



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN DE MEJORAS BASADO EN LA
METODOLOGÍA LEAN
MANUFACTURING EN LA LINEA DE
ENSAMBLAJE DE VITRINAS DE
REFRIGERACION DE LA EMPRESA
COLDEMAX C.A EN LOS GUAYOS.**

AUTOR:

Samer Naddi.

C.I: 84.572.202.

Correo Electrónico: samernaddi10@hotmail.com.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego.
Teléfono: (0241) 8714240 (máster).



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORAS BASADO EN LA METODOLOGÍA LEAN
MANUFACTURING EN LA LINEA DE ENSAMBLAJE DE VITRINAS DE
REFRIGERACION DE LA EMPRESA COLDEMAX C.A EN LOS GUAYOS.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autor:

Naddi, Samer.

C.I: 84.572.202.

Tutor: Ing. Nelly Niño.

San Diego, noviembre 2020.



FI-I-010-2020-2CR (IG)

Valencia, 15 de octubre de 2020

Ciudadano:
Naddi Samer Z.
84.572.202
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 04-2020 de fecha 30-07-2020 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MEJORAS BASADO EN LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN LA LINEA DE EMSAMBLAJE DE VITRINAS DE REFRIGERACIÓN DE LA EMPRESA COLDEMAX C.A EN LOS GUAYOS, ESTADO CARABOBO** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación de la Dra. Nelly Niño C.I: 9.224.592 como Tutora Académica que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Quien suscribe, ingeniero Nelly Niño, portador de la cédula de identidad N°9.224.592 en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Samer Naddi, portador de la cédula N° 84.572.202 respectivamente, titulado: **PLAN DE MEJORAS BASADO EN LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN LA LINEA DE ENSAMBLAJE DE VITRINAS DE REFRIGERACIÓN DE LA EMPRESA COLDEMAX C.A EN LOS GUAYOS**. Presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la revisión y aprobación por parte de la Comisión de Escuela de Ingeniería.

En San Diego, a los 2 días del mes de noviembre del año dos mil veinte.

Nelly Niño.
C.I: 9.224.592.

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios nuestro padre y creador por haberme dado la fuerza, la voluntad, la fe y la salud para haber persistido todos estos largos años, en los que me esmeré dando lo mejor con toda mi voluntad para insistir en lograr mis metas académicas, tiempo en que me preparé junto a mis compañeros de estudios para adquirir y dominar los conocimientos que han permitido el día de hoy consolidarme como un profesional de vanguardia que busca el éxito en cuanto proyecto se involucra.

En segundo lugar, quiero agradecer a mis padres por haberme apoyado y alentado a pesar de los tropiezos tanto con sus consejos como con las provisiones que a nivel económico permitieron satisfacer no solo mis necesidades como persona si no como estudiante, lo que me estimuló a continuar hasta este día en que me acerco al obtener mi título de ingeniero.

En tercer lugar, deseo agradecer a mis queridos y estimados profesores en particular a mi tutora la profesora Nelly Niño por todo el tiempo que han dedicado a acompañarme en mi formación, en la que con paciencia y aprecio me han permitido aprender el valor de los conocimientos, la formación profesional, así como la aplicación correcta de cada uno de ellos para el beneficio del ser humano con el fin de obtener una mejor sociedad.

Gracias por todo,

Samer Naddi.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia por haberme permitido tener la oportunidad de estudiar la carrera de ingeniería industrial en la Universidad José Antonio Páez logrando haber culminado con éxito todos los prerrequisitos para obtener el título de ingeniero industrial al lograr formarme íntegramente en los conocimientos de la ingeniería.

También, dedico este trabajo a mis queridos profesores los cuales me permitieron adquirir los conocimientos necesarios a lo largo de estos años en los que fui su pupilo con los cuales el día de hoy he logrado afrontar retos con una mente abierta, lógica y racional y así aportar soluciones prácticas a cualquier problemática que se pueda presentar tanto en mi vida personal como profesional, logrando óptimos resultados.

Por último, quiero dedicarle este trabajo a mis nobles compañeros de estudio, futuros colegas, con los que viví momentos verdaderamente especiales dentro de la universidad al afrontar cada reto académico que nos presentó y con los que compartí los más hermosos valores humanos, lo que nos hace el día de hoy ciudadanos éticos y responsables, comprometidos con nuestro país, con el fin de lograr tener un mundo mejor con cada granito de arena que podamos aportar en todo proyecto que nos involucremos dando siempre lo mejor de nosotros.

Sinceramente

Samer Naddi.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
INDICE DE CUADROS.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XI
INDICE DE GRAFICOS.....	XI
INDICE DE TABLAS.....	XI
RESUMEN	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Alcance.....	6
CAPITULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes.....	7
2.2 BASES TEÓRICAS	9
2.2.1 Lean Manufacturing	9
Orígenes de la filosofía Lean Manufacturing	9
2.3 Principios de la filosofía Lean Manufacturing.....	10
2.4 Herramientas de la filosofía de trabajo Lean Manufacturing.....	10
2.4.1 SMED (Single Minute Exchange of Die).....	12
Tabla 1: Proporción de tiempo por operaciones estándar de montaje y desmontaje según la teoría SMED.....	13
2.4.2 Celda de Manufactura	13
2.4.3 Sistema Kanban.....	14
2.4.4 Heijunka.....	15
2.4.5 Metodología de las 5S.....	16

2.4.6 Just in Time (JIT).....	18
2.4.7 Jidoka	19
2.4.8 Andon	21
2.4.9 Pokayoke	23
2.4.10 Kaizen.....	23
2.4.11 La fábrica visual.....	25
2.4.12 Stock o inventario.....	27
2.4.13 Diagrama de Pareto	27
2.4.14 Diagrama de Ishikawa	28
2.4.15 Manejo de materiales.....	29
2.4.16 Técnica de grupo nominal (TGN).....	31
2.4.17 Teoría de los 5 ¿Por qué?	31
2.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS	32
CAPÍTULO III	34
MARCO METODOLÓGICO.....	34
3.1 Tipo de Investigación.....	34
3.2 Diseño de Investigación	35
3.3 Nivel de la investigación	35
3.4 Población y Muestra	36
3.4.1 Población.....	36
3.4.2 Muestra	36
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	36
3.5.1 Técnicas.....	36
3.5.2 Instrumentos de Recolección de Datos.....	37
3.6 Técnicas de Análisis de la Información.....	38
3.7 Fases Metodológicas.....	39
CAPITULO IV.....	41
RESULTADOS.....	41
4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.....	41
4.1.1 Descripción de la línea de ensamblaje de vitrinas de la empresa COLDEMAX C.A	41

4.1.2 Descripción de las actividades y condiciones de cada estación de trabajo....	42
4.1.3 Personal que labora en la línea	47
4.1.4 Debilidades observadas en el proceso	48
4.1.5 Generación de desperdicios en el proceso de elaboración de las vitrinas de refrigeración	51
4.1.6 Revisión de desperdicios considerados en la metodología Lean Manufacturing	52
4.1.7 Manejo de materiales	53
4.1.8 Paradas observadas en la línea.....	58
4.1.9 Cumplimiento de niveles de producción a través de la revisión documental	59
4.1.10 Resultados de la entrevista realizada al personal con respecto a la situación antes presentada	61
4.1.11 Resumen de las debilidades encontradas	62
4.2 Fase II: Analizar las principales causas que generan retrasos en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.	63
4.2.1 Clasificación de las causas encontradas mediante el diagrama Causa-efecto.	63
4.2.2 Análsis integral de lo observado en el diagrama causa y efecto.....	65
4.2.3 Valoración de las causas raíz encontradas usando la técnica de grupo nominal.....	66
4.2.4 Selección de las causas que generan mayor impacto utilizando la técnica de Pareto.	67
4.2.5 Tabla de Pareto	67
4.2.6 Diagrama de Pareto	68
4.2.7 Aplicación del principio 80/20 de Pareto.....	68
4.2.8 Resumen de oportunidades de mejoras encontradas para en la línea de ensamblaje de vitrinas de la empresa Coldemax C.A.	69
4.3 Fase III: Diseñar un plan de mejoras en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.....	70
4.3.1 Propuesta 1: Mejoras en las herramientas de trabajo	72

4.3.2 Propuesta 2: Estadarizacion de procesos	77
4.3.3 Propuesta 3: Aplicación de tecnicas de ordenamiento en la linea	79
4.3.4 Control visual de aplicación de metodología 5S	81
4.4 Fase IV: Evaluar la factibilidad operativa, técnica, económica, ambiental y social de la propuesta realizada.....	83

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	85
Recomendaciones	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Producción obtenida desde septiembre 2019 a marzo 2020.....	3
Cuadro 2: Condiciones de trabajo en el proceso de ensamble de vitrinas de refrigeración.....	43
Cuadro 3: Revisión de desperdicios.....	53
Cuadro 4: Producción obtenida desde marzo a septiembre 2020.....	59
Cuadro 5: Resultados de entrevista realizada al personal de la línea.....	61
Cuadro 6: Método de los 5 ¿Por qué?	65
Cuadro 7: Resumen de oportunidades de mejoras encontradas.....	70
Cuadro 8: Plan de mejoras propuesto para la línea de ensamble de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.	71
Cuadro 9: Mejoras en las herramientas de trabajo	72
Cuadro 10: Costos de herramientas y métodos	77
Cuadro 11: formato de inspección, estandarización y verificación de cumplimiento del método de las 5S en la línea de ensamblaje.....	82
Cuadro 12: Costos de herramientas y métodos.....	83
Cuadro 13: estimado de ventas para los próximos 6 meses.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Caja Heijunka	15
Figura 2: Tablero Andon	21
Figura 3: Diagrama de Ishikawa.....	29
Figura 4: flujograma del proceso de ensamblaje de vitrinas.....	42
Figura 5: Distribución del personal en el proceso de ensamblaje de vitrinas.....	47
Figura 6: Proceso de trazado.....	49
Figura 7: Proceso de dobléz.....	50
Figura 8: Estación de ensamble 1.....	50
Figura 9: material sobrante del proceso de corte	51
Figura 10: estación uno (1) Cizalla	52
Figura 11 transpaleta usa en el proceso de elaboración de vitrinas	54
Figura 12: montacarga usado en el traslado de vitrinas.....	55
Figura 13: Layout	57
Figura 14: Diagrama de Ishikawa.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Producción de vitrinas	60
Gráfico 2: Jerarquizacion de las causas raices encontradas a traves del digrama de Pareto.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Proporción de tiempo por operaciones estándar de montaje y desmontaje según la teoría SMED.....	12
Tabla 2: Pasos de la Metodología de las 5S.....	16
Tabla 3: Código de colores del tablero Andon.....	22
Tabla 4: Resumen de los resultados obtenidos con la aplicación de la tecnica de grupo nominal.	66
Tabla 5: Tabla de Pareto	67



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORAS BASADO EN LA METODOLOGÍA LEAN
MANUFACTURING EN LA LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE VITRINAS DE
REFRIGERACION DE LA EMPRESA COLDEMAX C.A EN LOS GUAYOS.**

Autor: Naddi, Samer.

Tutor: Ing. Nelly Niño. **Fecha:** Noviembre 2020.

RESUMEN

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo, proponer un plan de mejoras basado en la metodología Lean Manufacturing en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A, ubicada en el municipio los Guayos del estado Carabobo, debido a que está presentando una serie de eventos que generan retrasos en la producción, desperdicio de recursos materiales, de tiempos y mano de obra, lo que incide en el cumplimiento a tiempo de las metas de dicha línea y afecta la productividad global de la empresa. En tal sentido se plantea la presente investigación bajo el esquema de un proyecto de tipo factible, con un diseño de campo, documental y un nivel descriptivo, empleando la observación directa, la entrevista no estructurada y la revisión documental como métodos de recolección de datos, tomando como población la totalidad de la empresa y como muestra la línea de ensamblaje de refrigeración. Para el cumplimiento de los objetivos del trabajo de investigación se desarrollaron cuatro fases metodológicas: las cuales permitieron diagnosticar la situación en la que se encontraba la línea de ensamble, detectando así que la línea de ensamblaje presentaba ineficiencias por usar herramientas ineficientes y procesos no estandarizados lo que generaba tiempos de ocio en las estaciones de trabajo aguas arriba de los procesos de manufactura. A su vez se analizó y clasificó las fallas detectadas lo que permitió el diseño de un plan de mejoras en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración haciendo propuestas para mejorar el rendimiento de la línea mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing tales como el 5s, Kamban y la adquisición de herramientas adecuadas para los trabajos realizados en las estaciones 2,3 y 5, también, se verificó la factibilidad operativa, técnica, económica, ambiental y social de la propuesta realizada tras realizar estimaciones basadas en los planes de producción previstos lo que permitió identificar los costes de implementación de las metodologías que conllevaran al orden, la estandarización y la optimización de la línea de ensamble, además, de la adquisición de las herramientas necesarias para mejorar la productividad de la línea de ensamble, previendo una recuperación de la inversión de aproximadamente 6 meses.

Descriptor: Vitrinas de refrigeración, línea de ensamble, operarios, productividad, eficiencia, plan de mejoras.

INTRODUCCIÓN

La metodología Lean Manufacturing tiene sus orígenes en Japón después de la segunda guerra mundial, la misma fue impulsada, creada y desarrollada por Taichi Ohno en industrias Toyota con el objetivo de optimizar procesos productivos al incorporar sistemas automáticos que trabajen con poca supervisión y disminuyan los errores al usar procesos estandarizados para con ello eliminar o reducir en el máximo todo tipo de desperdicio.

En el presente trabajo de grado, titulado "Plan de mejoras basado en la metodología Lean Manufacturing en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A en los Guayos", se busca realizar un estudio para determinar los factores que están generando un retraso en la producción, que trae como consecuencia el desperdicio de recursos, que influyen en la productividad de la línea y la rentabilidad de la empresa. Para realizar el siguiente estudio se utilizará la metodología Lean Manufacturing la cual permite optimizar todos los procesos de manufactura, reduciendo desperdicios.

En este orden de ideas, esta investigación se estructurará por capítulos, donde de manera clara, concisa y organizada, se recogerá la información pertinente que conducirá a identificar los elementos causantes del problema de retraso en la producción de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A, los que a su vez serán analizados encontrando así las oportunidades que conducirán al diseño del plan de mejoras que permitirá cumplir el objetivo planteado.

Por consiguiente, para el presente proyecto, los capítulos estarán estructurados de la siguiente manera:

Capítulo I: Describe el Planteamiento del Problema, las interrogantes del investigador que orientan la estructuración del objetivo general, los objetivos específicos y finaliza con la exposición de la justificación y el alcance del estudio.

Seguidamente, se presenta el Capítulo II: Donde se desarrolla el marco teórico, en donde se presentan los antecedentes de la investigación y las bases teóricas, las cuales permiten el entendimiento teórico en cuanto a todo lo relacionado al sustento conceptual de la investigación.

De la misma manera, se describe el Capítulo III: El cual hace referencia al marco metodológico en donde se define el tipo de investigación, la población, la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis de datos, capítulo que orienta el futuro desarrollo de la investigación en cuanto resultados y posibles conclusiones y recomendación.

Para finalizar, se presenta el capítulo IV: En donde se exponen los resultados de la investigación y sus conclusiones y recomendaciones; en el mismo se desarrollan las fases de la investigación que permiten llegar a los resultados del trabajo de grado a dar cumplimiento a los objetivos específicos. En la fase 1 se da el diagnóstico general de la situación de la línea de ensamblaje de la empresa, en la fase 2 se procede a analizar las causas de la problemática que afecta a la empresa, en la fase 3 se propone un plan de mejoras con el objetivo de dar soluciones prácticas que permitan resolver los problemas que se presentan en la línea de ensamble, en la fase 4 se evalúan los costos de la aplicación del plan propuesto

Por último se aportan las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó tras haber realizado la investigación.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Desde tiempos inmemoriales la evolución humana y las necesidades del hombre han llevado al ser humano a crear utensilios, artículos y herramientas que le permitan realizar trabajos diversos y satisfacer necesidades en específico. Todo este trabajo de confección o elaboración de bienes por así decirlo se realizó por muchos siglos de una forma artesanal y totalmente rudimentaria.

Cabe destacar, que esto fue así hasta la llegada de la revolución industrial que se origina en Inglaterra para el siglo XVIII, pero, no es sino hasta el siglo XX, después de la segunda guerra mundial, en donde se comienza a hacer énfasis en optimizar procesos al buscar maximizar ganancias reduciendo desperdicios.

