fotovoltaicos.

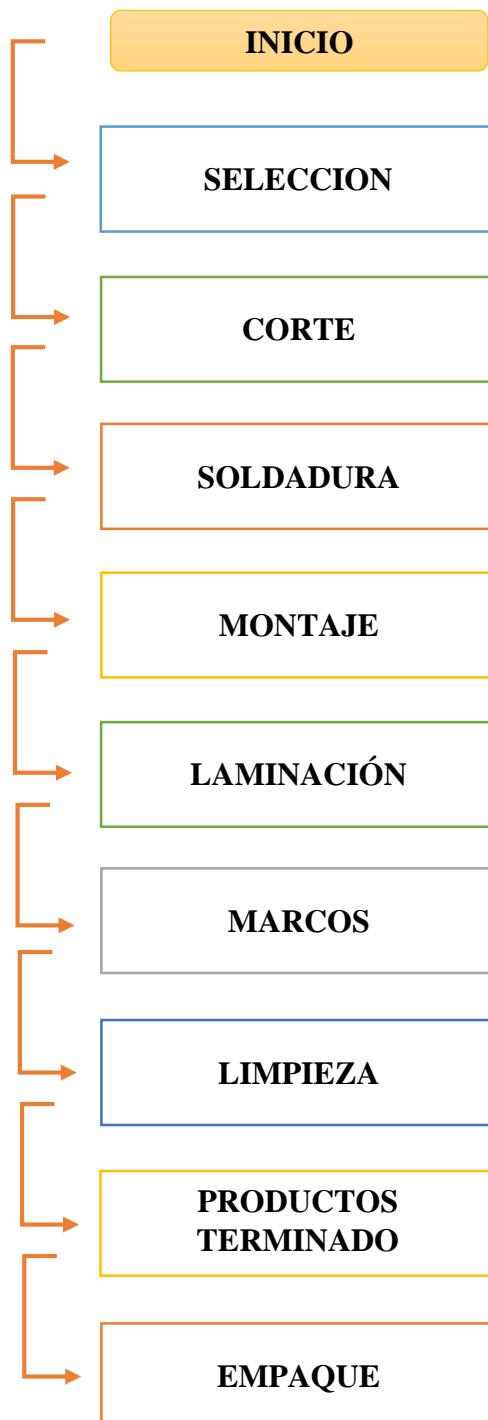


Ilustración 2. Diagrama de flujo del proceso de producción.  
Fuente: Elaboración propia.

Para tener una mejor comprensión y entendimiento del proceso de producción y de las actividades que se realizan en cada una de las partes, el cursograma de actividades nos muestra de manera específica y de manera secuenciada lo que se realiza en el proceso, de esta manera determinamos el impacto que tiene el área de almacén con el proceso global de producción.

### CURSOGRAMA

DESCRIPCÓN	SIMBOLO
Almacenamiento de las celdas en el almacén	●
Transporte de las celdas al área de selección	■
Selección de las celdas de acuerdo a sus colores	▷
Inspección de las celdas	→
Transporte de las celdas al área de soldadura	▼
Almacenamiento de la EVA y TPT en el área de almacén	●
Transporte de la EVA al área de corte	■
Corte de la EVA de acuerdo al tamaño del panel a producir	▷
Transporte de la EVA al área de soldadura	→
Transporte del TPT al área de corte	▼
Corte del TPT de acuerdo al tamaño de panel a producir	●
Transporte del TPT al área de soldadura	■
Alimentación de celdas a la máquina de soldadura	▷
Alimentación de carretes de buses a la máquina de soldadura	→
Producción de cadenas a base de celdas por la maquina	▼
Inspección de las cadenas	●
Transporte de cadenas a los estantes	■
Almacenamiento del cristal de vidrio templado en almacén	▷
Transporte del cristal al área de montaje	→
Almacenamiento de buses en almacén	▼
Transporte de buses al área de montaje	●
Alistamiento de mesa para unión de elementos	■
Se coloca el cristal encima de la mesa	▷
Se coloca la EVA en el cristal	→
Colocación de cadenas de celdas encima de la EVA (acorde al tamaño del panel)	▼
Se coloca el TPT en la parte inicial del panel	●
Se colocan los buses en la parte inicial del panel	■
Soldado manual de buses con las cadenas de celdas	▷
Colocación de EVA encima de las cadenas	→
Transporte del panel al área de laminación	▼
Colocación del panel en los primeros estantes	●
Encendido de la máquina para inspección	■
Colocación del panel en la máquina para inspección	▷
Inspección del panel	→
Transporte del panel a los segundos estantes	▼
Encendido de la máquina para laminación	●
Se colocan dos primeros sacos protectores para colocar dos paneles en la maquina	■
Colocación de los dos paneles en la maquina	▷
Colocación de los segundos sacos protectores en cada panel	→
Proceso de laminación por parte de la maquina	▼
Demora de 17 min	●
Extracción de los dos paneles	■
Colocación de paneles en estantes	▷
Transporte de los paneles al área de marcos	→
Colocación de paneles en estantes	▼
Almacenamiento de marcos en almacén	●
Transporte de marcos al área de enmarcación	■
Encendido de la máquina para enmarcar	▷
Se colocan los 4 marcos en la maquina	→
Se coloca el panel en la maquina	▼
Proceso de enmarcación por parte de la maquina	●
Inspección del panel	■

Extracción del panel enmarcado	●					
Transporte del panel enmarcado al área de limpieza					●	
Colocación de todos los paneles en tarimas	●					
Colocación de 1 panel en mesa de limpieza	●					
Limpieza del panel	●					
Colocación de paneles limpios en tarimas	●					
Transporte de paneles al área de productos terminados					●	
Almacén de paneles de acuerdo a la capacidad						●
Transporte de paneles al área de empaque (cuando se genera un pedido)					●	
Empaque de los paneles	●					
Traslado de los paneles al transporte requerido					●	

Tabla 1. Cursograma del proceso de producción  
Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que el almacén abastece a la mayor parte de las áreas del proceso de producción, con materias primas, partes para ensamble y además el 70% del área está destinada al almacenamiento de los productos terminados, de esta manera nos podemos dar cuenta que el impacto que tiene el área con las otras, es con un alto grado de participación.

3. Los materiales almacenados en el área son productos terminados, materias primas, productos para ensamble, refacciones, equipo, materiales y devoluciones de los clientes.

A continuación se mencionan los productos terminados (paneles solares) con los que cuenta la organización ya que en este trabajo se puso total atención a estos, sabiendo que son la razón de ser de la organización y de los cuales se obtiene un mayor beneficio monetario ya que de ellos se derivan todos los requerimientos de los materiales y productos necesarios para su elaboración, así como también de los en productos que son utilizados para llevar a cabo una completa instalación del tipo fotovoltaica.

La organización cuenta con una gran variedad de módulos del tipo Monocristalino y Policristalino de diferentes capacidades así como de artículos y materiales de reventa, los cuales se describen a continuación:

Módulo Policristalino 36V 320W
Módulo Policristalino 32V 265W
Módulo Policristalino 18V 100W
Módulo Policristalino 12V 150W
Módulo Monocristalino 36V 340W
Módulo Policristalino 18V 50W
Modulo Poli Solarever 32V 265W A-
Módulo Monocristalino 18V 165W
Módulo Policristalino 18V 25W
Módulo Policristalino 32V 260W
MICRO INVERSOR APS YC500 220V
Módulo Policristalino 36V 320W A-
Módulo Monocristalino 50W Flexible
Módulo Monocristalino 32V 280W
Inversor Solis 5.0 KW
WIFI-STICK SOLIS
Módulo Monocristalino 100W Flexible
Módulo Policristalino 36V 310W A-
Inversor Solis 3.0 KW
Inversor Solis 10.0 KW
Inversor Solis 2.0 KW
MICRO INVERSOR APS YC500 127V
Inversor Solis 3.6 KW
Módulo Policristalino 18V 10W
Módulo Policristalino 18V 100W A-
Módulo Policristalino 36V 310W
Inversor Solis 1.5 KW
Inversor Solis 20.0 KW
Trunk cable YC500 127-220V
MICROINVERSOR HOYMILES MI-500 220V
End Cap YC500 127-220v
SISTEMA DE MONITOREO ECU YC500
Inversor Solis 1.0 KW
WIFI-PLUG JFY
Módulo Policristalino 18V 50W A-
Inversor JFY 4.0 KW
DATA COLLECTOR HOYMILES MI-500
Inversor JFY 1.5 KW
Módulo Monocristalino 32V 280W A-
Inversor Solis 15.0 KW

Tabla 2. Listado de productos.  
Fuente: Elaboración propia

4. Con la implementación de la bitácora de control interno se logra tener un mejor control de las entradas y salidas del almacén, ya sea de productos terminados así como de los materiales y materias primas. De igual manera se pueden auditar y comparar los requerimientos internos con el área de producción y ventas a fin de justificar los abastecimientos realizados, logrando consigo tener datos confiables en los históricos que se generan a partir de esta información, los cuales se utilizan posteriormente, es por ello que se debe tener este control interno, además la empresa cuenta con la herramienta SAE en la que se cargan las entradas y salidas, cabe destacar que de dicha plataforma se toma información para realizar compras y ventas, por ello es de vital importancia que los datos obtenidos sean confiables. La bitácora esta descrita de la siguiente manera y cuenta con la información necesaria para poder obtener la información que se requiere.

### **BITACORA DE CONTROL INTERNO**

FECHA	CLAVE	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	DEPARTAMENTO	FIRMA

*Tabla 3. Bitácora de Control Interno.*

*Nota: Utilizada principalmente para tener un mejor control en las entradas y salidas.*

*Fuente: Elaboración propia*

5. Con la información generada por el área de producción, ventas, compras y los registros de la bitácora de control interno, se generan los datos históricos de acuerdo a los productos fotovoltaicos vendidos.

Posterior a la auditoria y el comparativo de la información generada por las diferentes áreas anteriormente mencionadas, se generan los datos con un inventario diario, obteniendo un reporte mensual y anual de las ventas y los requerimientos atendidos por el área de almacén.

Los registros y reportes contienen información de todos los productos almacenados, recordando que posteriormente se analizaron únicamente los productos terminados, los cuales impactan de manera secuencial a los demás productos, materiales y materias primas.

A continuación se muestran los datos históricos obtenidos en el inventario diario, el reporte mensual y el reporte anual, ejemplificando únicamente como registro diario un día de febrero, el reporte mensual del mismo mes y el reporte anual.

Tomando en cuenta que se tiene el registro de todos los días laborables en la empresa y el reporte de los 12 períodos analizados.

### **INVENTARIO POR DÍA**

La tabla de inventario diario se realizó mediante un recorrido físico, con el objetivo de recolectar información acerca de las ventas y producciones realizadas, para posteriormente verificar dichos datos con las diferentes áreas de la organización. La tabla en donde se realizó el registro, cuenta con las claves de los productos, su descripción, fecha, hora de realización, las existencias del inventario anterior, la producción realizada, lo que se encuentra en tránsito, y por último se tienen los totales en producción y ventas, con los cuales se realiza el comparativo y justificación de la información recopilada.

Esta información es utilizada para realizar el reporte mensual que se elabora en conjunto con las áreas de producción, ventas y compras.

INVENTARIO POR DÍA		19/02/2018- 11:00 am					
			DIFERENCIA				
CLAVE	DESCRIPCIÓN	EXISTENCIAS	PRODUCCIÓN	PT	VENTA	TOTAL PRODUCCION	TOTAL VENTAS
SE156104-110P36B	Módulo Mono Solarever 18V 110W A-	0	0	0	0	0	0
SE15626-25P36B	Módulo Policristalino18V 25W A-	0	0	0	0	0	0
SE15652-50P36B	Módulo Policristalino 18V 50W A-	7	0	0	0	0	0
SE15631-30P36B	Módulo Policristalino 18V 30W A-	0	0	0	0	0	0
SE7822-10P36B	Módulo Policristalino 18V 10W A-	0	0	0	0	0	0
SE15631-30P36A	Módulo Policristalino 18V 30W	5	0	0	0	0	0
SE156156-165P36A	Módulo Monocristalino 18V 165W	33	0	0	0	0	0
SE156156-340M72	Módulo Monocristalino 36V 340W	85	0	0	0	15	30
SE156156-330M72	Módulo Monocristalino 36V 330W	0	0	0	0	0	0
SE156104-100P36A	Módulo Policristalino 18V 100W	1425	0	0	64	0	66
SE156104-110P36A	Módulo Monocristalino 18V 110W	0	0	0	0	0	0
SE15665-60P36A	Módulo Policristalino 18V 60W	1	0	0	0	0	0
SE156104-200P72A	Módulo Policristalino 36V 200W	1	0	0	0	0	0
SE156104-195P72A	Módulo Policristalino 36V 195W	0	0	0	0	0	0
SE156125-120P36A	Módulo Policristalino 18V 120W	0	0	0	0	0	0
SE156156-335M72	Módulo Monocristalino 36V 335W	0	0	0	0	0	0
SE156156-265P60B	Módulo Policristalino 32V 265W A-	29	0	0	0	0	2
SE15652-50FLEX	Módulo Monocristalino 50W Flexible	10	0	0	0	0	0
SE156104-100FLEX	Módulo Monocristalino 100W Flexible	10	0	0	0	0	0
SE156156-175P40T	Módulo Policristalino 24V 175W	0	0	0	0	0	0
SE156156-280M60	Módulo Monocristalino 32V 280W	35	0	0	0	0	0
SE7822-10P36A	Módulo Policristalino 18V 10W	20	0	0	0	0	0
SE156156-260P60B	Módulo Policristalino 32V 260W A-	0	0	0	0	0	0
SE156156-310P72B	Módulo Policristalino 36V 310W A-	70	0	0	0	23	0
SE156156-320P72B	Módulo Policristalino 36V 320W A-	74	0	0	0	0	0
SE156104-100P36B	Módulo Policristalino 18V 100W A-	51	0	0	6	0	6
SE156156-150P36B	Módulo Policristalino 18V 150W A-	0	0	0	0	0	0
SE156156-280M60	Módulo Monocristalino 32V 280W A-	0	0	0	0	0	0
SE156156-330M72	Módulo Monocristalino 36V 330W A-	8	0	0	0	0	0
SE156156-165P36B	Módulo Monocristalino 18V 165W A-	0	0	0	0	0	0
MOD-100	Módulo Policristalino 105W	0	0	0	0	0	0
SE156156-320P72A	Módulo Policristalino 36V 320W	54	73	0	33	303	147

