



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN DE MEJORAS EN LA LÍNEA
DE PRODUCCIÓN
DE RACKS INDUSTRIALES EN
LA EMPRESA RUBIK ASSEMBLY C.A.**

Autores: Nubert Barboza
C.I:21.585.367
Fabián Pinto
C.I:26.246.296

Urb. Yuma II, calle N°3, San Diego, Edo Carabobo.
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394.



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

**PLAN DE MEJORAS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
RACKS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA RUBIK ASSEMBLY
C.A.**

**Proyecto del Trabajo de Grado para Optar al Título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autores: Nubert Barboza
C.I:21.585.367
Fabián Pinto
C.I:26.246.296
Tutor: Argenis Ceballos
C.I:16.241.538

San Diego, Agosto de 2019

CARTA DE ACEPTACION DEL DECANO

Universidad José Antonio Páez
Decanato de Ingeniería



FI-1-005-2019-2CE

Valencia, 18 de Julio de 2019

Ciudadanos:
Nubert Barboza
C.I:21.585.367
Fabián Pinto
C.I:26.246.296
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 18-07-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MEJORAS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE RACKS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA RUBIK ASSEMBLY C.A.** Presentado por usted como requisitos para optar al título de Ingeniero Industrial .

Se ratifica la designación del Ing. Argenis Ceballos C.I:16.241.538 y la Ing. Alicia De Pizzela C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos y Metodológicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira

Decano de la Facultad de Ingeniería



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

Ll/le

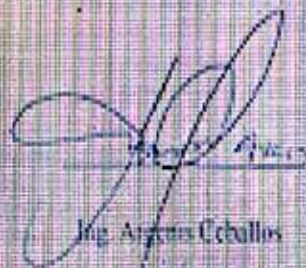


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Argenis Ceballos portador de la cédula de identidad N° 16.241.534, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Nubert Barboza y Fabián José Pinto L. portadores de la cédula de identidad N° 21.585.367 Y N° 26.246.296, titulado **PLAN DE MEJORAS PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE RACKS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA RUBIK ASSEMBLY C.A.**, 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 presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 5 días del mes de Octubre del año dos mil diecinueve.


Argenis Ceballos
C.I. 16.241.534

DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios a San Miguel Arcángel y a la Divina Pastora quienes fueron mi guía espiritual en todo momento dándome fuerza y tranquilidad para continuar luchando día a día, prueba tras prueba.

A toda mi familia. A mi Padre Henry Pinto, por siempre tener una posición de aliento y de entendimiento, a toda mi familia Pinto me enseñaron los valores y gracias a ellos soy quien soy ahora, a mi Madre Fabiola Larez por quien me apoyo en todo y me entendió y apoyo cuando más lo necesitaba, a mi Hermano Paulino Pinto quien siempre me vio como ejemplo y siempre me daba animo de seguir en la lucha.

A los Hermanos que me regalo la vida que nunca dudaron que lo lograría y que siempre me empujaron y me alentaron: Nubert Barboza, Leonardo Gonzalez y José Rivas Camargo, David López y Julio de Sousa. Siempre me escucharon y me ayudaron sin pedir nada a cambio. A María Victoria Rodríguez quien estuvo conmigo en los momentos más críticos de este proyecto y que siempre con su manera tan única y especial de ver la vida me apoyo me comprendió y está aquí conmigo. Este triunfo lo comparto con ustedes.

Mi Tia Yorma a quien quiero mucho y a mi tío Augusto Larez quien por razones de tiempo no está presente, pero siempre me apoyó.

A los que ya no están: Mis tíos quienes durante mi carrera fallecieron espero que donde estén, se encuentren alegres y felices por este logro, a mi profesor Arnoldo Macfiel quien siempre estuvo conmigo y me enseñó muchas cosas. Al jefe profesor amigo y ahora colega Argenis Ceballos quien desde el primer día de la clase contesto mis preguntas, y me ha dado la oportunidad de ser cercano, de trabajar y de aprender cada día más de él. A sus hermanos Alexis y Arturo que siempre me apoyaron y me escucharon.

A Diego Carranza quien siempre estuvo pendiente y atento en todo momento para responder mis dudas, a Gabriela Díaz quien era mi cómplice de bochinche me escuchaba siempre en todo momento y me apoyaba en todo. Al equipo de Rubik Assembly quienes fueron más que mis compañeros de trabajo fueron mis amigos gracias por ser parte de este logro.

Fabián Pinto

DEDICATORIA

Primeramente dedico este trabajo a Dios quien es el que me ha dado la fortaleza y capacidades para desarrollar toda mi carrera universitaria de manera exitosa.

A mi núcleo familiar, mi madre Belkys García, a mi padre Numa Barboza y a mi hermano Numa Barboza García, quienes estuvieron desde siempre y en cada uno de los momentos apremiantes, duros y satisfactorios de mi vida, siendo fundamentales, enseñándome con su ejemplo y motivándome con temple.

A quienes desde ahora son mi nueva y propia familia, Naomi García y nuestro hijo Luciano Barboza, son sin duda alguna un motivo muy grande por el cual persistí para alcanzar esta meta.

A mi compañero de trabajo Fabián Pinto, que se convirtió en un hermano menor durante toda la carrera, me motivó con su compañerismo y creyó en este proyecto desde el principio.

A todas esas personas que por limitaciones de espacio no se pueden mencionar en su totalidad, pero que en su momento aportaron ideas, motivación, apoyo de todo tipo, que al final fueron muy importantes para la consecución de esta meta.

Nubert Barboza

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a la Universidad José Antonio Páez, quien representa nuestra alma mater, en donde pudimos recibir conocimientos necesarios para el desarrollo de nuestras habilidades en esta bonita carrera que emprendimos de manera satisfactoria.

A cada uno de los profesores que dedicaron e invirtieron su tiempo en impartir desde su experiencia, los conocimientos y testimonios valiosos para nuestro desarrollo profesional. Con menciones especiales a profesores como el Ing. Argenis Ceballos, fundamental en el desarrollo del trabajo especial de grado como nuestro tutor y guía, además de haber sido nuestro consejero y mentor en otras áreas extracurriculares.

A la profesora y miembro de la dirección de nuestra escuela de Ingeniería Industrial, Ing. Nelly Niño, quien fue de gran apoyo durante la carrera y de igual forma en el desarrollo de este trabajo de grado. De la misma manera agradecemos al profesor Ing. Manuel Cuadrado, por su valioso aporte de información y conocimientos por medio de varias asignaturas durante la carrera. También a los profesores Ing. Francisco Gelanzé, Ing. Leonardo González, Ing. Ana Avendaño, Ing. Oswaldo Rodríguez, quienes también aportaron en gran manera para la construcción de conocimiento y nuestro desarrollo académico en la parte culminante de este camino.

A todos esos compañeros de clase que fueron apoyo y de gran aporte para el estudio en conjunto y resolución de problemas durante la carrera.

A todo el equipo de la Empresa Rubik Assembly C.A. por la prestación de información, instalaciones, recursos y guía para la realización del proyecto.

Nuestros más sinceros agradecimientos para todos.

Nubert Barboza y Fabián Pinto

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

pp.

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABLAS	xi
RESÚMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I. EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema.....	6
1.3. Objetivos de la investigación	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.5. Alcance de la investigación.....	7
II. MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Plan de mejoramiento continuo de la productividad.....	10
2.2.2. Diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto.....	11
2.2.3. Flexsim	12
2.2.4. Diagrama Sipoc	12
2.2.5. Diagrama de Pareto	13
2.2.6. Teoría de la Administración en la Gestión de la Calidad.....	14
2.2.7. Mejoramiento continuo (Kaizen)	16
2.2.8. Lean Manufacturing	17
2.2.9. Concepto de manejo de materiales.....	18
2.2.10. Productividad	18
2.2.11. Definición e importancia de los almacenes.....	19
2.2.12. Manejo de materiales en almacenes	19
2.2.13. Lay-Out de los almacenes	20
2.3 Definición de Términos Básicos	20
III. MARCO METODOLÓGICO	

3.1. Tipo de la investigación	23
3.2. Diseño de la investigación.....	24
3.3. Nivel de la investigación	24
3.4. Técnicas de recolección de información	24
3.4.1. Observación directa.....	25
3.4.2. Entrevista no estructurada	25
3.4.3. Revisión documental	26
3.4.4. Revisión bibliográfica	26
3.5. Población y muestra	26
IV. RESULTADOS	
4.1. Fase I. Diagnóstico de la situación actual del proceso de elaboración de racks industriales.	30
4.1.1. Descripción de la línea de producción de racks industriales.....	30
4.1.2. Resultados de las entrevistas no estructuradas realizadas durante el estudio.	35
4.1.3. Revisión documental de lotes de producción anteriores.	37
4.1.3. Diagnóstico de la relación entre las estaciones de trabajo y sus actividades, por medio del flujograma del proceso.....	38
4.1.4. Debilidades encontradas en el proceso productivo.	40
4.2. Fase II. Análisis de las debilidades del proceso.	42
4.2.1. Análisis general del proceso productivo.	42
4.2.2. Análisis del compendio de causas, basado en el diagrama causa-efecto (Ishikawa).....	44
4.2.3. Estudio de las causas principales por medio de diagrama de Pareto.	45
4.2.4. Jerarquización de las fallas por estación de trabajo, dentro de la línea de producción, haciendo uso de un simulador de eventos discretos Flexsim.	47
4.3. Fase III. Diseño del plan de mejora, en función a los datos obtenidos durante el análisis.....	50
4.3.1. Propuesta de mejora para el área de Roll Forming.	50
4.3.2. Propuesta de redistribución de planta.....	57
4.3.3. Simulación de la propuesta de mejoras en el proceso productivo.....	58
4.4. Fase IV. Evaluación de la factibilidad del plan diseñado	61
4.4.1. Factibilidad técnica del plan diseñado	61
4.4.2. Factibilidad operativa del plan diseñado	62
4.4.3. Factibilidad social del plan diseñado	63
4.4.4. Factibilidad ambiental del plan diseñado	64
4.4.5. Factibilidad económica del plan diseñado	65
4.4.5.1. Relación Costo-Beneficio	69
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	73

LISTA DE FIGURAS

	CONTENIDO	pp.
FIGURAS		
1.	General Timing de producción de Rubik Assembly C.A.	5
2.	Área de Roll Forming	30
3.	Línea de producción de columnas para racks	31
4.	Mesas de ensamble de piezas	33
5.	Empaque de traviesas	35
6.	General timing lote de producción de racks más reciente	37
7.	Flow Chart producción de bastidores	38
8.	Flow Chart producción de largueros	39
9.	Área de retrabajos	41
10.	Diagrama SIPOC	43
11.	Diagrama Causa-Efecto área de pintura	44
12.	Diagrama Causa-Efecto área de roll forming	45
13.	Diagrama de Pareto	47
14.	Simulación de la línea de producción actual	48
15.	Resultados de la simulación de la línea de producción actual	49
16.	Perforaciones asimétricas en columnas para racks	51
17.	Máquina de Roll Forming con cizalla inoperativa	55
18.	Layout de planta actual	57
19.	Layout de planta propuesto	58
20.	Simulación de la línea de producción propuesta	59
21.	Resultados de la simulación de la línea de producción propuesta	60

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO

pp.

TABLAS

1. Cálculo de capacidad de la máquina de Roll Forming	31
2. Entrevistas no estructuradas al personal	35
3. Tabla Causa-Efecto frecuencia de retrasos	46
4. Check list de inspecciones para operarios de Roll Forming	55
5. Frecuencia de revisión de elementos de equipos	57
6. Costos relacionados con el equipo de Roll Forming	61
7. Costos de formación técnica del personal	62
8. Costos de materiales adicionales usados en planta	66
9. Costos de materiales y herramientas usadas en instalación	67
10. Costos totales no planificados	68
11. Costos de inversión del plan diseñado	68



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

**PLAN DE MEJORAS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
RACKS INDUSTRIALES EN LA EMPRESA RUBIK ASSEMBLY
C.A.**

Autores: Nubert Barboza
Fabián Pinto
Tutor: Argenis Ceballos
Fecha: Octubre, 2019

RESÚMEN

La presente investigación se desarrolló en Rubik Assembly C.A., la cual es una empresa encargada de la fabricación de racks industriales y soluciones a nivel de ingeniería, en el mercado nacional con miras a hacerlo también en el mercado internacional. En la actualidad en las empresas, el objetivo fundamental es reducir los costos, desperdicios y a su vez mejorar continuamente los procesos. En este caso se hace referencia a un problema de planificación en el desarrollo del proyecto de producción de racks industriales, el cual excedió el tiempo establecido para su culminación y posterior entrega al cliente. Esto trae como consecuencia el riesgo de una mengua de la fidelidad de los clientes, desacreditación de la empresa y cierre de oportunidades de trabajo en su futuro, todo esto se puede traducir en pérdidas económicas no planificadas, lo cual afectaría directamente la permanencia de la empresa en el mercado. Es por esto que se requiere un estudio que permita el análisis y diagnóstico de la situación actual, con el fin de proponer un plan de mejoras para la reducción de desperdicios, de materiales y tiempo, en la línea de producción de la ya mencionada empresa, aplicando las técnicas de ingeniería industrial como principal apoyo en pro de una solución adecuada a las necesidades, así como también plantear una relación costo beneficio de la mejora aplicada. La investigación es de tipo proyecto factible, basado en una investigación de campo, se aplicarán técnicas de revisión documental, bibliográfica, entrevista no estructurada, inspecciones, análisis operacional y observación directa. En el presente trabajo se verá la aplicación y resultados de las herramientas usadas para lograr la mejora propuesta, la cual se llevó a cabo y los resultados por medio de simulaciones de procesos han sido satisfactorios.

Descriptor: Mejoras, reducción y costos.

INTRODUCCIÓN

A través de los años, las organizaciones han evolucionado con el fin de hallar las mejores vías, metodologías y políticas, que permitan mejorar sus procesos industriales. Esto debido a que les resulta fundamental manejar de manera eficiente y eficaz sus recursos, para así lograr obtener mejores beneficios de acuerdo a sus metas y objetivos propuestos. Este manejo de recursos comprende distintas actividades, que pueden involucrar mantener las mejores relaciones con los proveedores o miembros de la cadena de suministros, reducir los desperdicios en sus operaciones, poseer un recurso humano comprometido con las metas de la organización, así como también lograr la satisfacción de las necesidades de sus clientes.

Además, es indispensable que la empresa realice un monitoreo detallado de las operaciones internas que se realizan diariamente en los distintos departamentos, para lograr mantener el control, es decir, recopilar los datos necesarios para su posterior estudio, análisis y retroalimentación. Debido a lo anteriormente expuesto, el propósito de esta investigación es proponer mejoras que permitan la reducción de pérdidas de material y generación de demoras en el proceso de producción que tiene lugar en la planta de manufactura de racks industriales, en Rubik Assembly, C.A.

La empresa Rubik Assembly, se dedica a la fabricación de racks industriales y soluciones a nivel de ingeniería, en el mercado nacional con miras de hacerlo también en el mercado internacional. Uno de los objetivos principales de la empresa Rubik Assembly, es mejorar la calidad y capacidad de los procesos logísticos de las empresas, a través de sus productos y servicios, ofreciendo a sus clientes productos de la más alta calidad, basándose para ello en la mejora continua de sus operaciones y procesos.

De allí que, la siguiente investigación plantea la necesidad de atacar el problema de desperdicio de material y de tiempo generadas en el proceso productivo de la planta de manufactura de racks, empleando distintas herramientas de ingeniería

industrial, con la finalidad de sugerir diversas mejoras que sirvan para reducir dichos desperdicios y así cumplir con las metas de la organización.

Para lograr el objetivo anterior, este trabajo de grado se estructura en cuatro capítulos descritos a continuación:

- Capítulo I, el problema: Se basa en el planteamiento del problema encontrado, formulación de este, objetivos de la investigación, justificación de la investigación, alcance y por último las limitaciones que circunscriben el desarrollo del problema. Su objetivo es establecer el objeto de estudio de esta investigación.

- Capítulo II, marco referencial conceptual: Se señalan investigaciones similares en las cuales se basa el desarrollo de este proyecto y se definen conceptos claves para la realización de este. Su objetivo es crear la base teórica que sustenta las técnicas y herramientas a utilizar en el desarrollo de esta investigación.

- Capítulo III, marco metodológico: En este capítulo, se indica el tipo de investigación, así como su diseño metodológico, y nivel de investigación, lo cual señala el procedimiento a realizar en este trabajo, también se mencionan las técnicas e instrumentos de investigación, se describe la población y muestra seleccionada y se establecen las fases metodológicas que permitirá conocer el cómo se obtendrán y analizarán los datos para el logro del objetivo general de la investigación.

- Capítulo IV, resultados: Comprende el desarrollo de cada una de las fases establecidas para alcanzar los objetivos propuestos, y con ello lograr la obtención de la información necesaria relacionada a la propuesta de mejora para la línea de producción la cual es objeto de estudio, donde se detalla el uso y la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, además se muestran los resultados obtenidos del estudio y su respectivo análisis.