Es así como nace entonces en Japón, en industrias Toyota, impulsada por Taichi Ohno, la filosofía Lean Manufacturing, la cual persigue eliminar todo vestigio de las Mudas o desperdicios en cuanto a materiales y tiempos muertos o capacidad ociosa que pueda existir en la industria manufacturera.

La filosofía Lean Manufacturing persigue simplificar los procesos de transformación buscando generar una dinámica de trabajo autónoma que requiera de poca supervisión al incorporar sistemas automáticos y de inducción visual para la mejora continua que permitan laborar en ambientes de trabajo limpios, seguros y organizados tales como: SMED (Single Minute Exchange of Die), Sistema Kamban, Heijunka, Metodología de las 5S, Just in Time (JIT), Jidoka, Andon, Pokayoke, Kaizen, entre otras.

Hoy son muchas las empresas que han aplicado con éxito esta filosofía a través de las técnicas y herramientas que proporciona, logrando así reducir los desperdicios y mejorando la rentabilidad de sus procesos. Otras en cambio

todavía están en la búsqueda de llegar a niveles mínimos de desperdicio y que les permita mejorar la eficiencia de sus procesos. Tal es el caso de la empresa Coldemax C.A.

La empresa Coldemax C.A, está ubicada en el municipio los Guayos del estado Carabobo, está dedicada a la elaboración de vitrinas para refrigeración destinadas al sector comercial en general. Para la fabricación de este producto, cuenta con una línea de ensamble de 6 estaciones y 22 operarios dichas estaciones son:

Estación 1: Cizalla

Estación 2: Doblado

Estación 3: Ensamble 1

Estación 4: Inyección

Estación 5: Ensamble 2

Estación 6: Técnico frío

Sin embargo, actualmente presenta deficiencias en su línea de ensamble, tales como constantes tiempos de ocio, lo que genera atraso en la elaboración de vitrinas y esto a su vez conlleva a crear un ambiente de trabajo estresante ya que la producción establecida debe salir para cumplir con los requerimientos del cliente. También en múltiples ocasiones se observa que, al tener retrasos constantes, se generan retrabajos en algunas estaciones, perdidas de materiales y personal ocioso, lo que afecta la rentabilidad de la empresa.

Cuadro 1: Producción obtenida desde septiembre 2019 a marzo 2020.

Mes	Vitrinas fabricadas	Vitrinas planificadas	% de cumplimiento de producción
Septiembre	10	15	66,66
Octubre	7		46,66
Noviembre	13		86,66
Diciembre	13		86,66
Enero	5		33,33
Febrero	7		46,66
Marzo	5		33,33

Autor: Naddi, S. (2020).

Actualmente la empresa está en capacidad de producir alrededor de 15 vitrinas al mes siendo esta la capacidad real de la empresa, lo que le permite cumplir exactamente con la cantidad de pedidos que reciben de parte de los clientes, sin dejar de satisfacer ninguno de los pedidos hechos por parte de estos; aun cuando tenga que trabajar en tiempo extra. Es importante destacar que la empresa trabaja contra pedidos y se planifica en función de ello. Sin embargo, la gerencia considera que su capacidad instalada está siendo desaprovechada y que puede aumentar con respecto a la situación actual para así ampliar su cartera de clientes.

Basado en esta necesidad, surge esta investigación la cual hará un estudio a profundidad de los elementos que generan retrasos y/o tiempos de ocio y desperdicios en la producción de vitrinas de refrigeración, a fin de determinar sus causas raíces y con ello determinar oportunidades de mejora que conducirán al aumento en la capacidad productividad de la línea.

1.2 Formulación del problema

Con lo antes expuesto se plantea la siguiente interrogante: ¿De qué forma se puede minimizar los desperdicios y tiempo de ocio en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer un plan de mejoras basado en la Metodología Lean Manufacturing, en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual de la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.

- Analizar las principales causas que generan desperdicios en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.
- Diseñar un plan de mejoras basado en la metodología Lean Manufacturing para la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.
- Evaluar la factibilidad operativa, técnica, económica, ambiental y social de la propuesta realizada.

1.4 Justificación de la investigación

Actualmente la Empresa Coldemax C.A está presentando constantes retrasos que afectan el cumplimiento a tiempo de sus metas en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración, como ya se mencionó anteriormente; lo que genera, desperdicios de tiempo, material, aumento de ocio en el personal y sobre todo un ambiente estresante, ya que la producción debe salir, aunque se trabaje en sobre tiempo para así cumplir con el cliente. Todo esto sin duda constituye un problema lo que influye sobre los niveles de productividad de la empresa Coldemax C.A y que además se convierte en una seria amenaza para la rentabilidad de la misma.

Dicho esto, es necesario realizar un estudio en la línea de ensamblaje, lo cual nos permita identificar las causas que generan desperdicios en cuanto a tiempo, materiales y el aumento de la productividad en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración.

Y así, aplicar los correctivos necesarios dando solución a la problemática que se desea resolver a través de la estructuración e implementación de un plan de mejoras basado en la metodología Lean Manufacturing.

Esta propuesta le traerá beneficios económicos a la empresa, ya que su fin último es aumentar las capacidades productivas, considerando que cada vitrina en promedio tiene un costo para la venta en el mercado de

aproximadamente 1.100,00\$ y la organización desea estar en capacidad de aumentar sus ventas con la finalidad de garantizar su rentabilidad a futuro en el caso de que se presente un posible aumento en la demanda de vitrinas de refrigeración.

Este proyecto le genera a la empresa Coldemax C.A un valor agregado en cuanto a la mejora de sus procedimientos de trabajo, al adquirir una metodología capaz de aumentar sus niveles de eficiencia y disminuir desperdicios por medio de la adquisición de nuevas herramientas de trabajo y la capacitación de su personal en cuanto a lo que respecta el mejoramiento de sus capacidades profesionales.

Por otra parte, para el autor es de vital importancia ya que pone en práctica sus conocimientos practico teóricos adquiridos en sus estudios de pregrado y con los que se certifican sus competencias profesionales; siendo, la institución educativa Universidad José Antonio Páez quien recibe el valor agregado de poner a prueba las competencias profesionales del autor de la presente investigación, la cual además pasará en el momento de su culminación y que conllevará además a su aprobación a ser parte del archivo de trabajos de grado de la institución universitaria.

1.5 Alcance

El alcance de esta investigación está delimitado a atacar las causas del problema descrito anteriormente, el cual se presenta como se dijo en la línea de ensamblaje de la empresa Coldemax C.A.

Es vital especificar que el presente trabajo se realizará dentro de la empresa, en el área de producción enfocada al análisis de la línea de ensamble, con la meta de cumplir los objetivos planteados previamente y que orientan el desarrollo del trabajo. Solo se presentará la propuesta, la implementación de la misma quedará a consideración de la empresa.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

El marco teórico o marco teórico referencial según Landeau (2007) es una recopilación de datos e información conceptual que dan un sustento teórico a la investigación, el mismo exhibe y muestra los antecedentes de investigaciones previas y desarrolla los conceptos que ubicarán al lector en el tema de estudio con la finalidad de facilitar la comprensión de la investigación que se presenta en este tomo.

2.1 Antecedentes

Los antecedentes se refieren a toda documentación evaluada y archivada que respalde o sirva como modelo a las bases teóricas del trabajo a desarrollar, de acuerdo con Landeau (2007). A continuación, presentaremos antecedentes de trabajos de investigación desarrollados con anterioridad y que guardan relación con este trabajo:

En primer lugar, se presenta a Pérez. G (2019) “**Plan estratégico en las líneas de producción de la planta de cuidado bucal en la empresa Colgate Palmolive, C.A.**” presentado en la Universidad José Antonio Páez en San Diego, estado Carabobo, para optar al título de Ingeniero Industrial; dicha investigación tuvo como objetivo disminuir los desperdicios y desechos generados en las líneas de producción de la planta al proponer un plan de mejora que permitiese, por medio de la aplicación de la metodología Lean Manufacturing, un aumento en la productividad de la industria. Dicha investigación se propone bajo un modelo de trabajo de proyecto factible usando una metodología del tipo descriptiva de campo en la cual se utilizó fundamentalmente la observación directa para generar un diagnóstico con el fin de identificar las causantes principales de desperdicio dentro de la compañía.

Este trabajo de grado genera aportes al campo de investigación actual al permitir entender el uso de herramientas tales como el diagrama de Ishikawa o causa y defecto, así como también las teorías del diagrama de Pareto usados comúnmente

en el campo profesional de la ingeniería industrial para detectar las causantes de los problemas dentro de las organizaciones y que conduce a soluciones prácticas.

En segundo lugar, se presenta a Muñoz, K. (2017) **“Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de Control de Calidad de la empresa Maderas Arauco.”** presentado en la Universidad Austral de Chile, Chile, para optar al título de Ingeniería Civil Industrial. Dicha investigación tuvo como objetivo disminuir los desperdicios y mejorar la gestión del área como son: los tiempos muertos, el rendimiento y el factor de uso; mediante la utilización del método Lean Manufacturing y las herramientas: 5S, SMED y TPM. En este proyecto se usó una metodología de tipo descriptiva de campo que permitió la estructuración de una investigación de tipo factible.

El anterior trabajo aportó con claridad el cómo la metodología lean Manufacturing puede reducir los desperdicios de una empresa no solo en cuanto a materiales sino a tiempo muerto y o capacidad ociosa que influyen de manera negativa en la salud financiera de las empresas sobre lo cual se hace énfasis en el trabajo que se presenta a continuación.

En tercer lugar, se presenta a Ruiz, J. (2016) **“Implementación de la metodología Lean Manufacturing a una cadena de producción agroalimentaria”** presentado en la Universidad de Sevilla, España, para optar al título de Máster en Ingeniería Aeronáutica. Su objetivo fundamental fue mostrar en esencia la estructura interna de una empresa procesadora agrícola tal como lo es la empresa Hortovilla, dedicada al procesamiento de productos provenientes del campo, en este caso se demostró como la aplicación de la metodología de trabajo Lean Manufacturing permite aumentar la rentabilidad de la compañía al optimizar procesos y minimizar desperdicios para ello se realizó un estudio en la estructura de los procesos internos de la empresa, enfocándose en el procesado, manipulación y comercialización del espárrago verde, generando los diagnósticos que permiten conducir al cumplimiento de las metas del proyecto que no son más que aumentar el rendimiento de la organización en términos financieros. Dicho proyecto se desarrolló bajo una

metodología de trabajo de tipo factible enfocándose en un esquema de trabajo de tipo de campo.

Los aportes principales de este trabajo de grado se orientan fundamentalmente hacia la ejemplificación práctica del cómo aplicar la metodología Lean Manufacturing de forma teórica y práctica en industrias procesadoras, manufactureras, ensambladoras, entre otras.

2.2 BASES TEÓRICAS

La Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (2016) define a las bases teóricas como la documentación de los antecedentes y conceptos de investigaciones recientes que proporcionarían sustento a la investigación en curso, en el mismo se logra ubicar el objetivo de estudio al hacer de su conocimiento el soporte teórico, contextual y las bases legales que fundamentan la investigación.

2.2.1 Lean Manufacturing

Según Baute (2014), La metodología Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo desarrollada en Japón, por Taichi Ohno, en las industrias Toyota, la misma persigue optimizar todos los procesos productivos dentro de la industria manufacturera al aplicar herramientas que se explicaran con mayor detenimiento más adelante.

Para tales fines, esta filosofía busca eliminar todo vestigio de desperdicio o muda (palabra que en japonés significa desperdicio), en las líneas de ensamblaje y manufactura.

Orígenes de la filosofía Lean Manufacturing

Según Baute (2014), la filosofía Lean Manufacturing como se conoce en occidente es una metodología de trabajo originaria del ancestral Japón, país en donde se creó y desarrolló en las industrias Toyota por Taichi Ohno bajo el tutelaje de Kichiro Toyota después de la segunda guerra mundial debido a la baja productividad

de las líneas de ensamblaje de la empresa automotriz en la que se aplicaron ideas innovadoras para la época al desarrollar nuevas maneras de hacer de hacer las cosas, focalizados en mejorar la eficiencia.

Sin embargo, no fue sino hasta el año de 1973 debido a la crisis petrolera provocada por la caída del gobierno del sha de Irán que provocó números rojos en la industria automotriz a nivel mundial, que se comenzó a popularizar y adoptar la filosofía Lean Manufacturing como herramienta fundamental para aumentar, mejorar y mantener la productividad en las fábricas.

En la actualidad la filosofía Lean Manufacturing, rige los principios básicos de la gran mayoría de las industrias a nivel global desde el punto de vista de diseño, administración y gerencia enfocándose en mantener niveles óptimos de eficiencia y productividad al optimizar los procesos productivos.

2.3 Principios de la filosofía Lean Manufacturing

Como toda metodología de trabajo la filosofía Lean Manufacturing desarrollada por Taichi Ohno en industrias Toyota se basa de acuerdo con Baute (2014) en principios que permiten eliminar errores en virtud de la productividad y la eficiencia al aplicar de una manera general. Los principios gerenciales que se mencionan a continuación y que buscan generar valor agregado a la cadena productiva. Son:

- Se debe especificar el valor de cada producto.
- Debe identificarse el flujo del valor para cada producto.
- Agregar valor en flujo continuo a cada producto sin interrupciones.
- Organizar la producción de forma tal que el cliente final sea el beneficiario del valor agregado al producto.
- Buscar continuamente la perfección.

La filosofía Lean Manufacturing busca en sí eliminar los errores que generan desperdicios para la industria, basándose en conceptos que se constituyen como

herramientas que más adelante revisaremos con detalle; tales conceptos son el Just In Time y La Muda.

El primero se corresponde con la herramienta de trabajo justo a tiempo, que implica que todo debe estar en el lugar donde se requiere en el momento justo en el que se requiere y el segundo la muda que en japonés significa desperdicio se basa en la eliminación de desperdicios. Ambos conceptos son fundamentales en la filosofía Lean Manufacturing en la búsqueda de aumentar la productividad al eliminar errores y desperdicios de las cadenas productivas y líneas de ensamblaje.

En tal sentido se considera necesario eliminar, por ejemplo:

- La producción de artículos para inventarios apilados.
- Etapas de procesos que no son necesarios.
- Movimientos de bienes y personas sin ningún propósito en las instalaciones de la fábrica.
- Tener grupos de personas ociosas o en espera debido a que hubo retrasos en algún proceso de manufactura.
- Manufacturar bienes y prestar servicios que no cumplen con los estándares de calidad esperados por los clientes al tener políticas de producción ineficientes.

Taichi Ohno identificó las mudas anteriormente mencionadas desde el punto de vista del concepto de just in time ya que todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesaria para agregar valor al producto se considera un desperdicio que además influye sobre la calidad del producto o servicio que se pone en manos del cliente. Desde este punto de vista y considerando que las mudas se pueden encontrar en distintos lugares y en diferentes niveles de los procesos de producción se considera que la filosofía Lean Manufacturing es el antídoto ideal a fin de alinear acciones creadoras de valor en la

mejor secuencia dentro de cualquier industria en aras de la eficiencia y la optimización de procesos y la utilización de recursos.

2.4 Herramientas de la filosofía de trabajo Lean Manufacturing

A continuación, se procede a describir cada una de las herramientas que componen la metodología de trabajo Lean Manufacturing de acuerdo con Baute (2014):

2.4.1 SMED (Single Minute Exchange of Die)

El término SMED según Baute (2014) se refiere a la teoría y a las técnicas para realizar las operaciones de preparación en menos de diez minutos, aunque no todas las operaciones pueden naturalmente prepararse en menos de diez minutos este es el objetivo principal de esta teoría.

Las operaciones según esta teoría es clasificada en 2 tipos; las mismas se describen y mencionan seguidamente:

- **Preparación interna (IED):** Estas son operaciones relacionadas al montaje y desmontaje en maquinarias cuando estas están apagadas.
- **Preparación externa (OED):** Son aquellas operaciones relaciones con el transporte de materiales que van desde o hacia almacén y que han sido procesadas en las maquinas o que serán procesadas en las máquinas que están en operación.

Suele pensarse que los procedimientos de preparación son muy variados, dependiendo del tipo de operación y del tipo de equipo usado en cada operación; sin embargo, si analizamos esos procedimientos desde un punto de vista diferente se puede observar que todas las operaciones comprenden una determinada secuencia y

por ende tienen una distribución de tiempos por operaciones estándar dentro de los procesos productivos de una empresa en particular.