SE156156-265P60A	Módulo Policristalino 32V 265W	157	20	0	102	179	243
SE156156-310P72A	Módulo Policristalino 36V 310W	0	0	0	0	0	0
SE15652-100P72A	Módulo Policristalino 36V 100W	1	0	0	0	0	0
SE156156-270P60A	Módulo Policristalino 32V 270W	0	0	0	0	0	0
SE15652-50P36A	Módulo Policristalino 18V 50W	466	0	0	0	0	21
SE156156-260P60A	Módulo Policristalino 32V 260W	0	0	0	0	0	0
SE156156-155P36A	Módulo Policristalino 12V 155W	0	0	0	0	0	0
SE156156-150P36A	Módulo Policristalino 12V 150W	962	0	0	31	1176	75
SE15626-25P36A	Módulo Policristalino 18V 25W	860	0	0	0	0	5
	265W -A Sin Marco	4	0	0	0	4	0
	320W -A Sin Marco	0	3	0	0	6	0
	340W -A Sin Marco	0	0	0	0	0	0
	150W -A Sin Marco	3	0	0	0	0	0
	150W Sin Marco	29	0	0	0	0	0
INV-JFY/1.1	Inversor JFY 1.1 KW	29	0	0	0	0	0
WIFI-KIT	WI-FI KIT JFY	2	0	0	0	0	0
INV-SOLIS-1.0-KW	Inversor Solis 1.0 KW	1	0	0	0	0	0
INV-JFY/4.0	Inversor JFY 4.0 KW	0	0	0	0	0	0
INV-JFY/1.5	Inversor JFY 1.5 KW	15	0	0	0	0	0
WIFI-BOX	WIFI-BOX SOLIS	4	0	0	0	0	0
INV-SOLIS-20.0-K	Inversor Solis 20.0 KW	0	0	0	0	0	0
wifi.plug	WIFI-PLUG JFY	29	0	0	0	0	0
INV-SOLIS-10.0-K	Inversor Solis 10.0 KW	0	0	0	0	0	0
INV-SOLIS-3.6-KW	Inversor Solis 3.6 KW	21	0	0	0	0	0
INV-SOLIS-1.5-KW	Inversor Solis 1.5 KW	13	0	0	0	0	1
INV-SOLIS-5.0-KW	Inversor Solis 5.0 KW	54	0	0	3	0	6
INV-SOLIS-3.0-KW	Inversor Solis 3.0 KW	17	0	0	1	0	4
INV-SOLIS-2.0-KW	Inversor Solis 2.0 KW	18	0	0	1	0	2
WIFI-STICK	WIFI-STICK SOLIS	4	0	0	0	0	1
INV-SOLIS-15.0-K	Inversor Solis 15.0 KW	1	0	0	0	0	0
YC 500-220V	MICRO INVERSOR APS YC500 220V	41	0	0	0	0	0
YC500	MICRO INVERSOR APS YC500 127V	21	0	0	0	0	7
YC1000	MICROINVERSOR APS YC1000 220V	1	0	0	0	0	0
ECUYC500	SISTEMA DE MONITOREO ECU YC500	4	0	0	0	0	0
MI-500	MICROINVERSOR HOYMILES MI-500 220V	92	0	0	0	0	0
DTU-MI	DATA COLLECTOR HOYMILES MI-500	2	0	0	0	0	0

TK-YC500 220	Trunk cable YC500 127-220V	16	0	0	0	0	0
EC-YC500	End Cap YC500 127-220v	9	0	0	0	0	0
SILICON-C-A	SILICON FOR JB COMPONENT A(KG)	100	0	0	0	0	0
SILICON-C-B	SILICON FOR JB COMPONENT B(KG)	12	0	2	0	0	0
SILICON-P	SILICON FOR PANELS 400ML(PCS)	1091	0	0	0	0	0
	MÓDULO 100 W POLICRISTALINO	1	0	0	0	0	0
	MÓDULOS 80 W POLICRISTALINO	2	0	0	0	0	0
FILM-P	STRENCH FILM FOR PACKAGING	44	0	0	0	0	0
FLEJE-P	PLÁSTICO BELT FOR PACKAGING	44	0	0	0	0	0
CINTA-FRAGIL	CINTA EMPAQUE LEYENDA FRÁGIL	95	0	0	0	0	0
SOL-CELL-MONO	MONO SOLAR CELLS	39333	0	0	0	0	0
SOL-CELL-POLY	POLY SOLAR CELLS	70680	0	0	0	0	0
	MÓDULO 340 W A-	4	0	0	0	0	0
	SILICÓN NEGRO	12	0	0	0	0	0

Tabla 4. Inventario Diario.

Nota: Contiene la información auditada mediante las existencias del día anterior en comparación con la producción realizada, justificando cada una de las ventas realizadas.

Fuente: Elaboración propia

## **REPORTE MENSUAL**

El reporte contiene la información resumida de los datos obtenidos en el inventario diario, y en este se presentan las ventas realizadas a lo largo del mes, semana por semana y el porcentaje que representa cada uno de los productos vendidos de la venta total. La información está centrada únicamente en los módulos solares y los artículos utilizados para llevar a cabo una instalación fotovoltaica.

También se realizó la representación gráfica del reporte, donde se identificó la manera en que se comportan las ventas en este mes analizado.

La información contenida es utilizada en el reporte global y además tiene una confiabilidad del 100% ya que es auditada en conjunto con al área de producción, compras y ventas, por lo tanto toda la información es justificada.

## **REPORTE ANUAL**

Con base en los datos arrojados por el reporte del inventario diario y el mensual, se realizó la retroalimentación mediante el reporte anual con los 12 periodos analizados durante este trabajo. Se tiene la información de cada mes con cada una de las ventas efectuadas de los productos, De igual manera se realizó el grafico, donde se puede observar que el mes de Enero fue el que obtuvo un mayor porcentaje de ventas y el mes de Junio logró un menor grado de las mismas.

Esta información es de vital importancia ya que con base en ella, la realización de la siguiente etapa del trabajo está basada en los datos arrojados por los históricos de ventas encontrados en el reporte anual.

A continuación se muestra la información obtenida, ejemplificando el mes de febrero con el reporte y grafica mensual, así como el reporte anual de todos los periodos analizados:

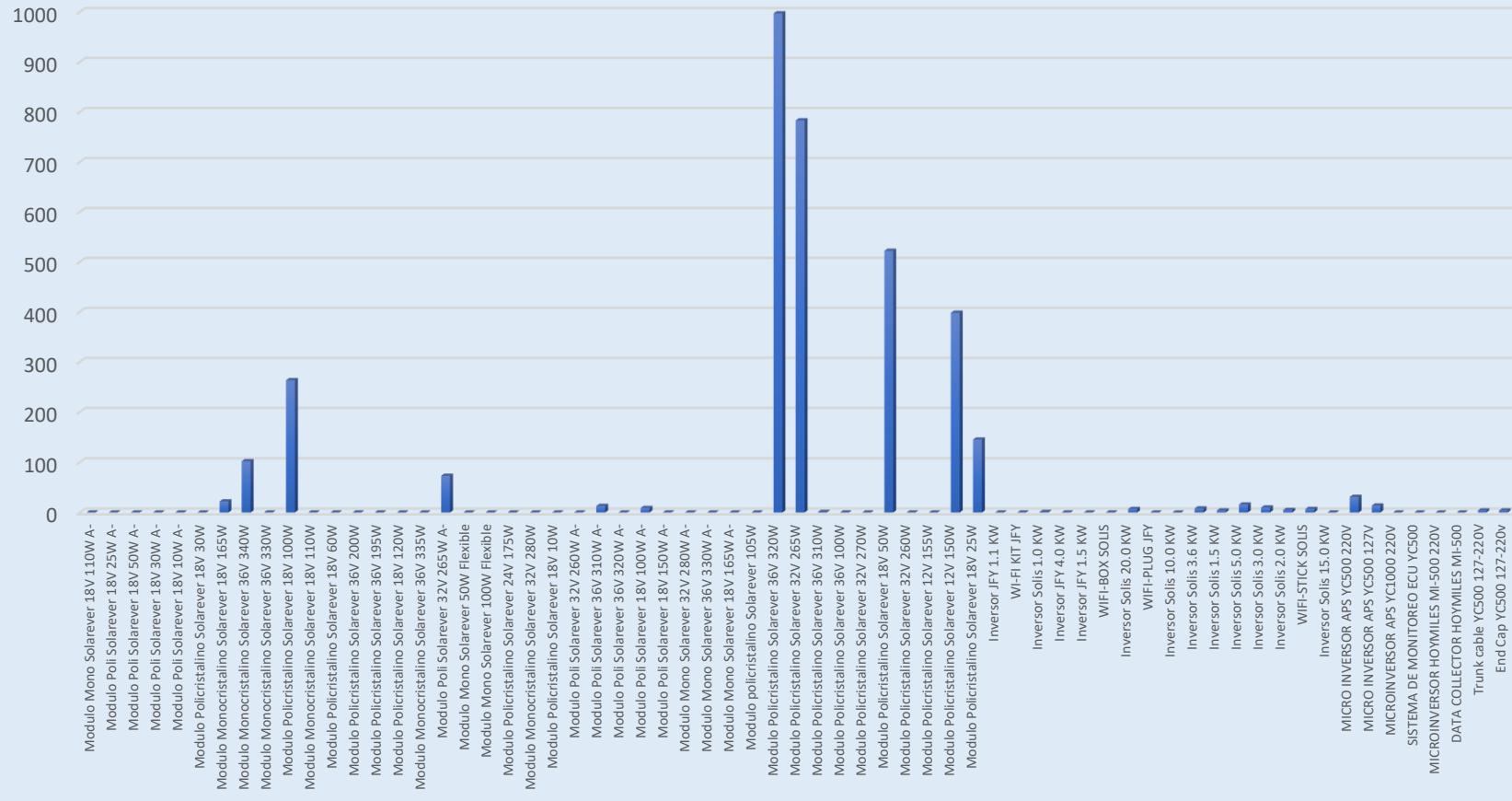
REPORTE MENSUAL	FEBRERO										
	DESCRIPCIÓN	SEM-01-09	%	SEM-12-16	%	SEM-19-23	%	SEM-26-28	%	TOTAL	% TOTAL
Módulo Monocristalino18V 110W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Módulo Policristalino 18V 25W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Módulo Policristalino 18V 50W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Módulo Policristalino 18V 30W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Módulo Policristalino 18V 10W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Módulo Policristalino 18V 30W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
Módulo Monocristalino 18V 165W	18	4.22	2	0.15	0	0.00	2	0.19	22	0.65	
Módulo Monocristalino 36V 340W	35	8.20	0	0.00	30	5.35	30	2.83	95	2.80	
Módulo Monocristalino 36V 330W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Módulo Policristalino 18V 100W	46	10.77	131	9.73	66	11.76	10	0.94	253	7.45	
Módulo Monocristalino 18V 110W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Módulo Policristalino 18V 60W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Módulo Policristalino 36V 200W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Módulo Policristalino 36V 195W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Módulo Policristalino 18V 120W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Módulo Monocristalino 36V 335W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Módulo Policristalino 32V 265W A-	0	0.00	71	5.27	2	0.36	0	0.00	73	2.15	
Módulo Monocristalino50W Flexible	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Módulo Monocristalino100W Flexible	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
Módulo Policristalino 24V 175W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	

Módulo Monocristalino 32V 280W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Policristalino 18V 10W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Policristalino 32V 260W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Policristalino 36V 310W A-	12	2.81	1	0.07	0	0.00	0	0.00	13	0.38
Módulo Policristalino 36V 320W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Policristalino 18V 100W A-	3	0.70	0	0.00	6	1.07	0	0.00	9	0.27
Módulo Policristalino 18V 150W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Monocristalino32V 280W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Monocristalino36V 330W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Monocristalino18V 165W A-	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo policristalino 105W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Policristalino 36V 320W	136	31.85	222	16.48	147	26.20	482	45.43	987	29.06
Módulo Policristalino 32V 265W	116	27.17	335	24.87	231	41.18	91	8.58	773	22.76
Módulo Policristalino 36V 310W	0	0.00	1	0.07	0	0.00	0	0.00	1	0.03
Módulo Policristalino 36V 100W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Policristalino 32V 270W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Policristalino 18V 50W	0	0.00	279	20.71	21	3.74	222	20.92	522	15.37
Módulo Policristalino 32V 260W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Policristalino 12V 155W	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Módulo Policristalino 12V 150W	0	0.00	142	10.54	35	6.24	215	20.26	392	11.54
Módulo Policristalino 18V 25W	0	0.00	140	10.39	5	0.89	0	0.00	145	4.27
Inversor JFY 1.1 KW	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
WI-FI KIT JFY	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Inversor Solis 1.0 KW	1	0.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.03
Inversor JFY 4.0 KW	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