Finalmente, se presentan las conclusiones de la investigación, las recomendaciones para trabajos futuros, así como la bibliografía consultada que sirvió para la elaboración del marco teórico y la propuesta de mejora.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La concepción de la logística como una definición que incluya las actividades relacionadas con el movimiento y el almacenamiento de manera coordinada, además de la percepción de la utilidad de la logística como generadora de valor agregado se remonta a 1844, cuando el ingeniero, matemático y economista francés Jules Juvenel Dupuit, establece la idea de asociar comercialmente los costos de inventario por los costos de transporte (Content Lab, 2016). Prácticamente desde el principio de los tiempos de la civilización, los productos que la gente deseaba no se producían en el lugar donde se querían consumir o no están disponibles cuando se deseaba consumirlos.

Por aquel entonces, la comida y otros productos existían en abundancia sólo en determinadas épocas del año. La humanidad tuvo que optar por consumir los productos en el lugar donde se encontraban o transportarlos a un lugar determinado y almacenarlos allí para uso posterior. Como no existía un sistema desarrollado de transporte y almacenamiento, el movimiento de los productos se limitaba a lo que una persona podía acarrear, y el almacenamiento de los productos perecederos era posible solamente por un período corto. Este sistema de transporte y almacenamiento obligaba a las personas a vivir cerca de los lugares de producción y a consumir una gama bastante pequeña de productos o servicios.

Cuando los sistemas logísticos empezaron a mejorar, el consumo y la producción fueron separándose geográficamente. Las distintas zonas se especializaron en lo que podían producir más eficientemente. La logística hace posible que podamos consumir y obtener productos de distintas características, en el tiempo y localización deseada. Esta industria de 4,3 billones de dólares al año afecta a casi todos los países del mundo, además es la red de servicios que hace posible el movimiento físico de bienes dentro y a través de las fronteras. Esta comprende diversas actividades, tales como transporte, almacenamiento, corretaje, servicios de envío urgente, operaciones en las terminales, e incluso gestión de datos

y de información. Todas estas actividades antes mencionadas bajo un buen manejo administrativo de sus recursos pueden garantizar un alto nivel de eficiencia, que resultaría clave para la apertura de las oportunidades comerciales de un país y por ende de su crecimiento económico.

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, la logística actualmente ha tenido mucha relevancia en la industria alimentaria, por ejemplo, la producción de carne de vacuno en Argentina alcanzará este año 2,9 millones de toneladas, lo cual representa un aumento del 4%, de las cuales unas 380.000 toneladas saldrán del país según Analistas Financieros Internacionales (AFI). También se estima que en los próximos 50 años el planeta necesitará producir más comida que en los últimos 10.000. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) calcula que la demanda de proteína animal se duplicará en 2050, esto según datos de la ONU en el año 2010. Esto claramente evidencia la importancia del estudio de la logística en el manejo de las necesidades de la sociedad.

Actualmente la logística en Venezuela ha sufrido múltiples cambios, ya que debido a la situación político – económica se ha producido el cierre de diversas empresas de manufactura en diversos rubros, dando cabida a una creciente demanda de productos importados, trayendo consigo nuevos proyectos para la utilización de galpones abandonados, al igual que la construcción de nuevas instalaciones para el almacenaje entre los que destacan alimentos, piezas automotrices, medicinas entre otras. Al mismo tiempo estas instalaciones demandan sistemas de almacenaje verticales llamados Rack, lo cuales son una estructura que permite el apilamiento de estivas o llamados pallet rack y utilizar el mayor cubicaje para no desperdiciar los metros cúbicos disponibles.

Atendiendo a este mercado creciente diversas empresas en el país ofrecen sus productos para dar solución a estos requerimientos, tal es el caso de Rubik Assembly C.A la cual es una empresa que posee una nueva división en el área de logística y desea consolidarse como líder a mediano plazo. El motivo de estudio radica en el incumplimiento de los programas de producción que tiene la empresa con sus clientes para la entrega de los proyectos que les han sido asignados, tal es

el caso de un proyecto ambicioso propiedad de la empresa Almacenadora Torgus 2016 C.A., que fue asignado a la empresa Rubik Assembly C.A. en el 2017, el proyecto se encuentra en el municipio San Diego adyacente en la autopista regional del centro y permitirá el almacenamiento de 2.603 paletas de proteínas y alimentos para la región central.

Durante la etapa de manufactura se excedieron los tiempos por más de cuatro meses lo que afectó las etapas envío de los productos y la instalación de los mismos, trayendo consigo perdidas económicas e inconformidad con su cliente esto se puede observar en la figura 1, en donde se muestra la planificación original del proyecto en contraste con la planificación que en definitiva se terminó ejecutando.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar una evaluación exhaustiva al proceso productivo de la empresa, con el fin de determinar los factores que inciden en que los tiempos de manufactura y entregas de proyectos, y de esta manera atacar el problema desde la fuente crítica en cada área de trabajo.

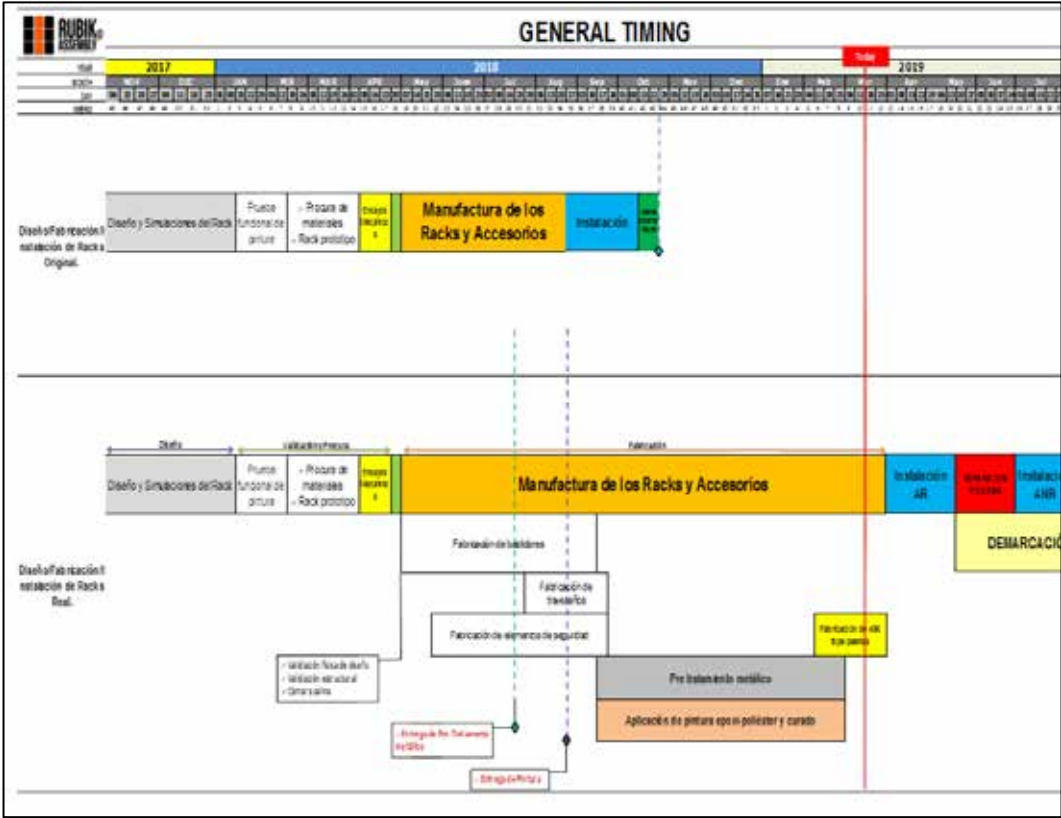


Figura 1. General Timing de producción de Rubik Assembly C.A.
Fuente: Rubik Assembly C.A. (2018)

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera se podrían reducir los tiempos de manufactura de la línea de producción de racks industriales de Rubik Assembly C.A.?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un plan de mejoras en las estaciones de trabajo en la línea de producción de racks industriales de la empresa Rubik Assembly C.A.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de racks industriales.
- Analizar las debilidades encontradas en el proceso.
- Diseñar el plan de mejoras en función a los datos obtenidos durante el análisis.
- Evaluar la factibilidad del plan diseñado.

1.4. Justificación de la investigación

Esta investigación tiene un impacto directo en un ámbito local y regional, ya que permitiría que la empresa Rubik Assembly C.A. opere de una manera adecuada y no exceda los tiempos en sus procesos de manufactura inherentes en la producción de racks industriales, con el fin de reducir los costos de oportunidad, los costos de mano de obra, costos de alimentación del personal obrero. Estos antes mencionados solo por citar algunos, han repercutido negativamente en la situación financiera de la empresa, la cual estima que ha incrementado sus costos en un 100% que se traducen en unos 35.000 \$ USD.

En este sentido la investigación también guarda relación con la aportación logística que desde Rubik Assembly C.A. puede hacer al país, ya que puede convertirse en un proveedor importante de material logístico necesario para el almacenamiento de productos, en este caso los racks industriales. También es importante resaltar la trascendencia de que sean cumplidos los tiempos en función a los compromisos adquiridos con los clientes, ya que afianzaría a la empresa como una firma responsable al momento de encarar proyectos de envergadura, de esa manera estaría proyectando la marca sólidamente en un mercado tan exigente como

lo puede llegar a ser el del sector logístico y sus múltiples variantes en función a las necesidades.

1.5. Alcance de la investigación

Para efectos de la propuesta, esta puede estar relacionada con varias estaciones de trabajo de la línea de producción de racks de la empresa Rubik Assembly C.A., debido a que cada una de ellas cumple con un propósito específico y afectan al producto final. En función a ello se hace una propuesta de mejora sobre la base de la configuración actual de la planta, dicho estudio se hará con el propósito de que la planta cuente con un proceso productivo más fluido y eficiente, lo que generaría un incremento en la capacidad de producción con un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, garantizando así la sustentabilidad de la empresa en el mercado venezolano, aumentando la rentabilidad en términos económicos y generando fuentes de empleo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Para tener un enfoque más completo de la situación en la cual se está desarrollando el presente trabajo de investigación, se hace necesario citar y utilizar investigaciones previas, las cuales son de carácter vinculante en función a la temática y las herramientas utilizadas, que den soporte y aporten significativamente sobre la comprobación de las teorías y fenómenos ocurridos. En base a ello se presentan los siguientes estudios:

En primer lugar, Hardcastle (2018), propuso presentar un “**Análisis y mejora de la línea de producción de silicatos de Malpica mediante flexsim**”, como requisito parcial para la obtención del título Ingeniero en Organización industrial en la Universidad del País Vasco. El estudio está enmarcado como un proyecto técnico por medio de un software de simulación virtual con el que tiene como principal función poder favorecer la comprensión y visualización de la línea, así como apoyar el análisis con estadísticas facilitadas por el programa.

En relación a lo anteriormente mencionado, se contextualiza la situación de la empresa, así como el desarrollo y los beneficios del uso de simuladores virtuales, como el Flexsim, además de explicar brevemente algunos aspectos técnicos de la programación necesaria de este programa. Una vez introducidos dichos aspectos, se procede a realizar el análisis comenzando por una descripción del caso de estudio, analizando los diferentes elementos que tienen lugar en la producción de SIMAL para finalizar con la propuesta de alguna mejora que se detecte. De este modo, se comprueban los beneficios y efectos que tienen las mejoras propuestas sobre la línea de producción apoyándose en estadísticas e información que facilita el simulador.

Este trabajo fue de gran aporte en relación a la utilización de una herramienta tipo software tan importante como lo es Flexsim (software de simulación de eventos discretos), específicamente utilizada en este trabajo de investigación con la finalidad de analizar los datos de las líneas de producción de la empresa.

Por otra parte, Huapaya y Pinto (2018), presentan **“Proyecto de mejora de los procesos de diseño y producción de un rack selectivo en una empresa del rubro metalmecánico”**, como requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero en Gestión Empresarial en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. El Proyecto profesional fue desarrollado en la empresa JRM S.A.C, cuyo objetivo fue desarrollar una propuesta de mejora, basada en herramientas de ingeniería para contrarrestar los problemas evidenciados en la empresa. Presenta la explicación de conceptos importantes para el entendimiento del proyecto, esto abarca los conceptos de procesos de producción en una empresa metalmecánica, explicación de algunas herramientas de ingeniería y se define la filosofía de mejora, manufactura esbelta, a emplear durante el desarrollo del proyecto.

Se presenta el análisis y diagnóstico de la empresa por medio de la utilización de diagramas de Ishikawa y Pareto, que da inicio a la fase de identificación de los problemas críticos, y estos se relacionan al ambiente en donde la empresa hace vida comercial, y la situación actual de la organización. Posteriormente, una vez identificados los problemas que afronta la empresa, se evalúa su impacto económico y las causas que lo originan. Por medio de la implementación de planes referentes a Lean Manufacturing se desarrolla detalladamente la propuesta de mejora elegida, la cual busca erradicar las causas raíces que originan los problemas evidenciados. Se muestran los resultados esperados y el cronograma de implementación de la propuesta.

Este trabajo tiene un aporte importante sobre la investigación, ya que tiene información de la manufactura de racks industriales por medio de un enfoque de calidad y de procesos relacionados a una manufactura esbelta (Lean Manufacturing), los cuales son importantes y de referencia para lograr tener resultados positivos y significativos para la organización.

Seguidamente, Baute y Hernandez (2014), en su trabajo titulado **“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”** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial. Investigación que se desarrolló en Colgate Palmolive Venezuela, la cual es una empresa trasnacional encargada de la fabricación y distribución de productos de consumo masivo, en los

mercados nacionales e internacionales. Enfocado con el objetivo fundamental de reducir los costos, desperdicios y a su vez mejorar los procesos. Es por esto que se realizó un estudio que permitió el análisis y diagnóstico de la situación actual que propone mejoras para la reducción de scrap, en la línea dos del área de llenado de cuidado bucal, aplicando las técnicas de ingeniería industrial logrando proponer un plan de mejoras que conduzca a la disminución de material scrap y finalmente un análisis de costo beneficio de la mejora aplicada. La investigación es de tipo proyecto factible, basado en una investigación de campo con un nivel descriptivo y documental, se aplicaron técnicas de revisión documental, bibliográfica, la entrevista, inspecciones, análisis operacional y observación directa.

Este trabajo se relaciona con la presente investigación por medio de la utilización de los métodos de recolección de información, definición de estrategias de mejoras, y la aplicación de herramientas de ingeniería industrial, con el fin de establecer un plan, con el cual se pueda alcanzar la reducción de desperdicios de tiempo, costos e implementar mejoras de forma continua al objeto de estudio, que en este caso se trata de la línea de producción de rack industriales de la empresa Rubik Assembly C.A.

2.2. Bases teóricas

Para Arias (2006), Las bases teóricas de una investigación “comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a explicar el fenómeno o problema planteado” (p. 14).

2.2.1. Plan de mejoramiento continuo de la productividad

Aguilar (2009) habla acerca del mejoramiento continuo y como esta afecta a la productividad de una empresa:

En el incremento de la productividad de las empresas de bienes y servicios, el Programa Permanente de Mejoramiento de la Productividad (PPMP) busca implementar procesos de cambio con la filosofía de la mejora continua, consta de las siguientes etapas: Involucramiento, diagnóstico, estrategia de solución, instrumentación y evaluación y ajuste. La aplicación del PPMP lleva implícito en cada una de sus etapas la participación activa de todos los trabajadores y la dirección de la organización y unidades operacionales. El término productividad utilizado en este programa, se define como la cualidad emergente de los procesos de producción y de servicios que hace que mejoren permanentemente y en todos los sentidos, es decir, en forma integral.

Por consiguiente, un plan de mejoramiento continuo de la productividad es importante llevarlo a cabo ya que este orienta alcanzar una mejor capacidad y estructura de la organización, a su vez incrementa la productividad integral que involucra mejores procesos de producción y el aumento de los ingresos.

Aguilera (2009) explica que para aplicar un programa permanente de mejoramiento de la productividad debe contener las siguientes características:

“Involucrativo (participativo): La aplicación del PPMP lleva implícito en todas sus etapas la participación activa de todos sus trabajadores y la dirección de la organización y unidades operacionales y las acciones de involucramiento deben ser permanentes en cada etapa de aplicación. Este principio es insoslayable.

Retributivo: Los trabajadores y dirigentes deberán recibir en todos los sentidos retribuciones y beneficios por su aplicación, que satisfagan necesidades; esta retroalimentación permitirá hacer más efectiva su participación, y por ende, el involucramiento.

Permanente: El P.P.M.P. debe entenderse dentro de la filosofía de la mejora continua y no un programa para solucionar un problema particular, debe ser cíclico, y en cada ciclo ir adaptándose a nuevos estados más exigentes en la evaluación de la productividad; con su aplicación debe ir generándose en la organización y en la unidad operacional una capacidad de cambio permanente.

Preventivo: Debe tender en su esencia a prevenir problemas, no solo será un conjunto de acciones correctivas una vez detectados los problemas, en la medida la misma tienda cada vez más a la prevención, su aplicación reportara mayores beneficios. Adaptivo: Debe estar en función de las características concretas de la organización y su ambiente, en base a esto a adaptar las etapas y estrategias a seguir en su aplicación.”