Comprendiendo que a pesar de que el concepto SMED plantea que cada operación debe durar aproximadamente menos de diez minutos en aras de la eficiencia, esto en la práctica no es precisamente así pues hay variaciones de acuerdo a cada industria; se asume que la herramienta SMED propone organizar y preparar las operaciones internas y externas en el menor tiempo posible.

A continuación, se muestra una tabla en donde se identifican las operaciones aceptadas como estándar a nivel global en las industrias y las proporciones de tiempo estimadas para cada una de ellas basados en la idea de la eficacia propuesta por la teoría SMED.

Tabla 1: Proporción de tiempo por operaciones estándar de montaje y desmontaje según la teoría SMED

Operación	Proporción de tiempo
Preparación, ajustes preproceso y post procesos, verificación de materiales, troquelado, calibraciones, etc.	30%
Montar y desmontar herramientas, etc.	5%
Centrar, dimensionar, etc.	15%
Producción de piezas y ensamblado.	50%

Fuente: Soto y Vega (2012).

2.4.2 Celda de Manufactura

Se denomina celda de manufactura según Baute (2014) al arreglo de personas y máquinas que permite procesar fluidamente los materiales en un orden secuencial con el fin de fabricar un producto final. Generalmente a la celda de manufactura se le

suele llamar línea de producción, la misma se puede organizar en U o línea recta de acuerdo con los requerimientos de la empresa y sus operaciones.

2.4.3 Sistema Kanban

Kanban en japonés significa tarjeta o señal, en este sentido de acuerdo Baute (2014) el sistema Kanban hace referencia a un sistema de tarjetas o señales que funcionan de alguna manera como el cerebro en el control de la producción ya que indica cuando y cuanto hay que producir de acuerdo a los requerimientos de las líneas de producción o ensamblaje de la fábrica evitando el tener inventarios en exceso que aumentan los costos internos de la factoría.

Entre los beneficios del sistema Kanban se pueden destacar los siguientes:

- Proporciona información sobre la orden de trabajo y del retiro de la misma.
- Indica la cantidad que se debe producir y el ritmo al que debe hacerse.
- Indica a que proceso o subproceso va cada elemento fabricado y el momento en el que debe entregarse.
- Elimina el desperdicio generado por sobre producción.
- Fomenta una filosofía de producción organizada en tiempo y cantidad.
- Elimina la necesidad de ir de un lugar a otro en busca de piezas o herramientas ya que genera un flujo continuo y armónico de los materiales.
- Genera indicadores de producción y eficiencia al permitir visualizar si cada una de las actividades planificadas o requeridas se realizaron como se esperaba y además permite saber el consumo de piezas o partes en los procesos.
- Detecta y elimina errores y somete al personal a la mejora continua.

2.4.4 Heijunka

Según Baute (2014) es una herramienta que permite nivelar la producción en un determinado periodo de tiempo cumpliendo con las demandas del cliente, evitando sobre producir para mantener inventarios mínimos y tener tiempos de entrega mínimos.

Para la nivelación de la producción el Heijunka utiliza la llamada caja de nivelación de producción o caja Heijunka como también se le conoce, esta no es más que una caja estilo buzón en donde se colocan en las filas numeradas e identificadas de acuerdo al producto o pieza necesaria que coincide con cada etapa de fabricación para producir, procesar o entregar indicando la cantidad que se debe producir, en cuanto tiempo y como debe ser entregada. La caja Heijunka se muestra a continuación en la figura 1.

Esta herramienta a su vez establece el sistema marcapasos que permite determinar el ritmo de producción y en qué etapa de la producción se encuentra cada producto, pieza, parte o componente del producto eliminando errores comunes como el retraso o el extravío de materiales al permitir un flujo constante en la información que aporta cada etapa, proceso o subproceso de la línea de producción o ensamble.

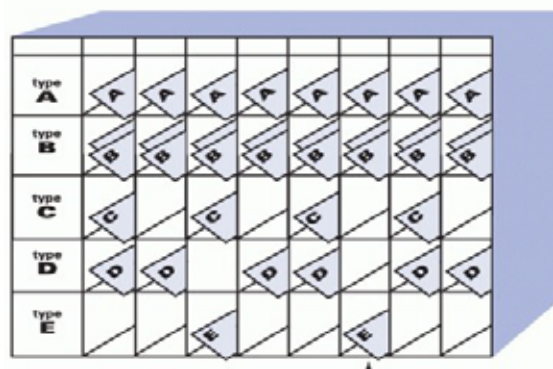


Figura 1: Caja Heijunka

Fuente: Soto y Vega (2012).

La herramienta de Lean Manufacturing Heijunka trabaja además con la metodología de administración de inventarios FIFO; esta metodología de administración de inventarios propone que lo primero en llegar debe ser lo primero en salir.

El Heijunka propone entonces un flujo constante de materiales por todas y cada una de las estaciones de la línea de producción o ensamble impidiendo que cualquiera de ellas se quede sin material con que trabajar ya que todo avanza en secuencia, ningún paso es saltado u omitido y ninguna estación de trabajo envía productos a otra sin terminar su trabajo.

2.4.5 Metodología de las 5S

De acuerdo con Soto & Vega (2012) esta metodología permite crear y mantener espacios de trabajo limpios, seguros y organizados que elevan el nivel de productividad, eficiencia y calidad de vida de quienes laboran dentro de las industrias con tan solo aplicar la secuencia de pasos que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2: Pasos de la Metodología de las 5S

Paso 1	Seiri (Clasificar)
Paso 2	Seiton (Ordenar)
Paso 3	Sesiso (Limpiar)
Paso 4	Seiketsu (Estandarizar)
Paso 5	Shitsuke (Disciplina)

Fuente: Soto & Vega (2012).

Como puede observarse la metodología debe su nombre a que, en japonés idioma nacional del Japón, país en donde se concibió la herramienta las palabras que identifican a cada paso comienzan con S.

A continuación, se describe cada paso de la Metodología de las 5S:

- **Seiri (Clasificar)**

Este paso permite identificar en los ambientes de trabajo lo necesario y lo innecesario, una vez que se identifica todo lo que se necesita para realizar el trabajo y lo que no entonces debe ser identificado y catalogado como tal en ítems para ubicar cada cosa en su lugar por medio del uso de etiquetas para ubicarlo con facilidad, seguridad y rapidez o en su defecto debe ser reubicado a fin de que no estorbe o genere ambientes de trabajo inseguros.

- **Seiton (Ordenar)**

Una vez que se han clasificado los materiales por ítems, sabiendo que es lo necesario y que es lo innecesario en cada tarea se proceda a organizar todos los materiales y herramientas a fin de disminuir los tiempos de búsqueda y lograr ubicarlos de manera segura y rápida.

- **Seiso (Limpiar)**

Algo tan sencillo y simple como limpiar permite trabajar en un ambiente en donde se eleve el nivel de calidad de vida de los trabajadores, se resguarde su salud y se evite la contaminación de materiales. En tal sentido es importante crear y mantener programas de limpieza que mantengan los espacios de trabajo, las herramientas y las máquinas en condiciones de asepsia total.

- **Seiketsu (Estandarizar)**

La estandarización persigue mantener la aplicación de las primeras 3S, al prodigar una cultura en donde el personal de la empresa se rija por procedimientos estandarizados que permitan mantener el estado de clasificación, orden y limpieza de manera inquebrantable en aras de la eficiencia y la productividad; todo lo que haga dentro de la fábrica debe realizar siguiendo un patrón estándar inalterable.

- **Shitsuke (Disciplina)**

Es importante establecer un rigor de disciplina dentro de las instalaciones de la factoría a fin de generar hábitos de trabajo que permitan de forma programática cumplir con los pasos en secuencia de la metodología 5S en cada proceso productivo, de lo contrario no se alcanzarán los objetivos en virtud de la productividad de la empresa.

Beneficios de aplicar la Metodología de las 5S

Entre los beneficios de aplicar la metodología de las 5S en las empresas se encuentran las presentadas a continuación:

- Se incrementan los niveles de seguridad dentro de la empresa.
- Se eleva la motivación al trabajo y se aumenta la calidad de vida del personal dentro de las instalaciones de la organización.
- Se obtiene una mejora notable en los estándares de calidad de los productos o servicios ofrecidos.
- Se tienen tiempos de respuesta mínimos.
- Aumenta la vida útil de los equipos y herramientas.
- Genera una cultura organizacional que agrega valor a la empresa.
- Se reducen las mermas y pérdidas por producciones con defectos.
- Se eliminan los errores que conducen al retrabajo.

2.4.6 Just in Time (JIT)

Según Soto & Vega (2012) el concepto principal de esta herramienta de la metodología Lean Manufacturing desarrollada en industrias Toyota por el ingeniero Taichi Ohno se resume a articular acciones programadas que permitan que todo esté en donde debe estar justo en el momento que requiere, generando cero desperdicios.

El concepto de producción Just in Time o justo a tiempo como se traduce al español hace énfasis en la eliminación de desperdicios, considerando desperdicio todo

uso de recursos por encima del mínimo requerido. Se considera desperdicio desde este punto de vista el uso excesivo de mano de obra, equipos, energía, espacio y materias primas; también, propone comprar los materiales necesarios para las operaciones de manufactura justo en el momento en el que son necesarios.

El sistema de producción JIT considera que la principal fuente de desperdicio es la acumulación de stocks en todos sus formas, lo que genera ineficiencia por los costos del mantenimiento de las condiciones de resguardo de los mismos en almacén; en tal sentido, el sistema Just in Time propone un modelo de producción de arrastre en donde las piezas y componentes que alimentan la celda de manufactura se colocan en cada etapa de proceso productivo estrictamente en el momento oportuno generando un flujo constante de materiales.

El JIT tiene los siguientes objetivos:

- Eliminar desperdicios.
- Producir lo mínimo necesario.
- Controlar los niveles de inventario manteniéndolos en el mínimo posible.
- Buscar simplicidad.
- Generar un flujo constante de materias primas e insumos.
- Identificar los problemas.
- Atacar los problemas que se identifiquen en la fábrica desde el punto de vista del concepto cero desperdicios.
- Generar confiabilidad y seguridad en todos y cada uno de los procesos y subprocesos de manufactura.

2.4.7 Jidoka

De acuerdo con Ruiz (2016) la palabra Jidoka hace referencia en japonés a una maquina humanizada en donde se integra la producción automatizada y autorregulada con la supervisión humana que interviene en el momento de detectar y

corregir errores. Este concepto de producción tiene sus orígenes en el telar automático inventado en 1896 por Sakichi Toyota fundador de industrias Toyota que se detenía cuando la maquina detectaba que había algún problema en su funcionalidad o en la materia prima.

El concepto Jidoka propone que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, así de existir una anomalía durante el proceso, este se detendrá ya sea automáticamente o con ayuda humana de forma manual, impidiendo que las piezas defectuosas avancen al siguiente proceso; todo lo contrario de los sistemas tradicionales de inspección de calidad en donde el proceso de producción continúa arrastrando errores en serie, lo que tiene un costo muy alto para la empresa.

La herramienta de producción Jidoka propone entonces detener los procesos productivos para detectar las anomalías y corregirlas a fin de evitar confeccionar productos defectuosos.

El sistema Jidoka puede resumirse a los siguientes pasos:

1. Detectar anomalías.
2. Detener la línea de producción.
3. Corregir el problema.
4. Indagar sobre la causa raíz del problema e implementar medidas correctivas.

Los primeros pasos pueden ser completamente automáticos pero los últimos dos requieren de la intervención humana para diagnosticar la causa del problema y analizar la misma con la meta de solucionar la problemática de la forma más óptima posible.

2.4.8 Andon

La palabra Andon en japonés significa Ayuda, pues según Soto & Vega (2012) el sistema Andon se basa en un tablero con luces de colores o con luces unicolor que generan una ayuda visual a los operarios al indicar en qué estación se encuentra el problema a fin de hacer un diagnóstico rápido y echar a andar nuevamente la línea de producción sin mayores retrasos. Estos sistemas pueden ser automáticos o manuales, en los automáticos se encienden las luces indicadoras de forma automática lo que detiene de inmediato la celda de manufactura, mientras que en los manuales el tablero de luces se activa cuando el operario detecta alguna falla y en secuencia detiene la producción manualmente para ubicar la falla y corregirla con el objeto de luego poner en funcionamiento nuevamente la línea.

A continuación, se muestra un ejemplo del código de colores para un tablero Andon de luces de color:

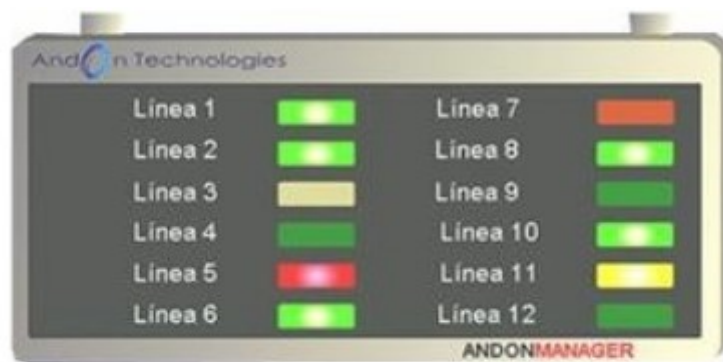






Figura 2: Tablero Andon.

Fuente: <https://www.slideshare.net/JoseSzarfman/la-fabrica-visual>

Con el objetivo de generar una mayor comprensión de tablero Andon se muestra a continuación una tabla en donde se puede apreciar el significado de color:

Tabla 3: Código de colores del tablero Andon

Color	Tipo de situación
	Maquina descompuesta
	Pieza defectuosa
	Falla de material
	Espera por cambio de piezas o referencias
Blanco	Fin de lote de producción
No luz	Sistema operando normalmente

Fuente: <http://andon2013.blogspot.com/2013/11/>

Para los tableros en donde las luces son del mismo color es necesario leer la leyenda que acompaña a la luz para saber en dónde está el problema o cual es la alarma que indica la luz que se encendió.

Ventajas del sistema Andon

En seguida se mencionan las ventajas de implementar el sistema Andon en la industria:

- Genera una alarma que indica al personal que existe una falla en alguna estación de la línea de producción.
- Permite identificar rápidamente el problema, generar un diagnóstico y aplicar acciones correctivas para continuar operando sin generar mayores retrasos ni errores.
- Elimina la corrección tardía de problemas al generar reportes oportunos.
- Los tableros Andon son simples y fáciles de entender.

2.4.9 Pokayoke

De acuerdo con Soto & Vega (2012) el Pokayoke fue desarrollado por Shigueo Shingo en industrias Toyota en la década de los 60 con la finalidad de generar mecanismos que permitan detectar errores de fabricación que afectan la calidad de los productos finales; en japonés Pokayoke significa a prueba de errores, esta herramienta indica que la mayoría de los errores ocurren por incidencia humana al no crear una cultura que permita a través de la inspección permanente certificar la calidad de los productos, lo que a su vez genera desperdicios al traer como consecuencia inversión de tiempo y dinero en retrabajo y reproceso.

En tal sentido, esta metodología de trabajo propone la instalación de sistemas automáticos que estén provistos de lectores ópticos que permanente monitoreen las piezas o productos en las líneas de ensamblaje o de producción con el objetivo de hacer una detección inmediata de cualquier anomalía que se pueda presentar en alguna estación de trabajo; estos sistemas al hacer la detección de cualquier defecto detienen las operaciones a fin de que los operarios hagan una inspección y encuentren la causa raíz del problema y el mismo sea solucionado para evitar la generación de desperdicios cuyo costo deberá asumir la empresa.

También, plantea el que se haga un muestreo permanente por parte de los operarios que deberán seleccionar constantemente una muestra de las líneas de producción en cada uno de los procesos y subprocesos para hacer anotaciones en formularios que certifiquen la calidad de las piezas o productos, de haber cualquier problema se realizará la debida inspección para detectar el porqué del mismo y solucionarlo oportunamente y evitar los frecuentes errores en serie que ocurren en las diversas industrias y que afectan tanto a la empresa como a los clientes finales.

2.4.10 Kaizen

Según Ruiz (2016) es una filosofía de trabajo desarrollada por el Dr. Masaaki Imai Que busca imponer en las industrias una cultura que lleve a la mejora continua,

Kaizen significa en japonés cambios para mejorar lo cual se traduce más comúnmente en occidente como mejoramiento continuo.