Inversor JFY 1.5 KW	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
WIFI-BOX SOLIS	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Inversor Solis 20.0 KW	0	0.00	7	0.52	0	0.00	0	0.00	7	0.21
WIFI-PLUG JFY	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Inversor Solis 10.0 KW	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Inversor Solis 3.6 KW	8	1.87	0	0.00	0	0.00	0	0.00	8	0.24
Inversor Solis 1.5 KW	2	0.47	1	0.07	1	0.18	0	0.00	4	0.12
Inversor Solis 5.0 KW	12	2.81	0	0.00	4	0.71	0	0.00	16	0.47
Inversor Solis 3.0 KW	3	0.70	3	0.22	3	0.53	1	0.09	10	0.29
Inversor Solis 2.0 KW	2	0.47	1	0.07	2	0.36	0	0.00	5	0.15
WIFI-STICK SOLIS	6	1.41	0	0.00	1	0.18	0	0.00	7	0.21
Inversor Solis 15.0 KW	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
MICRO INVERSOR YC500 220V	20	4.68	9	0.67	0	0.00	2	0.19	31	0.91
MICRO INVERSOR YC500 127V	2	0.47	1	0.07	7	1.25	4	0.38	14	0.41
MICROINVERSOR YC1000 220V	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
SISTEMA DE MONITOREO YC500	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
MICROINVERSOR MI-500 220V	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
DATA COLLECTOR MI-500	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Trunk cable YC500 127-220V	3	0.70	0	0.00	0	0.00	1	0.09	4	0.12
End Cap YC500 127-220v	2	0.47	1	0.07	0	0.00	1	0.09	4	0.12
<b>TOTAL</b>	<b>427</b>	<b>100</b>	<b>1347</b>	<b>100</b>	<b>561</b>	<b>100</b>	<b>1061</b>	<b>100</b>	<b>3396</b>	<b>100</b>

Tabla 5. Reporte mensual.  
Fuente: Elaboración propia

## GRAFICO DEL REPORTE MENSUAL-FEBRERO



Grafica 1. Ejemplo de Reporte Mensual.

Nota: Existe una pronunciada diferencia de los productos vendidos en comparación de los demás, aproximadamente solo el 30% tiene movimiento de ventas para este mes analizado, donde los módulos de 265 y 320 W, son los más vendidos.

Fuente: Elaboración propia

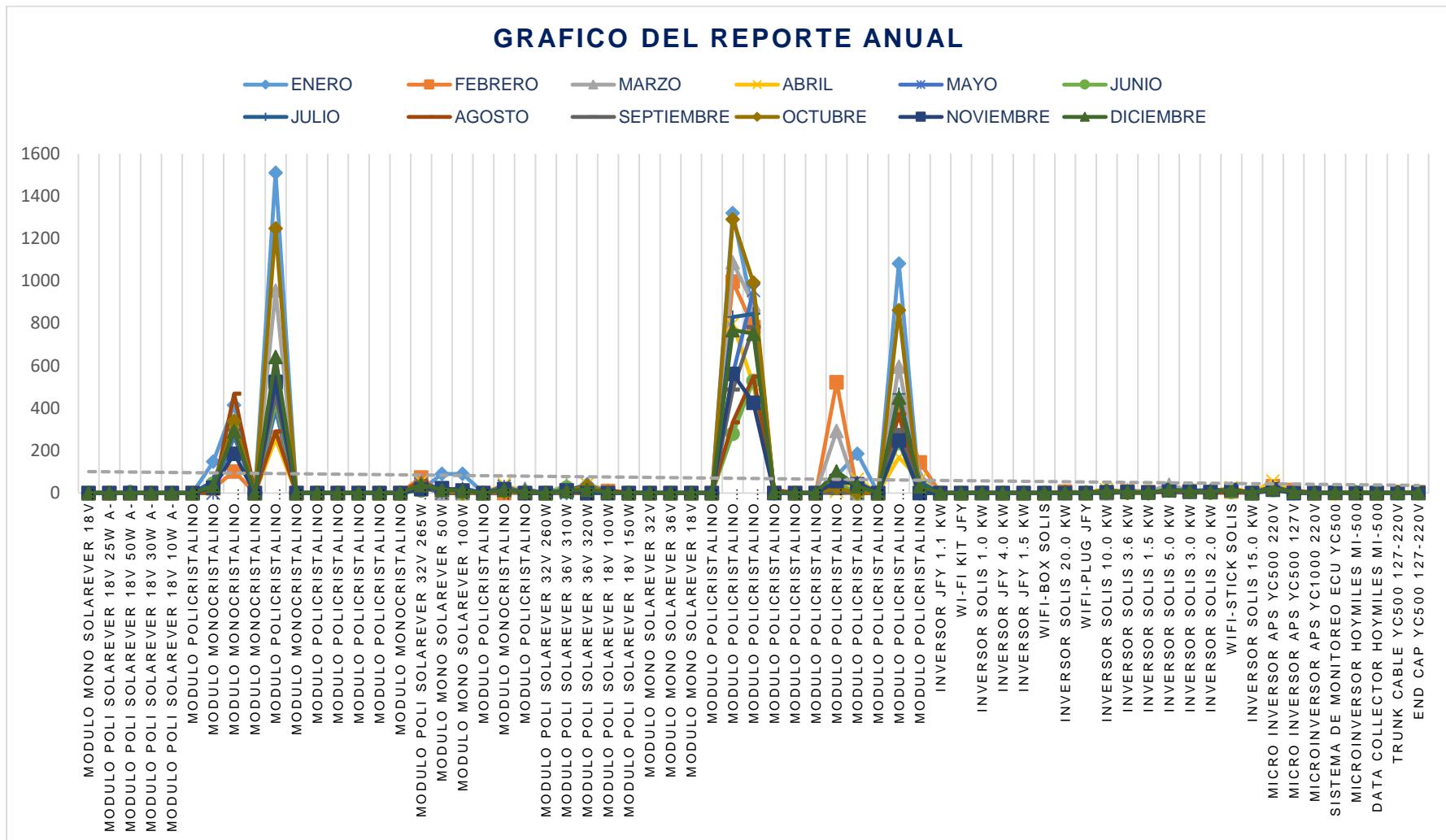
Reporte Anual de Ventas													
Descripción	Ene	Feb	Mar	abr	May	Jun	Jul	ago	sep	Oct	Nov	Dic	Total
Módulo Monocristalino 18V 110W A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 18V 25W A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 18V 50W A-	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
Módulo Policristalino 18V 30W A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 18V 10W A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 18V 30W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Monocristalino 18V 165W	148	22	30	0	0	45	55	0	32	21	25	34	412
Módulo Monocristalino 36V 340W	415	102	283	297	268	325	299	468	335	339	185	292	3608
Módulo Monocristalino 36V 330W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 18V 100W	1510	263	954	255	390	428	556	290	462	1248	522	641	7519
Módulo Monocristalino 18V 110W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 18V 60W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 36V 200W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 36V 195W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 18V 120W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Monocristalino 36V 335W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 32V 265W A-	12	73	32	52	42	12	54	55	28	42	18	38	458
Módulo Monocristalino 50W Flexible	90	0	0	4	0	20	12	0	0	12	23	15	176
Módulo Monocristalino 100W Flexible	90	0	0	0	0	0	22	0	0	0	12	11	135
Módulo Policristalino 24V 175W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Monocristalino 32V 280W	0	0	21	41	32	15	0	0	25	5	18	14	171
Módulo Policristalino 18V 10W	0	0	20	0	0	0	15	8	0	0	0	4	47
Módulo Policristalino 32V 260W A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 36V 310W A-	0	13	36	9	0	25	12	0	0	8	12	10	125
Módulo Policristalino 36V 320W A-	41	0	0	42	0	0	38	0	25	35	0	16	197
Módulo Policristalino 18V 100W A-	11	9	0	1	3	0	0	14	0	0	0	3	41
Módulo Policristalino 18V 150W A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Monocristalino 32V 280W A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Monocristalino 36V 330W A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Monocristalino 18V 165W A-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 105W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 36V 320W	1320	997	1088	797	560	280	830	334	488	1290	562	768	9314
Módulo Policristalino 32V 265W	847	783	889	511	955	529	845	549	783	992	425	751	8859

Módulo Policristalino 36V 310W	0	1	6	0	0	0	13	15	0	0	0	3	38
Módulo Policristalino 36V 100W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 32V 270W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 18V 50W	83	522	293	8	25	48	47	20	0	23	56	102	1227
Módulo Policristalino 32V 260W	185	0	0	65	0	0	50	0	0	0	42	31	373
Módulo Policristalino 12V 155W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Módulo Policristalino 12V 150W	1082	398	596	169	258	237	467	372	297	862	248	450	5436
Módulo Policristalino 18V 25W	2	145	82	62	14	0	52	0	0	0	0	32	389
Inversor JFY 1.1 KW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WI-FI KIT JFY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversor Solis 1.0 KW	0	1	0	1	0	2	2	0	0	1	0	1	8
Inversor JFY 4.0 KW	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	5
Inversor JFY 1.5 KW	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
WIFI-BOX SOLIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversor Solis 20.0 KW	1	7	0	0	3	0	5	0	2	4	0	2	24
WIFI-PLUG JFY	0	0	0	1	0	0	3	0	0	3	0	1	8
Inversor Solis 10.0 KW	8	0	0	16	5	0	12	14	0	15	3	7	80
Inversor Solis 3.6 KW	1	8	15	5	3	2	5	0	4	0	5	4	52
Inversor Solis 1.5 KW	0	4	5	6	0	0	0	5	7	0	2	3	32
Inversor Solis 5.0 KW	21	16	39	9	8	12	15	3	6	15	13	14	171
Inversor Solis 3.0 KW	9	10	10	9	4	16	11	2	3	4	6	8	92
Inversor Solis 2.0 KW	1	5	4	6	5	2	14	2	3	7	4	5	58
WIFI-STICK SOLIS	18	7	17	26	12	5	16	0	18	20	15	14	168
Inversor Solis 15.0 KW	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
MICRO INVERSOR APS YC500 220V	19	31	14	56	22	14	31	12	9	18	17	22	265
MICRO INVERSOR APS YC500 127V	7	14	0	3	0	0	5	13	8	0	0	5	55
MICROINVERSOR APS YC1000 220V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISTEMA DE MONITOREO ECU YC500	0	0	4	0	0	0	0	0	1	2	1	1	9
MICROINVERSOR HOYMILES MI-500 220V	3	0	2	7	0	2	4	0	0	0	0	2	20
DATA COLLECTOR HOYMILES MI-500	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	5
Trunk cable YC500 127-220V	0	4	3	0	0	0	4	2	4	4	0	2	23
End Cap YC500 127-220v	0	4	3	0	0	0	0	1	2	1	0	1	12

Tabla 6. Reporte Anual.

Nota: Se puede apreciar de manera general las ventas realizadas en todos los periodos del año y los porcentajes que representa cada uno de los productos de la venta total.

Fuente: Elaboración propia



## Grafica 2. Reporte Anual.

*Nota: Se pueden observar notablemente los productos que tienen mayores ventas en el año, los cuales a lo largo de los períodos incrementan este porcentaje.*

*Fuente: Elaboración propia*

6. La organización cuenta con una gran variedad de productos fotovoltaicos, de diferentes capacidades, modelos, tamaños, etc. Para llevar a cabo el análisis de los artículos se utilizó la herramienta de Análisis ABC con el objetivo de clasificar e identificar los productos que tienen un mayor impacto en la retribución de utilidades hacia la organización con las ventas realizadas, sabiendo además que es una de las herramientas más utilizadas en la gestión de almacén la cual consiste en ordenar de manera descendente los artículos según el criterio de consumo. Con base en ello, se generaron las prioridades de atención a los artículos que primeramente están clasificados del tipo A y sucesivamente con los del tipo B y C.