De esta forma de acuerdo a lo anterior para aplicar un programa de productividad se deben involucrar ciertas características para que los objetivos de dicha empresa se cumplan.

2.2.2. Diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto

Según Maneiro y Mejías (2010), Habla sobre el diagrama de Ishikawa y sus funciones las cuales son:

“Es un método grafico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyan a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales. Este

diagrama es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema, y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas o sub ramas. Es una herramienta muy útil para localizar las causas de los problemas, y será de mayor efectividad en la medida en que dichos problemas estén mejor localizados y delimitados.”

Esta herramienta es de gran ayuda en cuanto a la elaboración de la relación que guarda el problema nominal suscitado con el compendio de factores o eventos potenciales que propician dicha falla, en este sentido la empresa puede tener un efecto positivo en relación a la solución de las fallas por medio de la estratificación de esta herramienta de carácter cualitativo.

2.2.3. Flexsim

Es un software para la simulación de eventos discretos, que permite modelar, analizar, visualizar y optimizar cualquier proceso industrial, desde procesos de manufactura hasta cadenas de suministro. Además, Flexsim es un programa que permite construir y ejecutar el modelo desarrollado en una simulación dentro de un entorno 3D desde el comienzo. Actualmente, El software de simulación Flexsim es usado por empresas líderes en la industria para simular sus procesos productivos antes de llevarlo a ejecución real. Actualmente, existe mucha gente implicada en este proyecto y su uso se encuentra muy extendido en EEUU y México. De esta manera posee un extenso grupo o comunidad de desarrolladores (muchos de ellos desinteresados) que han aumentado y mejorado las competencias del software. FlexSim Software Products, Inc. (2019).

Es importante para la empresa poder hacer análisis que puedan ayudar a controlar las variables que se involucran en sus procesos productivos, por medio de esta herramienta se pueden realizar simulaciones de las líneas de manufactura y poder estudiar sus comportamientos en diferentes enfoques, con diferentes tipos de situaciones, lo cual abre un universo de escenarios en donde la empresa puede anticipar sus estrategias de trabajo y funcionamiento.

2.2.4. Diagrama Sipoc

Según Betancourt (2017), habla del diagrama Sipoc como lo siguiente:

“El Diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés Supplier – Inputs- Process- Outputs – Customers, es la representación gráfica de un

proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo:

- Proveedor (supplier): persona que aporta recursos al proceso
- Recursos (inputs): todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales e incluso, personas.
- Proceso (process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.
- Cliente (customer): la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente.

De manera resumida los pasos a realizar para elaborar un Diagrama SIPOC pueden ser:

- Identificar los procesos de gestión.
- Establecer las entradas del proceso, los recursos necesarios.
- Establecer los proveedores de estas entradas al proceso.
- Definir las salidas del proceso.
- Establecer quién es el cliente de cada una de las salidas obtenidas.

El Diagrama de SIPOC es una herramienta que se emplea tanto en el ámbito de 6Sigma como en la gestión por procesos en general.”

Para la organización es vital conocer todos los procesos mediante los cuales funcionan todos sus departamentos, esto permite poder identificar las entradas y salidas de cada uno de ellos en cualquier ámbito en donde cada uno se desarrolle. En relación a lo anterior, la empresa puede tomar decisiones importantes sobre los procesos, áreas o departamentos que lo requieran, haciendo una jerarquización en función al valor agregado producido para la organización.

2.2.5. Diagrama de Pareto

Maneiro y Mejías (2010), define lo define como:

“El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.”

El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Permite identificar los problemas que causan

la mayor parte de las fallas, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor del impacto negativo sobre la calidad. Si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad.

2.2.6. Teoría de la Administración en la Gestión de la Calidad

Arreaza, A (2012) define que un sistema de calidad total es la estructura funcional de trabajo acordada en toda la compañía y en toda la planta, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, la maquinaria y la información de la compañía para asegurar la satisfacción del cliente con la calidad y costos económicos de calidad.

La calidad no debe ofrecerse única y exclusivamente en los productos finales, sino que debe estar presente a lo largo de todo el proceso de producción, incluyendo la fabricación. Es cometido del Departamento de Calidad de cada organización el aseguramiento de la calidad como parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad y resultando clave para asegurar la eficiencia de la producción. Es decir, le corresponde a este departamento controlar y supervisar la calidad a lo largo de todo el proceso de producción que tenga lugar en una organización.

Esta teoría (1939) fue propuesta por un físico, ingeniero y estadista llamado Walter Andrew Shewhart, a veces conocido como el padre del control estadístico de la calidad. Aunque el Dr. Shewhart se basó en teorías estadísticas matemáticas puras para sus investigaciones, él entendió que los datos de un proceso físico nunca producen una "curva de distribución normal" (una distribución Gaussiana, conocida también como una "curva de campana"). Él descubrió que la variación observada en datos de manufactura no siempre se comportaba igual que los datos en la naturaleza. El Dr. Shewhart concluyó que aunque todo proceso muestra variación, algunos procesos muestran variación controlada que es natural al proceso, mientras que otros muestran variación sin control que no está presente en el sistema causal de proceso todas las veces. Camisón, Cruz y González (2006) explican lo siguiente:

“La principal contribución de Shewhart fue reconocer que el proceso de producción era de naturaleza variable, que la variabilidad entre elementos teóricamente «idénticos» es consustancial a la producción industrial, debido a causas aleatorias como diferencias en las materias primas, problemas con los equipos o grados de destreza diferentes entre trabajadores.” (pág. 91)

Shewhart entendía la calidad como un problema de variación, el cual puede ser controlado y prevenido mediante la eliminación a tiempo de las causas que lo provocan. En tal sentido existen dos características de calidad, una subjetiva (lo que el cliente quiere) y otra objetiva (propiedades del producto, independientemente de lo que el cliente quiere). Los estándares de calidad deben ser expresados en términos físicos y características cuantitativamente medibles de los productos. En este sentido, la visión por procesos resulta interesante en empresas de servicios que han encontrado dificultades a la hora de implementar sistemas de gestión de la calidad debido a su enfoque y lenguaje. Sin embargo, este enfoque por procesos trae consigo un cambio en las responsabilidades de la calidad. Producir productos y servicios excelentes y suministrarlos a los clientes requiere que todas las personas que intervienen en los procesos, den un esfuerzo común para satisfacer las necesidades del cliente y se responsabilicen de la calidad de su propio trabajo. Camisón, Cruz y González (2006), amplían estas conceptualizaciones diciendo que:

(...) “la segunda generación en la historia de la calidad se caracterizó por tener como centro de preocupación el control de la calidad en el proceso. El concepto de calidad subyacente sigue siendo el cumplimiento de especificaciones por los productos de la empresa. Pero la labor del control de calidad no se limita ya a comprobar si las piezas y productos son conformes con los estándares preestablecidos al final de la línea de producción, inspección final que se mantiene como salvaguardia final para el cliente. Además, se preocupa por estudiar los problemas de la línea (proceso) –equipado con métodos estadísticos– para identificar las causas de variabilidad excesiva cognoscibles y desarrollar acciones para corregirlas. En consecuencia, supone un avance significativo en el movimiento de la Gestión de la Calidad.” (pag. 94)

Las organizaciones que intentan establecer un sistema de gestión de calidad deben establecer inicialmente la identificación de los procesos que tienen lugar en ella. Se trata de alguna manera, de rescatar esos procesos naturales de trabajo que

están fragmentados y sus actividades repartidas por los diferentes departamentos de la empresa, si no, es posible que ocurra que las personas de la empresa no conozcan los procesos en los que están involucrados. Existiría una falta de alineación entre los procesos y los objetivos. Los procesos que están detectados no se viven en el día a día porque no están actualizados, y la empresa se dedica a solucionar los problemas diarios. (Aguilar, 2010).

2.2.7. Mejoramiento continuo (Kaizen)

Aguilar (2009), señala que la mejora continua:

“Se refiere al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva. Estamos siempre en un proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. La vida no es algo estático, sino más bien un proceso dinámico en constante evolución, como parte de la naturaleza del universo. Y este criterio se aplica tanto a las personas, como a las organizaciones y sus actividades.” (p.03).

La expresión kaizen viene de las palabras japonesas “kai” y “zen” que en conjunto significan la acción del cambio y el mejoramiento continuo, gradual y ordenado. Adoptar el kaizen es asumir la cultura de mejoramiento continuo que se centra en la eliminación de los desperdicios y en los despilfarros de los sistemas productivos. Se trata de un reto continuo para mejorar los estándares, y la frase: un largo camino comienza con un pequeño paso, grafica el sentido del kaizen.

El kaizen retoma las técnicas del control de calidad diseñadas por Edgard Deming, pero incorpora la idea de que nuestra forma de vida merece ser mejorada de manera constante. El mensaje de la estrategia de kaizen es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento, sea a nivel social, laboral o familiar. Se debe ser muy riguroso y encontrar la falla o problema y hacerse cargo de él. La complacencia es el enemigo número uno del kaizen. Y en su idea de mejoramiento continuo se involucra en la gestión y el desarrollo de los procesos, enfatizando las necesidades de los clientes para reconocer y reducir los desperdicios y maximizar el tiempo.

Al desarrollo del kaizen han contribuido autores como Masaaki Imai, Ishikawa, Taguchi, Kano, Shigeo Shingo y Ohno. El éxito que el kaizen ha adquirido en la actividad empresarial deviene justamente de la incitación a mejorar los estándares,

sean niveles de calidad, costes, productividad o tiempos de espera. Además dicha metodología permite establecer estándares más altos y las empresas japonesas como Toyota, Hitachi o Sony fueron desde los años 80 un buen ejemplo del mejoramiento continuo de los estándares productivos.

En el desarrollo y aplicación del kaizen se ven amalgamados conocimientos y técnicas vinculados con administración de operaciones, ingeniería industrial, comportamiento organizacional, calidad, costos, mantenimiento, productividad, innovación y logística entre otros. Por tal motivo bajo lo que podríamos llamar el paraguas del kaizen se encuentran involucradas e interrelacionadas métodos y herramientas tales como: control total de calidad, círculos de calidad, sistemas de sugerencias, automatización, mantenimiento productivo total, kanban, mejoramiento de la calidad, just in time, cero defectos, actividades en grupos pequeños, desarrollo de nuevos productos, mejoramiento en la productividad, cooperación trabajadores- administración y disciplina en el lugar de trabajo, entre otros.

2.2.8. Lean Manufacturing

Hernández (2013). Señala que el Lean Manufacturing:

“Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios” (p.11).

Lean mira lo que no se debería estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica.

Sánchez J (2010), sostiene que el lean manufacturing:

“Tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, kanban, kaizen, heijunka, jidoka, etc.), que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del lean manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios.” (p. 01).

Con conceptos de manufactura esbelta las líneas de producción pueden incrementar su productividad y mejorar además el aprovechamiento del material en los distintos procesos, siendo esta una filosofía de reducción de desperdicios, al aplicarse se podrían palpar resultados a corto plazo, teniendo efectos inmediatos en la reducción de costos por departamentos, y por ende de la organización.

2.2.9. Concepto de manejo de materiales.

Según Hernández, R (2010). Se define como, “El arte y ciencia del movimiento, empaclado y almacenamiento de sustancia en cualquiera de sus formas”.

El propósito de las técnicas y equipos de manejo de materiales es el suministro de los materiales necesarios, en el tiempo preciso, en el lugar adecuado, así como la maximización y la utilización del espacio y la minimización del número de pasos de manejo, realizando los estrictamente necesarios, tan eficientemente como sea posible.

2.2.10. Productividad

Según López (2012), para definir productividad se necesita entender que aun con la tecnología más desarrollada en los procesos, y con el equipo más sofisticado en informática, no puede activarse la productividad si no hay participación coordinada e toda la gente involucrada, en la creación de bienes y servicios. Lo individual está muy limitado en la alta productividad. Desde un director general de empresa o el presidente de un país, hasta el empleado más modesto de una organización, todos dependen de un trabajo en equipo.

La productividad es de conjunto como sistema. El éxito productivo se da en grupos, los resultados dependen sin excepción de articular a todos los recursos involucrados, incluyendo por supuesto a los humanos, todos deben estar integrados, para lograr mejorar la rapidez. Integración implica saber simplificar lo complejo

para conseguir con facilidad los resultados. En los procesos de transformación para fabricar o crear objetos, la productividad siempre está afectada por la eficiencia, como ya hemos visto, la eficiencia es una optimización de los recursos disponibles.

La productividad puede definirse como lo producido en un tiempo; en el lenguaje empresarial es la producción del número de objetos en un tiempo. La productividad siempre es afectada por un nivel de eficiencia, ésta siempre es menor proporcionalmente a la unidad. La eficiencia siempre reduce de forma directa a la productividad y la convierte en una productividad estándar, sirve para calcular y planear, la cantidad y la capacidad de producción.

2.2.11. Definición e importancia de los almacenes.

Según Hernández (2010), El Almacén es una instalación o parte de ésta, destinada al almacenamiento, manipulación y conservación de mercancías, equipada tecnológicamente para estos fines. Los almacenes aunque son un mal necesario (se inmovilizan recursos) brindan algunas ventajas, ya que:

- Permiten una mejor organización en la distribución de las mercancías.
- Posibilitan una correcta conservación de los productos.
- Posibilitan una utilización racional de la técnica (con la concentración de los almacenes).
- En algunos casos son parte del proceso productivo (para el añejamiento de bebidas).

2.2.12. Manejo de materiales en almacenes

Según Gómez E. (2008), El manejo de materiales en almacenes es una actividad que está presente en todas las etapas del proceso de producción, desde la adquisición, transporte y almacenamiento de las materias primas, materiales en proceso, hasta el manejo de los productos terminados al almacén y de allí al consumidor, a través de los distintos canales de comercialización. La actividad de almacenamiento es necesaria para garantizar el resguardo de los mismos y su disponibilidad, ante la incertidumbre de las cantidades demandadas y los suministros necesarios.

El diseño de facilidades físicas destinadas a almacenes depende del material o los materiales a almacenar, del manejo de estos, de la cantidad máxima en inventario, de la forma de almacenarlos y donde almacenarlos.

La selección del tipo de almacén a utilizar debe basarse fundamentalmente en las características de los materiales, sus empaques o recipientes que los contengan. Estos pueden ser de tres tipos, almacenes completamente cubiertos, parcialmente cubiertos, totalmente descubiertos. Cuando el material debe resguardarse contra las variaciones del clima, temperatura, lluvias, y cuando el material debe almacenarse bajo condiciones específicas de temperaturas y humedad, requiere un almacén completamente cerrado y en algunos casos aislado térmicamente. Si los materiales, empaques o recipientes soportan las inclemencias del tiempo, la selección de un almacén descubierto será lo más apropiado.

2.2.13. Lay-Out de los almacenes

Para Alvarado (2011), es una de las aplicaciones de la logística que se puede traducir por plano, croquis o proyecto de arquitectura y distribución o una representación gráfica de la configuración de un almacén.

2.3 Definición de Términos Básicos

Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa principal de una no conformidad detectada u otra situación no deseable.

Almacén: Es una unidad de servicio y soporte en la estructura orgánica y funcional de una empresa comercial o industrial con objetivos bien definidos de resguardo, custodia, control y abastecimiento de materiales y productos.

Calidad: es el conjunto de méritos o deméritos del producto comparado contra las especificaciones físicas, químicas, biológicas o sus combinaciones que satisfacen las necesidades del uso a que está destinado el productor.

Control: Es asegurarse de que todo lo que ocurre está de acuerdo con las reglas establecidas y las instrucciones dadas.

Corrida: Se llama corrida cuando se elabora en una línea de producción un producto desde una fecha hasta otra ya determinada previamente y en dicha línea se produce.

Distribución de la planta: El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere a bajo costo.

Eficacia: Grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

Eficiencia: Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Especificaciones: Es el enunciado concreto del conjunto de condiciones que debe satisfacer un producto, un material o un proceso incluyendo si es necesario, los métodos que permitan determinar si tales condiciones se cumplen.

Ergonómico: Es una característica que se otorga cuando un determinado elemento o proceso se adapta a las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y a las capacidades del trabajador.

Estándares: Término utilizado para referirse a especificaciones técnicas que definen y describen aspectos de un producto y proceso.

Indicador: Valor relativo que permite, según la experiencia, aportar un juicio sobre una situación dada.

Inventario: Es la existencia de bienes mantenidos para su uso o venta en el futuro.

Layout: Representación gráfica de la distribución de un área determinada.

Lead time: Es el tiempo de ciclo en producción de espera de una orden es un factor característico y muy a tener en cuenta dentro de una red de logística, ya que se trata del espacio de tiempo que pasa entre la emisión de un pedido hasta que el artículo es recibido. La principal función de esta medida es ayudar a diseñar modelos rentables que puedan satisfacer las necesidades reales de los clientes, y aportar datos necesarios para optimizar el inventario dentro de la cadena de suministro.

Línea de Producción: La línea de producción suele ser un grupo de varias estaciones de tratamiento. Puede agrupar las estaciones de tratamiento lógicamente definiendo una línea de producción con varias operaciones o puede crear puestos de trabajo separados o líneas de producción para cada estación de tratamiento y representar esa estructura en el sistema como una jerarquía de líneas.