La filosofía Kaizen es una herramienta para generar una cultura empresarial que debe ser liderada y ejecutada por los equipos de la organización para mejorar procesos día a día buscando el objetivo de optimizar todo cuanto sucede dentro de la industria. Los pilares fundamentales del Kaizen son los equipos de trabajo y la ingeniería industrial que se articulan entre sí para mejorar los procesos productivos al enfocarse en el talento humano y la estandarización. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimientos, calidad ingeniería, compras y logística que se encuentre bajo la directriz de un líder cuya política de gestión humana sea dinámica y eficiente para eliminar las tres M Mudas (desperdicio), Muri (tensión) y Mura (discrepancia) con la meta fundamental de elevar productividad.

El Kaizen para ser efectivo en su aplicación se nutre de herramientas aplicativas y prácticas como las que se nombran a continuación:

1. El círculo de Deming

- Planificar.
- Hacer.
- Implementar.
- Chequear.

2. La Metodología de las 5S

- Seiri.
- Seiton.
- Seiso.
- Seiketsu.
- Shitsuke.

3. Las siete herramientas estadistas para la solución de problemas

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Causa y Efecto.
- Histogramas.
- Diagramas de dispersión.
- Graficas de control.
- Hojas de comprobación.

4. Las nuevas siete herramientas

- Diagrama de relaciones.
- Diagrama de afinidad.
- Diagrama de árbol.
- Diagrama matricial.
- Diagrama matricial de análisis de datos.
- Carta de programa de decisión procesos.
- Diagrama de flechas.

5. Trabajo en equipo.

2.4.11 La fábrica visual

Según Soto & Vega (2012) la fábrica visual es una herramienta de Lean Manufacturing que contempla el implementar un sistema visual que le permita al personal de la organización reaccionar ante una situación cualquiera ligada a su responsabilidad de trabajo de forma rápida y efectiva con poco entrenamiento y produciendo el mínimo desperdicio posible al señalar de manera idónea y correcta los espacios de la empresa.

En la fábrica visual se usa sistemas y dispositivos visuales que desempeñan el propósito de informar a los operarios el cómo deben ejecutar su trabajo en las áreas físicas de la empresa, de la industria mediante el uso de etiquetas, carteles y vitrinas

que de forma estandarizada ayuda a crear un entorno de trabajo más seguro y elimine la necesidad de capacitación constante, supervisión repetitiva.

Ventajas

Entre las ventajas de la aplicación del sistema de fábrica visual podemos mencionar:

- Otorgar información clara.
- Capacidad para reaccionar de forma rápida ante los problemas.
- Estandarizar métodos de trabajo.
- Medir avances y mejoras de la operación.
- Garantizar que se cumplan las políticas de procesos.
- Informar los datos más relevantes de cada proceso.
- Mantener actualizado a todo el personal de las nuevas metodologías y estrategias.
- Homologar las prioridades del proceso operativo.
- Detectar desviaciones de los procesos.
- Brindar información de utilidad mediante tablas y gráficos comparativos.
- Incrementar y mejorar la comunicación entre distintas áreas.
- Análisis de resultados.
- Consejos de seguridad.
- Monitoreo al control de calidad.
- Seguimiento de resultados en la producción.

Desventajas

Entre las desventajas de no utilizar el sistema de fábrica visual podemos encontrar las siguientes:

- Se hace necesario la constante supervisión de los operarios.
- No se cumplen las metas eficientemente al no contar con una guía visual que ayude al personal a cumplir con sus tareas de forma clara y sencilla.
- Exceso de papeleo.

- Hace necesaria la capacitación constante de los operarios con el fin de que manejen información con claridad y precisión.
- Seguimiento rígido de objetivos que conduce frecuentemente a errores o accidentes.

2.4.12 Stock o inventario

Se puede decir de acuerdo con Martínez & Marcano (2019) que un inventario es un bien tangible de la empresa que constituye parte de su capital, valuado esencialmente en mercancías, materias primas, piezas y productos terminados que conforman el stock que garantiza la operatividad y la funcionalidad de la factoría.

2.4.13 Diagrama de Pareto

Según Martínez % Marcano (2019) el denominado diagrama de Pareto o regla 80/20 es una técnica grafica muy útil que propone que el 80% de los problemas son causados por el 20% de los elementos causales; dicha conclusión fue establecida por el matemático Vilfrido Pareto (1848-1923) mientras realizaba estudios sobre la distribución de la riqueza en el mundo, de lo concluyo que la el detrimento del 80% que se hallaba en la pobreza.

En este mismo orden de ideas, se puede decir que de acuerdo con Martínez & Marcano (2019), el diagrama de Pareto es un histograma de frecuencia relativa que se arma expresando de manera gráfica las no conformidades de una línea de ensamble; las mismas identifican los elementos causales que provocan los errores en los productos manufacturados, al identificar en dicha gráfica las causantes vitales y triviales o de menor importancia que producen dichos errores.

Para armar el Pareto primero se debe realizar un diagnóstico en las líneas de producción a fin de identificar los problemas que originan las fallas y generan defectos en la manufactura, luego dicha información se descarga en una tabla cuyos datos permitirán hallar la gráfica.

2.4.14 Diagrama de Ishikawa

Según Martínez % Marcano (2019) el diagrama de Ishikawa debe su nombre a Kaoru Ishikawa quien en 1953 trabajando para Kawasaki Steel Works desarrolló una herramienta usada en el estudio de los problemas como efectos originados por ciertas causas; es por esta razón que el mismo se le conoce como diagrama de causa y efecto, ya que persigue identificar las causas o raíces de los problemas o efectos que inciden u ocasionan una problemática a resolver.

También, se le conoce como espina de pescado ya que su estructura asemeja a la de un esqueleto de pescado, el mismo en un extremo que se le identifica comúnmente como cabeza representa el problema objeto de estudio y en las espinas del esqueleto se van colocando las posibles causales del problema distinguiendo a las siguientes 4 áreas:

- Maquinas
- Métodos
- Materiales
- Mano de obra

Se presenta a continuación un diagrama de Ishikawa típico a modo de ejemplo ilustrativo:

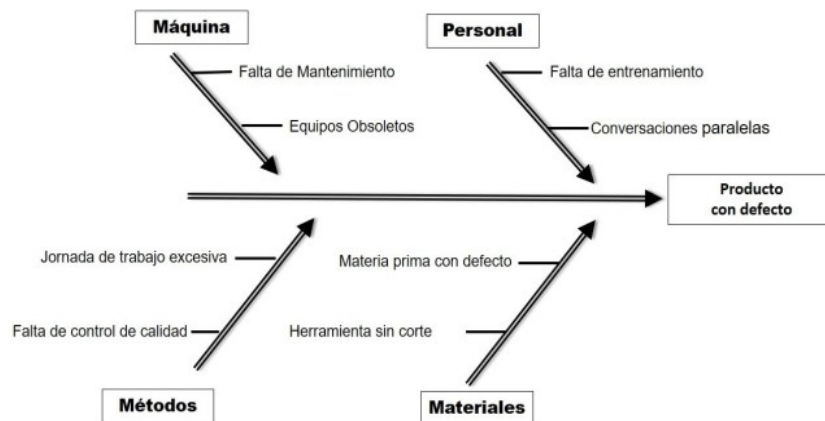


Figura 3: Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Jeison e Maire (2018) Blog de calidad (En línea).
<https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>

2.4.15 Manejo de materiales

De acuerdo con Soto & Vega (2012) se define como manejo de materiales a las operaciones que garantizan a la empresa el flujo constante y eficiente de materias primas, piezas de ensamblaje, suministros, productos terminados y mercancías al asegurarse de que estén en el lugar preciso, en el momento indicado y en la cantidad necesaria.

Ventajas

Las ventajas de realizar un correcto manejo de materiales son las siguientes:

- **Rutas más cortas** Al tener rutas planificadas que acortan distancias, se ahorra tiempo al poseer un eficaz y correcto flujo de materiales dentro de la industria.
- **Flujo correcto de materiales** Permitirá un adecuado uso de los materiales que se necesitaran para el momento y lugar acorde, evitando la demora y paralización del trabajo por falta del mismo.
- **Mejora la seguridad y movilización** Al permitir un acorde uso de los materiales, aumenta la seguridad y la correcta movilización de las materias primas, mercancías y productos usando los equipos correctos.
- **Limpieza y orden** El uso adecuado de los materiales, permite la organización y limpieza de la mercancía, materias primas y productos terminados, con el fin de que estos se encuentren en aptas condiciones y su ubicación se halle de manera rápida.
- **Desventajas del mal manejo de materiales** Las desventajas que proporciona el mal manejo de los materiales son los siguientes:

- **Tiempo extra** Es el retraso en los procesos de flujo de material en el cual se asignan penalidades y/o multas por la falta en el cumplimiento de contratos y convenios, inconformidad en los clientes y atraso del trabajo industrial.
- **Tiempo ocioso** El retraso en los procesos de flujo de material arroja un tiempo ocioso en los equipos, por falta de materiales con que trabajar o movilizar, lo que conlleva a la falta o el ineficaz cumplimiento de los objetivos en la industria.
- **Lento movimiento en los materiales** Cuando por alguna razón existe una ineficaz logística dentro de la industria, se ve afectado el flujo de materiales, conllevando un incumplimiento en las metas de dicha empresa.
- **Desordenada distribución de materiales** Cuando la industria tiene mala distribución de materiales, que conlleva a la demora de los operarios.
- **Malestar en los clientes** Un inadecuado manejo de materiales puede perjudicar el futuro de la industria en cuanto a la inconformidad de sus clientes ya que se constituye como una amenaza para la rentabilidad de la industria, debido a que no se logra el requerimiento de lo que desea o busca en el momento indicado, y así amenaza la buena expectativa del cliente respecto al producto.
- **Poca o nula seguridad** La seguridad es indispensable para el óptimo funcionamiento de los materiales, evitando así los accidentes que pueden conllevar hasta la muerte, esto debido a ambientes desordenados e incorrecto uso de materias primas, mercancías y productos terminados.

2.4.16 Técnica de grupo nominal (TGN)

Según Landeau (2007) la técnica de grupo nominal es una herramienta que permite profundizar en la información acerca de un problema detectado, todo esto para conocer las opiniones de quienes conforman el grupo de estudio y que están relacionados con los sucesos y acciones que podrían estar influyendo u originando de

alguna forma la problemática que se desea resolver; para tales fines se entrevista de una manera informal y relajada al personal de la empresa para conocer su desempeño dentro de la empresa y la manera en la que interactúan con los distintos elementos que forman parte de su vida laboral.

La misma se aplica en el grupo de interés entrevistando a cada uno de sus integrantes para conocer la opinión o visión que tiene sobre algún tema relacionado a los protocolos de trabajo en donde podrían existir fallas que generen errores en la manufactura dentro de la industria. A cada uno se le solicita que además indique una calificación del 1 al 10 siendo el 1 el menos crítico y el 10 el nivel más crítico, a fin de identificar y diagnosticar el origen causal de los problemas para así resolverlo de manera eficiente y en orden de urgencia.

2.4.17 Teoría de los 5 ¿Por qué?

De acuerdo con Landeau (2007) la teoría de los 5 ¿Por qué? Fue creada en Japón por Sakichi Toyota en los años 70 para escudriñar en el ¿Por qué? de los problemas; la misma es una técnica simple que consiste en hacer la pregunta ¿Por qué? de forma sistemática 5 veces, para detectar la causa raíz del problema para aplicar los correctivos necesarios que permitan solucionar la problemática que se presenta.

Dicha técnica se aplica a los miembros del grupo de interés una vez identificados los posibles causantes de los problemas al entrevistar a cada persona y preguntarles sucesivamente el porqué de esa situación. Por ejemplo, al detectar o saber que en una línea de producción existen problemas de limpieza sabiendo que la limpieza es un problema en dicha línea, se le pregunta a los involucrados en las operaciones de esta celda de producción por qué no se cumple con los programas de limpieza en dichas estaciones de trabajo como un modelo estilo guion de entrevista basado en el ¿por qué?, ¿por qué?, ¿por qué?, ¿por qué?, ¿por qué? Y así se encontrará la causa raíz de la problemática que en este ejemplo es la falta de limpieza

en la producción, el mismo guion es aplicable en los problemas encontrados dentro de la industria.

2.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

Almacén: Es el área destinada para someter a resguardo los insumos necesarios para mantener la fábrica operativa o es el lugar en donde se deposita los productos terminados.

Equipos de seguridad: Se entiende por equipo de seguridad o por protección individual a todo aquel accesorio que proteja a los operarios de cualquier riesgo de accidente o daño mientras realizan sus labores de trabajo.

Herramientas: Son instrumentos generalmente compuestos de hierro o acero que sirven para realizar un trabajo en particular.

Inventario: Hace referencia al stock de materiales, materias primas o insumos necesarios para la manufactura de productos.

Línea de ensamblaje: Es una unidad de producción compuesta por estaciones de trabajo que permiten un flujo eficiente y continuo de materiales en proceso.

Maquinaria: Es el conjunto de máquinas y equipos usados con la finalidad de realizar un trabajo determinado en las líneas de ensamble.

Materiales: Son elementos que se someterán a transformación en cada uno de los procesos de manufactura para dar vida a un producto final.

Operario: Es la persona que tiene como responsabilidad manipular o manejar maquinarias y herramientas asociadas a los procesos de transformación.

Políticas de seguridad: Son los protocolos básicos que indica la línea de acción que deben seguir los operarios para realizar su trabajo de forma eficaz y cuidadosa.

Procesos de fabricación: Es un conjunto de operaciones necesarias para modificar o transformar las características de cualquier material con la finalidad de tener un producto final.

Sistema de trabajo visual: Es un sistema de información cuyo propósito es colocar información en las áreas físicas de trabajo mediante el uso de carteles, etiquetas, señalamientos, entre otros; que permiten tener un entorno seguro y eliminar la necesidad de dar instrucciones constantes y someter el personal a permanente supervisión.

Vitrina de refrigeración: Es un armario de metal con puertas de cristal que mantiene bajo refrigeración alimentos o bebidas de insumos que puedan dañarse al estar expuestos a temperatura ambiente.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Se reconoce como marco metodológico al soporte o método que se tendrá para manejar el estudio del trabajo, como se realizará y las pautas que requiere. Landeau, (2007) lo define como “la médula del plan; el análisis de la investigación, técnicas, recolección de datos, recursos y el proceder de dicho plan, en este caso proyecto”.

De acuerdo con lo anterior, en este capítulo se definirá entonces, el desarrollo de la metodología a aplicar en esta investigación que dirige un plan de mejoras para mejoras basado en la metodología Lean Manufacturing en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A, en los Guayos, estado Carabobo.

3.1 Tipo de Investigación

La presente investigación se llevará a cabo a través de un proyecto tipo factible, la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (2016), lo define como

“Se describe como la indagación, elaboración y desarrollo de toda propuesta con un modelo operativo viable para dar resultados, solucionar necesidades o requerimientos en las instituciones o grupos sociales, refiriéndose a la formulación de políticas y programas, así como de los métodos o procesos” (p.21).

Basado en lo anterior se indica que esta investigación se enmarca en un proyecto factible ya que su objetivo proponer plan de mejoras basado en la metodología Lean Manufacturing en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A, en los Guayos, estado Carabobo.

3.2 Diseño de Investigación

En conjunto con el desarrollo de los objetivos de esta investigación se utilizará una investigación de campo y documental, para ello Landeau (2007), la describe

como “la recolección de datos en el sitio donde sucedieron los hechos, sin que se reestructure variables”. Por ello, los datos se obtienen de manera directa, en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A, en los Guayos, estado Carabobo, en donde se pretende implementar un Plan de mejoras basado en la metodología Lean Manufacturing.

De igual manera, es una investigación de tipo documental, ya que se pretende realizar una revisión documental de los procedimientos, características del producto, orden de producción, lo cual suministrará información valiosa para el desarrollo de la investigación. Además, se revisarán otras fuentes secundarias como trabajos de grado similares, revistas y artículos asociadas a los temas de manufactura y de metodología Lean Manufacturing, así como también cualquier archivo físico o digital que sirva de aporte al trabajo a desarrollar.

3.3 Nivel de la investigación

Se contará con un nivel descriptivo, por el hecho de que la investigación requiere de explicar con detalle lo que se está observando y lo que se determine en la recolección de datos y en el análisis de la información, también cuando se esté diseñando la propuesta con la finalidad de generar una exposición de resultados de la investigación que puedan concluir en el aporte de soluciones a dicha problemática.