Los cálculos y la gráfica basada en la teoría de Pareto se muestran de la siguiente forma:

#### ANALISIS ABC

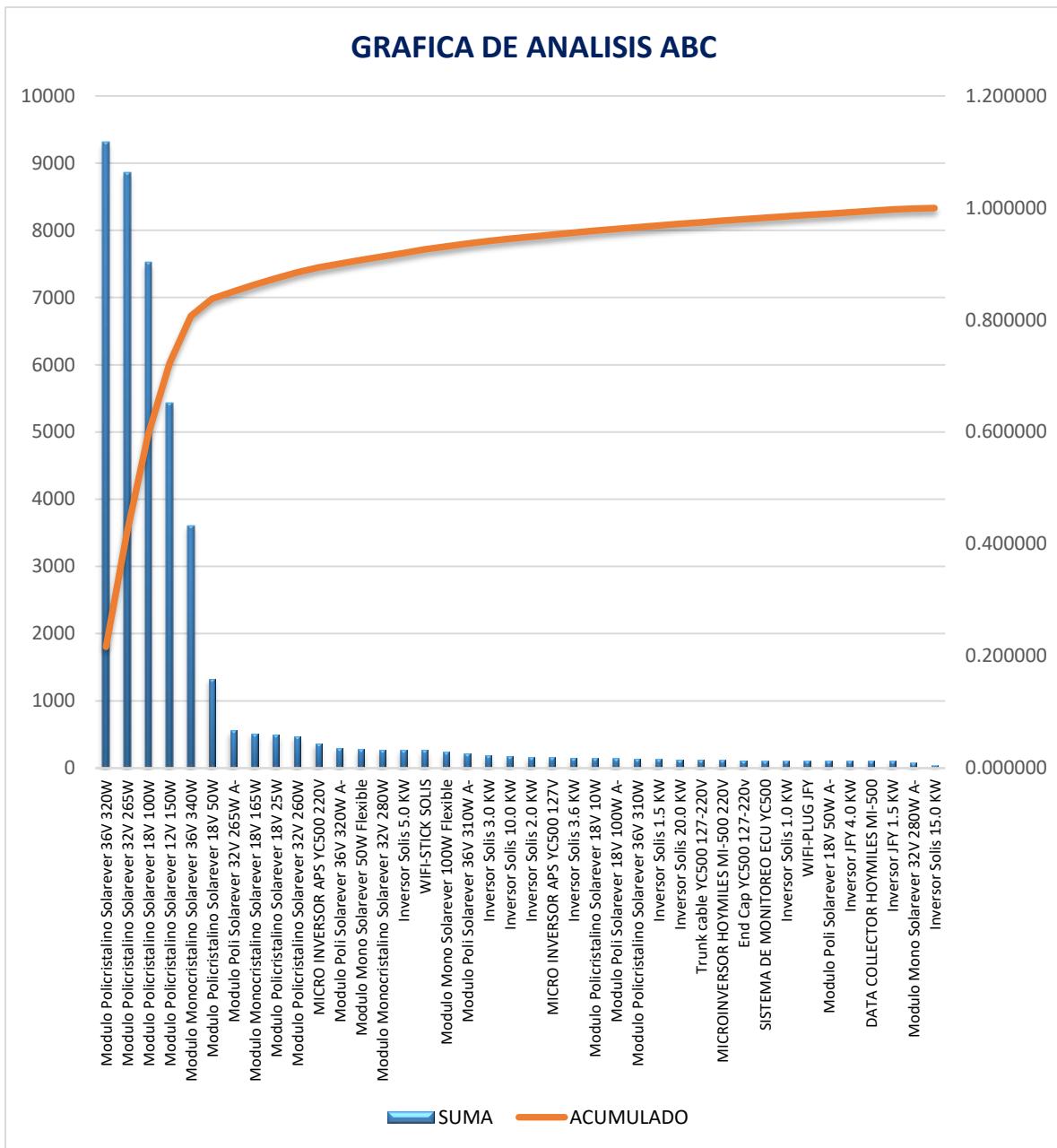
PRODUCTO	SUMA	ACUMULADO	PORCENTAJE
Módulo Policristalino Solarever 36V 320W	9314	0.216439	0.216439
Módulo Policristalino Solarever 32V 265W	8859	0.422304	0.205865
Módulo Policristalino Solarever 18V 100W	7519	0.597030	0.174726
Módulo Policristalino Solarever 12V 150W	5436	0.723352	0.126322
Módulo Monocristalino Solarever 36V 340W	3608	0.807194	0.083843
Módulo Policristalino Solarever 18V 50W	1327	0.838031	0.030837
Modulo Poli Solarever 32V 265W A-	558	0.850998	0.012967
Módulo Monocristalino Solarever 18V 165W	512	0.862896	0.011898
Módulo Policristalino Solarever 18V 25W	489	0.874259	0.011363
Módulo Policristalino Solarever 32V 260W	473	0.885251	0.010992
MICRO INVERSOR APS YC500 220V	365	0.893733	0.008482
Modulo Poli Solarever 36V 320W A-	297	0.900634	0.006902
Modulo Mono Solarever 50W Flexible	276	0.907048	0.006414
Módulo Monocristalino Solarever 32V 280W	271	0.913346	0.006297
Inversor Solis 5.0 KW	271	0.919643	0.006297
WIFI-STICK SOLIS	268	0.925871	0.006228
Modulo Mono Solarever 100W Flexible	235	0.931332	0.005461
Modulo Poli Solarever 36V 310W A-	215	0.936328	0.004996
Inversor Solis 3.0 KW	192	0.940790	0.004462
Inversor Solis 10.0 KW	180	0.944972	0.004183
Inversor Solis 2.0 KW	158	0.948644	0.003672

MICRO INVERSOR APS YC500 127V	155	0.952246	0.003602
Inversor Solis 3.6 KW	152	0.955778	0.003532
Módulo Policristalino Solarever 18V 10W	147	0.959194	0.003416
Modulo Poli Solarever 18V 100W A-	141	0.962471	0.003277
Módulo Policristalino Solarever 36V 310W	138	0.965678	0.003207
Inversor Solis 1.5 KW	132	0.968745	0.003067
Inversor Solis 20.0 KW	124	0.971626	0.002882
Trunk cable YC500 127-220V	123	0.974485	0.002858
MICROINVERSOR HOYMILES MI-500 220V	120	0.977273	0.002789
End Cap YC500 127-220v	112	0.979876	0.002603
SISTEMA DE MONITOREO ECU YC500	109	0.982409	0.002533
Inversor Solis 1.0 KW	108	0.984919	0.002510
WIFI-PLUG JFY	108	0.987428	0.002510
Modulo Poli Solarever 18V 50W A-	105	0.989868	0.002440
Inversor JFY 4.0 KW	105	0.992308	0.002440
DATA COLLECTOR HOYMILES MI-500	105	0.994748	0.002440
Inversor JFY 1.5 KW	103	0.997142	0.002394
Modulo Mono Solarever 32V 280W A-	78	0.998954	0.001813
Inversor Solis 15.0 KW	45	1	0.001046
	43033		

Tabla 7. Análisis ABC.

Nota: Contiene el total de las ventas realizadas en los 12 períodos analizados, su acumulado y el porcentaje correspondiente de cada producto, utilizado para realizar la gráfica donde se lleva a cabo la clasificación y análisis de los artículos.

Fuente: Elaboración propia



Grafica 3. Análisis ABC.

Nota: Mediante la gráfica seguida por la ley de Pareto, se puede realizar la clasificación de los productos, donde se encuentran 5 artículos del tipo A.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la gráfica 3; 5 Artículos fueron identificados en la clasificación del tipo A, los cuales deben tener un mayor grado de atención ya que se pueden considerar como los productos estrella de la organización y en los cuales tenemos áreas de oportunidad con las cuales se pueden

implementar mejoras que aumenten las utilidades de la empresa o bien se reduzcan y eliminen los errores que traen consecuencias en pérdidas monetarias así como en pérdida de clientes.

Los productos seleccionados son los siguientes:

Módulo Policristalino 36V 320W
Módulo Policristalino 32V 265W
Módulo Policristalino 18V 100W
Módulo Policristalino 12V 150W
Módulo Monocristalino 36V 340W

*Tabla 8. Artículos clasificados del tipo A.*

*Fuente: Elaboración propia*

7. Teniendo identificados los productos clasificados, se procedió a realizar el cálculo de los pronósticos para cada uno de ellos con el objetivo de prever la demanda del siguiente periodo para así llevar a cabo la planeación de la misma, así como de la producción a fin de aprovisionar los productos necesarios (stock) y desarrollar las actividades sin problemas de retraso, demoras, faltantes y escasez de los materiales necesarios para llevar a cabo la producción de los artículos de venta.

La información arrojada en los pronósticos se lleva de la mano con las demás áreas, ya que tiene un potencial de uso, en donde se toman en cuenta de acuerdo a la demanda pronosticada, las capacidades de producción, tiempos, lugares, etc., y así tomar decisiones para lograr satisfacer la demanda requerida por los clientes, en tiempo, lugar y de la manera requerida.

El almacén puede realizar las órdenes de requerimientos basados en la planeación y generar las políticas de stock que permitan desempeñar todas las actividades de abastecimiento, teniendo un mejor control en la recepción de materiales aumentando la eficiencia en el manejo y control de los mismos, evitando cuestiones tales como la sobre estimación de los inventarios, la baja rotación, el mal almacenamiento, baja confiabilidad en los números del

inventario y sobre todo evitar la pérdida de los clientes por las cuestiones ya mencionadas que provocan la baja satisfacción de los mismos.

Además el inventario es una herramienta fundamental para llevar a cabo al plan maestro de producción, derivado también de las estructuras de producto.

Para llevar a cabo el cálculo de los pronósticos e identificar el tipo que más se adapta a la demanda de la industria fotovoltaica para dicha organización, se utilizaron 4 métodos:

- Último dato
- Promedio simple
- Media móvil
- Suavizado exponencial

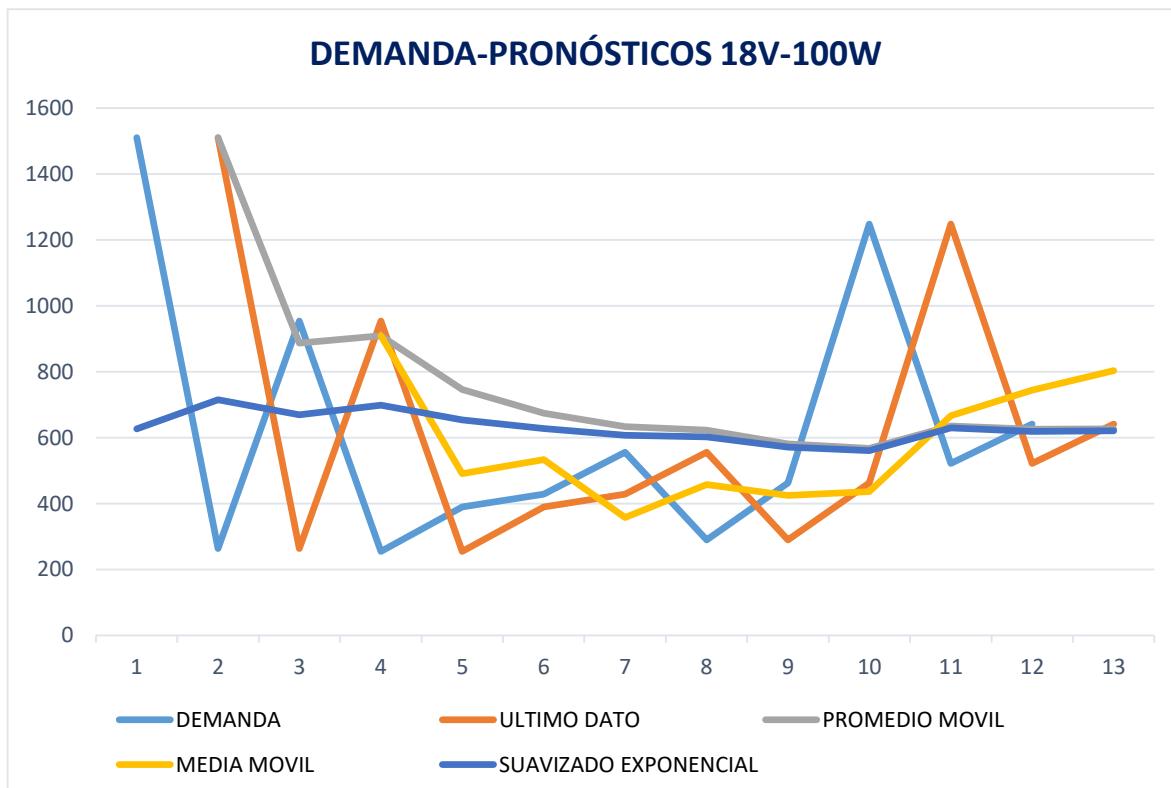
De esta manera y mediante una plantilla de cálculo se llevó a cabo la actividad para cada uno de los artículos seleccionados y posteriormente un comparativo de gráficos donde se puede ver de qué manera se comporta la demanda y cada tipo de pronóstico calculado.