Logística: Son todas las actividades que permiten que una materia prima se convierta en mercancía, salga de su punto de producción y llegue al consumidor.

Estas actividades logísticas consisten en la planificación de flujos, así como en el control, almacenaje, transporte y distribución del producto en puntos estratégicos.

Planeación: Es el proceso de traducir la estrategia en acciones. La administración tiene que planear de tal manera que apagar incendios no se convierta en una actividad cotidiana.

Proceso: Conjunto de pasos con el fin de que determinados insumos interactúen entre sí, para obtener de esta interacción un determinado resultado implica transformación.

Rack selectivo: El sistema más universal para el acceso directo y unitario a cada tarima. Por ello, es la solución óptima para almacenes en los que es necesario almacenar productos paletizados con gran variedad de referencias. La distribución y altura de los racks se determinan en función de las características de los montacargas, de los elementos de almacenaje y de las dimensiones del local.

Simulación: Es un acto que consiste en imitar o fingir que se está realizando una acción cuando en realidad no se está llevando a cabo. Una persona o animal simula para cumplir con un objetivo determinado.

Takt time: Es el tiempo que toma producir un artículo para poder satisfacer la demanda promedio del cliente. Esto toma en cuenta el tiempo de trabajo productivo promedio del proceso de manufactura, con la finalidad de hacer una aproximación total del tiempo requerido para las operaciones necesarias

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

En todo proceso de investigación, es fundamental establecer la metodología que sirva de guía para lograr las metas indicadas en los objetivos. A continuación se presenta la metodología empleada en el desarrollo de este trabajo.

3.1. Tipo de la investigación

El presente trabajo se inserta dentro del criterio y características de un proyecto factible, pues tiene como objetivo, dar solución a un problema real; basado en una investigación de campo de tipo descriptivo y documental, como lo es proponer mejoras para la reducción de los tiempos de manufactura de los racks industriales, a través de la implementación de herramientas de la ingeniería industrial mediante la información recolectada.

De acuerdo con el manual de trabajo de grado de especialización y maestría y tesis doctorales, de la Universidad Pedagógica y Experimental Libertador – UPEL (2006):

“El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.”(p.13).

De la misma manera, el manual anteriormente mencionado, define:

“El Proyecto Factible comprende las siguientes etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del Proyecto; y en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados.” (p.13).

En relación con las definiciones anteriores, este trabajo es un proyecto factible debido a que se elaborará un plan de mejoras para disminuir el tiempo de manufactura de racks en la empresa Rubik Assembly C.A. ubicada en Valencia, Estado Carabobo, con el objeto de aportar soluciones al problema ya mencionado.

3.2. Diseño de la investigación

La elaboración de este trabajo se basó en una investigación de campo y revisión documental. Al respecto Arias F. (2006), expresa que la investigación de campo:

“consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna” (p.31).

Por ende, este trabajo es una investigación de campo debido a que los datos son recolectados directamente en la línea de producción de la planta de manufactura de racks industriales, y los mismos no son manipulados ni sus variables son controladas durante el periodo en estudio.

Por otra parte, la investigación documental, según Arias F. (2006) “Es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios” (p.27).

Se dice que es una investigación documental, debido a que para realizar la propuesta de mejora de la línea de producción de racks industriales para la reducción de tiempos de manufactura, se recurrió a fuentes de datos con información ya registrada, tales como libros, páginas web, datos estadísticos, archivos, diseños y propuestas afines con el tipo de proceso, entre otros, y de esta manera fundamentar las conclusiones del estudio en técnicas y herramientas teóricas ya conocidas.

3.3. Nivel de la investigación

Este trabajo presenta un nivel descriptivo.

Según Arias F (2006) reseña que la investigación descriptiva:

“Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.” (p.20-25).

3.4. Técnicas de recolección de información

Sabino C (2002), define los datos como “cada uno de los elementos de información que se recoge durante el desarrollo de una investigación y sobre la base de los cuales, convenientemente sintetizados, podrán extraerse conclusiones de relevancia con relación al problema inicial planteado.” (p. 82)

Con la finalidad de recolectar datos se dispondrá de una gran variedad de técnicas,

tanto cuantitativas como cualitativas. La Torre M (2007) define las técnicas y métodos de recolección de datos como:

“Herramientas que se manipulan para obtener información y para llevar a cabo las observaciones de una investigación o estudio determinado. Conforme a lo que se desea estudiar o investigar, la característica a observar, sus propiedades y factores relacionados con aspectos naturales, económicos, políticos, sociales, etc., cuando se selecciona uno de estos instrumentos. En otras palabras, estos son los que permiten efectuar observaciones, de uno u otro fenómeno en una forma más despejada y precisa de la descripción de los hechos a estudiar.”(p. 6)

En este trabajo de grado se utilizarán las siguientes técnicas de colección de datos:

3.4.1. Observación directa

La Torre M, (2007), la define como:

“La técnica de recolección de información por excelencia y se utiliza en todas las ramas de la ciencia. Su uso está regido por alguna teoría y éstas determinan los aspectos que se van a observar.” (p.6).

Mediante esta técnica se conocerá la forma de trabajar en cada una de las estaciones de trabajo, así como también, el proceso productivo relacionado a la fabricación de los racks, pudiendo detectar la problemática de tiempos excesivos en la manufactura de los mismos. Ésta técnica se empleará para el conocimiento de las causas del problema y así comenzar la búsqueda de la solución.

3.4.2. Entrevista no estructurada

La Torre M (2007), asegura que:

“La entrevista no estructurada, no requiere menos tiempos de preparación, porque no necesita tener por anticipado las palabras precisas de las preguntas. Analizar las respuestas después de la entrevista lleva más tiempo que con la entrevista estructuradas. El mayor costo radica en la preparación, administración y análisis de las entrevistas estructuradas para pregunta cerradas.” (p. 26)

Las entrevistas serán aplicadas al personal que labora en el área de manufactura de racks industriales, tales como, técnicos, ayudantes y supervisores, mediante reuniones, para así lograr obtener información de gran importancia respecto a la situación actual y algunas propuestas de mejoras por parte del personal que labora en la línea.

3.4.3. Revisión documental

Arias (2006), lo define como:

“Un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o páginas electrónicas”. (p.27)

Por medio de la recopilación documental se obtendrá información de datos a partir de documentos escritos o no escritos propios de la empresa, que contienen información que puede ser utilizada dentro de la investigación.

3.4.4. Revisión bibliográfica

Padinas F. (2002), la define como:

“Un procedimiento estructurado cuyo objetivo es la localización y recuperación de información relevante para un usuario que quiere dar respuesta a cualquier duda relacionada con su práctica, ya sea ésta clínica, docente, investigadora o de gestión.”(p.34)

Mediante esta técnica se elaborara una base teórica a cada una de las herramientas utilizadas en los objetivos, se revisarán trabajos de grado con problemáticas similares, así como también libros y páginas electrónicas.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Maneiro N y Mejías A (2010), se refieren a la población como “la totalidad de las observaciones o información, que caracteriza un fenómeno respecto del cual se desea realizar un estudio” (p. 19).

En relación con el tamaño de la población ésta pueden ser, finitas o infinitas; en la estadística, el interés principal recae en obtener conclusiones acerca de una población cuando es imposible o impráctico analizar el conjunto entero de observaciones que la conforman. Para efecto de la presente investigación se toma como población las dos líneas continuas de manufactura que posee la empresa, donde una está destinada a la elaboración de racks y la otra a manipuladores industriales. En función a la demanda de los productos de la empresa la línea de racks industriales es la que produce con mayor frecuencia, es por ello que en esta se basarán los estudios correspondientes.

3.5.2 Muestra

Arias F, (2006) define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83)

De dicha población se tomó como objeto de estudio o muestra la línea de producción de racks que posee la empresa Rubik Assembly C.A, la cual involucra a 7 estaciones, mencionando las mismas a continuación: Roll Forming, Retrabajo, Mecanizado, Ensamble, Pretratamiento por inmersión, Pintura y Empaque. Fundamentalmente se toma esta línea de producción, porque fue la encargada de la fabricación de 360 Racks para la empresa Almacenadora Torgus 2016 C.A con un tiempo estimado de entrega de tres (3) meses, el mismo fue sobrepasado por cuatro (4) meses llegando así a siete (7) meses en total, evidenciando un problema claro de planificación. En este caso es importante mencionar que el tipo de muestra seleccionada es de tipo Intencional, ya que se considera la elección de la muestra mediante el juicio del investigador.

Ludewig, (2014) define este tipo de muestra como “también denominado muestreo opinático o de juicio, se utiliza cuando es el propio investigador el que selecciona a los sujetos que considera apropiados”. (p.116)

3.6. Fases de la investigación

Con el fin de lograr los objetivos propuestos, es necesario el establecimiento de una serie de pasos o fases que permitan conocer la realidad de la situación en estudio y conduzcan al diseño de la propuesta, el cual es el propósito principal de este trabajo. Estas fases son:

Fase I: Diagnóstico de la situación actual del proceso de elaboración de racks industriales.

- Se realizará un estudio con el fin de conocer el proceso de fabricación de racks industriales, empleando una observación directa de las áreas del proceso productivo, y de esa manera poder identificar las debilidades y sus consecuencias en el proceso.
- Se realizarán entrevistas no estructuradas al personal que labora en la planta, para conocer su opinión, ampliar la información y obtener propuestas de mejora de su parte.

- Se realizará una revisión documental del general timing, en donde se evidencian datos de lotes de racks producidos anteriormente.
- Se realizará la debida demarcación de los procesos en función a sus respectivos departamentos, con el fin de definir el proceso general de manera interna, por medio de los flujogramas del proceso.
- Finalmente se enlistarán las debilidades encontradas en el proceso para luego ser analizadas en la siguiente fase.

Fase II: Análisis de las debilidades del proceso.

- Se realizará una clasificación de las entradas y salidas de material y productos respectivamente, con el fin de analizar la cadena de suministros y revisar la ruta de los mismos dentro del proceso en sus respectivos departamentos, a través del diagrama SIPOC.
- Se analizará el compendio de causas, basado en el diagrama causa-efecto (Ishikawa).
- Se hará una jerarquización de las fallas a través de la implementación de la simulación de eventos discretos (Flexsim).
- Se implementará la aplicación de un estudio por medio del diagrama de Pareto, para lograr una priorización de las causas críticas que estén generando el mayor número de fallas en el proceso productivo.
- Finalmente se establecerá un resumen de oportunidades de mejoras, con el fin de corregir aquellas fallas que tienen mayor influencia en la pérdida de tiempo en el proceso productivo.

Fase III: Diseño del plan de mejora, en función a los datos obtenidos durante el análisis.

Luego de haber identificado las principales fallas del proceso y haber establecido las oportunidades de mejoras referentes a la reducción de pérdidas de material y reducción de demoras, producidas durante el proceso operativo de la planta de manufactura de racks industriales, se procederá a plantear propuestas para cada una de éstas fallas, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería industrial.

Fase IV: Evaluación de la factibilidad del plan diseñado.

A través de esta fase, se determinará la relación costo/beneficio asociada a los requerimientos de la propuesta, mediante:

- La realización de un presupuesto de inversión de la propuesta planteada.
- Una evaluación de beneficio en los niveles económico, operativo, técnico, ambiental y social, que se podría obtener una vez implementada la propuesta.
- Establecer la relación costo-beneficio que tendría la propuesta planteada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se desarrollarán cada una de las fases establecidas, con el fin de alcanzar todos los objetivos propuestos. A continuación, se presentan estos resultados.

4.1. Fase I. Diagnóstico de la situación actual del proceso de elaboración de racks industriales.

Para el desarrollo de esta fase se inició con la con la visita a la planta Rubik Assembly C.A., donde se observan las diferentes áreas de producción. Se empezó el recorrido por el área de bastidores, largueros y pintado, en donde a través de la observación directa, entrevistas no estructuradas y revisión documental, se pudo conocer el proceso productivo que consta de siete (7) estaciones de trabajo.

4.1.1. Descripción de la línea de producción de racks industriales.

Para iniciar la descripción del proceso se tiene la distribución de la planta de producción de la empresa Rubik Assembly C.A.

En la línea de producción de racks se tiene como primera estación de trabajo el área de Roll Forming, la cual está compuesta por una máquina de deformación mecánica en frío de tecnología china marca MK Brand Modelo YX (roll forming), cuyo propósito principal es deformar las láminas de acero provenientes de las

La máquina está diseñada para procesar láminas de acero, con una velocidad de cuarenta metros por hora (40 m/h) según el fabricante. Sin embargo, en la línea la máquina trabaja por debajo de su capacidad, específicamente procesando unos 13,75 m de acero por hora.

# Maquinas	Estándar (m/h)	Días/Mes	Horas/Día	Capacidad diseñada/metros mes	Eficiencia	Capacidad Efectiva	Capacidad Real	Utilización	Eficiencia
1	40	21	8	6.720	80%	5.376	3.830	57%	71%

Tabla 1: Cálculo de capacidad de máquina de Roll Forming.

Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

La línea cuenta con las medidas de seguridad necesarias para garantizar la protección del personal que la opera, además está distribuida de forma ergonómica para facilitar su funcionamiento, es decir, existe buena relación hombre-máquina ya que la mayoría de los controles de los equipos que componen la línea están hechos para ser de fácil manipulación.



Figura 3: Planta Rubik Assembly C.A. Línea de producción de columnas para bastidores (Roll Forming)

Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

Seguidamente la planta cuenta con la estación de Retrabajos la cual es la segunda del proceso productivo, ésta tiene como finalidad la adecuación física de las piezas no conformes que se reciben del área de Roll Forming. Generalmente se opera en función a enmiendas de las perforaciones asimétricas y cortes (longitudinales) fuera de especificación que genera la máquina MK Brand Modelo YX. Específicamente se reciben las piezas no conformes y se rellenan las perforaciones con soldadura, para posteriormente ser llevadas al troquel que es donde se hace la nueva perforación, en relación a los cortes fuera de especificación, se lleva la pieza a la longitud requerida por medio de un corte con tronzadora.

Al mismo tiempo se tiene la tercera estación de trabajo, la cual es el área de Mecanizado, en esta área se tienen los equipos como: Troquel, torno, fresadora, taladro de pedestal, esmeril de banco, esmeril angular, taladro, tronzadora y limas. Esta área se encarga hacer trabajos de deformación mecánica por medio de desbaste y perforaciones.

Por otro lado, se encuentra la cuarta estación de trabajo, esta es el área de Ensamble. Esta estación está constituida por mesas de trabajos pesados, con la finalidad de elevar las piezas hasta cierta altura, para así lograr que los operadores tengan posiciones cómodas de trabajo, además de un área donde están disponibles las herramientas necesarias para los trabajos. En la estación de ensamble se acoplan las piezas provenientes de las áreas de Roll Forming, Retrabajos y Mecanizado, para darle la debida configuración al producto.



Figura 4: Planta Rubik Assembly C.A. Mesas de ensamble de piezas.
Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

Posteriormente se tiene la quinta estación de trabajo, la cual es el área de Pretratamiento de superficies. Esta área de trabajo está constituida por cuatro (4) tinas de dimensiones seis (6) metros de largo, metro y medio de ancho y metro y medio de alto (6 m x 1,5 m x 1,5 m), para un volumen de 13,5 m³ para cada una.

Detallando el proceso se tiene una primera tina en donde se contiene desengrasante a 60° Celsius, aquí la pieza es tratada por unos ocho (8) minutos, seguidamente se encuentra la segunda tina, esta contiene agua curada a temperatura ambiente en donde la pieza se trata durante un (1) minuto con el fin de remover el desengrasante, posteriormente se encuentra la tercera tina en el orden, la cual contiene fosfato de sodio a una temperatura de 60° Celsius, y en ella la pieza es tratada por al menos ocho (8) minutos, con la finalidad de crear una superficie rugosa microscópica para la adecuada adherencia de la pintura.

Continuando con lo anteriormente mencionado, sigue en el orden la cuarta tina, que al igual que la segunda contiene agua curada a temperatura ambiente, para terminar de quitar los excesos de fosfato no adheridos de la superficie de la pieza. Al final del área se encuentra un secador, que funciona a través de la expulsión de

aire caliente, por medio de un ducto metálico proveniente de un calentador a gas, una vez finalizada el proceso la pieza esta lista para la siguiente estación de trabajo bajo las condiciones necesarias.

Luego de lo anteriormente expuesto, se tiene la estación de Pintura, la cual es la sexta en el orden dentro de la línea de producción. En esta área de trabajo cuenta con el entorno (cabina de pintura) en donde se hace la aplicación de la pintura en polvo a las piezas, esta pintura fabricada por Axalta C.A se caracteriza por ser una pintura termoendurecible, que se adhiere a la superficie pretratada de manera electroestática (con polaridades opuestas en pintura y pieza). Además de esto la estación de pintura cuenta con un compresor de aire marca General Electric de 5 hp, por otra parte, las piezas son sujetadas por dos ganchos que van acoplados con un riel de carga, por medio del cual la pieza será desplazada a lo largo de la estación.