Según Landeau (2007), la investigación descriptiva “permite caracterizar un hecho individual o grupal para así elaborar la estructura, manifestándose como un tipo de investigación en base a la realidad”.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Es imprescindible conocer la población de la investigación y si se toma alguna muestra de ella; para la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (2016), se entiende a la población como “el conjunto de personas o elementos que

presentan características comunes” En este caso se tomará como población la empresa Coldemax C.A, ubicada en los Guayos, estado Carabobo.

3.4.2 Muestra

De acuerdo a la complejidad del problema, no siempre se abarca con totalidad toda la población, por ello se toma una muestra. Landeau (2007) define a la muestra como “un subconjunto representativo que es extraído de la población”. Para el caso de esta investigación la muestra está representada por la Línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A, en los Guayos, estado Carabobo. Conformada por sus 6 estaciones (Cizalla, Doblado, Ensamble, Inyección, Ensamble 2, Técnico frío).

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1 Técnicas

Las técnicas de recolección de datos permiten utilizar procedimientos que puedan arrojar información necesaria para entender y solucionar la problemática, de acuerdo a los objetivos de la investigación. Según Landeau, (2007) aclaran que “son las diversas formas de obtener la información. Para ello las técnicas a utilizarse serían:

- **La observación directa**, tomada para el diagnóstico de la situación que se presenta en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A, en los Guayos, estado Carabobo. En donde el investigador observará de forma directa las debilidades en la línea de producción que originan demoras, retrasos y desperdicios en la línea de ensamblaje.
- De la misma forma el investigador utiliza **la entrevista no estructurada** como herramienta para obtener información directamente de quienes involucrado en el ensamblaje de vitrinas de refrigeración dentro de la empresa.

- Seguidamente el investigador se propone utilizar **la revisión documental** para constatar la existencia de datos escritos o virtuales que posea la empresa y que puedan aportar información comprobable que a su vez sirva de respaldo a los diagnósticos y análisis del presente estudio.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

- Lista de chequeo

Según Martínez & Marcano (2019). Una lista de chequeo o checklist es un instrumento que permite revisar un listado de artículos, protocolos y actividades con la finalidad de enumerarlas e indicar si las mismas se están cumpliendo o no, dentro de las áreas operacionales dentro de una institución, empresa o compañía.

- Guion semi estructurado

De acuerdo con Landeau (2007). La entrevista o guion semiestructurado adopta la forma de un dialogo o interrogatorio en el cual se le realiza preguntas asociadas al tema de estudio a las personas pertenecientes al grupo de influencia con la finalidad de indagar en el conocimiento que los mismos pueden tener acerca de la problemática que se desea resolver.

- Registro fotográfico

La Universidad Pedagógica Experimental “Libertador” (2016), manifiesta que el documental fotográfico es el uso de una fotografía como prueba o exposición de un hecho. Además, permite guardar en el contenido documental un registro a través de imágenes de los acontecimientos, procesos, situaciones, circunstancias en las cuales se encuentra una organización en determinado momento.

- Diagrama de procesos

De acuerdo con Martínez & Marcano (2019). El diagrama de procesos es una herramienta que permite ilustrar las etapas que conforman el proceso

de manufactura o de elaboración de un producto con el fin de exhibir cada uno de ellos de forma organizada para que el lector pueda entender todos los pasos y procedimientos que conllevan a la confección de un bien material.

3.6 Técnicas de Análisis de la Información

Landeau, (2007), aclara que la técnica de análisis de datos es

“Cualquier recurso que el investigador utiliza para acercarse a los hechos y extraer de ellos la información pertinente. Este análisis permite establecer categorías, ordenar y controlar los datos para que sean resumidos y arrojar resultados de acuerdo a la interrogante de la investigación”.

Las técnicas a utilizar son:

Tormenta de ideas

Estimula la producción de un alto número de ideas por parte de un grupo que se encuentra arraigado en el funcionamiento para buscar soluciones.

Cinco ¿Por qué?

Procedimiento basado en cuestionario para explorar las relaciones de causa-efecto. El objetivo final es hallar la causa del problema al interrogar a los involucrados en las actividades, procesos o fenómenos bajo estudio al preguntarle 5 veces el ¿Por qué? de un suceso, situación problema.

Diagrama causa efecto (Ishikawa)

Clasifica las causas que afectan al área de estudio. Como se trata de una línea de producción se van a utilizar para la clasificación de las causas los siguientes criterios: Métodos, mano de obra, máquinas y equipos, así como el medio ambiente.

Técnica de grupo nominal

Permite conocer de acuerdo a la opinión o interpretación de quienes forman el círculo de influencia en el ambiente de trabajo acerca del grado de urgencia que tiene cada causa sobre el problema. En este caso se utilizará la escala del 1 al 10.

Diagrama de Pareto

Como técnica de análisis permite identificar las causas que originan la problemática o el fenómeno objeto de estudio discriminando estas entre causas vitales y causas triviales tras aplicar la técnica.

3.7 Fases Metodológicas

Fase I: Diagnosticar la situación actual de la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.

- Se realizará un estudio con objeto de conocer el proceso que da origen al ensamble de las vitrinas de refrigeración.
- Se aplicará la entrevista no estructurada al personal que labora en la línea de ensamblaje para conocer su opinión y recopilar información respecto a las posibles deficiencias que en esta área se presenta.
- Posteriormente se prevé hacer una revisión documental a fin de constatar que existen pruebas acerca de las fallas que originan las deficiencias en esta área.
- Se hará un resumen de las debilidades encontradas.

Fase II: Analizar las principales causas que generan desperdicios en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.

- Se clasificarán las debilidades encontradas en el diagnóstico y se aplicará la técnica de los 5 porque para encontrar la causa raíz.
- Se Clasificarán las causas raíces a través de un diagrama causas y efecto.
- Se evaluarán las causas a través de la técnica de grupo nominal.
- Se seleccionará las causas de mayor impacto el problema estudiado a través del diagrama de Pareto.
- Se identificarán las oportunidades de mejora.

Fase III: Diseñar un plan de mejoras en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.

Una vez que se hallan identificado las oportunidades de mejora en el análisis realizado en la línea de ensamblaje se estructurará un plan de mejora continua basado en las técnicas y herramientas de la metodología de trabajo Lean Manufacturing a fin de aumentar la productividad de esta área operacional de la empresa en virtud de la eficiencia y productividad de la misma al reducir desperdicios.

Fase IV: Evaluar la factibilidad operativa, técnica, económica, ambiental y social de la propuesta realizada.

A través de esta última fase se evaluará la factibilidad operativa, técnica, económica, ambiental y social de las propuestas realizadas con el objeto de determinar su viabilidad e implementación y además se realizará un análisis de costo de la propuesta.

CAPITULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados del presente trabajo de investigación que persigue dar solución a la problemática planteada inicialmente en la empresa COLDEMAX C.A, ubicada en el municipio los Guayos del estado Carabobo, dedicada a la manufactura de vitrinas de refrigeración; la cual está presentado una serie de eventos que generan retraso en la producción de vitrinas, así como desperdicio de recursos materiales, de tiempos y mano de obra, lo que incide en el cumplimiento a tiempo de las metas de dicha línea y afecta la productividad global de la empresa.

En función a esta situación se realizó una investigación a fin de encontrar las causas que lo originan y con ello se proponen mejoras basadas en la metodología Lean Manufacturing que permitan la reducción o eliminación de dichas causas e incremente los niveles de productividad de la línea. Basado en esto se presentan a continuación los resultados obtenidos en cada una de las fases establecidas en el capítulo anterior.

4.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.

4.1.1 Descripción de la línea de ensamblaje de vitrinas de la empresa COLDEMAX C.A

La línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa COLDEMAX C.A está conformada por seis (6) estaciones, las cuales se muestran en el flujograma que se presenta a continuación: (ver figura 4).

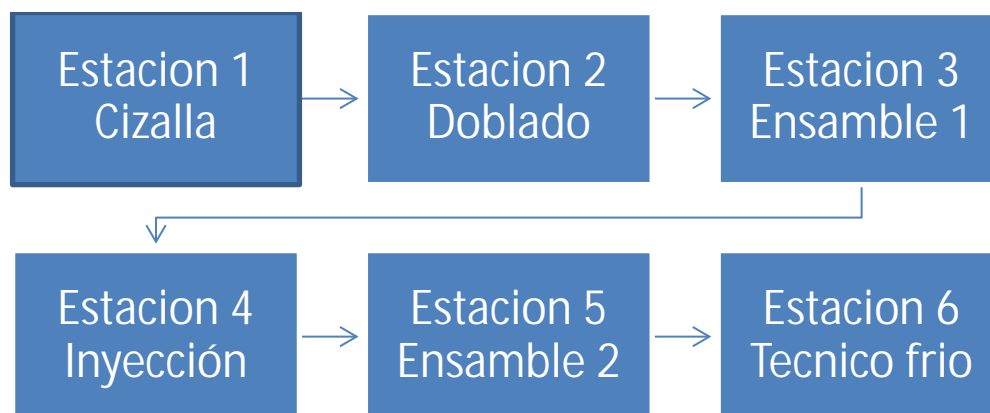




Figura 4: flujograma del proceso de ensamblaje de vitrinas.


Autor: Naddi, S (2020).


4.1.2 Descripción de las actividades y condiciones de cada estación de trabajo



A continuación, en el cuadro 2 se muestran, los procesos, procedimientos, equipos, indumentaria de seguridad, riesgos y condiciones de trabajo involucradas en las estaciones de manufactura de la línea de ensamblaje de vitrinas de la empresa Coldemax C.A:

Cuadro 2: Condiciones de trabajo en el proceso de ensamble de vitrinas de refrigeración.

Estación	Actividad	Descripción de los procedimientos	Acciones, procedimientos y equipos involucrados	Indumentaria de seguridad	Riesgos	Condiciones de trabajo
1	Cizallado	En la estación Cizalla es en donde se realiza el proceso de corte de las láminas de scarp. Se trae la lámina del almacén, se posiciona, se realizan las medidas y se procese al corte.		Guantes de seguridad de polímero y tapabocas	Riesgo de accidente físico (cortaduras)	Las condiciones generales son buenas, se cuenta con buena iluminación, ambiente ventilado al aire libre bajo galpón industrial; se trabaja en un ambiente limpio, aunque existe la presencia de desperdicios que son
2	Doblado	En esta estación se genera el doblado de las láminas a un ángulo de 45°. Se colocan las láminas ya cortadas en la dobladora manual para realizar el trazado, se			Riesgo de accidente físico por traumatismo.	

		<p>procede a realizar el doblez que da origen a las esquinas de los depósitos y así sucesivamente cuantas veces sea necesario para conseguir la forma que dará estructura a los cajones de los depósitos y externos de las vitrinas.</p>			<p>generados en el proceso de corte y que se esparcen de forma desordenada a lo largo de la línea de ensamble.</p>
3	Ensamble 1	<p>Aquí se genera el proceso de acoplado del depósito interior y del depósito exterior de las vitrinas, se superponen los cajones que conforman los depósitos exterior e interior para acoplarlos y fijarlos mediante remaches. Para generar el</p>			<p>Riesgo de accidente física por cortes o traumatismos.</p>

		remachado primero se perfora con broca de taladro a fin de abrir orificios al cajón con el objeto de remacharlo usando un remachador manual.				
4	Inyección	En este proceso se inyecta el poliisocianato que es una mezcla de químicos que al solidificarse genera una espuma sólida que refuerza la estructura de la vitrina entre los depósitos internos y externos vaciándolo en el espacio hueco que queda entre depósitos. Se vacía dicha mezcla por compresión de aire.				

5	Ensamble 2	En el ensamble 2 se colocan los rieles superiores e inferiores para colocar los marcos posteriormente. Los mismos se sueldan usando un soplete.			Riesgo de accidente físico que puede conllevar a quemaduras graves.	
6	Técnico frío	En la estación de técnico frío se colocan los equipos difusores, se coloca la carga y se inicia el proceso de prueba de enfriamiento para certificar que el equipo funcione correctamente				

Autor; Naddi, S. (2020)

4.1.3 Personal que labora en la línea

En la empresa laboran 20 personas actualmente las cuales se distribuyen según su función dentro la empresa y 18 de ellos se encuentran en la línea de ensamblado de vitrinas; se tiene un supervisor general que se encarga de gerenciar todas las actividades que mantienen operativa la línea, los demás son operarios que se distribuyen en las estaciones de la línea de producción de la siguiente manera: (ver figura 5)

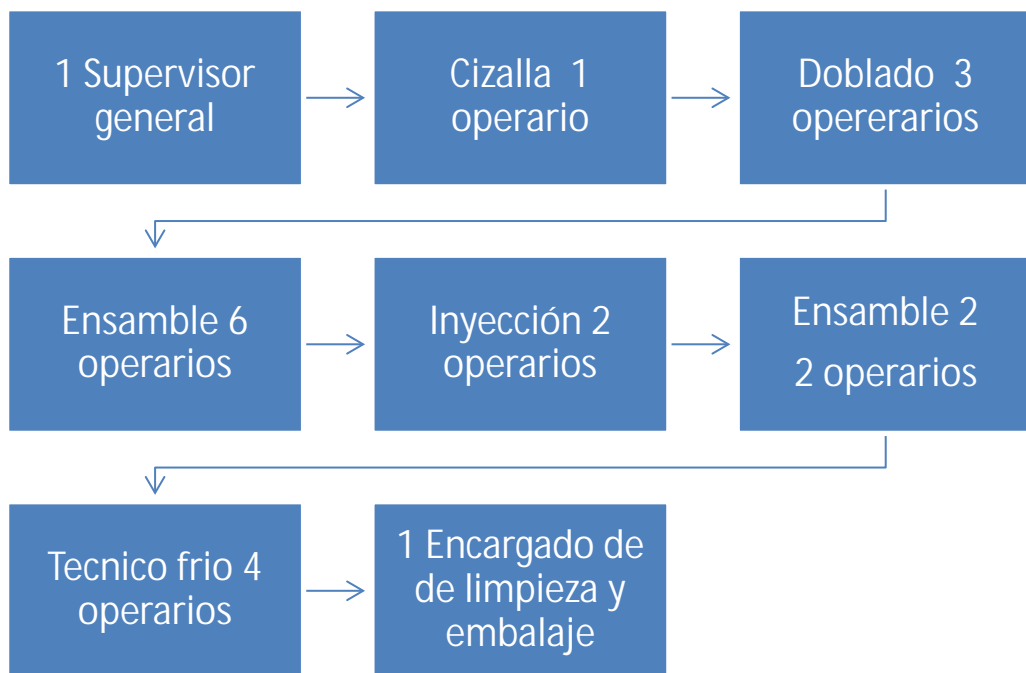


Figura 5: Distribución del personal en el proceso de ensamblaje de vitrinas

Autor: Naddi, S-(2020).

4.1.4 Debilidades observadas en el proceso

En la empresa Coldemax C.A se observaron algunas debilidades dentro de su línea de ensamble, principalmente en dos de las seis estaciones que la conforman, específicamente en las estaciones dos y tres.

- En la estación dos (2), doblado: se cuenta con un proceso manual para realizar los trazados y el doblado de las esquinas a 45°. En esta actividad el operario posiciona las láminas ya cortadas en la dobladora manual para realizar el trazado, una vez realizado, procede a realizar el doblado que de origen a la esquinas de los depósitos, esto se repite por laminas cuantas veces sea necesario para conseguir la forma que dará estructura a los cajones de los depósitos internos y externos de las vitrinas es decir no se tiene un estándar de la frecuencia, ya que varían según la lámina, el tiempo promedio que consume es de aproximadamente 25 min, lo cual puede incrementarse dependiendo de la destreza del operario, generando con esto ocio en las siguientes estaciones.
- En la estación tres (3) de ensamble uno (1) soldado: aquí se genera el proceso de acoplamiento del depósito interior y del depósito exterior de la vitrinas, superponiendo los cajones que conformaran los depósitos exterior e interior para acoplarlos y fijarlos mediante remaches, la debilidad que se presenta se encuentra en la perforación, ya que esta actividad la realiza el operario con una broca de taladro a fin de abrir orificios al cajón para luego remacharlo usando una remachadora manual., esto genera un proceso ineficiente ya que le imprime desgaste a las herramientas debido a que debe reemplazarse constantemente las mechas de los taladros y remachar un cajón lo que puede tardar entre 40-60 min. Para realizar todas las perforaciones y remachados. Esta actividad genera ocio en las estaciones sucesivas.
- Se presentan ineficiencias ya que además para soldar las platinas de la estructura a los rieles y bordes de los marcos de las vitrinas se usa un soplete

· También, se encuentran debilidades en los programas de limpieza en cada estación ya que se observa que los desperdicios producto de los procesos no se almacenan de manera correcta generando desorden, Además de que las herramientas y materiales utilizados se ubican en los diferentes generando pérdida de tiempo A continuación, se muestran las imágenes en donde se puede ver al personal de la empresa realizando labores en las áreas descritas anteriormente como las estaciones 2 y 3 en donde se reportan los retrasos:



Figura 6: Proceso de trazado
Autor: Naddi, S. (2020).