Cabe mencionar que los cálculos realizados se efectuaron con los 12 períodos obtenidos mediante la información recopilada por los diferentes reportes anteriormente detallados, con el objetivo de encontrar la cantidad pronosticada para el periodo número 13.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en los 5 módulos fotovoltaicos:

DATOS		PRONÓSTICO			
N	DEMANDA	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
1	1510				627
2	263	1510	1510		715
3	954	263	887		670
4	255	954	909	909	698
5	390	255	746	491	654
6	428	390	674	533	627
7	556	428	633	358	608
8	290	556	622	458	602
9	462	290	581	425	571
10	1248	462	568	436	560
11	522	1248	636	667	629
12	641	522	625	744	618
13		641	627	804	621

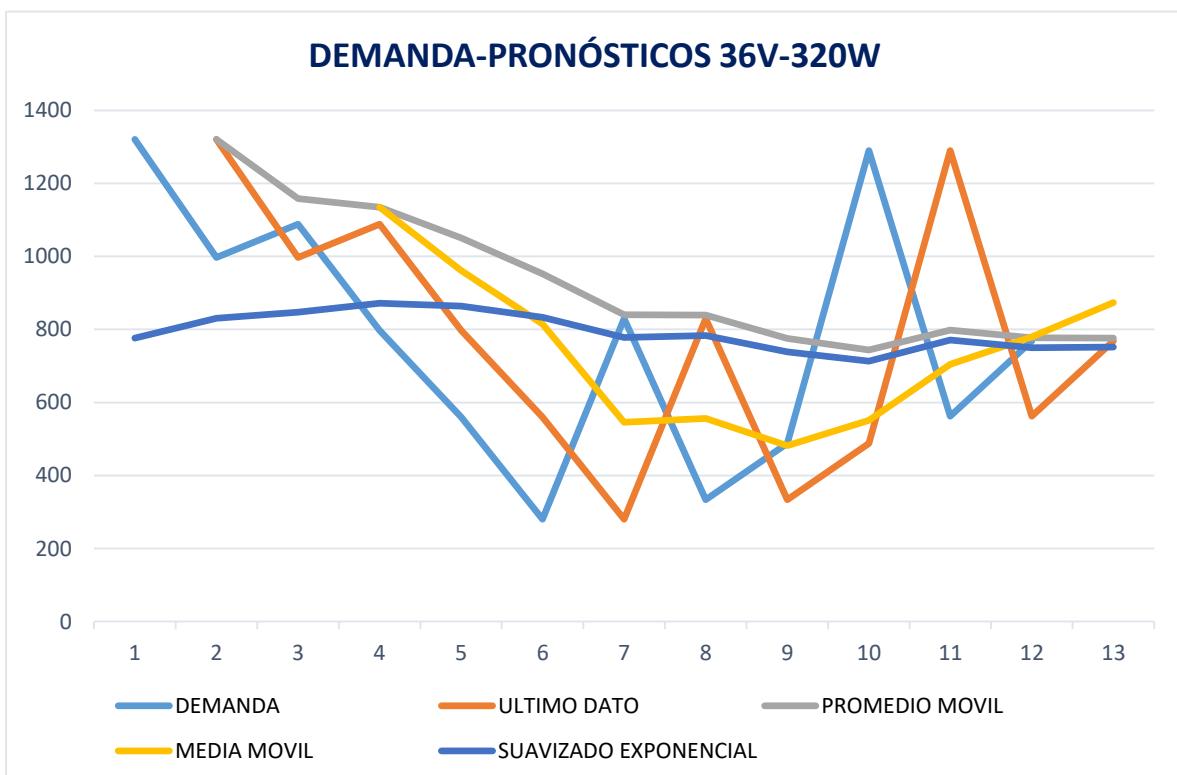
Tabla 9. Calculo de pronósticos-Módulo Policristalino 18V 100W.



Grafica 4. Comparativo Demanda-Pronóstico Modulo Policristalino 18V 100W.  
 Nota: El método suavizado exponencial se comporta de manera estable en comparación de los demás tipos de pronóstico.  
 Fuente: Elaboración propia

DATOS		PRONÓSTICO			
N	DEMANDA	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
1	1320				776
2	997	1320	1320		831
3	1088	997	1159		847
4	797	1088	1135	1135	871
5	560	797	1051	961	864
6	280	560	952	815	833
7	830	280	840	546	778
8	334	830	839	557	783
9	488	334	776	481	738
10	1290	488	744	551	713
11	562	1290	798	704	771
12	768	562	777	780	750
13		768	776	873	752

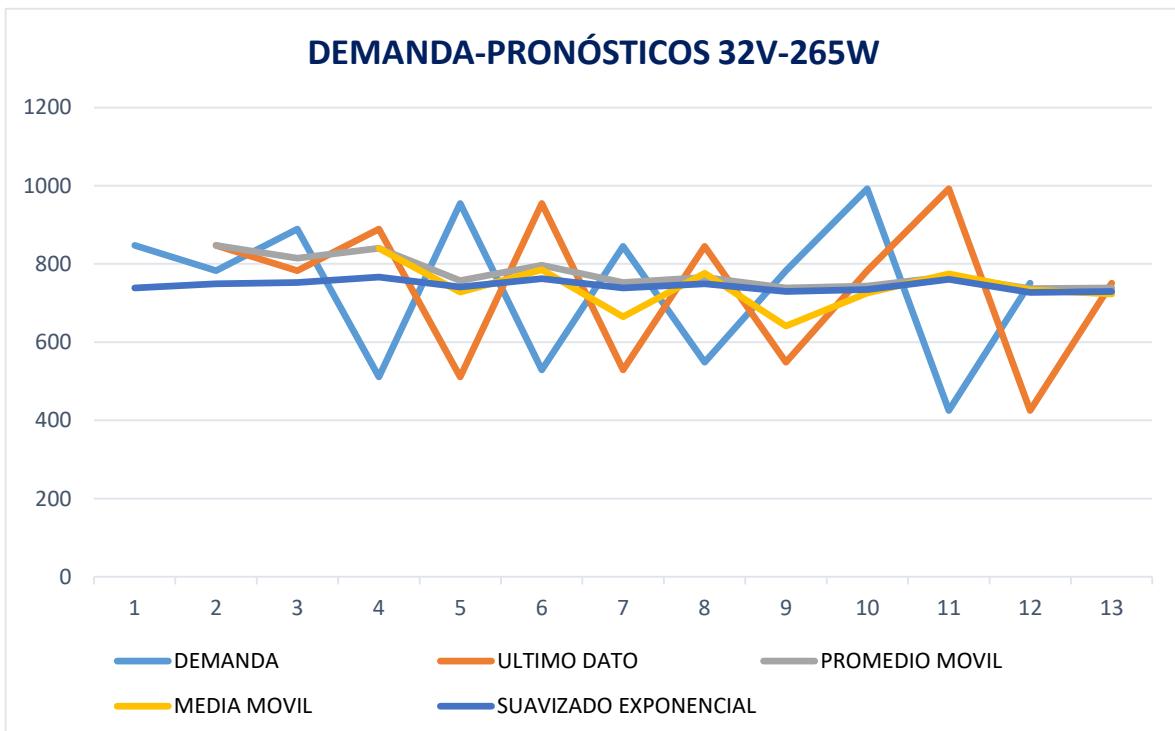
Tabla 10. Cálculo de pronósticos-Modulo Policristalino 36V 320W.



Grafica 5. Comparativo Demanda-Pronóstico del Módulo Policristalino 36V 320W.  
 Nota: La proyección de ventas para este módulo se comporta de manera inestable en todos los pronósticos calculados.  
 Fuente: Elaboración propia

DATOS		PRONÓSTICO			
N	DEMANDA	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
1	847				738
2	783	847	847		749
3	889	783	815		753
4	511	889	840	840	766
5	955	511	758	728	741
6	529	955	797	785	762
7	845	529	752	665	739
8	549	845	766	776	749
9	783	549	739	641	729
10	992	783	743	726	735
11	425	992	768	775	760
12	751	425	737	733	727
13		751	738	723	729

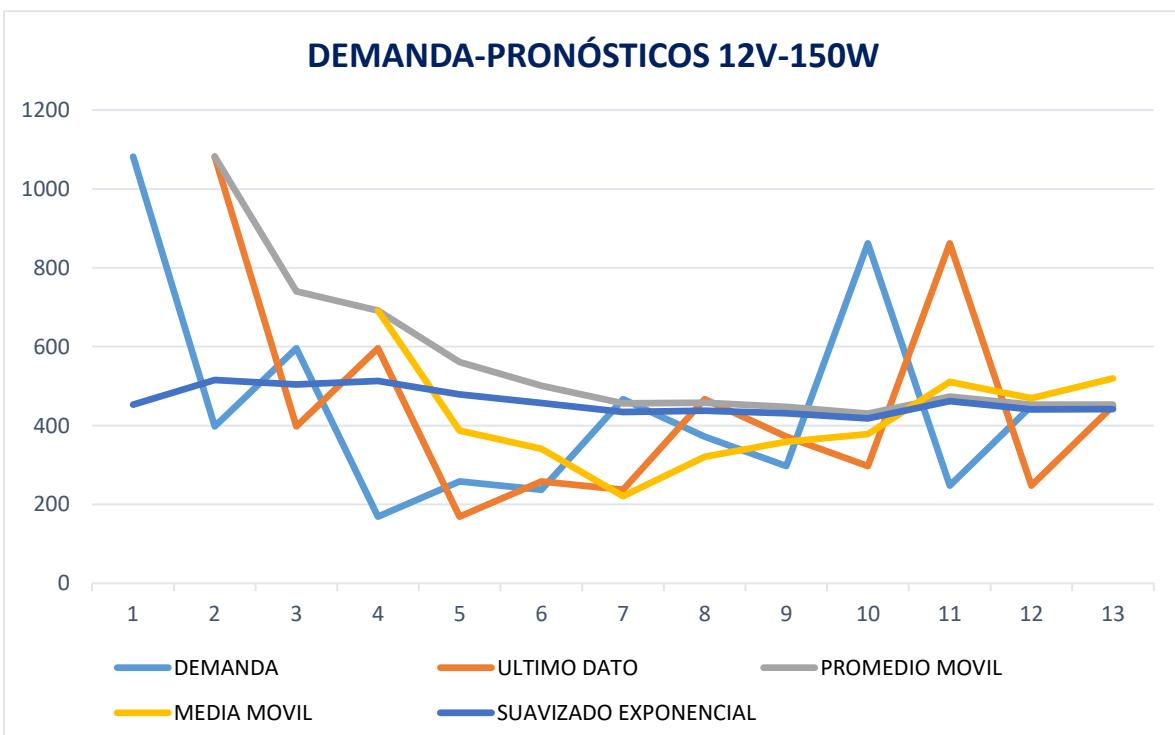
Tabla 11. Calculo de pronósticos-Modulo Policristalino 32V 265W.



Grafica 6. Comparativo Demanda-Pronóstico del Módulo Policristalino 32V 265W.  
 Nota: La mayoría de los cálculos realizados se comportan de manera estable siguiendo una línea del tipo horizontal.  
 Fuente: Elaboración propia

DATOS		PRONÓSTICO			
N	DEMANDA	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
1	1082				453
2	398	1082	1082		516
3	596	398	740		504
4	169	596	692	692	513
5	258	169	561	388	479
6	237	258	501	341	457
7	467	237	457	221	435
8	372	467	458	321	438
9	297	372	447	359	431
10	862	297	431	379	418
11	248	862	474	510	462
12	450	248	453	469	441
13		450	453	520	442

Tabla 12. Calculo de pronósticos-Modulo Policristalino 12V 150W.

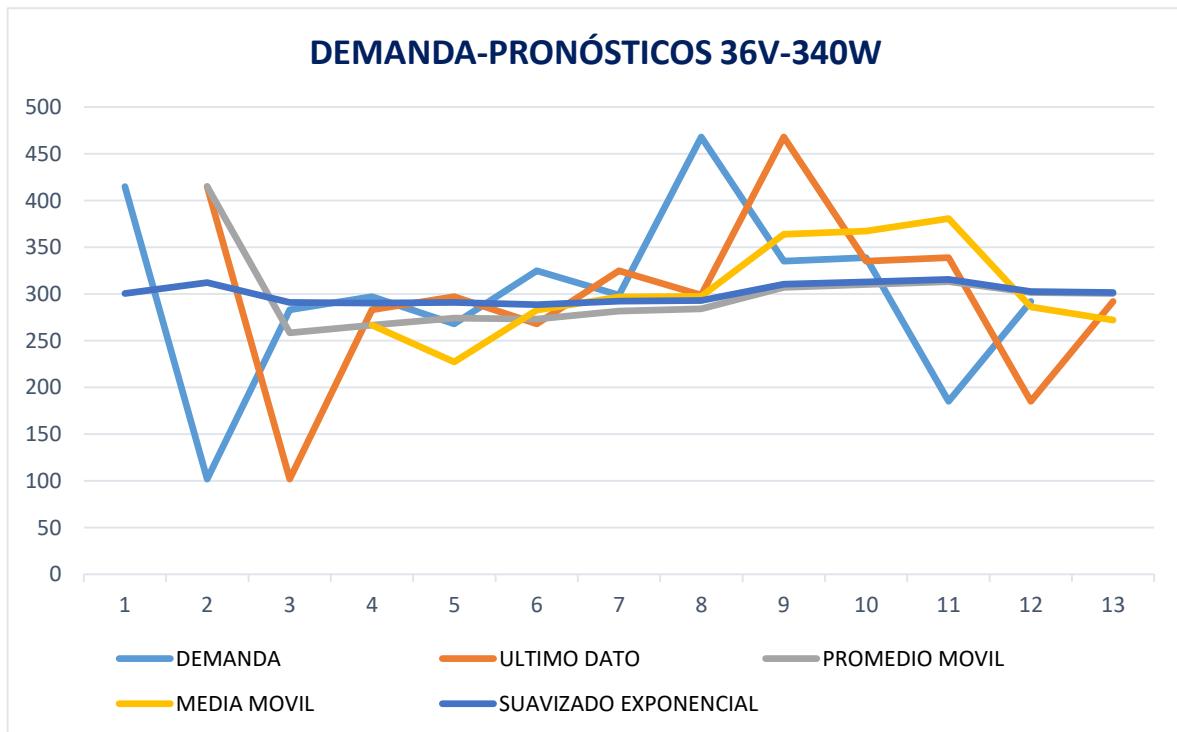


Grafica 7. Comparativo Demanda-Pronóstico del Módulo Policristalino 12V 150W.  
 Nota: Tomando en cuenta el punto máximo de la demanda, las ventas siguientes se pronostican a la baja en la mayoría de los períodos.