En relación a lo anterior, la pieza seguirá con el desplazamiento lineal hasta encontrar la entrada a la segunda etapa de la estación de pintura, la cual es el horneado de la pieza. Es en esta área la pieza es sometida a una temperatura de 180° Celsius, con el fin de activar atómicamente los componentes químicos de la pintura y lograr el denominado termoendurecimiento de la misma. Ya una vez alcanzado este punto se tendrá la pieza con el acabado requerido para su salida del área.

Como ultima en el orden de la línea se tiene la séptima estación, el área de Empaque, es en esta donde se hace el empaquetado de las piezas según su descripción y orden de pedido. En esta área se organizan los lotes producidos de cada producto y son organizados en paletas, que posteriormente son almacenadas en las áreas destinadas para cada una.



Figura 5: Planta Rubik Assembly C.A. Empaque de traviesas.
Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

4.1.2. Resultados de las entrevistas no estructuradas realizadas durante el estudio.

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación, se entrevistó al personal que labora en la planta de manufactura de racks (operadores, ayudantes, ingeniero de mantenimiento y team leader de la planta) para obtener sus opiniones referentes al funcionamiento de la planta, esto con el fin de tener otro punto de vista de las posibles debilidades que se presentan en la línea, recopilar las fallas que ellos consideran más importantes así como también recomendaciones para mejorar el proceso productivo y minimizar los desperdicios de material y de tiempo del mismo. Las opiniones más comunes se muestran a continuación:

Tabla 2. Entrevista no estructurada del personal de Rubik Assembly C.A.

Cargo que ocupa	Aporte realizado para mejoras en la línea de producción
Operadores de Roll Forming	La máquina de roll forming presenta desplazamientos entre los rodillos y el material, lo cual desajusta las medidas de perforación y corte. Se tendría que cambiar el propósito de los sensores de desplazamiento de los rodillos (vueltas) de la máquina, a medir el desplazamiento del material(lineal).

Operadores de pretratamiento	Las tinas no siempre alcanzan la temperatura necesaria para hacer el trabajo. Se debe mejorar la distribución de la energía térmica en cada una, además tener un secador más eficiente que no deje humedad en las piezas que van a ser pintadas.
Operadores de pintura	En el área de pintura actualmente se trabaja con un solo obrero, el espacio es suficiente para trabajar dos personas en simultáneo. Se debería adquirir otro compresor para aumentar la productividad de la estación. En el horno no se distribuye de manera uniforme la energía térmica, lo cual impide el secado uniforme de la pintura en las piezas. Se debería hacer uso de un ventilador de aire caliente (distribuidor de calor), para alcanzar la misma temperatura en todo el horno.
Ingeniero de mantenimiento	Las estaciones presentan debilidades que se deben tomar en cuenta en las futuras mejoras. En el caso de la máquina de Roll Forming se puede hacer la calibración de sus sensores para evitar retrabajos. En el área de pretratamiento y pintura se debe hacer uso de un sistema que pueda distribuir la energía térmica de manera uniforme y así evitar los defectos en esa área del proceso.
Team leader	En algunas áreas las mejoras pueden traer beneficios inmediatos, logrando así tener procesos más eficientes. Se debe fomentar una cultura de prevención y puesta a punto de manera continua para evitar retrasos en las estaciones de trabajo.

Autores: Barboza N y F Pinto (2019).

Gracias a la entrevista no estructurada realizada a miembros del personal que labora en la planta de producción de racks de Rubik Assembly C.A., se pudo recopilar información importante de la fabricación, además del aporte de parte de cada uno acerca de las posibles mejoras que ellos consideran pertinentes aplicar, para así mejorar el proceso de cada estación de trabajo y por ende tener una línea de producción con índices de productividad y eficiencia más altos.

4.1.3. Revisión documental de lotes de producción anteriores.

En esta revisión documental se hace uso de datos suministrados por la empresa Rubik Assembly C.A. en relación a la rata de producción de su más reciente proyecto de fabricación, el cual tenía una planificación establecida, la misma no se cumplió en los lapsos de tiempo establecidos. A continuación, se muestra un General Timing de fabricación.

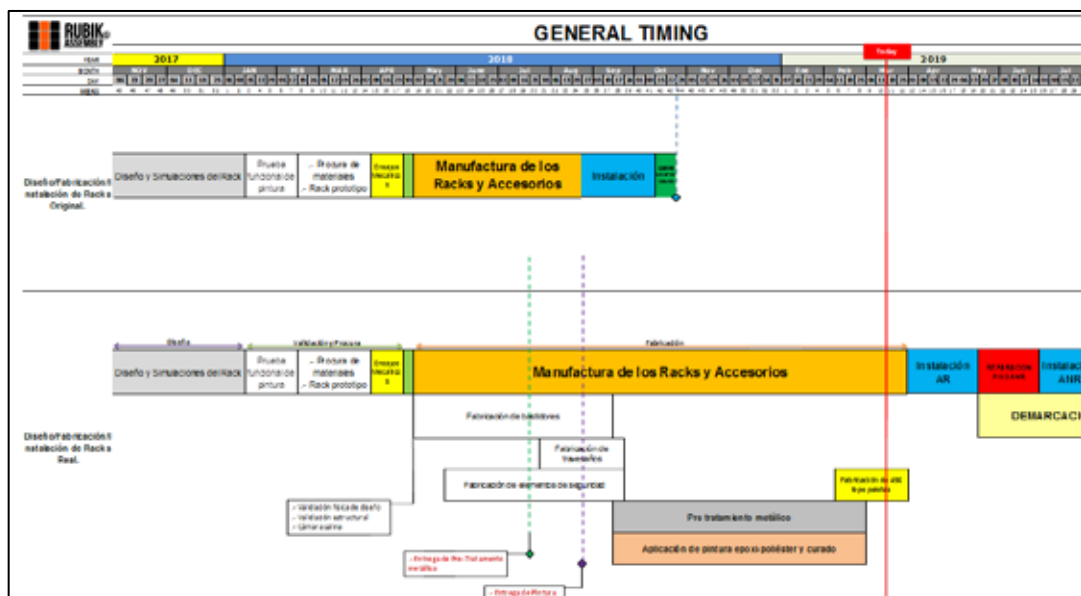


Figura 6: General Timing de ultimo lote de producción de racks de Assembly C.A.
Fuente: Rubik Assembly C.A. (2018).

En relación al esquema de planificación anteriormente expuesto se evidencia como bien se mencionó, que existe un incumplimiento de la planificación original. Esto puede estar relacionado con las debilidades o fallas que los mismos operarios manifestaron a través de su aporte basado en las observaciones hechas por cada uno.

4.1.3. Diagnóstico de la relación entre las estaciones de trabajo y sus actividades, por medio del flujograma del proceso.

Continuando con la fase de análisis, se debe definir la relación que guardan las estaciones de trabajo entre sí, es decir, se resaltará la secuencia y orden de funcionamiento del proceso de producción, esto se logra con la demostración grafica a través de un flujograma de procesos, a continuación, se presenta los Flow Chart de procesos de la empresa Rubik Assembly C.A.

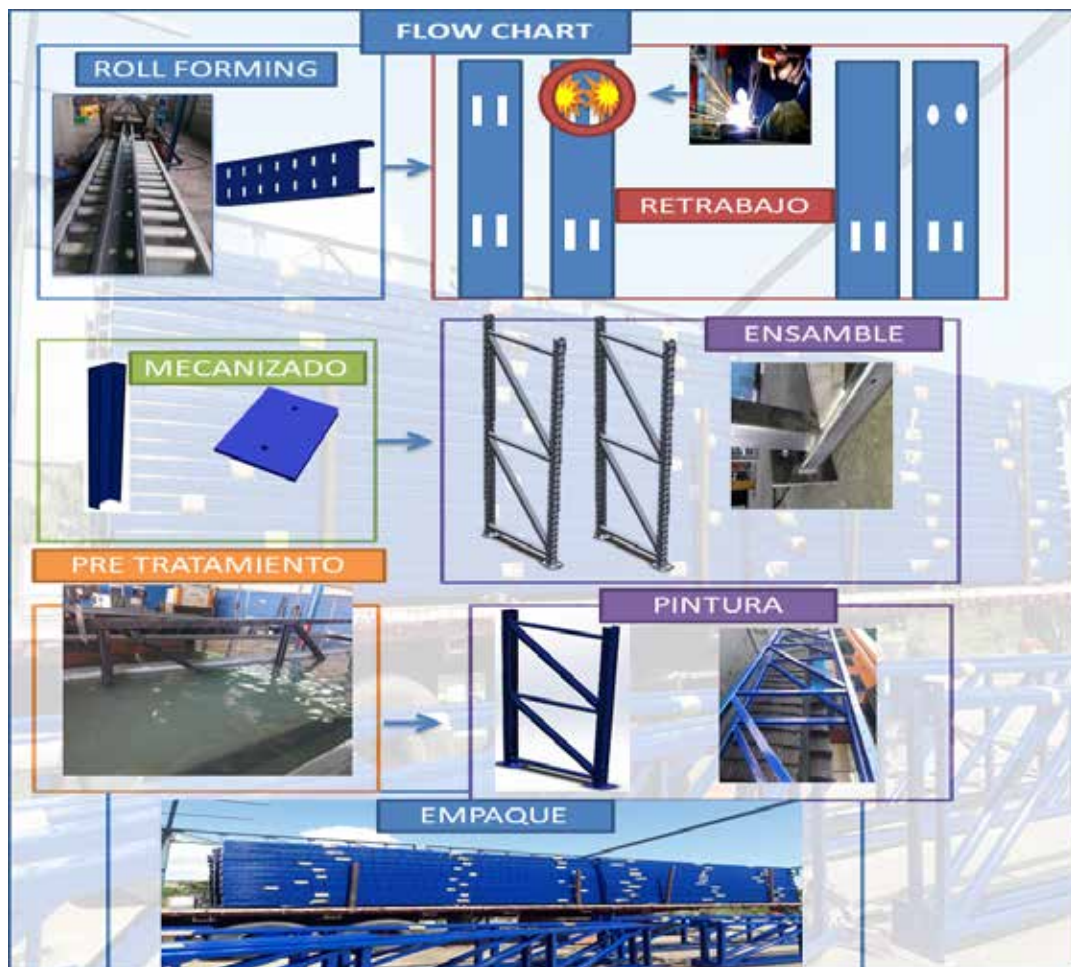


Figura 7: Flow Chart del proceso de producción de bastidores para racks de Rubik Assembly C.A.

Autores: Barboza N y Pinto F (2019).

Haciendo un breve resumen del Flow Chart anteriormente mostrado, se puede ver y entender de manera sencilla el proceso actual de fabricación de los bastidores para racks de la empresa Rubik Assembly C.A., constituido por las áreas en el

orden siguiente: Roll Forming, Retrabajos, Mecanizado, Ensamble, Pintura y Empaque. Todo con el fin de poder definir las relaciones directas de las diferentes tareas que componen el proceso.

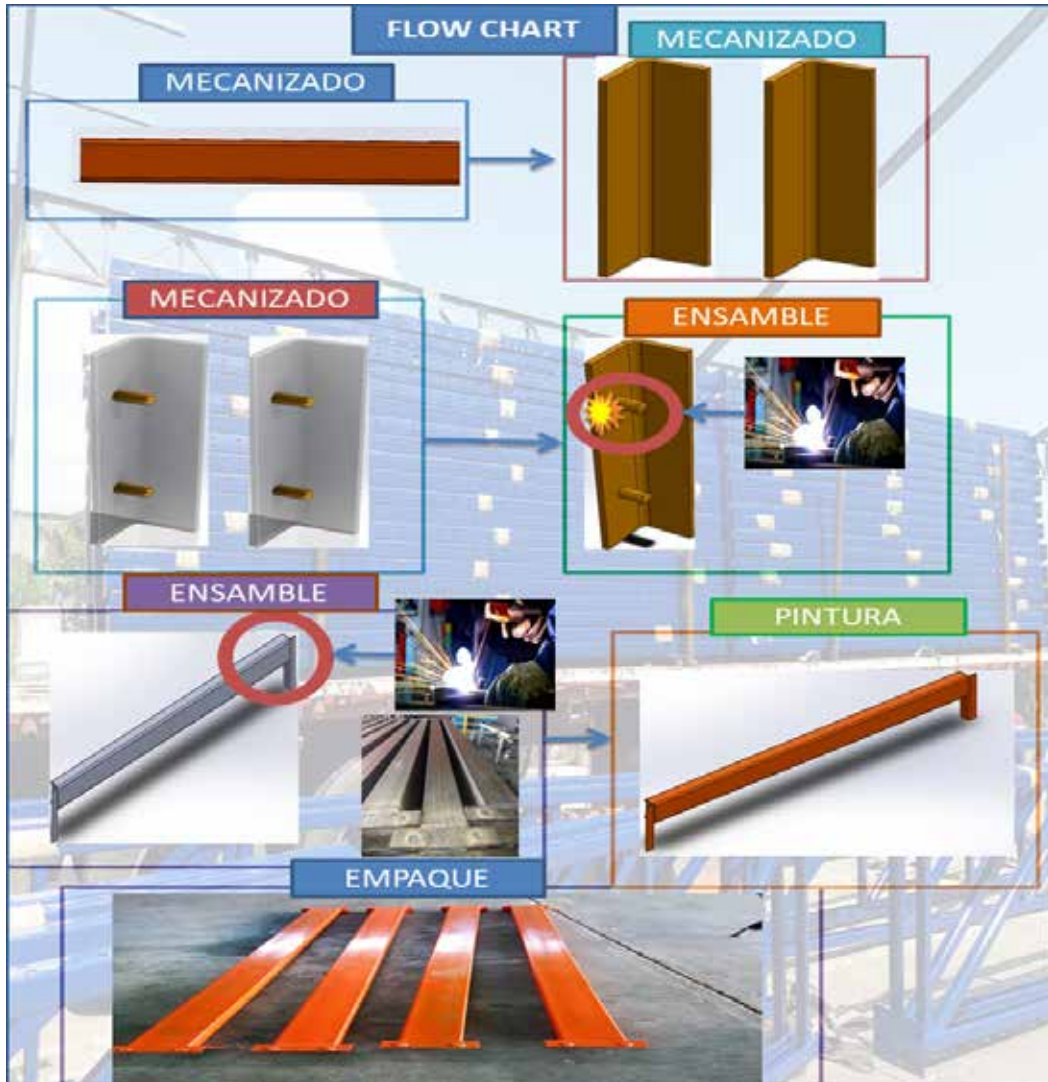


Figura 8: Flow Chart del proceso de producción de largueros para racks de Rubik Assembly C.A.

Autores: Barboza N y Pinto F (2019).

Haciendo un breve resumen del Flow Chart anteriormente mostrado, se puede ver y entender de manera sencilla el proceso actual de fabricación de largueros para racks de la empresa Rubik Assembly C.A., constituido por las áreas en el orden siguiente: Mecanizado, Ensamble, Pintura y Empaque. En relación al proceso anterior, este no requiere de la estación de roll forming ni de retrabajos por

defectos.

4.1.4. Debilidades encontradas en el proceso productivo.

Al observar y detallar el proceso de fabricación de racks industriales, se encontraron debilidades que producen retrasos en la producción. Los siguientes puntos que se mencionan a continuación se tomarán en función a las percepciones del personal involucrado en el proceso de fabricación y las debilidades encontradas por medio de la observación directa. Los eventos más relevantes fueron los siguientes:

Roll Forming:

- En el proceso de embobinado de la máquina, el fleje de la bobina se descarrila.
- La carga de la bobina a la maquina es netamente manual.
- Perforaciones no conformes.
- Paradas constantes de la máquina.
- Problemas eléctricos.
- En el Proceso de corte de columna, la cizalla no está operativa por tanto se realiza corte manual.
- Recalentamiento del motor maquina Roll Forming.
- Problemas del freno magnético del motor reductor maquina Roll Forming.

Consecuencias en el proceso:

- Tiempo excesivo de puesta a punto.
- Desgaste físico del personal por levantamiento de material.
- Retrabajos de rellenado con soldadura y perforación con troquel.
- Prolongación del tiempo de operaciones.
- Pérdida de tiempo productivo.

- Retrabajo de corte de longitud de perfil (oxicorte y tronzadora).
- Paradas del proceso no planificadas.
- Pérdida de materiales.

Retrabajos:

En la estación de retrabajos no se observan eventos que afecten de manera relevante a la producción. En esta área se trabaja bajo condiciones especiales, en relación a piezas no conformes que vienen de la estación de Roll Forming.



Figura 9: Área de retrabajos en la línea de producción de Rubik Assembly C.A.

Fuente: Rubik Assembly C.A. (2018).

Mecanizado:

En la estación de mecanizado no se observan eventos que afecten de manera relevante a la producción. En esta área las máquinas cumplen un rol muy puntual sobre la producción.

Ensamble de piezas:

En la estación de ensamble no se observan eventos que afecten de manera relevante a la producción, además se cumplen con las condiciones de trabajo seguras y adecuadas para los empleados.