Figura 7: Proceso de doblado
Autor: Naddi, S. (2020).



Figura 8: Estación de ensamble 1

Autor: Naddi, S, (2020).

4.1.5 Generación de desperdicios en el proceso de elaboración de las vitrinas de refrigeración

En todo proceso de transformación a nivel industrial, se cumple la misiva de que lo que entra es igual a lo que sale, desafortunadamente todo lo que sale tras ejecutar los diversos procesos que conllevan a la manufactura de un producto no son solamente las piezas o componentes que conformarán el producto final deseado, pues también se generan desperdicios que pueden ser inútiles o reutilizables.

En este caso, se generan desperdicios reutilizables en la primera estación de la línea de ensamblaje; puntualmente en el proceso de corte en la estación uno donde se ubica la cizalla y en donde se cortan las láminas que luego darán forma a los depósitos internos y externos de las vitrinas.

Los retazos sobrantes, una vez realizado el proceso de corte de las láminas, se dispone entonces como un desperdicio reutilizable que la empresa COLDEMAX C.A recupera para luego venderlo a otras empresas que demanden usar este material. En la

empresa se genera aproximadamente por mes 10 kg de scrap el cual como se indicó anteriormente se dispone para la venta a otras empresas que lo reutilizan.

A continuación, se pueden observar los desperdicios generados por el proceso de corte de las láminas de scrap en las figuras siguientes: (ver figuras 9 Y 10).



Figura 9: material sobrante del proceso de corte

Autor: Naddi, S. (2020).



Figura 10: estación uno (1) Cizalla

Autor: Naddi, S. (2020).

4.1.6 Revisión de desperdicios considerados en la metodología Lean Manufacturing

A continuación, a través de un check list se identificarán otros desperdicios en la línea estudiada (ver cuadro 3).

Cuadro 3: Revisión de desperdicios.

TIPO DE DESPERDICIO	SI	NO	OBSERVACION
SOBREPRODUCCION		X	Ninguna
TIEMPO DE ESPERA		X	
TRANSPORTE		X	
RETRABAJO		X	
INVENTARIO		X	
MOVIMIENTOS		X	
DEFECTOS		X	
CONOCIMIENTO NO APLICADO		X	
TOTAL	0	8	

Autor: Naddi, S (2020).

4.1.7 Manejo de materiales

En todo proceso industrial que involucre manufacturar algún producto se genera un flujo necesario de materiales que permitan transformar estas materias primas en productos terminados, lo cual trae consigo un manejo de materiales que permite que estas materias primas, partes o piezas estén en el lugar correcto en el momento que se le necesita; en tal sentido se hace necesario entonces establecer la manera en la que se transportan dichos materiales, por lo que se procede a indicar el cómo se origina y se lleva a cabo este proceso.

En la empresa Coldemax C.A, se genera el siguiente manejo de materiales: Para comenzar, se buscan las láminas en el almacén de materias primas y se moviliza mediante transpaletas hasta la estación uno (1). Una vez que se cumple con el proceso de cizallado en la estación uno (1), se movilizan los materiales en transformación por medio de transpaletas a través de toda la línea de ensamble hasta tener la vitrina lista.

Es necesario especificar que la empresa cuenta con una cantidad de 10 transpaletas para cumplir con el proceso de traslado y movilización de una estación a otra; a continuación, se muestra en la figura 11 los transpaletas usadas:



Figura 11 transpaleta usa en el proceso de elaboración de vitrinas

Autor: Naddi, S. (2020).

Una vez que se tiene el producto terminado que este caso son las vitrinas de refrigeración las mismas son movilizadas hasta el almacén de productos terminados por medio de un montacargas para su posterior despacho. Ver figura:



Figura 12: montacarga usado en el traslado de vitrinas

Autor: Naddi, S. (2020).

En aras de proveer de una mejor comprensión al lector de como ocurre el manejo y flujo de materiales dentro la empresa Coldemax C.A específicamente en su línea de ensamblaje y sus procesos asociados, se procede a mostrar en la figura 13 el Lay out de la línea de ensamblaje: En el layout, se muestra las estaciones de trabajo que conforman la línea de ensamble de la empresa, esta está ubicada en un galpón techado con láminas de acerolic cuya área es de 2336 mts² en dicho layout se aprecia el recorrido que se hace de estación en estación para elaborar las vitrinas de refrigeración, lo cual demarca el flujo de materiales. Es preciso especificar la distancia en mts lineales entre las estaciones son las siguientes: La estación 2 se encuentra a 3 m de la estación 1, la estación 3 se encuentra a 3 m de ensamble 1, la estación ensamble 1 se encuentra a 15 m de la estación de inyección y la estación frio se encuentra a 5 mts de la estación de inyección.

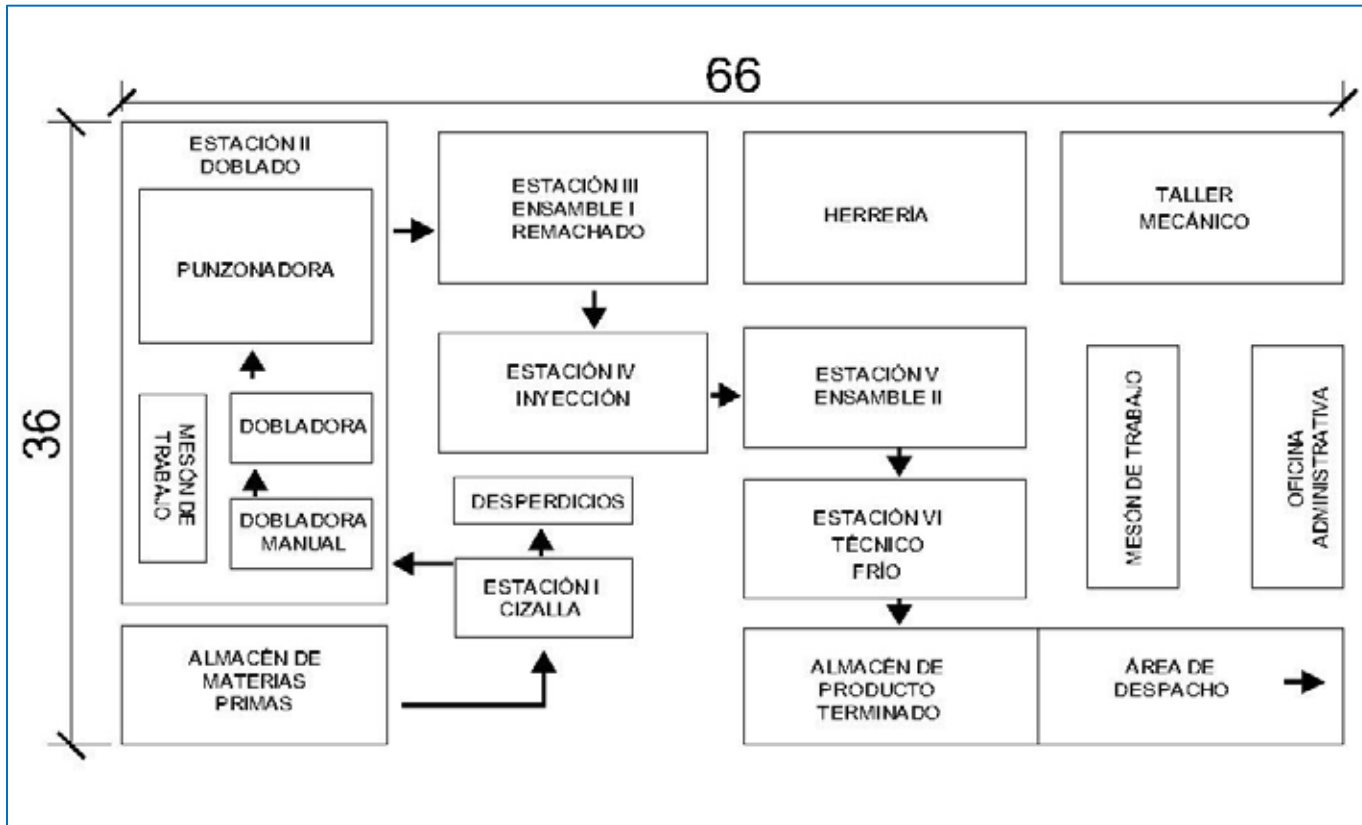


Figura 13: Layout

Autor: Naddi, S. (2020).

4.1.8 Paradas observadas en la línea

Durante la observación realizada a la línea de ensamble de la empresa Coldemax C.A se pudo precisar que las paradas de la línea ocurren generalmente cuando existe una falla en el suministro eléctrico, sin embargo cuando esto sucede, el tiempo que dura parada la línea es de 2 a 5 minutos máximo mientras arranca la planta interna de la empresa que se activa de forma automática; esto ocurre de dos a tres veces por semana de forma imprevista por lo que no se cuenta con un archivo documental que indique el momento en que se presentó la falla eléctrica. Esta parada se considera inevitable, por ello se prevé a la hora de planificar dentro de los tiempos imprevistos.

Es preciso indicar que la línea opera 8 horas diarias de forma continua 5 días a la semana, lo cual en teoría supone un trabajo continuo de 40 horas semanales. Por otro lado, es importante indicar que existen 2 paradas programadas en la línea. Una de estas paradas obligatorias ocurre cada 2 meses en el momento de reponer los tanques de poliisocianato en la estación de inyección, lo que no tarda más de 1 minuto.

También, se registra una parada obligatoria cada 6 meses para reemplazar partes y piezas de los equipos y herramientas que pueden estar desgastadas, deterioradas o dañadas. Es importante destacar que no existe un registro minucioso de estas actividades en los archivos de la oficina administrativa, simplemente se realizan por pericia y memoria del personal que labora en la planta.

En conclusión, se tiene que no se generan paradas externas que puedan ser consideradas como pérdidas de tiempo que afecten la producción real de la línea.

4.1.9 Cumplimiento de niveles de producción a través de la revisión documental

Se realizó una revisión documental con el objetivo de estimar los niveles de producción real y verificar el nivel de cumplimiento de los mismos con respecto a lo planificado para los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre del 2020 y se logró recopilar la información que se muestra en el cuadro 4, en donde se observan las vitrinas fabricadas, las vitrinas vendidas, la capacidad real de la línea y los niveles de productividad para los meses antes mencionados:

Cuadro 4: Producción obtenida desde marzo a septiembre 2020.

Mes	Vitrinas fabricadas	Capacidad real de la línea	% de cumplimiento de producción
Marzo	9	15	60,00
Abril	8		53,33
Mayo	12		80,00
Junio	7		46,67
Julio	15		100,00
Agosto	5		33,33
Septiembre	7		46,67

Autor: Naddi, S. (2020).

Una vez recopilada la información que se exhibe en el cuadro anterior, se presenta en el siguiente grafico 1, la información recopilada, en donde puede ver claramente la oferta versus la demanda de vitrinas elaboradas por la empresa:

Se procedió entonces a estimar los niveles de productividad de la empresa para los meses destacados con anterioridad a fin de precisar el nivel de cumplimiento de los niveles de producción según la capacidad real de la línea de ensamble de la planta, los cuales se muestran en el siguiente gráfico:

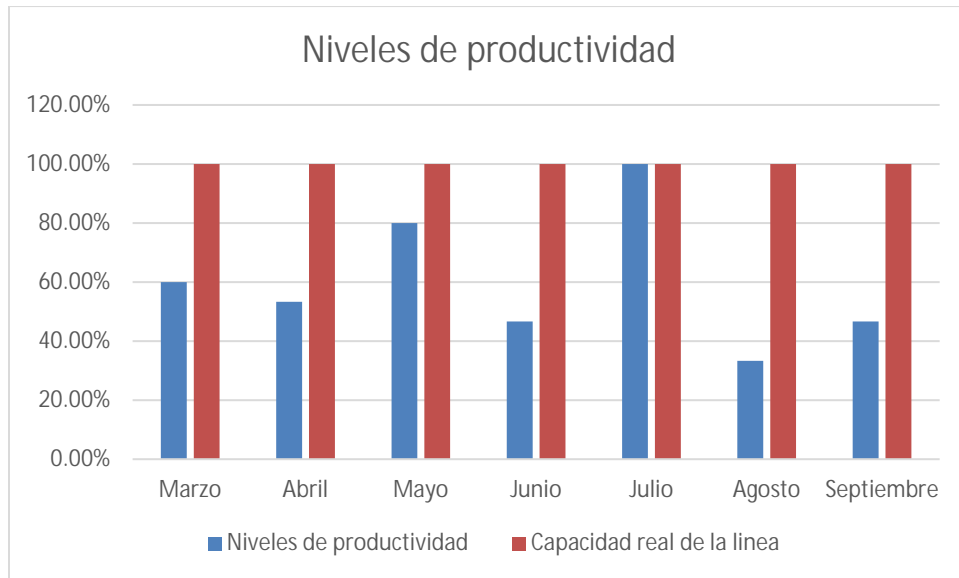


Gráfico 1: Producción de vitrinas

Autor: Naddi, S. (2020).

Como se puede ver en el gráfico 1 los niveles de productividad se encuentran por debajo de la capacidad real de la línea, solo en el mes de julio se logró igualar el nivel de producción a la capacidad de producción de la planta. Es necesario precisar que no se cuenta con un plan estricto de producción solo se confeccionan vitrinas por encargo y algunas extras por previsión de stock.

4.1.10 Resultados de la entrevista realizada al personal con respecto a la situación antes presentada

En el desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo una entrevista al personal que labora dentro de la planta donde funciona la empresa COLDEMAX C.A con la meta de conocer por parte de los empleados las opiniones que tienen sobre el porqué se generan retrasos en la línea de ensamblaje de las vitrinas de refrigeración. Para tales fines se entrevistó al supervisor general y un operador de cada estación de la línea de producción. Sus respuestas se pueden apreciar en el cuadro 5 siguiente:

Cuadro 5: Resultados de entrevista realizada al personal de la línea.

Cargo	¿Por qué se generan retrasos en la línea de ensamblaje de vitrinas?
Supervisor general	Porque se tiene un proceso ineficiente al no contar con los equipos adecuados , en tal sentido es necesario adquirir equipos que optimicen los tiempos de trabajo principalmente en las estaciones de doblado y ensamble.
Operario de estación cizalla	Porque existe un cuello de botella de en las estaciones de doblado y ensamble.
Operario de estación doblado	Porque cada vez que se debe hacer el doblado de los esquineros es necesario trazar para doblar y generar nuevos cortes y aquí se invierte mucho tiempo , ya que todo es manual y se genera dependencia de la estación cizalla que debe intervenir nuevamente para cortar cada vez que se va a hacer el doblado de los esquineros.
Operario de estación ensamble	Porque no se tienen los equipos necesarios para trabajar más rápido y eficientemente, se trabaja con taladros convencionales.
Operario de estación inyección	El retraso ocurre más atrás en las estaciones de doblado y ensamble en donde se atasca el proceso de manufactura de las vitrinas.
Operario de la estación ensamble 2	Porque en las estaciones de cizalla y doblado no tienen equipos modernos para trabajar con mayor velocidad y seguridad. Además, es necesario adquirir una resistencia que permita la colocación eficiente de los marcos usando calentamiento a altas temperaturas.
Operario de estación técnico frío	Porque el proceso se retrasa en la estación 1 y 2.

Autor: Naddi, S. (2020).

4.1.11 Resumen de las debilidades encontradas

Una vez revisada en detalle cada una de las estaciones que conforman la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa COLDEMAX C.A puede precisarse en resumen las debilidades encontradas en las áreas operacionales de la empresa y que está originando la problemática que se pretende resolver la presente investigación. En tal sentido se encuentran las siguientes debilidades:

- Se logró identificar que se están utilizando métodos de trabajo y herramientas ineficientes en la línea de producción.