Fuente: Elaboración propia

DATOS		PRONÓSTICO			
N	DEMANDA	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
1	415				301
2	102	415	415		312
3	283	102	259		291
4	297	283	267	267	290
5	268	297	274	227	291
6	325	268	273	283	289
7	299	325	282	297	292
8	468	299	284	297	293
9	335	468	307	364	310
10	339	335	310	367	313
11	185	339	313	381	316
12	292	185	301	286	302
13		292	301	272	301

Tabla 13. Calculo de pronósticos-Modulo Monocristalino 36V 340W.



*Grafica 8. Comparativo Demanda-Pronóstico del Módulo Monocristalino 36V 340W.*  
 Nota: Se puede observar que es el panel con mayor rendimiento, el cual sus ventas se aproximan siguiendo una tendencia a la alta.  
 Fuente: Elaboración propia

8. El cálculo de los pronósticos siempre cuenta con un grado de error el cual varía y depende de la demanda establecida.

Para determinar la medida de error de los cálculos anteriores, se utilizaron tres tipos de medidas logrando así encontrar el pronóstico que más se adapta a la demanda de la organización y que tiene un menor grado de error en comparación con los demás.

Las tres medidas del error utilizadas fueron:

- MAD (Desviación Absoluta Media)
- MSE (Error Cuadrático Medio)
- MAPE (Error Medio Absoluto Porcentual)

De esta manera se realiza la propuesta y recomendación de pronóstico a implementar en la organización para posteriormente generar la política de stock adecuada en cada uno de los productos.

De igual manera se realizaron mediante una plantilla de cálculo para cada uno de los 5 artículos:

MEDIDAS DEL ERROR	MODULO POLICRISTALINO 18V 100W-ERROR			
	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
				883
	1247	1247		452
	691	68		284
	699	654	654	443
	135	356	101	264
	38	246	105	199
	128	77	198	52
	266	332	168	312
	172	119	37	109
	786	680	812	688
	726	114	145	107
	119	16	103	23
SUMA	869	2381	228	60
MAD	79	216	25	5
MSE	68651	515464	5759	302
MAPE	112	102	57	64

Tabla 14. Medida del error-módulo policristalino 18v 100w.

Nota: Pronóstico suavizado exponencial con menor porcentaje de error (amarillo).

Fuente: Elaboración propia

MODULO POLICRISTALINO 36V 320W-ERROR				
MEDIDAS DEL ERROR	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
				544
	323	323		166
	91	71		241
	291	338	338	74
	237	491	401	304
	280	672	535	553
	550	10	284	52
	496	505	223	449
	154	288	7	250
	802	546	739	577
	728	236	142	209
	206	9	12	18
<b>SUMA</b>	552	2396	620	243
<b>MAD</b>	50	218	69	20
<b>MSE</b>	27700	522079	42711	4910
<b>MAPE</b>	62	64	55	51

Tabla 15. Medida del error-módulo policristalino 36v 320w.

Nota: Pronóstico suavizado exponencial con menor porcentaje de error (amarillo).

Fuente: Elaboración propia

MODULO POLICRISTALINO 32V 265W-ERROR				
MEDIDAS DEL ERROR	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
				109
	64	64		34
	106	74		136
	378	329	329	255
	444	198	227	214
	426	268	256	233
	316	93	180	106
	296	217	227	200
	234	45	142	54
	209	249	266	257
	567	343	350	335
	326	14	18	24
<b>SUMA</b>	96	549	328	89
<b>MAD</b>	9	50	36	7
<b>MSE</b>	838	27441	11978	666
<b>MAPE</b>	49	29	37	26

Tabla 16. Medida del error-módulo policristalino 32v 265w.

Nota: Pronóstico suavizado exponencial con menor porcentaje de error (amarillo).

Fuente: Elaboración propia

MODULO POLICRISTALINO 12V 150W-ERROR				
MEDIDAS DEL ERROR	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
	684	684		629
	198	144		118
	427	523	523	92
	89	303	130	344
	21	264	104	221
	230	10	246	220
	95	86	51	32
	75	150	62	66
	565	431	483	134
	614	226	262	444
	202	3	19	214
	<b>SUMA</b>	632	1942	9
<b>MAD</b>	57	177	35	<b>112</b>
<b>MSE</b>	36311	342771	11330	<b>1036</b>
<b>MAPE</b>	87	87	73	<b>58</b>

Tabla 17. Medida del error-módulo policristalino 12v 150w.

Nota: Pronóstico suavizado exponencial con menor porcentaje de error (amarillo).

Fuente: Elaboración propia

MODULO MONOCRISTALINO 36V 340W-ERROR				
MEDIDAS DEL ERROR	ULTIMO DATO	PROMEDIO MOVIL	MEDIA MOVIL	SUAVIZADO EXPONENCIAL
				114
	313	313		210
	181	25		8
	14	30	30	7
	29	6	41	23
	57	52	42	36
	26	17	2	7
	169	184	171	175
	133	28	29	25
	4	29	28	26
	154	128	196	131
	107	9	6	10
<b>SUMA</b>	123	92	39	<b>8</b>
<b>MAD</b>	11	8	4	<b>1</b>
<b>MSE</b>	1375	772	169	<b>5</b>
<b>MAPE</b>	55	43	22	<b>32</b>

Tabla 18. Medida del error-módulo Monocristalino 36v 340w.

Nota: Pronóstico suavizado exponencial con menor porcentaje de error (amarillo).

Fuente: Elaboración propia

Los resultados arrojados por la herramienta de las medidas del error indican que el método adecuado y óptimo para poner en práctica en el cálculo de los pronósticos es el *Suavizado Exponencial*, ya que los tres tipos de medida muestran que es el método con el error más bajo en cada uno de los productos.

Además se puede notar en las gráficas realizadas que en comparación de los demás tipos de pronósticos, este se comporta de una manera estable y apegado a la demanda durante todos los períodos, ya que al igual que esta, se mantiene siguiendo una tendencia horizontal haciendo referencia a una serie estacionaria que no tiende a aumentar ni disminuir con el paso del tiempo de forma sistemática, esto hace que sea igual de probable que el siguiente valor de la demanda se encuentre arriba o debajo del valor medio de la serie.

9. La relación directamente que existe entre el área de almacén e inventarios con la de producción, se ve afectada por la mala gestión que se realiza en las áreas, ya que no se cuenta con una buena planeación de la producción, los niveles de stock se mantienen inestables, realizando requerimientos de manera aventurada y con un grado de incertidumbre.

El incumplimiento acertado con los requerimientos de materia prima, así como de los subensables que son requeridos para llevar a cabo el panel solar, provoca que se realicen paros no planeados por la falta de dichos materiales, incumpliendo los requerimientos de los clientes, los cuales son parte fundamental de la rentabilidad de la empresa.

A continuación se muestran los cálculos realizados para cuantificar las pérdidas monetarias causadas por las problemáticas anteriormente detalladas, considerando que se tuvieron 11 días improductivos en el mes de Mayo:

La organización trabaja bajo las siguientes condiciones:

- Turno estándar de 8 horas, de lunes a sábado. (48 horas)
- Numero de operarios: 32
- Salario: \$1300 semanales
- Número total de horas hombre muertas:

$$\begin{aligned} \text{Horas Hombre Muertas} &= (11 \text{ dias})(8 \text{ horas} - \text{turno}) \\ &= 88 \text{ horas improductivas} \end{aligned}$$

- Costo Hora Hombre

$$\text{Costo Hora Hombre} = \frac{1300 \text{ pesos}}{48 \text{ horas turno}} = 27.08 \text{ pesos}$$

- Costo por día improductivo / operario

$$\begin{aligned} \text{Costo por dia improductivo por operario} \\ &= (8 \text{ horas} - \text{turno})(27.08 \text{ pesos hora hombre}) \\ &= 216.64 \text{ pesos} \end{aligned}$$

- Costo total de horas improductivas por operario

$$\text{Costo total} = (88 \text{ horas})(27.08) (1 \text{ operario}) = \$2383.04$$

- Costo total de horas hombre improductivas

$$\begin{aligned} \text{Costo total horas hombre} &= (\$2383.04)(32 \text{ operarios}) \\ &= \$76,257.28 \end{aligned}$$

El resultado total fue de \$76,257.28 causados por los 11 días de paro, a falta de materia prima y de algunos materiales que son utilizados para la elaboración de los productos terminados, (paneles solares).

Por lo anteriormente descrito, se derivó una cancelación consecuente por parte de un cliente, el cual había solicitado 30 módulos solares del tipo Monocristalino de 340W, que por lo tanto la empresa perdió dicha venta con un total de:

- Precio de módulos 340W = \$2613.48
- Total de módulos solicitados = 30

$$\text{Venta perdida} = (30 \text{ modulos})(\$2613.48) = \$\mathbf{70,100.1}$$

En el mes de Mayo se tuvo un total en pérdidas monetarias por **\$146,357.38**, a causa de los paros no planeados derivados de la mala gestión en el almacén e inventarios, realizando cálculos erróneos y aventurados de los niveles de stock necesarios para la fabricación de los productos terminados (paneles solares) y posteriormente la cancelación de abastecimiento en la demanda por la falta de producción, denotando ahora la importancia del buen manejo en la gestión de almacén, utilizando herramientas que de igual manera se relacionan con áreas puntuales en la empresa como la planeación de la producción, el cálculo de pronósticos, los cuales permiten anticipar y posteriormente generar estándares de stocks que eviten los paros no planeados por falta de materiales de producción, impactando de manera negativa el factor más importante para la empresa, ya que se tiene un giro orientado totalmente hacia el cliente.

Cabe mencionar que únicamente se describieron algunas de las problemáticas del mes de Mayo, con el objetivo de puntualizar el grado de participación de una buena gestión de almacén e inventarios, tomando en cuenta que existen problemas similares los cuales afectan monetariamente las utilidades y costos de la organización.

La política propuesta para generar los stocks mínimos y máximos así como los de seguridad, se recomienda estar basada mediante el cálculo del pronóstico con el método de suavizado exponencial y así por consiguiente planear la demanda y la producción en conjunto con las demás áreas que tienen relación directa con el Almacén e Inventarios.

Los resultados anteriormente descritos, se realizaron únicamente para los 5 artículos clasificados en el análisis A, se propone realizar los mismos pasos para los demás productos en secuencia como lo indica la el grafico del análisis ABC, siguiendo con los artículos encontrados en la clasificación del tipo B y posteriormente con los del tipo C.

Con esto se lograra atender la demanda solicitada por los clientes de una manera más eficientes evitando los retrasos, demoras, entregas incompletas, falta de productos, gastos innecesarios, paros no planeados, entre otras cuestiones que afectan el buen cumplimiento de la mala gestión de almacén e Inventarios.

## PROPUESTAS

### Metodología 5 S's

Con el objetivo de resolver las problemáticas relacionadas con los daños en los materiales y productos almacenados, así como la incorrecta actividad de resguardo dentro del almacén, la metodología 5'S, es una de las herramientas con mayor potencial en el control, clasificación, orden y limpieza, por lo cual se recomienda poner en práctica mediante una serie de pasos, los cuales nos llevan al cumplimiento de dichos objetivos, Además se agilizan actividades de abastecimiento y despacho, los accidentes de trabajo se eliminan gracias a las buenas condiciones que se tienen en el área de trabajo, lo cual impacta de buena manera en la motivación del personal. A continuación se detallan las actividades a seguir:

- **CLASIFICACIÓN Y DESCARTE (SEIRI):** Separar innecesarios. Es la primera de las cinco fases. Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se comprueba que se dispone de todo lo necesario.
  - De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez al mes se aparta (por ejemplo, en la sección de archivos, o en el almacén en la fábrica).
  - De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez por semana se aparta no muy lejos (típicamente en un armario en la oficina, o en una zona de almacenamiento en la fábrica).
  - De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por día se deja en el puesto de trabajo.
  - De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por hora está en el puesto de trabajo, al alcance de la mano.
  - Y lo que se usa al menos una vez por hora se coloca directamente sobre el operario.

Como aplicarlo:

- Dividir el lugar
- Realizar un recorrido a las áreas
- Hacer un inventario de las cosas útiles en el área.
- Separar, identificar y enlistar los materiales y equipos que no sirven.
- Los materiales innecesarios pero de valor, se donan, venden, o transfieren a alguna otra área que lo requiera.
- Los materiales innecesarios sin valor se descartan.