Pintura:

- Tiempo y método de limpieza en el secado no adecuado.
- Ingreso de fluidos a través de los poros de soldadura a la pieza.
- Compresor del área de pintado con fuga de aceite.
- Problema de diseño del horno.
- Mala manipulación de la pieza al momento de descolgar.

Consecuencias en el proceso:

- Problemas de adherencia de la pintura, (se requiere retrabajo de pintado).
- Debido a la mala adherencia de la pintura se produce oxidación de la pieza.
- Superficie de la pieza con residuos de fosfato lo cual afecta la adherencia y el acabado de la superficie (se requiere relijado y retrabajo de pintado).
- Corrosión interna de la pieza y desprendimiento de pintura.
- Aplicación de pintura contaminada con aceite lubricante, por fuga del compresor.
- No hay uniformidad en la temperatura dentro del horno en el momento de curado (piezas quemadas).

4.2. Fase II. Análisis de las debilidades del proceso.

Una vez encontradas las debilidades principales del proceso, a través de la observación directa realizada en las instalaciones de la línea, entrevistas no estructuradas con el personal involucrado dentro y fuera del proceso, y también la revisión documental, se logró realizar la implementación de un Six Panel, en el que luego se fueron analizando cada una de las herramientas individualmente.

4.2.1. Análisis general del proceso productivo.

En esta fase se debe iniciar con el análisis de la ruta que cumplen los suministros, materia prima y factores inherentes al proceso de producción de racks de la empresa RubikAssembly C.A., esto será representado con un diagrama de SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer) el cual permitirá definir

entradas de elementos al proceso, su debida transformación o uso, además de la salida del producto. A continuación, se muestra adjunta la imagen referencial al diagrama SIPOC, (ver Figura 8).


 Matriz SIPOC				
Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Lamifleje (Acero)	Bobinas de acero Láminas de acero	BASTIDORES Roll Forming: Posicionar e introducir lamina de acero Se dobla y perfora el acero en la maquina Al salir se pica con el equipo de oxicorte Y luego se pica a la medida exacta con la tronadora Seguidamente se rellena las perforaciones con soldadura Y para finalizar se perfora con el troquel Placas de Anclaje: Posicionar y medir lamina de acero Picar la lamina con la cizalla Se perfora la lamina con el troquel Traviezas: Posicionar y medir lamina de acero Picar la lamina con la cizalla Se dobla en la dobladora Ensamble: Se posicionan las piezas en las mesas de ensamble Se miden y posicionan las piezas con las columnas Se soldan todas las piezas	Bastidor 5 m	Torgus 2016 C.A.
Rubik Assembly C.A.	Operarios de producción Máquina de Roll Forming Mesas de ensamble Máquina dobladora Torno			
Ferreteria Valcro C.A.	Tuercas y tornillos de seguridad Disco de corte/esmerilado Bobona de acetileno y oxigeno Pico de oxicorte Cinta métrica Electrodos (60/13) Esponjas metalicas Llaves combinadas (9/16) Taladro manual Brocas Trozadora Cizalla Esmeril angular			
Lamifleje (Acero)	Láminas de acero	LARGUEROS Tubo base: Posicionar tubos y picar en la tronadora Laminas de anclaje: Posicionar y medir laminas para doblarlas en la dobladora Se posiciona la pieza para perforarla en el troquel Pines de Anclaje: Posicionar y medir pines para ser picados en tronzadora Luego pasan por un mecanizado en el torno Ensamble: Se posicionan las piezas en las mesas de ensamble Se soldan todas las piezas	Larguero	
Rubik Assembly C.A.	Operarios de producción Torno Mesas de ensamble			
Ferreteria Valcro C.A.	Electrodos (60/13) Cinta métrica Disco de corte/esmerilado Taladro manual Brocas Trozadora Cizalla Esmeril angular			
Axalta (Pintura)	Pintura en polvo	Pintura: Se posiciona la pieza ensamblada en area de pretratamiento La pieza se introduce en las tinas de fosfato y agua curada Luego se procede a secar la pieza Seguidamente se guinda en riel para ser pintada Luego pasa por el horno un determinado tiempo Finalmente sale y es embalada.	Rack Selectivo 5m	
Pequiven (PDVSA)	Fosfato Agua curada			
Rubik Assembly C.A.	Rieles Horno Operarios de producción Paletas			

Figura 10: Diagrama SIPOC proceso de producción de racks Rubik Assembly C.A.
Autores:Barboza N y Pinto F (2019).

Como se puede observar en el diagrama SIPOC, se tienen los Proveedores (Suppliers) de los productos y servicios necesarios para llevar a cabo el proceso, luego tenemos las Entradas (Input) de esos elementos en el proceso de fabricación, seguidamente se encuentran los Procesos (Process) en donde se transforman los materiales y se les da el uso específico a los equipos y suministros que se le dieron entrada anteriormente, luego se encuentra la Salida (Output) de los productos terminados derivados de los procesos de producción, y por último el Cliente (Customer), que en definitiva es quien recibe el producto terminado. Todo esto se hace con el fin de caracterizar el proceso, desde un punto de vista general.

4.2.2. Análisis del compendio de causas, basado en el diagrama causa-efecto (Ishikawa).

A continuación, se hace utilización de la herramienta de diagrama causa-efecto o diagrama de Ishikawa, con el fin de organizar por área los problemas principales, y sus causas directas. En este caso se hace el análisis en función a dos estaciones, las cuales son la estación de Roll Forming y la estación de Pintura, es aquí donde convergen y se genera mayor entrada de insumos y materiales. También se hace esta selección en relación a la observación directa realizada, y el testimonio del personal involucrado en el proceso por medio de las entrevistas no estructuradas, dando a estas dos estaciones como las que poseen mayor cantidad de debilidades.

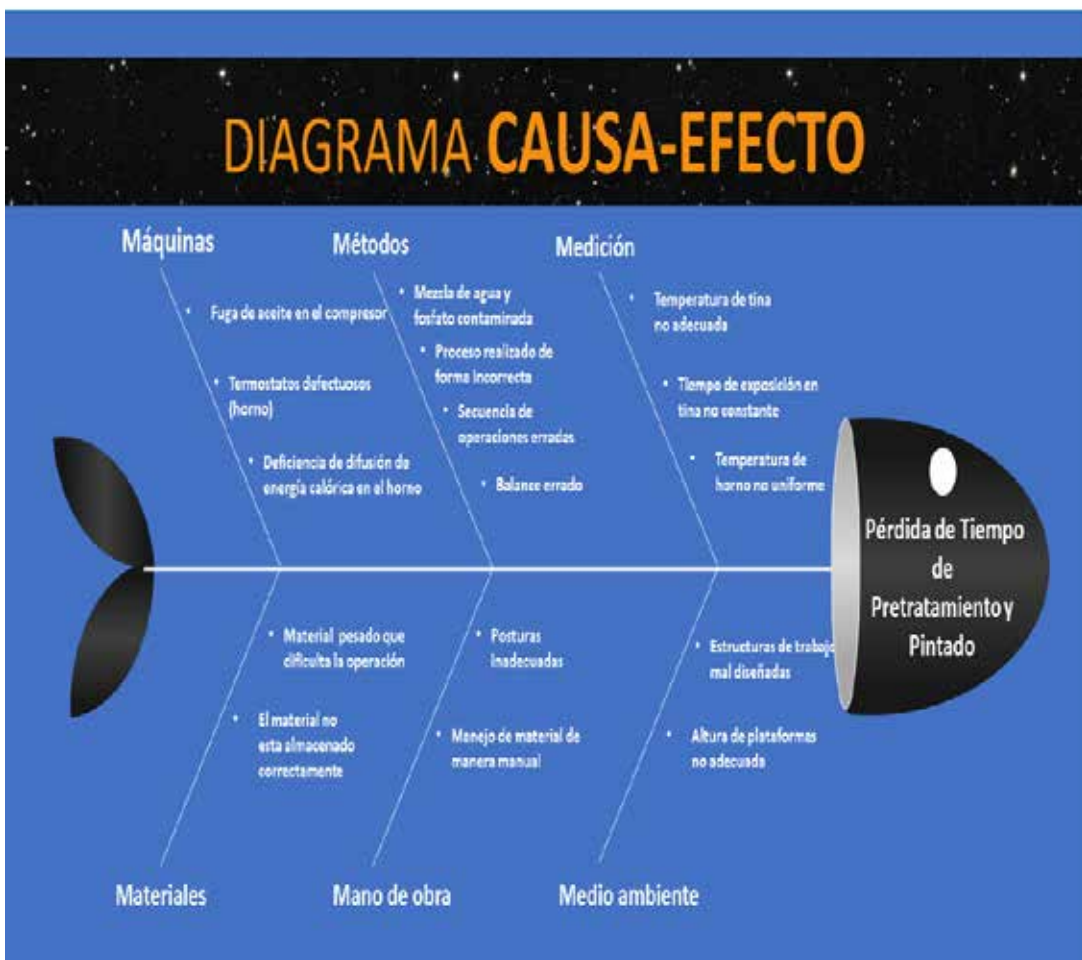


Figura 11: Diagrama de Causa-Efecto de pérdida de tiempo en área de Pintura.
Autores: Barboza N y Pinto F (2019).




Figura 12: Diagrama de Causa-Efecto de pérdida de tiempo en área de Roll Forming.
Autores: Barboza N y Pinto F (2019).

En ambos diagramas podemos ver el compendio de causas que en definitiva están generando retrasos en cada estación, y como consecuencia tienen repercusiones en la línea de producción.

4.2.3. Estudio de las causas principales por medio de diagrama de Pareto.

Luego de organizar las causas de generación de retrasos en la línea de producción de racks industriales, se realiza un diagrama de Pareto, con el fin de enfocar las propuestas hacia la mejora más viable. En primer lugar se realiza una matriz de causa-efecto, en la cual se plasma la información recolectada por medio de las entrevistas no estructuradas realizadas a los dueños de la empresa, personal directivo, ingenieros y operadores, los valores en la parte superior de dicha tabla (ver tabla 3) representa el factor de relación de las fallas con el producto final, siendo el uno (1) la ponderación más baja y el nueve (9) la más alta.

Tabla 3. Tabla Causa-Efecto frecuencia de retrasos en la línea de producción.

 Matriz Causa y Efecto									
Rating of importance to customer	9	9	3	9	3	3	3		
	1	2	3	4	5	6	7		
Process outputs	Estacion 1 ROLL FORMING	Estacion 2 Retrabajo	Estacion 3 Mecanizado	Estacion 4 Ensamble	Estacion 5 Pretratamiento	Estacion 6 Pintura	Estacion 7 Empaque	Total	
Process Inputs									% % ACUM
1) Recalentamiento del motor Roll forming	9	9	3	1	1	1	1	191	17,50687 17,506874
2) Perforaciones no estables	9	9	3	9	1	1	1	263	24,10632 41,613199
3) Problemas del freno magnético	9	9	1	1	1	1	1	185	16,95692 58,570119
4) Fuga de aceite en el compresor del área de pintado	1	1	1	1	1	9	1	63	58,570119
5) Cizalla de roll forming no operativa.	9	9	3	1	1	1	1	191	17,50687 76,076994
6) Mezcla de agua y fosfato contaminada	1	1	1	1	9	5	1	113	76,076994
6) Proceso realizado de forma incorrecta	1	1	1	1	3	1	1	53	76,076994
7) Secuencia de operaciones erradas	1	1	1	1	3	1	1	53	76,076994
8) Balance errado	1	1	1	1	1	1	1	41	76,076994
9) Temperatura de tina no adecuada	1	1	1	1	9	3	1	69	76,076994
10) Tiempo de exposición en tina no constante	1	1	1	1	9	3	1	69	76,076994
11) Temperatura de horno no uniforme	1	1	1	1	1	5	1	51	76,076994
12) Material pesado que dificulta la operación	5	2	3	5	1	2	3	135	12,37397 88,450962
13) El material no está almacenado correctamente	1	1	1	1	5	3	3	83	88,450962
14) Posturas inadecuadas	1	1	1	5	9	1	3	105	88,450962
15) Manejo de material de manera manual.	9	1	1	2	1	1	3	126	11,54904 100
16) Estructuras de trabajo mal diseñada	1	1	1	1	9	1	1	89	
17) Alturas de plataformas no adecuada	1	1	1	1	9	1	1	89	
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	1969	
TOTAL DE SELECCIONADOS	0	0	0	0	0	0	0	1091	

Fuente: Rubik Assembly C.A. (2018).

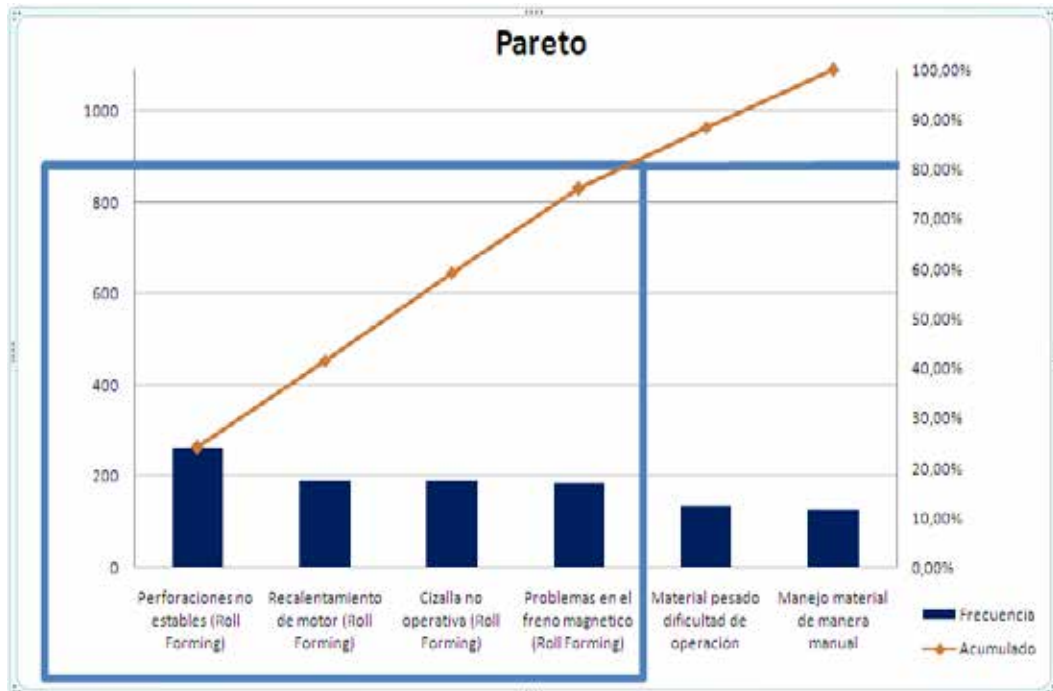


Figura 13: Diagrama de Pareto, en función a las causas encontradas en el proceso de producción de racks de la empresa Rubik Assembly C.A.

Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

En el grafico anterior se evidencia como el 80% de las causas de retrasos están relacionadas con los procesos de Roll Forming, en este caso se acarrean a: Perforaciones no estables, Recalentamiento de motor de la máquina, Cizalla no operativa, Problemas del freno magnético, el otro 20% se reparte en los departamentos restantes de la línea de producción.

4.2.4. Jerarquización de las fallas por estación de trabajo, dentro de la línea de producción, haciendo uso de un simulador de eventos discretos Flexsim.

Luego de haber organizado y estudiando la relación de las fallas con las áreas del proceso productivo, con los diagramas de Causa y efecto y diagrama de Pareto respectivamente, se hace uso de una herramienta tipo software como Flexsim, se le da un carácter más preciso a la apreciación de las fallas. En esta parte de la investigación se muestra el peso que tienen las fallas de cada estación de trabajo por medio de una simulación del proceso de fabricación de racks, alimentada con los tiempos medidos por medio de las observaciones hechas en la planta de producción de la empresa Rubik Assembly C.A.