- En la estación 2 denominada doblado se realiza un proceso manual de doblez para los esquineros al darle forma a los cajones que conformaran la estructura de las vitrinas lo que origina un proceso tardío y genera constante demora.
- Se detectó que en la estación denominada ensamble uno no se está utilizando herramientas adecuadas para generar un proceso eficiente de remachado pues se usan taladros convencionales para perforar y luego colocar los remaches manualmente lo que conlleva generar tiempos de ocio en las siguientes estaciones.
- Además, se encontró falta de orden y limpieza debido a que se genera una cantidad importante de desechos en la estación uno (1) denominada cizalla al realizar el corte de la lámina de scrap; dichos desechos son depositados de forma desordenada en las áreas cercanas a la estación uno (1), lo que consume tiempo de producción, ya que al alimentar la cantidad, el supervisor para el trabajo de algunas estaciones para que los operarios recojan el trabajo de algunas estaciones para que los operarios recojan el material y lo trasladen al área de acumulación de desecho para la venta.
- Se identificó un proceso ineficiente en la estación de ensamble 2 en donde se utiliza un soplete para soldar las platinas que darán estructura y soporte a los marcos.
- Se logró también identificar que los operarios de la empresa usan métodos y procedimientos empíricos, basados en su experiencia en lugar de usar método estandarizados.
- También pudo constatar que la empresa carece de programas de limpieza permanentes e idóneos para una planta industrial de esta categoría.

4.2 Fase II: Analizar las principales causas que generan retrasos en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.

Una vez encontradas las causas principales de la generación de retrasos y desperdicios en la planta de fabricación de vitrinas de refrigeración de la empresa COLDEMAX C.A a través de la observación directa, revisión documental y la entrevista realizada al personal que realiza labores de manufactura en la línea de ensamblaje se procedió a generar un análisis para identificar las causas raíces y lograr así diseñar un plan de mejoras para los procesos de fabricación y manufactura de las vitrinas de refrigeración.

En tal sentido se procedió a elaborar el diagrama de Ishikawa o diagrama causa efecto para clasificar las causas según su naturaleza, y con ellos eliminar de manera integral la situación que afecta la línea y con los resultados obtenidos se aplicó la técnica de grupo nominal de la cual permitió en forma consensual valorar y jerarquizar las causas de acuerdo al impacto que ellas representan en la situación estudiada y posteriormente se elaboró el diagrama de Pareto para con ello seleccionar las causas vitales y con ello analizar de manera integral la situación que afecta la línea y con los resultados obtenidos se aplicó la técnica de grupo nominal la cual permitió en forma consensual valorar y jerarquizar las causas de acuerdo al impacto que ellas representan en la situación estudiada y posteriormente se elaboró el diagrama Pareto para con ello seleccionar las causas vitales que se convierten en oportunidades de mejora para el diseño del plan el cual es el objetivo final de esta investigación, a continuación los resultados obtenidos.

4.2.1 Clasificación de las causas encontradas mediante el diagrama Causa-efecto.

A continuación, se muestra el diagrama causa-efecto en donde se distinguen las debilidades encontradas en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A, para ello se utilizaron los criterios de mano de obra, maquinaria, métodos y medio ambiente.

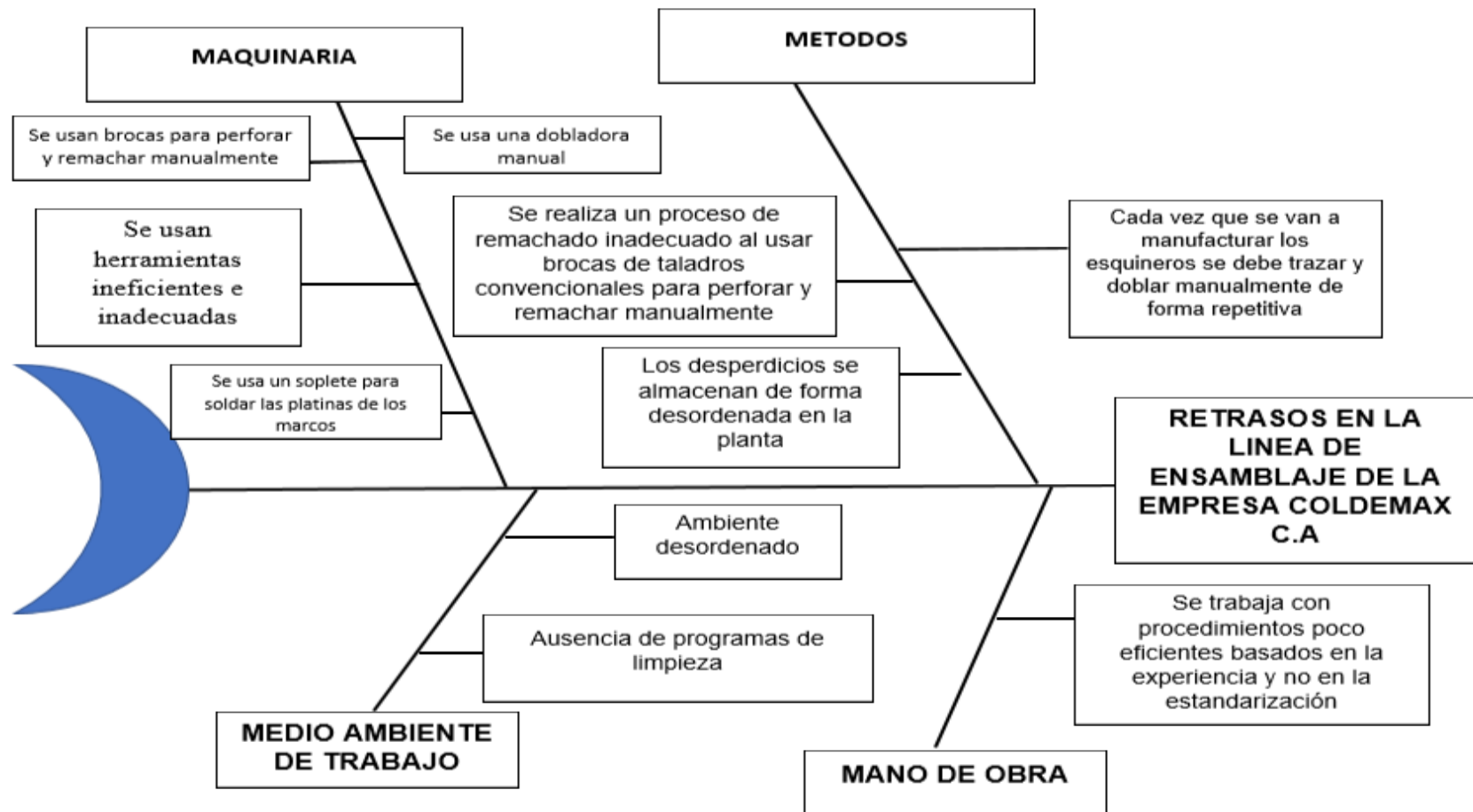


Figura 14: Diagrama de Ishikawa

Autor: Naddi, S. (2020).

4.2.2 Analisis integral de lo observado en el diagrama causa y efecto

Cuadro 6: Método de los 5 ¿Por qué?

Criterio	Debilidad	¿Por Que?	¿Por Que?	¿Por Que?	¿Por Que?	CAUSA RAIZ
Maquinaria	Se generan altos tiempos de producción en la estación 2	Se usan herramientas inadecuadas para el remachado	No se han revisado a fondo los procesos y el tiempo	No se considera necesario		Uso de herramientas ineficientes
Método	Procesos de trabajo ineficientes	Porque no existe la estandarizacion	Porque no se ha tomado en cuenta el como esto incide sobre la produccion	Porque no se ha hecho un estudio que demuestre las consecuencias negativas de la no estandarización		No existe estandarizacion en los procesos
Mano de obra	Generación de desperdicios	Porque no existen protocolos de limpieza y dispocision de desperdicios	Porque no se la da importancia			Falta de politicas de limpieza
Ambiente de trabajo	Ambiente sucio y desordenado	Porque no se le ha dado importancia	Porque no se considera un problemaPor que no afecta aparectemente la produccion			Aunsencia de programas de limpieza

Autor: Naddai.S.

4.2.3 Valoración de las causas raíz encontradas usando la técnica de grupo nominal.

Una vez realizado el análisis integral de las causas encontradas se procedió a valorizarlas. Para ello se aplicó la técnica de grupo nominal, teniendo como participantes al personal de la línea y utilizando como escala un rango del 1 al 10, siendo el 1 el nivel menos crítico y siendo el 10 el nivel más crítico; el personal estuvo conformado por 5 personas que trabajan en la línea de ensamblaje como ya se indicó. Tales personas son el supervisor uno de los operarios de la estación uno (1) y operarios de la estación 2, 3 y 4.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 4: Resumen de los resultados obtenidos con la aplicación de la técnica de grupo nominal.

Criterios	Supervisor	Operario estación 1	Operario estación 2	Operario estación 3	Operario estación 4	Frecuencia
Uso de herramientas ineficientes	9	7	8	10	5	39
Procesos de trabajo ineficientes	8	6	7	9	10	40
Generación de desperdicios	4	5	9	1	8	27
Ambiente sucio y desordenado	6	8	3	2	1	20
Total						126

Autor: Naddi, S. (2020).

De lo anterior se observa que los participantes expresaron su opinion acerca de cada criteio que representa las causas raices de los problemas que afectan la linea de ensambleje en la misma se observa que la mayor frecuebcia la obtienen los procesos detrabajo ineficientes que se usan en linea de ensambleje, en segundo lugar teniendo la frecuencia mas de 39 se encuentra el uso de herramientas ineficientes, luego la generacion de desperdicios y por ultimo ambiente sucio y desordenado.

4.2.4 Selección de las causas que generan mayor impacto utilizando la tecnica de Pareto.

Una vez aplicada la tecnica de grupo nominal, la cual permitió la valoracion de las causas raices encontradas se procedió a utilizar la técnica de Pareto a fin de seleccionar las causas que generan mayor impacto en la problemática estudiada esta tecnica consiste en:

4.2.5 Tabla de Pareto

A continuación, se presenta la tabla de Pareto obtenida después de aplicar la técnica de grupo nominal como se observó anteriormente:

Tabla 5: Tabla de Pareto

Crterios	Frecuencia	% Acumulado
Procesos de trabajo ineficientes	40	32%
Uso de herramientas ineficientes	39	
Generación de desperdicios	27	84%
Ambiente sucio y desordenado	20	100%

Naddi. S (2020).

4.2.6 Diagrama de Pareto

A continuacion, se presenta el grafico que representa el diagrama de Pareto el cual refleja graficamente los resultados de la tabla anterior:

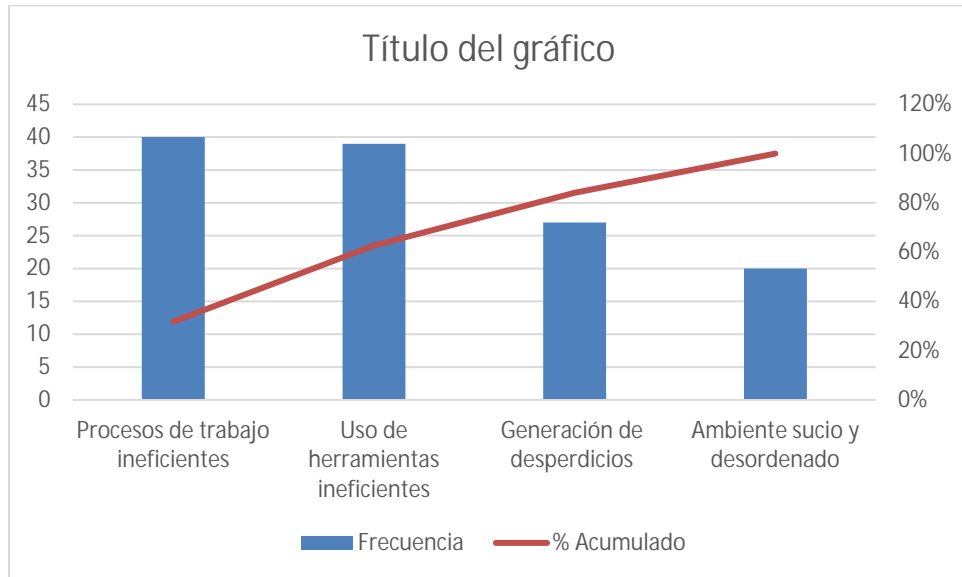


Gráfico 2: Jerarquización de las causas raíces encontradas a través del diagrama de Pareto

Autor: Naddi, S. (2020).

4.2.7 Aplicación del principio 80/20 de Pareto

Una vez elaborado el diagrama de Pareto se procedió a aplicar el principio de Pareto, para ello sobre el gráfico se traza una línea, partiendo del 80% del eje de frecuencia acumulada de tal manera que corte la curva del acumulado y luego se proyecta al eje de las causas vitales y las causas triviales.

Tal como se observa en el gráfico, el 80% de las causas de los problemas siendo estas las causas vitales que generan mayor impacto sobre el problema investigado, los resultados obtenidos son:

Se encuentra que las causas vitales conformando el 80% de los problemas que afectan a la línea de ensamble son:

- Procesos de trabajo ineficientes

- Uso de herramientas ineficientes

De la misma forma se logró identificar las causas triviales que afectan a la línea de ensamblaje representando el 20% de los problemas que inciden sobre la línea de ensamble; tales causas son:

- Generación de desperdicios.
- Ambiente sucio y desordenado.

4.2.8 Resumen de oportunidades de mejoras encontradas para en la línea de ensamblaje de vitrinas de la empresa Coldemax C.A.

Una vez identificadas las causas vitales que generan mayor impacto en la problemática estudiada como lo es retrasos e ineficiencias dentro de la línea de ensamblaje de la empresa Coldemax C.A, las mismas se convirtieron en oportunidades de mejora las cuales permitieron diseñar el plan de mejoras para la línea (ver cuadro siguiente).

Cuadro 7: resumen de oportunidades de mejoras encontradas

CAUSA	OPORTUNIDAD DE MEJORA	POSIBLE PROPUESTA
Uso de herramientas ineficientes.	Encontrar herramientas y métodos que mejoran el proceso de la línea y disminuya el tiempo	Mejoras en las herramientas de trabajo
procesos de trabajo ineficientes	Estandarizar los procesos en la línea.	Estandarización de procesos
Generación de desperdicios.	Revisar la disposición segura y ordenada del desperdicio generado	Aplicación de técnicas de ordenamiento en la línea.
ambiente sucio y desordenado	Mejorar las condiciones de orden y limpieza de la línea.	Aplicación de técnicas de ordenamiento en la línea.

Autor: Naddi, S. (2020).

4.3 Fase III: Diseñar un plan de mejoras en la línea de ensamblaje de vitrinas de refrigeración de la empresa Coldemax C.A.

Luego de haber establecido las oportunidades de mejora en la línea de ensamblaje referentes a las ineficiencias que generan retrasos y que a su vez producen desperdicios en la línea de ensamble se procedió entonces a elaborar un plan de mejoras que permita disminuir o eliminar la problemática encontrada el plan estará constituido por una serie de propuestas basadas en la metodología Lean Manufacturing y en forma general se muestra en el cuadro 8 la estructura del mismo con los recursos y responsabilidades que amerita, luego se irán explicando en detalle cada una de las propuestas.

4.3.1 Propuesta 1: Mejoras en las herramientas de trabajo

En el siguiente cuadro 9 se muestran las herramientas y los procesos que se desean mejorar con la finalidad de optimizar los procesos de la línea de ensamble y obtener procesos más eficientes:


Cuadro8: Plan de mejoras propuesto para la línea de ensamble de vitrinas de la refrigeración de la empresa Coldemax C.A.



Propuesta	Objetivo	Beneficios que brinda	Tiempo de procesos actuales	Tiempos estimados con el uso de nuevas herramientas	Tecnica Lean utilizada	Ambito de aplicación	Recursos utilizados	Responsables	Tiempo de ejecución
Mejoras en las herramientas de trabajo	Disminuir los tiempos de procesos	Mejora en los procesos. Disminución de ocio entre estaciones. Disminución de retrabajos.	Doblado : 5 min Ensambl e 1: 20 min Ensambl e 2: 2 min	Doblado: 3 min Emsamble 1 15 min Ensamble 2 2 min	Hoshin: Líneas flexibles	Estación de ensamble (1)	Pistola engrapadora, punsodora, soldara electrica	Supervisor de planta	3 semanas
Estandarización de procesos	Estandarizar procesos	Contar con procesos estandarizados			Estandar de trabajo	Las estaciones que conforman la linea de ensamblaje	Hojas de ruta, ordenes de producciones	Supervisor de la planta	1 semana
Aplicación de tecnicas de ordenamiento en linea	Contar con una linea de produccion organizada , limpia , eficiente y segura	Permite tener una linea de ensablaje optimizada, limpia y segura			5S y control visual	Las estaciones de la linea de ensamblaje	Carteleras, alertas visuales, breves inducciones y supervicion contante	Supervisor de la planta	2 semnas

Autor: Naddi, S. (2020).