Como hacerlo:

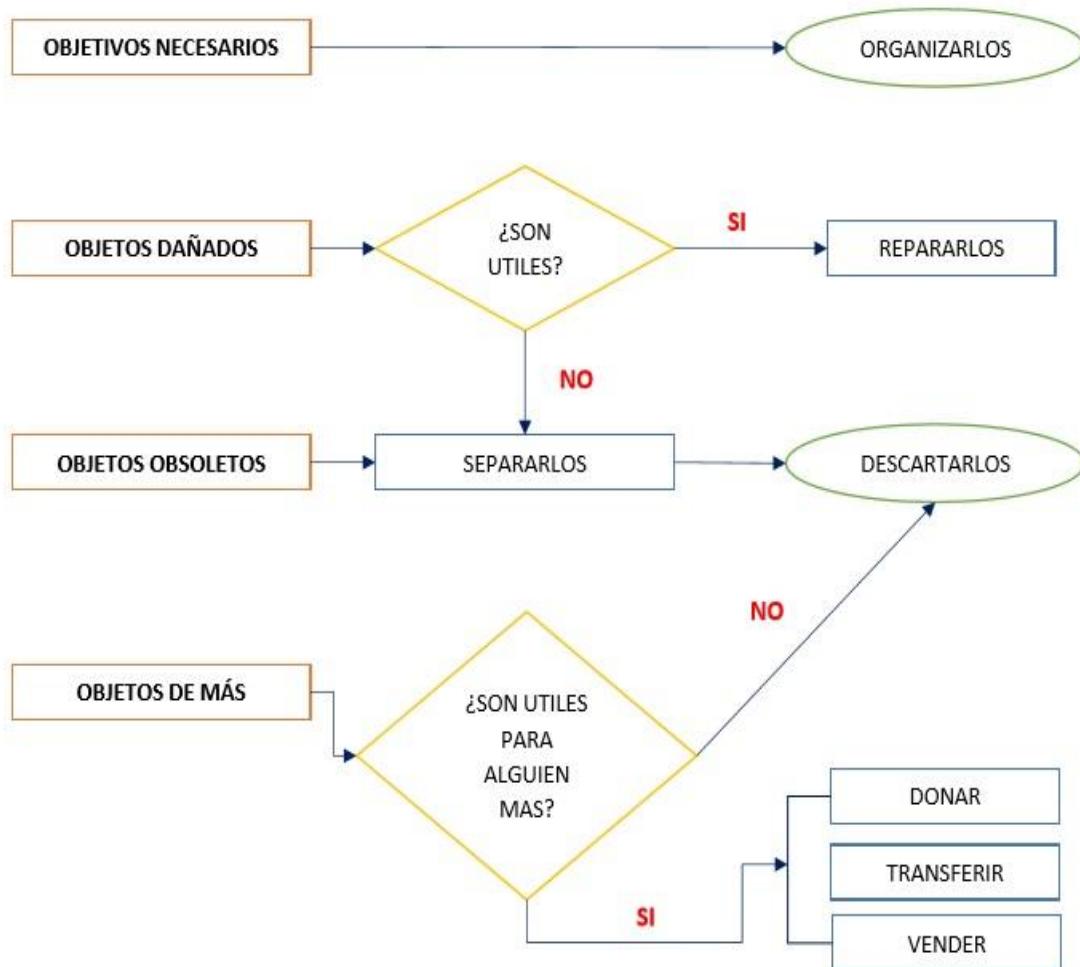


Ilustración 3. Clasificación y Descarte, Metodología 5'S.  
Fuente: Elaboración propia

**ORGANIZACIÓN (SEITON):** Situar necesarios, Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Es necesario definir:

- a) Que artículos se van a almacenar
- b) Donde se ubicaran
- c) Que cantidad se va a almacenar

Tres puntos clave:

- a) Fácil de encontrar
- b) Fácil de utilizar
- c) Fácil de regresar

Normas de orden:

- Organizar racionalmente el puesto de trabajo (proximidad, objetos pesados fáciles de coger o sobre un soporte)
- Definir las reglas de ordenamiento
- Hacer obvia la colocación de los objetos
- Los objetos de uso frecuente deben estar cerca del operario
- Clasificar los objetos por orden de utilización
- Estandarizar los puestos de trabajo
- Favorecer la metodología de primeras entradas primeras salidas

Como aplicarlo:

1. Decidir la localización más apropiada de los elementos, tomando en consideración:
  - La manera más rápida de encontrarlos
  - Reducir al mínimo el traslado
  - Reducir espacios
  - Evitar movimientos innecesarios y perjudiciales
  - Asegurar que no se generen riesgos o peligros

Criterios para ordenar:

- a) *Seguridad*: Evitar que se caigan, que no estorben, evitar obstruir pasillos, que no representen algún riesgo de seguridad.
  - b) *Calidad*: Que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren.
  - c) *Eficacia*: Minimizar el tiempo para su localización y acceso para su utilización.
2. Determinar con claridad y precisión las localizaciones.
- Una vez que se hayan determinado las localizaciones, proceder a la identificación de las mismas a los efectos de que todos puedan encontrar con facilidad y prontitud los objetos y/o espacios, además de saber con rapidez cuantas cosas hay en cada sitio.
- Control visual:
    - Donde deben estar los elementos o materiales
    - Cuantas cosas deben estar ahí
    - Cuál es el procedimiento estándar para hacer algo
    - La forma de llegar a un sitio del almacén
    - Si una operación está procediendo de forma normal o no
  - Herramientas utilizadas en el control visual:
    - Letreros
    - Etiquetas
    - Tarjetas
    - Marcación con colores
    - Identificación de contorno

**LIMPIEZA (SEISŌ):** Suprimir suciedad: Una vez despejado (seiri) y ordenado (seiton) el espacio de trabajo, es mucho más fácil limpiarlo (seisō). Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y en realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria. Quiere decir mantener en buenas condiciones el equipo de trabajo y mantener limpio el ambiente de trabajo.

Normas de orden:

- Limpiar, inspeccionar, detectar las anomalías
- Volver a dejar sistemáticamente en condiciones
- Facilitar la limpieza y la inspección
- Eliminar la anomalía en origen
- Principios
  - Determinar un programa de limpieza
  - Definir las actividades y métodos de limpieza
  - Crear disciplina

Como aplicarlo

1. *Jornada de limpieza*

Realizar una campaña de limpieza como primer paso para implantar la metodología en la que se limpian, pasillos, equipos, armarios, almacenes, etc.

Ayuda a obtener un estándar de la forma en que deben estar las áreas permanentemente.

2. *Determinar las metas de limpieza*

Existen tres tipos o categorías de limpieza:

- Elementos almacenados (materiales, accesorios, útiles).
- Equipos (maquinas, accesorios, útiles de trabajo, equipo de oficina).

- Espacios (Pisos, área de trabajo, pasillos, paredes, columnas, techos, ventanas, estantes, cuartos de servicios, salas y luces).

3. *Determinar los responsables de la limpieza*

- Programa de limpieza

4. *Determinar los métodos de limpieza*

- Propósitos de limpieza
- Asignación de tareas
- Elementos de seguridad y limpieza necesarios y forma de utilizarlos
- Descripción de las actividades de limpieza

5. *Preparar las herramientas y útiles de limpieza*

- Lugares fáciles de encontrar y devolver.

6. *Implantar la limpieza*

- Retirar aceite, polvo, grasa, óxido, pintura, así como también asegurar la limpieza de pisos, paredes, cajones, maquinaria, ventanas, etc.
- Durante la limpieza tomar nota para las actividades de mejora continua.
- Ser muy estrictos en el cumplimiento de todos los estándares.
- Ser paciente a fin de acepar fallas en los colaboradores para no abandonar el esfuerzo y que se convierta en un hábito.

7. *Inspección continua*

La información debe guardarse en fichas o listas para su posterior análisis y planificación de las acciones correctivas.

**HIGIENE Y VISUALIZACIÓN (SEIKETSU):** Es mantener, definir una manera constante de llevar cabo las actividades de selección, organización y limpieza. Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos.

- Propósitos:

- Presentar altos niveles de organización, orden y limpieza.
- Consolidar el funcionamiento de todas las reglas establecidas así como de los entandares establecidos.
- Si no se elabora un proceso para conservar logros, es posible que el lugar de trabajo llegue a tener nuevamente elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada.

- Puntos clave para la gestión:

- Importante distinguir entre lo correcto y lo incorrecto y tener estándares que todos sean capaces de entender.
- Las personas que están encargadas de la administración y control del lugar deben tener la capacidad de diferenciar entre lo que es normal y las condiciones anormales.
- Favorecer una gestión visual.
- Estandarizar los métodos operatorios.
- Formar al personal en los estándares.

“Nota: Es de vital importancia que los estándares se elaboren con la colaboración de las personas que están involucradas dentro de las primeras 3S, logrando así formar un estado de pertenencia y facilitar el avance en el esfuerzo.

**DISCIPLINA Y COMPROMISO (SHITSUKE):** Es disciplina, significa crear las acciones que fomenten el compromiso de los miembros de la organización para formar un hábito con las actividades relacionadas en las 5S.

Seguir mejorando. Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua.

- Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.
- Hacer de la organización, orden y limpieza una práctica diaria, asumida por todos.
- La realización de evaluaciones periódicas, ayuda a identificar desviaciones y nuevas oportunidades de mejora.
- Asumir el compromiso de todos para mantener y mejorar el nivel de organización, orden y limpieza.

*Algunos pasos para crear disciplina*

- Uso de ayudas visuales
- Recorridos en las áreas
- Evidencias del antes y después
- Boletines informativos, carteles
- Establecer actividades diarias de aplicación, actividades mensuales, semestrales, etc.
- Realizar evaluaciones periódicas (auditorias)

Cada una de los pasos incluidos en la herramienta de las 5 S's, trae consigo mejoras que pueden impulsar además la eficiencia, el control, temas relacionados con la motivación del personal y lo más importante, se asegura el área de trabajo para un buen desempeño de las actividades libre de accidentes.

Se propone la actualización de la descripción de puestos del departamento de almacén, logrando así que las funciones y mejoras implantadas sean realizadas correctamente y a su vez proporcionar información real a los departamentos involucrados así como una buena atención al cliente desde el área de Almacén.

La siguiente propuesta debe ser analizada y revisada por los demás departamentos de la organización, principalmente con el de Recursos Humanos.

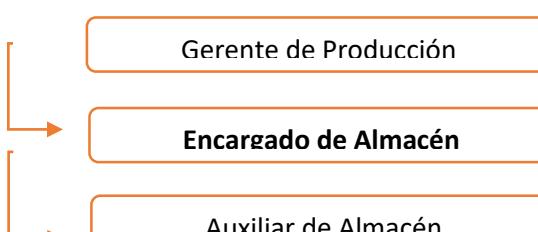
Nombre de la empresa	<b>DESCRIPCION DE PUESTO</b>		
<b>Puesto:</b> Encargado de Almacén	<b>Horario:</b> Lunes a Viernes de 8:00 a 18:100 hrs.	<b>No. Plazas:</b> 1	
<b>Organigrama:</b>  <pre>graph TD; GP[Gerente de Producción] --&gt; EA[Encargado de Almacén]; EA --&gt; AA[Auxiliar de Almacén]</pre>			
<b>Puesto inmediato superior:</b> Gerente de Producción <b>Puesto inmediato inferior:</b> Auxiliar de Almacen <b>Número de personas a su cargo:</b> 3			
<b>Objetivo:</b> Salvaguardar los bienes materiales, recibiéndolos, clasificándolos, ordenándolos, abasteciéndolos, inventariándolos y asegurar la limpieza y cuidado de los mismos, para así tener un buen control y manejo de los productos, materiales, materias primas, refacciones y las piezas almacenadas dentro del área.			

Tabla 19. Descripción de Puesto.

Nota: Se identifican los horarios de trabajo, jefes inmediatos, personas a cargo y el objetivo del área.

Fuente: Elaboración propia

Nombre de la empresa	DESCRIPCIÓN DE PUESTO
<p style="text-align: center;"><b>RESPONSABILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepción de embarques</li> <li>• Entradas de Almacén</li> <li>• Inventario Físico</li> <li>• Cargar las unidades al sistema SAE</li> <li>• Ubicación y Reubicación de las entradas al almacén</li> <li>• Recepción de pedidos</li> <li>• Abastecimiento de pedidos internos y externos</li> <li>• Control de salidas</li> <li>• Auditoria interna</li> <li>• Entrega de información al área de producción</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>ACTIVIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de requisiciones</li> <li>• Registro de información diaria</li> <li>• Conteo físico diario</li> <li>• Auditoria interna</li> <li>• Despachos internos y externos</li> <li>• Recepción de materiales, materia prima, piezas y productos</li> <li>• Generar información requerida por otras áreas</li> </ul>	

*Tabla 20. Descripción de puesto.*  
*Nota: Se indican responsabilidades y actividades a desempeñar en el área de trabajo.*  
*Fuente: Elaboración propia*

## Indicadores de gestión

La mejora continua es uno de los puntos relevantes de la implementación de las mejoras en la gestión de almacén e inventarios, ya que de esta manera logramos evaluar el desempeño individual y global de todas las variables que están involucradas dentro del proceso de gestión. Además se logran identificar las necesidades y requerimientos que deben ser modificados o implementados con el objetivo de impulsar un mayor benéfico en el sistema de gestión y verificar el buen funcionamiento del mismo. Existen diferentes indicadores para el área de almacén e inventarios que pueden ser utilizados durante el proceso de evaluación e implementación de los cambios requeridos, ya que podemos evaluar los puntos más importantes y que tienen una mayor participación dentro del proceso de gestión. Con la información obtenida y analizada se realiza un sistema de retroalimentación para identificar el buen funcionamiento del proceso y así mismo las posibles áreas de oportunidad que surgen a partir de las nuevas mejoras implantadas.