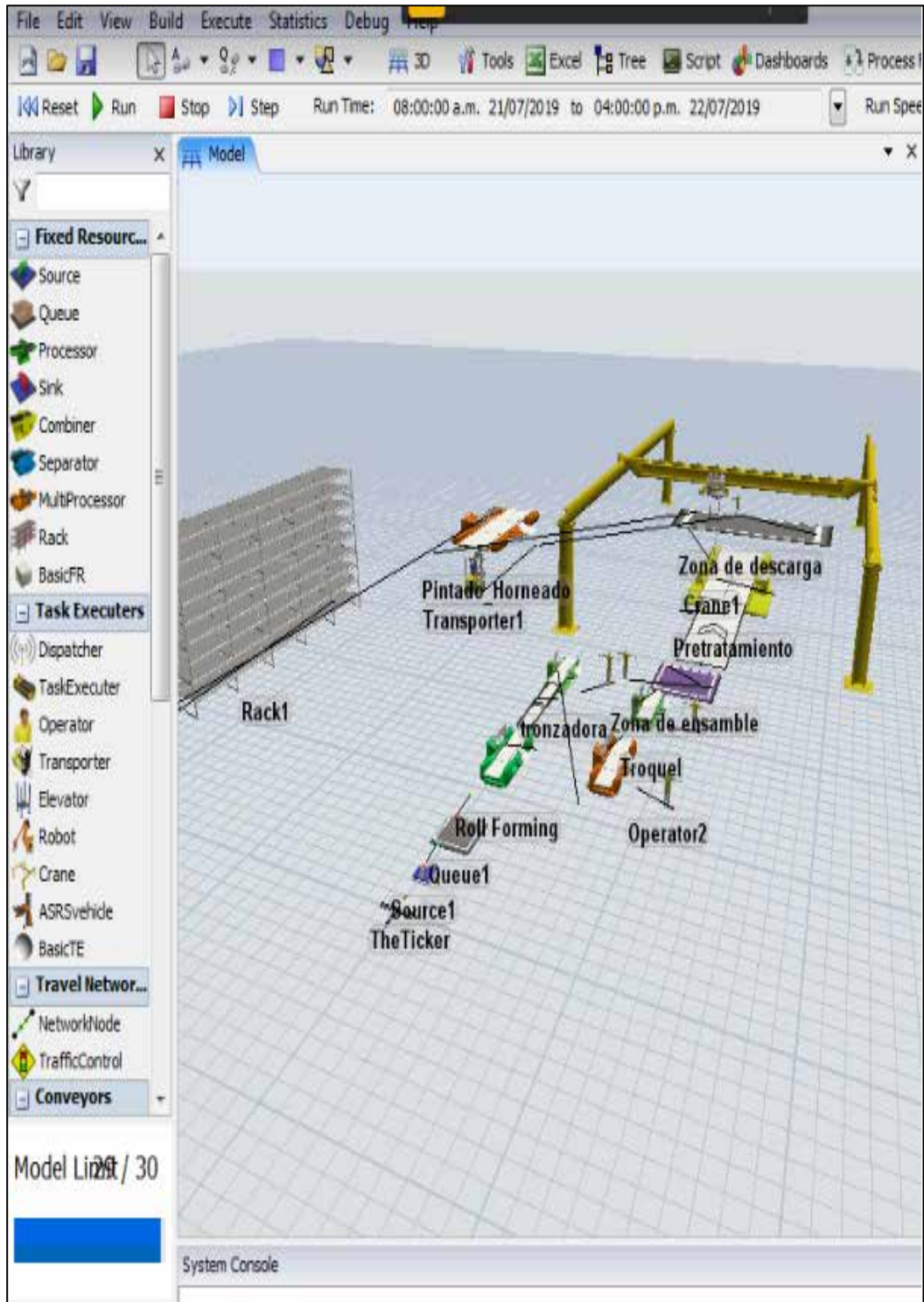


Figura 14: Simulación de la línea de producción actual de racks de la empresa Rubik Assembly C.A.

Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

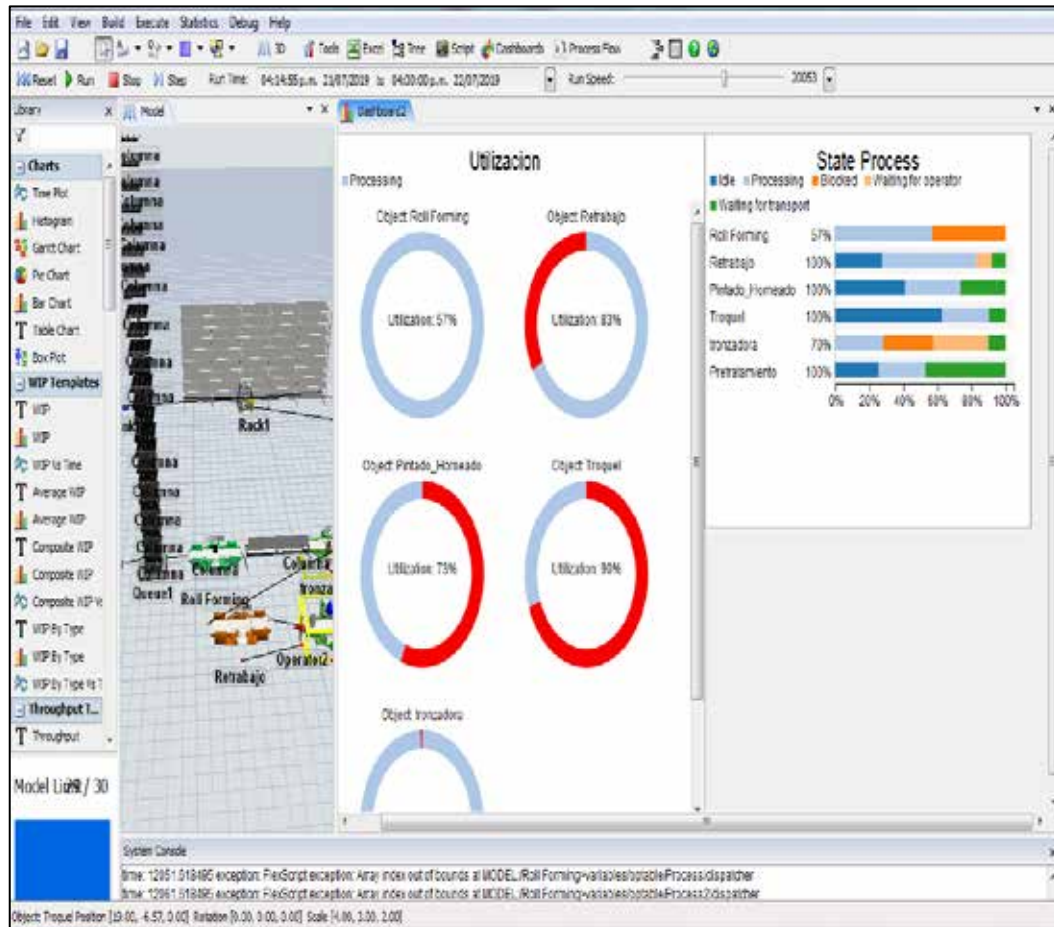


Figura 15: Resultados de la simulación de la línea de producción actual de racks de la empresa Rubik Assembly C.A.

Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

En relación a los gráficos anteriores, se puede observar la simulación de la línea de producción de la empresa Rubik Assembly (ver figura N°13), y posteriormente se tienen los resultados de la corrida del software (Flexsim) (ver figura N°14), esto con la finalidad de dar a conocer las estaciones de trabajo en donde se incurre en retrasos o paradas no programadas con mayor frecuencia. En este caso gráficamente se evidencia que las estaciones de trabajo con mayor tiempo desperdiciado en el proceso son: Roll Forming y Pintura, en donde los indicadores de utilización arrojados por Flexsim son 57% y 73% respectivamente. Estos valores obtenidos están por debajo de los arrojados en otras áreas del proceso de fabricación, lo cual indica que estos dos procesos mencionados son los que mayor influencia tienen en las pérdidas de tiempo del proceso en general.

Fase III. Diseño del plan de mejora, en función a los datos obtenidos durante el análisis.

Luego de haber identificado las principales debilidades del proceso, se procede a plantear las distintas propuestas para cada una de ellas, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería industrial.

4.3.1. Propuesta de mejora para el área de Roll Forming.

Las propuestas de mejora con respecto al área de Roll Forming, van orientadas al funcionamiento mecánico de la máquina, funcionamiento eléctrico de la máquina y el buen funcionamiento de sus sensores, para que el proceso sea preciso, además del orden, la limpieza y el mantenimiento del área de trabajo.

En función a los resultados obtenidos en la fase de análisis del presente trabajo de investigación, se debe mencionar el alcance que tienen las fallas que está presentando la estación de Roll Forming, para dicha estación es determinante que la máquina haga un trabajo dentro de los parámetros establecidos en el marco del diseño de la pieza, lo cual no se está alcanzando. Específicamente se debe hablar de las perforaciones y cortes que la máquina de Roll Forming realiza por medio de su sistema automático, dicho sistema no está cumpliendo su trabajo de manera adecuada en la lámina de acero. Es por ello que son necesarios los retrabajos de cada una de las piezas que salen de la máquina, se tiene que la fabricación de un rack involucra alrededor de unas 200 perforaciones de diferentes tamaños y propósitos, además de unos 4 cortes a la lámina de acero.



Figura 16: Perforaciones asimétricas en columnas para racks.
Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

Seguidamente, es de notar el importante número de retrabajos que se deben hacer por cada una de estas estructuras, que resulta directamente proporcional a la cantidad de perforaciones y cortes realizados para cada pieza que lo conforma, que luego llevándolo a la producción total del proyecto se hace una cantidad de magnitud mayúscula. Esto evidentemente influye en los costos operativos de la empresa, incrementándolos de manera vertiginosa, en relación a mano de obra, insumos, consumibles, materiales, etc. Además de esto influye en los tiempos necesarios para la fabricación de las piezas conformes, alargando así el proceso y prolongando el tiempo total de culminación de la producción.

En este caso es importante mencionar que el mantenimiento correctivo es aplicable a la máquina de Roll Forming además de todos y cada uno de sus componentes. En este caso se hace la aplicación de la técnica de TPM (Mantenimiento Productivo Total). En esta técnica se ven los pasos a seguir para el buen mantenimiento de los equipos, lo cual resultaría beneficioso para la línea de producción de la empresa Rubik Assembly C.A.

- **Técnica TPM:**

Fase 1: Limpieza inicial

En esta fase se busca limpiar la máquina del polvo y la suciedad, con el fin de dejar sus partes perfectamente visibles. Para ello se debe hacer una limpieza total de la máquina y sus alrededores.

Con ayuda de los operadores se hace la limpieza de todas las piezas susceptibles al polvo, como lo son los rodillos de deformación, las ruedas de los sensores de conteo de material, las partes eléctricas de la máquina con exposición a la intemperie, las partes adyacentes al motor, además de los soportes laterales giratorios del carrete. Luego de limpiar la maquina se procede a limpiar los alrededores inmediatos a ella, para evitar la contaminación en el momento del arranque.

Fase 2: Identificar las causas de la suciedad, polvo y fallas

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado. Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular, se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas (limpiar y lubricar).

En este caso se debe hacer un chequeo del medio en donde la máquina se desenvuelve, es decir, evitar que éste la pueda contaminar nuevamente. En el área de Roll Forming se tiene una línea de unos 10 m lineales, a su alrededor se encuentran unos depósitos tipo cestas con retazos y materiales metálicos derivados de los procesos de la empresa, esto puede ocasionar polvillo en las adyacencias de la máquina aportando partículas contaminantes a la misma.

Además de lo anteriormente expuesto, al área no está protegida de la intemperie en su totalidad, ya que justo a un lado del sitio de operación de la máquina, hay una pared de solo 1 m de altura, la cual no es barrera suficiente para proteger a la máquina de las partículas de polvo y humedad del ambiente externo.

Seguidamente se mencionan las fallas en las que incurre la máquina de Roll Forming, ellas son:

- Perforaciones inestables
- Recalentamiento del motor
- Falla en el sensor de conteo
- Falla en el sensor de corte
- Fuga de aceite constante

- Cizalla de la máquina inoperativa

Una vez identificadas las fuentes de las fallas y el sucio, se puede continuar a la siguiente fase.

Fase 3: Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción: Se preparan en esta fase procedimientos estándar con el objeto que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

Habiendo identificado las fallas y sus fuentes, se pueden preparar los procedimientos estándar que en definitiva se aplicaran a la máquina. Estos procedimientos son:

Se debe hacer un chequeo general de la máquina, en relación a todos sus componentes principales. Con el fin de verificar el estado del equipo y tomar acciones correspondientes.

Se hace un mantenimiento de primer nivel, en función a limpieza y lubricación (si lo amerita). Las áreas críticas son:

- Rodillos de deformación
- Rodillos de soporte giratorios de carrete
- Rodamientos de sensor de conteo
- Rodamientos de sensor de corte
- Partes eléctricas expuestas
- Partes del motor expuestas
- Cizalla

En relación a todos estos elementos se debe seguir el patrón de mantenimiento de primer nivel, el cual consta de una limpieza que permita diferenciar cada parte de la máquina, así como también la lubricación de las partes en donde se necesite hacerlo.

Fase 4: Inspecciones Generales

Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

En el caso de la máquina de Roll Forming se recomienda seleccionar al personal que están relacionado con el proceso y manejo de la máquina dentro de la planta, con el fin de minimizar los tiempos de formación y poder implementar los

procedimientos lo antes posible. Luego de formado el personal se debe implementar lo que es el chequeo del equipo, para así detectar las fallas de manera anticipada, y por supuesto solucionarlos antes de poner en funcionamiento al equipo.

Ya teniendo las fallas identificadas se recomienda solucionar las mismas de la siguiente manera:

- 1) Corregir los recalentamientos del motor por medio de la corrección de las fugas de aceite lubricante y la buena ventilación del equipo por medio de ventiladores externos.
- 2) Corregir la falla en el sensor de conteo, remplazándolo por un sensor de desplazamiento de material.
- 3) Corregir la falla en el sensor de corte, remplazándolo por uno nuevo.
- 4) Sincronizar los sensores de conteo de vueltas de los rodillos con el sensor de corte.
- 5) Reemplazo de la cizalla de la máquina por una nueva.

En relación al segundo paso, se recomienda reemplazar el sensor de conteo de vueltas de los rodillos, por sensores de desplazamiento de material, debido a que daría un margen de error más pequeño en las tolerancias relacionadas con el corte de la cizalla.



Figura 17: Máquina de Roll Forming con cizalla (azul) inoperativa. Corte manual.
Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).







Fase 5: Inspecciones autónomas

En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (checklist) de las máquinas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.

En el área de Roll Forming se puede manejar el plan de mantenimiento con un listado sencillo de actividades por hacer, en relación a esto dependerá de la frecuencia con la cual este grupo de actividades serán llevadas a cabo, tema a mencionar en la fase posterior. A continuación un breve listado de las actividades necesarias para la inspección de parte del operario del equipo.

Tabla 4. Check list de inspección para operario encargado de estación de Roll Forming

Responsable	Cargo	Actividad	Check
Operario X	Operador de Roll Forming	Revisión de Rodillos de deformación (limpieza y lubricación)	 
Operario X	Operador de Roll Forming	Revisión de Rodillos de soporte giratorios (limpieza y lubricación)	 
Operario X	Operador de Roll Forming	Revisión de sensores (limpieza)	 
Operario X	Operador de Roll Forming	Revisión de partes eléctricas (limpieza)	 

Operario X	Operador de Roll Forming	Revisión de partes del motor visibles (limpieza)	 
Operario X	Operador de Roll Forming	Revisión de nivel de lubricante de la máquina	 
Operario X	Operador de Roll Forming	Revisión de cizalla	 

Autores: Barboza N y Pinto F (2019).

Fase 6: Frecuencia de actividades

Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, etc. Se recomienda hacer sus respectivos registros de revisiones totales o parciales según el listado de procedimientos, al menos una vez al día. La frecuencia de mantenimiento preventivo varía en relación al elemento en cuestión.

Tabla 5. Frecuencia de revisión de elementos de equipos.

Elemento de máquina de Roll Forming	Frecuencia de mantenimiento
Rodillos de deformación	1 vez/día
Rodillos de soporte giratorios	1 vez/día
Sensores	3 veces/semana
Nivel de lubricante	1 vez/día
Cizalla	1 vez/semana

Autores: Barboza N y Pinto F (2019).

4.3.2. Propuesta de redistribución de planta.

En esta propuesta se busca la mejora de la distribución de la planta, reduciendo las distancias entre estaciones relacionadas directamente, todo con el fin de reducir los tiempos de traslados, así como también reducir la fatiga y energía empleada por los operarios.

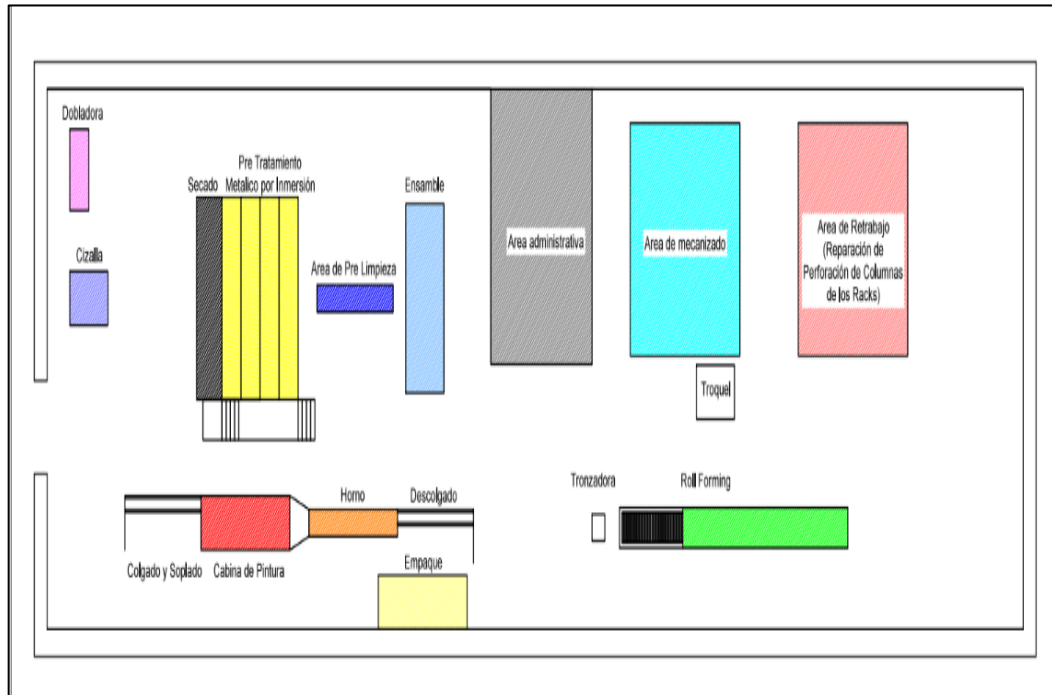


Figura 18: Layout actual de la empresa RubikAssembly C.A.
Autores: Barboza N y Pinto F (2019).