Cuadro 9: Mejoras en las herramientas de trabajo



Proceso	Herramienta	Equipos de proteccion	Formación del operario	Especificaciones técnicas	Modo de uso	Mantenimiento	Lugar donde se guarda	Foto del equipo
Doblez (punsonado)	Punsonadora	Guantes de polimero	Induccion en la manipulacion de la herramienta o maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza maxima de punzonado 300 KN • Eje Y multipunzon • Eje X: 2500 mm • Control de profundidad de golpe: 0.1-31 • Precision de posicionamiento +/- 0.5mm • Precisión en embuticiones +/- 0.1 mm • Maximo de de epeticiones de golpes por minutos: 460 • Puertos USB: 6 • Peso: 182 KG • Potencia Kw: 8.5 • Consumo Kw/h: 	<ul style="list-style-type: none"> • Programar punzonado automatico • Seleccionar cabezales • Colocar lámina de scrap en la mesa de trabajo • Accionar punzonadora • Retirar lamina procesada 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza • Reprogramacion de software de ser necesario • Repocision de cabezales • Revision y mantenimien to de sistema hidraulico 	El equipo queda fijo en la estacion de doblz en el area dispuesta para la realizar el punsonado	

				4.5				
Ensamble 1 (engrapado)	Pistola engrapadora tipo tigger			<ul style="list-style-type: none"> • Pistola grapadora de tipo neumatica • Corona estandar de 16 pulgadas • Grapas de 7/16 pulgadas • Pistola grapadora para grapas con cualquier tipo de material • 157 grapas por recarga • Corriente 220 voltios • Mecanismo anti atascamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • El operario fija la pistola grapadora sobre el area donde se desea engrapar • Se acciona el mecanimo de engrapado al presionar el gatillo • La pistola dispara la grapa • Se repite el proceso cuantas veces sea necesario 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza despues de usar • Recargar grapas cada vez que se agoten 	Se guarda en un locker dispuesto en la estación de trabajo	
Ensamble 2 (soldado de marcos y platinas)	Resistencia soldadora electrica			<ul style="list-style-type: none"> • Largo:24,5 cm • Ancho: 10,5 • Espesor: 10mm • Corriente:: 120 voltios • Potencia: 750 watts • Temperatura: 250°C 	<ul style="list-style-type: none"> • El operario la enciende y espera a caliente a 250°C • El operario lo toma por el mango o agarradera y coloca entre las planchas las platinas de los marcos para soldarlas a 250 °C 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiarla despues de cada día de faena • Revisar los contactos para limpiarlos a fin de evitar sulfatación 	Se guarda en un locker ubicado en la estación de ensamble 2	


Autor: Naddi, S (2020)

4.3.2 Propuesta 2: Estandarización de procesos

Para estandarizar los procesos se propone usar la herramienta Lean manufacturing denominada Kamban que permitirá estandarizar procesos al generar un seguimiento permanente de todas las actividades que se realizan en la línea de ensamblaje mediante inspección constante, con el objeto de minimizar errores y crear hábitos de trabajo bajo una política de eficiencia; se propone aplicar esta herramienta al usar hojas de ruta, órdenes de producción y sistemas visuales basados en tarjetas que conlleven a un orden estandarizado con el uso de cartelera visible en donde todos puedan seguir el paso a paso de los trabajos hasta terminar cada vitrina y así trabajar de una manera ordenada y eficiente con el uso de inducciones sencillas que brindará el supervisor de planta.

A fin de entender las herramientas y procesos que intervienen sobre la estandarización se muestra el siguiente cuadro:

Cuadro 10: Estandarización



Proceso a modificar	Paso a paso del proceso a modificar	Proceso estandarizado	Materia prima	Equipo o herramienta usado	Equipos de protección o indumentaria	Riesgos asociados	Formación necesaria por parte de los operarios
Doble (punsonado)	Inicialmente se realiza el trasado de las laminas para generar el doblez de las mismas a 45° y obtener las esquinas que darán	Se procede a trazar las laminas para generar el doblez en la dobladora manual a 45° con la finalidad de dar origen a las esquinas	Laminas de scrap	punsonadora	Guantes de polimero	Físico (traumatismo)	Inducción aportada por el supervisor de planta

	forma a los depositos interior y exterior, luego hacen perforaciones con taladro de brocas tradicionales	de los depositos interior y exterior una vez generado todos los doblez necesarios para dar forma a los depositos se procedera generar el punsonado para posteriormente engrapar las estructuras de los depositos				
Ensamble 1 (engrapado)	Una vez que se tiene las perforaciones en los depositos entonces se procede a realizar el remachado manual para fijar los depositos y dar estructura a las vitrinas	Una vez generado el punsonado de las estructuras de los depositos interior y exterior se procede a acoplarlos y engraparlos con el objeto de fijarlos	Grapas industriales			Pistola engrapadora
Ensamble 2 (soldado de marcos y platinas)	Se realiza el soldado de las platinas que dan origen a los marcos de las vitrinas con el uso de un soplete	En esta estación se procede a realizar el soldado de las platinas que conformarán los marcos de las vitrinas usando una resistencia que transfiere calor a dos planchas por las que se pasaran las	Platinas de hierro			Resistencia electrica

		platinas a fin de soldarlas a 250 °C					
--	--	--------------------------------------	--	--	--	--	--

Autor: Naddi. S (2020).

4.3.3 Propuesta 3: Aplicación de técnicas de ordenamiento en la línea

Es necesario destacar que para la elaboración de este plan de mejoras se propone utilizar las herramientas del Lean Manufacturing que permiten generar una mejor organización de los procesos productivos que tienen origen en las estaciones de trabajo de la línea de ensamble en donde se reportan ineficiencias; específicamente en las estaciones 2, 3 y 5.

Para comenzar se propone aplicar la técnica de las 5S de la siguiente manera que conllevará a un control visual de todo lo que se hace en la línea de ensamblaje:

- **Seiri (clasificación)**

Para aplicar esta etapa del métodos de la 5S se dispone contar con el personal que labora en planta con la finalidad de planificar la clasificación de todo aquello que es necesario o innecesario en cada una de las estaciones de la línea de ensamblaje en tal sentido aquellos elementos, materiales y herramientas que se consideren necesarios deben ser clasificados y colocados en sus respectivos lugares desechando y colocando en los lugares o en los espacios dispuestos para tales desechos a fin de contar con un área de trabajo limpia, organizada y que permita crear un clima organizacional donde se eleven los niveles de producción, se recomienda que se aplique esta etapa en la línea de producción haciendo énfasis en la estación 2 que es donde se genera los desperdicios generados por el corte de las láminas de scrap.

- **Seitton (ordenar)**

Una vez que se cumpla la fase anterior de clasificar para diferenciar los elementos, materiales y herramientas presentes en las estaciones de trabajo como necesario, innecesario o desechos. Se procederá entonces a ordenar los materiales, herramientas, indumentarias de trabajo a fin de que cada una de

ellos se encuentre en su lugar respectivo con el objetivo que sea de fácil ubicación y esto conlleve a mejorar los tiempos de trabajo sin incurrir en el desorden.

- **Seiso (limpieza)**

Una vez que se tenga un ambiente de trabajo organizado será necesario aplicar planes de limpieza que permitan contribuir a la asepsia de todas y cada una de las áreas productivas de la línea de ensamblaje con la finalidad de trabajar en áreas pulcras, libres de contaminantes y que esto permita realizar una correcta gestión de residuos y desechos, lo cual permitirá colocar los mismos en áreas dispuestas para tales fines.

- **Seiketsu (estandarizar)**

Una vez cumplida las 3 etapas anteriores del método de la 5S en donde contamos con un ambiente, limpio, organizado y clasificado se aplicará la 4^a fase que permite la estandarización; la estandarización no es otra cosa más que generar protocolos claros y precisos de trabajo por los cuales se van a regir los operarios de planta al realizar cada una de sus trabajos en este caso las actividades que conllevan a la manufactura de las vitrinas de refrigeración en cada una de las estaciones de la línea de ensamblaje y que además darán las disposiciones de los programas de limpieza y manejo de residuos y desperdicios.

- **Shitsuke (Disciplina)**

Una vez que se cumplan las 4 fases previas ya mencionadas es de vital importancia generar en los trabajadores una disciplina que conlleve a la creación de hábitos que permitan dar un seguimiento programático a todos los programas y protocolos que rigen los procesos productivos y los programas de limpieza y exposición de desechos originados en la línea de producción, con la meta de que estos se cumplan a cabalidad de manera natural por parte de los trabajadores.

4.3.4 Control visual de aplicación de metodología 5S

A fin de dar seguimiento y verificar el nivel de cumplimiento de la estandarización y aplicación de la metodología de las 5S se propone usar un formato que permita ejercer un control a través de la inspección visual. El mismo se muestra en el cuadro siguiente que deberá marcarse en el recuadro con una X de ser negativo o con un check Marck de ser positivo.

Cuadro 11: formato de inspección, estandarización y verificación de cumplimiento del método de las 5S en la línea de ensamblaje

Estación	Clasificación	Orden	Limpieza	Estandarización	Disciplina	responsable	Responsable de la inspección
1						Operarios	Supervisor de planta
2							
3							
4							
5							
6							
Firma: _____						Fecha: / /	Hora: _____

Autor: Naddi. S (2020)

4.4 Fase IV: Evaluar la factibilidad operativa, técnica, económica, ambiental y social de la propuesta realizada.

A fin de verificar la factibilidad técnica, operativa, económica, ambiental y social de la propuesta realizada se presentan los costos de adquisición de las herramientas en USD a precios internacionales sin incluir los costos de aranceles o trámites aduanales; al mismo tiempo se indica el costo de aplicación de las metodologías Lean Manufacturing que se aplicarán en la planta en donde se realiza actividades de manufactura la empresa Coldemax. Los costos y la inversión se pueden apreciar en el cuadro siguiente:

Cuadro 12: Costos de herramientas y métodos

Herramientas	Costos
Punsonadora	12.000\$
Pistola engrapadora tipo tigger	420\$
Resistencia soldadora electrica	200\$
Metodos e insumos	Costos
Papeleria e insumos	100\$
Induccion dictada por el supervisor sobre uso de herramientas y metodos de seguimiento e inspeccion de trabajo	100\$
Inversion total	12.820\$

Autor: Naddi. S (2020)

Se plantea que la recuperación de la inversión de aplicación del plan de mejoras en la planta se pueda lograr en un periodo no mayor a 6 meses a sabiendas de que se planifica un tope de 15 vitrinas por mes y frente a cualquier imprevisto se prevé un panorama moderado en el que se cumpla el plan de producción expuesto en el cuadro 13 como cuota mínima de producción considerando que cada vitrina tiene un costo de alrededor de 1100\$.

Cuadro 13: estimado de ventas para los próximos 6 meses

Mes	Vitrinas estimadas a vender	Utilidad	Utilidad acumulada por mes (flujo de caja)
Noviembre	7	7.700	7.700
Diciembre	9	9.900	17.600
Enero	6	6.600	24.200
Febrero	6	6.600	30.800
Marzo	7	7.700	38.500
Abril	8	8.800	47.300
Total, de vitrinas estimadas a venderse	43		
Total, ingresos por ventas previstos		47.300\$	

Autor: Naddi. S (2020).

Según el cuadro anterior se verifica que la empresa estaría en capacidad de recuperar la inversión para el segundo mes después de haber implementado el plan de mejoras de acuerdo al los planes de producción mínima y la previsión de venta de las vitrinas estimadas a producir por mes a partir del mes de noviembre del presente año dado el flujo de caja acumulado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Después de realizar la presente investigación se concluye que la línea de ensamblaje de la empresa Coldemax C.A dedicada a la elaboración de vitrinas de refrigeración para el sector comercial presenta fallas que le generan retrasos en los procesos al tener métodos ineficientes de trabajo por las siguientes razones:

- Uso de herramientas inadecuadas en las estaciones 2,3 y 5.
- Se usan métodos de trabajo ineficaces.
- No existe estandarización en los procesos y métodos de trabajo.
- Existe un ambiente sucio y desordenado.
- Se generan desperdicios.

En función a estas fallas y posterior a realizar el análisis se encontraron oportunidades de mejoras, las cuales permitieron generar propuestas que permitirán mejorar el proceso de elaboración de vitrinas. Estas propuestas fueron las siguientes

- Mejoras en las herramientas de trabajo con el fin de disminuir los tiempos de ejecución, ocio y retrabamos utilizando para ello herramientas Pistola engrapadora, una punzadora y soldadura eléctrica
- Estandarización de procesos: bajo la técnica Kamban, para contar con procesos secuenciales y ordenados, de tal manera que el operario pueda hacer un seguimiento del mismo de manera apropiada
- Aplicación de técnicas de ordenamiento: utilizando la técnica de las 5S, con el objetivo de tener áreas ordenadas y limpias, que permitan el desarrollo del proceso de manera apropiada

Una vez realizada la propuesta se hizo una exposición sobre el costo de la misma y los beneficios que representan llegándose a la conclusión que el capital invertido se recuperara en aproximadamente 2 meses, siendo esto viable para la empresa.

RECOMENDACIONES

A fin de aportar una solución práctica a la problemática que se presenta en la línea de ensamble se recomienda lo siguiente:

- Implementar el uso de nuevas herramientas en las estaciones 2,3 y 5 a fin de optimizar los procesos de dobles, ensamble 1 y ensamble 2.
- Con el objeto de optimizar el proceso de dobles se debe usar una punzonadora.
- Para agilizar el proceso de ensamble 1 se debe incorporar una engrapadora tipo pistola Tigger.
- Se debe reemplazar el soldado de las platinas que dan estructura a los marcos de las vitrinas con soplete una resistencia eléctrica tipo plancha que permita realizar este proceso de forma más eficiente.
- Se debe aplicar las herramientas de Lean Manufacturing 5 S y Kamban a fin de establecer protocolos de estandarización e inspección visual con el objeto de minimizar errores y optimizar los procesos de toda la línea generando la menor cantidad de desperdicios al tener un ambiente más limpio, organizado y que brinde un buen clima organizacional.
- Es necesario que el supervisor les de la inducción correspondiente a los operarios acerca de cómo manipular de manera correcta las nuevas herramientas y que les permita aprender las nuevas prácticas al desarrollar sus actividades laborales para garantizar se logre la estandarización que se desea y la optimización de los procesos y que su vez sea garante de la ejecución del plan de mejoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baute (2014), **Propuesta de mejoras para la reducción de scrap en la línea dos del área de llenado de cuidado bucal en la empresa Colgate Palmolive Venezuela**. Trabajo de grado. Universidad José Antonio Páez. San Diego, Venezuela. Recuperado de: <https://bibliovirtualujap.files.wordpress.com/2013/05/baute-hernandez.pdf>
- Soto & Vega (2012), **Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de sacos de polipropileno en NORSAC S.A.**, recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10988>
- Ruiz (2016), **Implementación de la metodología Lean Manufacturing en una cadena de producción agroalimentaria**, recuperado de: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70759/fichero/TFM_Javier_Ruiz_Cobos.pdf
- Landeau. (2007), **Elaboración de trabajos de grado**. Editorial alfa. Recuperado de: https://books.google.co.ve/books?id=M_N1CzTB2D4C&pg=PP1&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Martínez & Marcano (2019), **Plan de mejoras en la gestión de almacén de la empresa alimentos ALEDAN C.A.**
- Muñoz, (2017). **Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de Control de Calidad de la empresa Maderas Arauco**, presentado en la Universidad Austral de Chile, Chile, para optar al título de Ingeniería Civil Industrial, Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmm971i/doc/bpmm971i.pdf>
- Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctoral**, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, (2016), recuperado de: <http://www.ipm.upel.edu.ve/documentospdf/Reglamentos/Estudiantes/ManualdeTrabajosdeGradodeEspecializacionyMaestriayTesisDoctorales2016.pdf>