Para la organización se recomienda llevar a cabo dichas evaluaciones con los siguientes indicadores:

### *Indicadores asociados con la calidad*

- a) Confiabilidad del inventario

$$\frac{\text{Diferencia en unidades}}{\text{Unidades totales en inventario}} =$$

- b) Porcentaje de error

$$\frac{\text{Cantidad de ordenes despachadas erroneamente}}{\text{Cantidad de ordenes despachadas}} =$$

- c) Número o porcentaje de ordenes perfectas

$$\frac{\text{Cantidad de órdenes despachadas completas y a tiempo}}{\text{Cantidad total de órdenes despachadas}} =$$

- d) Número o porcentaje de ordenes completas

$$\frac{\text{Cantidad de órdenes despachadas completas}}{\text{Cantidad total de órdenes despachadas}} =$$

### *Indicadores asociados a la productividad*

a) Capacidad de almacén

$$\frac{\text{Área utilizada para el almacenamiento}}{\text{Área total del almacén}} =$$

b) Unidades despachadas por empleado

$$\frac{\text{Número de unidades despachadas}}{\text{Número de empleados}} =$$

c) Rotación de la mercancía

$$\frac{\text{Valor de las ventas de mercancía a fin de periodo}}{\text{Valor del inventario promedio a fin de periodo}} =$$

d) Costo de la unidad almacenada

$$\frac{\text{Costo de almacenamiento}}{\text{Número de unidades almacenadas}} =$$

e) Costo por metro cuadrado

$$\frac{\text{Costo de almacenamiento}}{\text{Área del almacén}} =$$

Los indicadores descritos anteriormente impulsan el feedback de manera favorable, ya que con base a la retroalimentación desarrollada podemos llevar a cabo la mejora continua, así como el buen y eficiente funcionamiento del proceso de gestión de almacén e inventarios. Por ello se recomienda emplear esta herramienta durante el periodo que sea adecuado para la organización tomando en cuenta los tiempos de planeación y control para efectuar los cálculos y de igual manera considerando las políticas que se rigen dentro de la empresa.

## CONCLUSIÓN

El aprovechamiento de las energías limpias en los últimos años ha ido en aumento, con el impulso de la tecnología, el abastecimiento de nuevos mercados, requerimientos gubernamentales y principalmente por la preocupación de un mundo limpio en lucha contra el cambio climático, las industrias han optado por invertir de una buena manera en el uso de las energías alternas, sabiendo que existen diferentes tipos de ellas, tales como; Hidroeléctrica, Eólica, Nuclear, Geotermia, Fotovoltaica, Biogás, entre algunas otras. Cada una con diferentes costos de producción así como de medios y materiales para su utilización con su respectivo proceso.

La Tierra recibe del sol una cantidad enorme de energía: con la energía que se recibe durante un solo día se podría cubrir la demanda energética mundial actual por más de 20 años. El sol provee energía en forma de radiación, la cual es la base de toda la vida en la tierra, particularmente la energía Fotovoltaica, que es la que se encarga de aprovechar dicha energía solar, cuenta con un mayor y rápido crecimiento en comparación de las demás gracias a su bajo costo de producción, a su flexibilidad de uso, y principalmente que su recurso principal de producción abunda en la tierra en gran proporción. Lo cual ha originado que las industrias tengan un mercado potencial dentro de esta área, realizando inversiones importantes alrededor del mundo.

México es un país privilegiado al tener una de las zonas con mayor recepción solar en el mundo, así como altos niveles en las horas pico de aprovechamiento solar. Con base en ello, el país posee grandes posibilidades de creación y crecimiento de la industria fotovoltaica, lo cual origina una compleja y ardua competencia en el mercado de la producción de artículos fotovoltaicos, principalmente de módulos solares.

Por esta razón es de vital importancia tener un buen manejo en el proceso global de la cadena de suministro que forma una empresa. Cada una de las áreas impactando de manera positiva o negativa en dicho proceso con base a la gestión de cada una de ellas.

Sabiendo que Almacén representa uno de los activos más importantes para la organización y que es una de las áreas con mayor relación en la cadena de suministro y principalmente con los clientes, que es uno de los aspectos fundamentales a cuidar en este mercado por la difícil competencia mundial, es muy importante llevar a cabo una buena gestión de Almacén en la empresa.

En este trabajo se realizaron las propuestas de mejora en la gestión para una empresa del ramo fotovoltaico, mediante herramientas, metodologías y técnicas que impactan de manera favorable los costos y utilidades de la organización.

La gestión de Almacén es el proceso logístico que trata la recepción, almacenamiento, movimiento dentro de un mismo almacén y el movimiento hasta un punto de consumo de cualquier producto, así como el tratamiento e información de los datos generados.

Con base en ello se analizó el diagramo de flujo del proceso de producción así como la distribución de planta, identificando la relación directa del Almacén con el área de producción, compras y ventas, Para posteriormente identificar todos los productos con los que cuenta la empresa, encontrando módulos solares del tipo monocristalino y policristalino de diferentes capacidades que van desde los 10 Watts hasta los 340 Watts.

El análisis e identificación arrojaron áreas de oportunidad en el aprovisionamiento, planeación de la demanda, almacenamiento, abastecimiento y control, teniendo dificultades con falta de materia prima, escases de productos, entregas incompletas, cancelación de ventas, almacenamientos innecesarios y daños en los materiales almacenados.

Con el objetivo de mejorar el control de entradas y salidas, la bitácora de control interno se genera un mejor manejo en dichos movimientos, al igual con esta información se realizan los registros correspondientes en el sistema SAE utilizado por la empresa, asegurando la confiabilidad de la información ya que la auditoria de estos datos se realiza en conjunto con las diferentes áreas que se relacionan directamente con el Almacén, tomando en cuenta el inventario físico de los

productos de manera diaria logrando así la generación de los datos históricos, obteniendo un reporte semanal, mensual y anual de las ventas realizadas, las cuales fueron justificadas en el proceso de auditoría interna, primordialmente con el área de producción.

La organización cuenta con una gran variedad de productos, de los cuales se generan los datos históricos de cada uno. Primordialmente fue importante identificar a los artículos estrella o padre para poner mayor atención en ellos. Con la herramienta de análisis ABC se identificaron dichos productos, teniendo como resultado 5 módulos solares. Ahora bien, uno de los aspectos fundamentales para llevar a cabo la solución de las problemáticas, es generar la planeación de la demanda y de la producción a fin de realizar las requisiciones de materia prima, materiales, piezas y refacciones necesarias, en tiempo, cantidad y forma correcta. Ya que de esta manera se puede satisfacer la demanda requerida por los clientes de forma eficiente.

Para ello se realiza el cálculo de los pronósticos correspondientes de cada uno de los 5 artículos seleccionados, con diferentes métodos; promedio móvil, media móvil, último dato y suavizado exponencial, y así se encontró el pronóstico que más se adapta a la demanda de la industria fotovoltaica. Donde se identifica que el tipo suavizado exponencial, es más recomendado para generar la proyección de la demanda y posteriormente generar el plan maestro de producción tomando en cuenta las estructuras de producto. Las medidas del error ayudan a identificar el mejor pronóstico, sabiendo que cada cálculo cuenta con un grado de error, con base a esta herramienta logramos denotar el que obtiene un menor porcentaje del mismo.

MAD, MSE y MAPE, son las medidas utilizadas en cada uno de los tipos de pronósticos, donde las tres medidas del error, identifican al suavizado exponencial como el más factible a implantar en la empresa.

Para detallar el nivel de importancia que tiene la realización de una buena gestión de almacén e inventarios y medir el impacto económico que se tiene, se denotaron dos problemáticas, las cuales se presentaron por la escasez de materia prima, lo

que derivó en la cancelación de pedidos y paros no planeados, obteniendo una perdida monetaria por aproximadamente más de \$150,000 en el mes de Mayo.

Denotando que es de vital importancia llevar a cabo de manera correcta la gestión de almacén e inventarios ya que de igual manera la información tratada en dicha área influye de forma puntual en diferentes áreas de la organización, como lo es en producción, compras y ventas.

La gestión también involucra temas relacionados con la clasificación, orden y limpieza, para lo cual se propone poner en práctica la metodología de las 5S's, con la cual se mejoran estas actividades impactando así también en la motivación del personal ya que se mejoran tiempos en las búsquedas, fácil ubicación, se encuentra lo necesario, involucran condiciones ergonómicas que reducen la fatiga y evitan lesiones en los operarios, de igual manera se asegura el área de trabajo, libre de accidentes.

Para desarrollar las actividades con las mejoras implementadas, el personal involucrado debe desarrollar y poseer ciertas características y habilidades las cuales le permitirán desempeñarse y poner en práctica lo requerido en el área de Almacén e Inventarios, para ello se propone también la Descripción de puesto para el encargado de Almacén, quien será el principal responsable de asegurar el buen manejo del proceso de gestión.

La evaluación de todas las mejoras y propuestas realizadas, deben ser medidas y controladas mediante indicadores, los cuales brindan información que sirve de retroalimentación favorable para la mejora continua que se debe realizar en un proceso de cambio, ya que se pueden identificar nuevas áreas de oportunidad así como correcciones necesarias a realizar. Se propusieron algunos indicadores como; capacidad de almacén, rotación de inventarios, porcentaje de error, entre algunos otros.

Al término del trabajo, se cumplieron con los objetivos generales y específicos planteados al inicio, ya que se identificaron y analizaron las áreas de oportunidad dentro de la organización, se presentaron e implantaron las mejoras recomendables así como las propuestas a realizar para un mejor funcionamiento en el área de almacén e inventarios para la industria fotovoltaica y se denoto el impacto económico que tiene dicha gestión dentro de una empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arrieta, J. G. (2010). La Administración de Operaciones y su papel central dentro de toda organizacion. *Universidad EAFIT*, 95.
- Bartholdi. (1996). *Warehouse and Distribution Science*. . Georgia: GA.
- Blogecohogar. (28 de Abril de 2016). *Blogecohogar*. Obtenido de <https://blogecohogar.wordpress.com/historia-de-la-energia/>
- Bowersox. (1999). *Supply chain management-warehouse*. New York: McGraw-Hill.
- Bowersox. (1999). *Supply chain management*. New York: McGraw-Hill.
- Chopra, S. (2008). *Administracion de la cadena de suministro, Estrategia, Planeacion y Operacion*. Mexico: Pearson.
- E. Silver, D. F. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. New York: Third Edit.
- Educalingo*. (Febrero de 2016). Obtenido de <https://educalingo.com>
- Fotovoltaicos, S. (2016). Energia Solar Fotovoltaica. *Energias Renovables y Mercado*, 203.
- Frazelle. (1998). *Logistica de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Bogota: Norma.
- Iami. (2005). *Gemba Kaizen. Como implementar el Kaizen*. Colombia: McGraw-Hill.
- Lasnier, F. (2002). *Photovoltaic Engineering Handbook*. New York: Press.
- López, B. S. (25 de Mayo de 2016). *Ingenieria Industrial Online*. Obtenido de [www.ingenieriaindustrialonline.com](http://www.ingenieriaindustrialonline.com)
- Lorenzo, E. (2008). Ingenieria Fotovoltaica. *Censolar*, 153.
- Machuca, D. (1995). *Direccion de operaciones; Aspectos tacticos y operativos en la produccion*. McGraw-Hill.
- Marin. (2008). Gestión de Stocks. En Marin, *Almacen de clase mundial* (pág. 250). Caracas: Bolivariana.
- Martinez, D. (2017). *Aplicaciones fotovoltaicas de la energía solar*. Mexico: UNAM.
- Merriam. (14 de Febrero de 2019). *Merriam-Webster*. Obtenido de <https://www.merriam-webster.com>
- Michel, C. (1999). *Organización de Almacén*. Mexico: Hispano Europea.

- Monera, F. (Febrero de 2015). *Historia de la energia solar fotovoltaica-Evolucion*. Obtenido de Historia de la energia solar fotovoltaica-Evolucion: <https://docplayer.es/67722289-Breve-historia-de-la-energia-solar-fotovoltaica-realizado-por-fernando-monera-olmos.html>
- Mulcanhy. (1994). *Warehouse Distribution and Operations*. New York: McGraw-Hill.
- Muñoz, R. F. (2004). *Logistica de almacenes*. Mexico: McGraw-Hill.
- NAP, G. (2007). Energia Solar. *Energia Solar Fotovoltaica*, 105.
- Olmos, M. (21 de Marzo de 2005). *BREVE HISTORIA DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Obtenido de <https://docplayer.es/67722289-Breve-historia-de-la-energia-solar-fotovoltaica-realizado-por-fernando-monera-olmos.html>
- Planning and Installing Photovoltaic Systems, L. U. (2005). *German Solar Energy Society*. New York: McGraw-Hill.
- Ramirez, S. M. (2009). La importancia economica de los almacenes y los almacenes generales de deposito. En *Comercio Exterior* (pág. 800). Mexico: McGraw-Hill.
- Render, H. y. (2009). *Principios de administracion de operaciones*. Texas: PrenticeHall.
- Review, A. (2017). Generacion fotovoltaica. *ABB Review*, 104.
- Rodríguez, R. I. (2014). Feedback. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 260.
- Roger. (2005). *Administracion de operaciones, Conceptos y casos contemporaneos*. McGraw-Hill.
- Steven. (2000). *Analisis de la produccion y operaciones*. Madrid: Continental.
- Stevenson, W. (1999). *Operations management*. New York: McGraw-Hill.