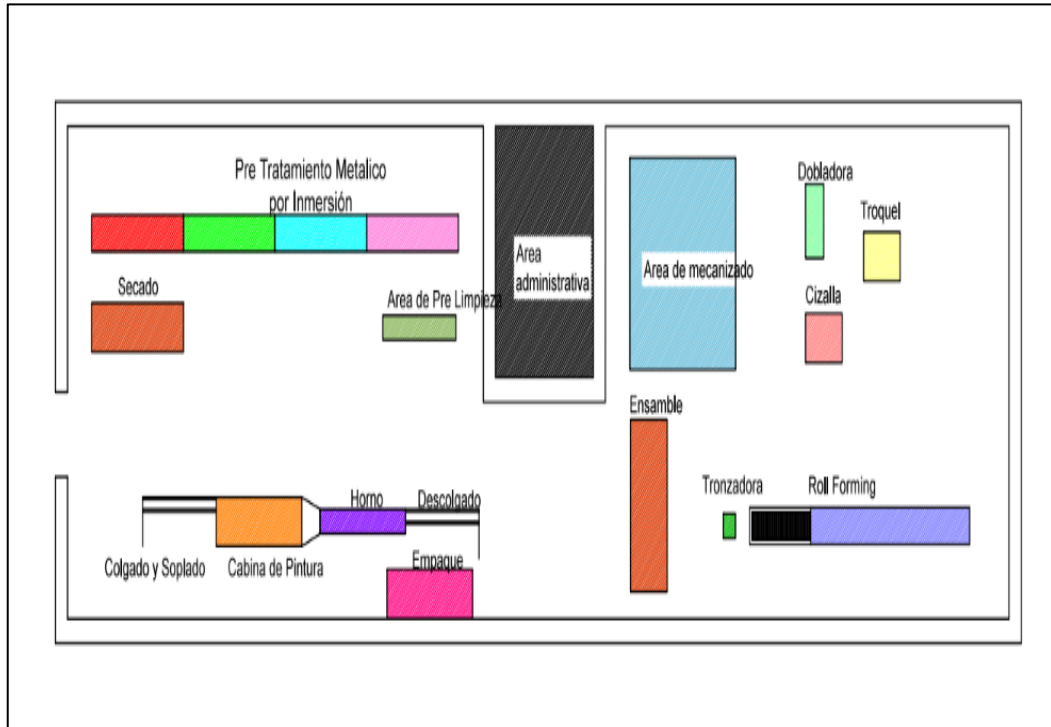


Figura 14: Layout propuesto a la empresa Rubik Assembly C.A.
Autores: Barboza N y Pinto F (2019).

La distribución propuesta expuesta anteriormente, se hace en función a la disminución de los desplazamientos de los operadores para trasladarse y para desplazar lo materiales e implementos necesarios para la realización de las actividades necesarias en el proceso. En este caso la propuesta consta de seis (6) estaciones de trabajo, quedando la línea conformada por: Roll Forming, Mecanizado, Ensamble, Pretratamiento de superficies, Pintura y Empaque.

Se hace referencia a la eliminación de la estación de Retrabajo, debido a la aplicación de las mejoras en el área de Roll Forming, con ello se producirían piezas bajo especificaciones esperadas. En este sentido no sería necesaria una estación de correcciones como la que está diseñada actualmente.

4.3.3. Simulación de la propuesta de mejoras en el proceso productivo

A continuación se hace uso de la herramienta tipo software Flexsim, para la aplicación de una simulación de la planta y sus procesos, debidamente ajustados a las mejoras que se proponen en el presente trabajo de investigación.

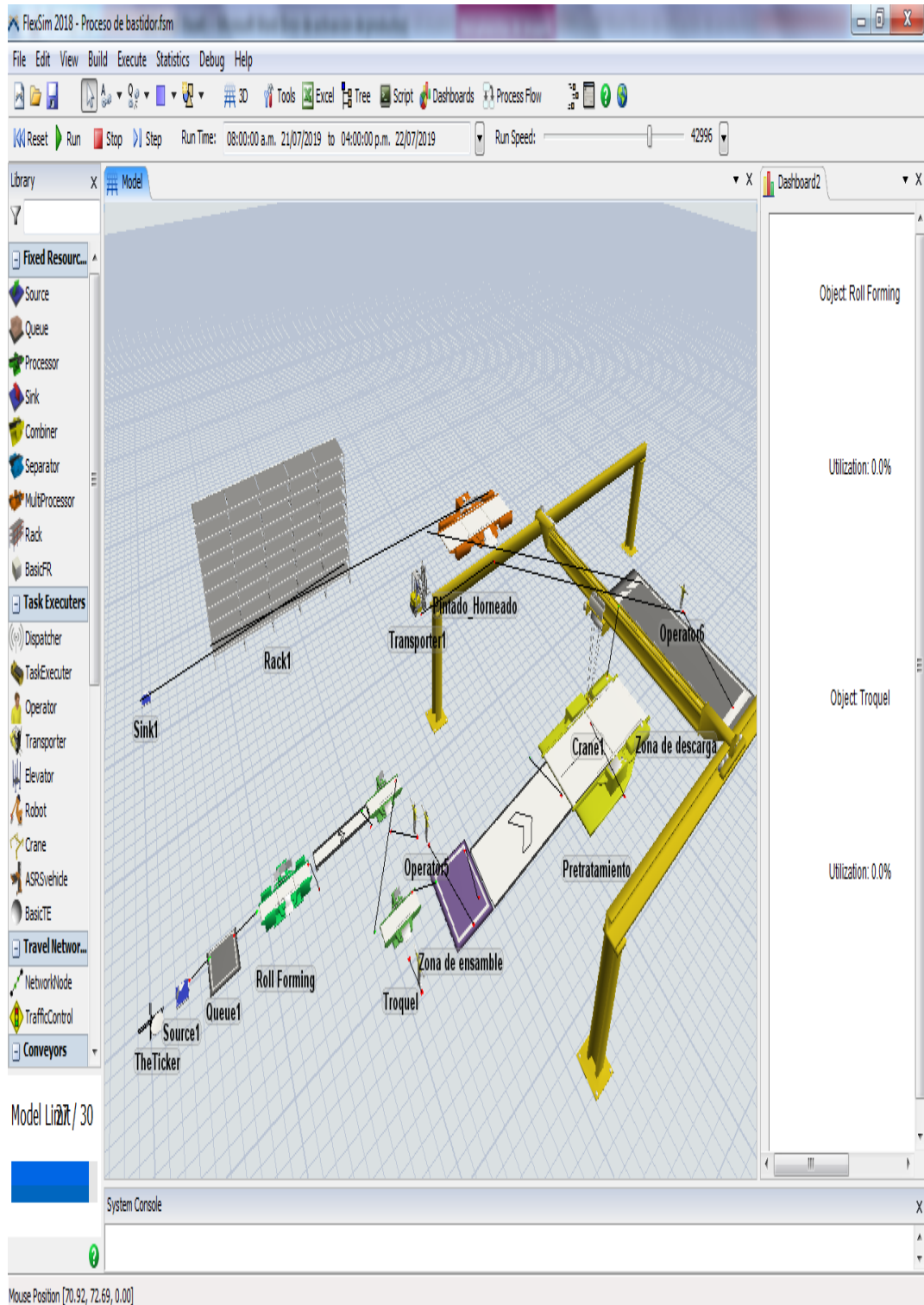


Figura 20: Simulación de la línea de producción propuesta de racks de la empresa Rubik Assembly C.A.

Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

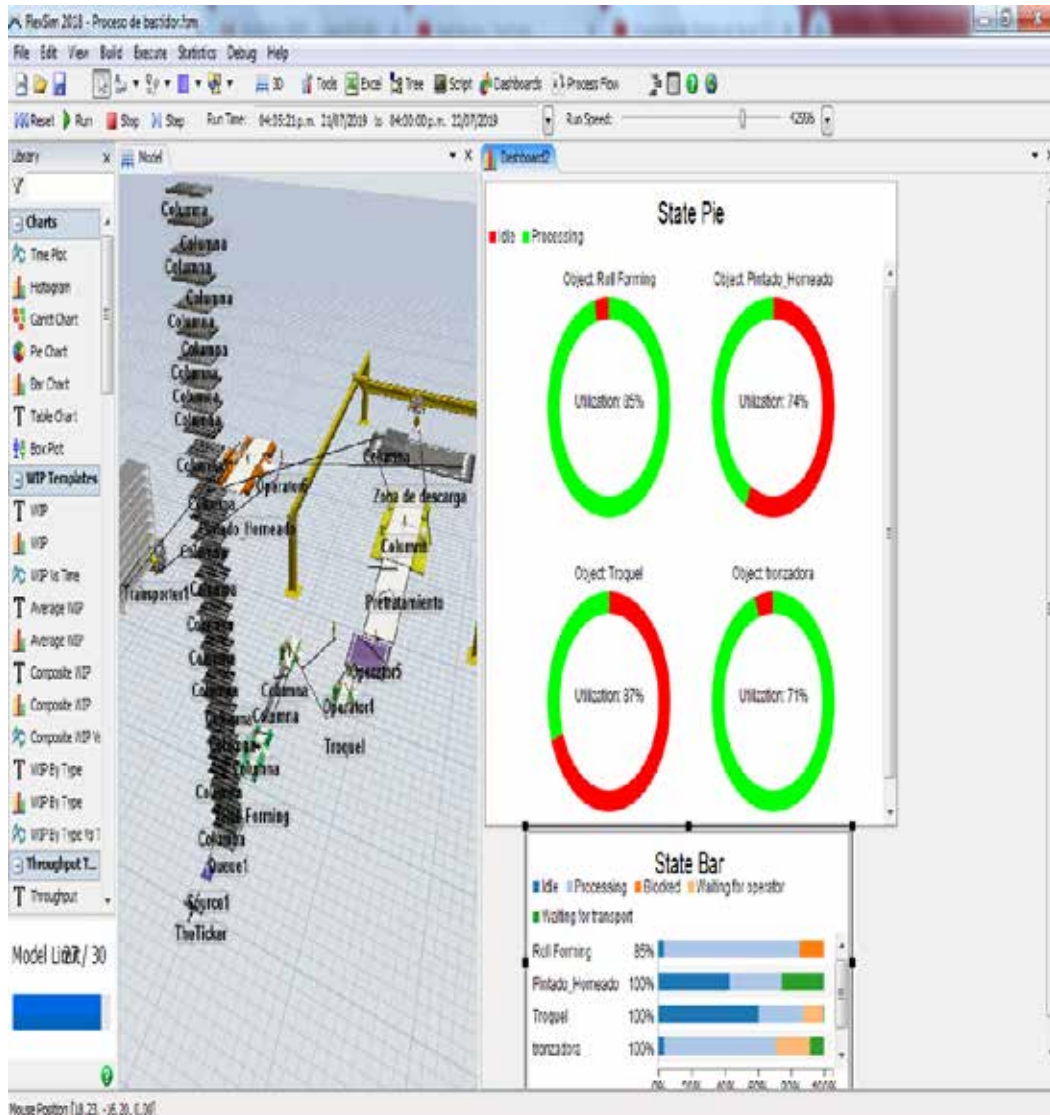


Figura 21: Resultados de la simulación de la línea de producción propuesta de racks de la empresa Rubik Assembly C.A.
Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

En relación a los gráficos presentados en la simulación por medio de Flexsim, se puede constatar que los indicadores de utilización incrementaron positivamente, específicamente se ve como la estación en estudio como lo es Roll Forming tendría ahora una utilización de un 85%, lo cual representa un margen de mejora de 28% con respecto al proceso que actualmente se lleva a cabo en la planta, que consta de un 57%. Es evidente que las mejoras aplicadas son de efecto inmediato y que pueden ser beneficiosas para la empresa en cuanto a su aplicación.

Fase IV. Evaluación de la factibilidad del plan diseñado

En esta fase se realizará una evaluación económica, técnica, operativa, social y ambiental de las propuesta de mejora realizada en la fase anterior, valorándose los costos de inversión que se requieren para poner en marcha el plan de mejoras, seguidamente por medio de la relación costo-beneficio se puede justificar dicha inversión en función a los beneficios que traerá la aplicación de la propuesta.

4.4.1. Factibilidad técnica del plan diseñado

En esta evaluación técnica se debe iniciar con un presupuesto, indicando así todos los costos de los equipos o componentes en los cuales la empresa debe incurrir para aplicar la mejora.

A continuación se presenta una tabla con el costo de cada uno de los elementos que se proponen reemplazar para llevar a cabo la mejora.

Tabla 6. Costos relacionados al equipo

Descripción	Cantidad (unidades)	Costo unitario (USD \$)
Cizalla para corte MK Brand Roll Forming	1	2500 \$
Sensor encoder MK Brand Roll Forming	2	200 \$
Costo importación	1	500 \$
Costo de instalación	1	500 \$
Total		3900 \$

Autores: Barboza N y Pinto F (2019).

En relación a la tabla anterior se muestra el costo total de la adquisición de los elementos necesarios para la mejora de la máquina de Roll Forming, para esto se debe invertir en una nueva cizalla de corte automático con un coste de 2500 \$ USD, además de dos (2) sensores encoder con un costo unitario de 200 \$ USD, para un monto de 400 \$ USD, por último se tiene un costo adicional por concepto de importación de 500 \$ USD y 500 \$ USD adicionales por instalación de los elementos a la máquina. La inversión asciende a un total de 3900 \$ USD.

En el mismo orden de ideas, es de notar la variación que se produciría al aplicar la

mejora como ya se ha demostrado por medio de simulaciones en la fase anterior de la actual investigación, debido a que el proceso sería continuo, más eficiente, y con menos retrabajos. Todo esto se traduce en menos retrasos y evidentemente en menos costos adicionales no planificados, lo cual resultaría positivo para el proceso productivo de la empresa.

4.4.2. Factibilidad operativa del plan diseñado

En el estudio de la factibilidad operativa de la propuesta se debe tener en consideración la disponibilidad de mano de obra que posee la empresa, en este caso se toma como base a veinte (6) operadores, repartidos en las distintas etapas del proceso de Roll Forming.

En función a la mejora propuesta, el programa TPM busca la preparación técnica del personal relacionado al proceso, es por ello que en este caso se hace mención a los costos asociados al programa de capacitación. Uno de los institutos que ofrecen formación en mantenimiento de equipos en la zona es Fundametal, en este instituto técnico el curso de formación tiene un costo de inversión de 50 \$ USD por operario. En este caso cada operario será formado en las áreas de detección de fallas, clasificación de las fallas, mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, además de elaboración de informes de mantenimiento y fallas. A continuación se presenta una tabla en la cual se muestran los costos relacionados a este plan de adiestramiento para operadores.

Tabla 7. Costos de formación técnica de operadores

Descripción	Cantidad	Costo unitario \$ USD
Curso para Operadores Roll Forming	6	50 \$
Transporte operarios y alimentación durante cursos	8	10\$
TOTAL		380 \$

En la tabla anteriormente expuesta, se muestran los costos asociados a la capacitación del personal relacionado con el área de Roll Forming, en total se les brindará capacitación a seis (6) operarios, con el fin de suministrar los conocimientos técnicos necesarios para la realización de actividades relacionadas al mantenimiento del equipo, prevención y corrección de fallas. Se hace referencia a curso de formación técnica por un costo de 50 \$ USD por cada operario, el monto de este servicio llegaría a 300 \$ USD, por otra parte se tiene el costo del transporte y alimentación del personal a lo largo de su curso, fijado en 10 \$ USD por persona, el cual consta de un estimado de dos (2) meses u ocho (8) semanas, con una frecuencia de una sesión semanal, para un monto de 80 \$ USD, en total la empresa requiere de 380 \$ USD para la aplicación de esta preparación técnica a su personal.

Con relación a lo anterior, esto traería consigo beneficios directos a este grupo de operadores, ya que disminuirían los procesos correctivos prolongados, paradas no programadas por mantenimiento, pérdida de tiempo productivo, incrementando así la operatividad de la estación de trabajo y mitigando la fatiga de los empleados.

4.4.3. Factibilidad social del plan diseñado

Las empresas directa e indirectamente cumplen con ciertos compromisos relacionados a la sociedad, en este caso se relaciona el plan de mejoras con la factibilidad en el ámbito social. Es importante resaltar en esta oportunidad la influencia o impacto que puede tener el plan a la sociedad, iniciando por los mismos empleados, éstos se verían beneficiados por mejores procesos dentro de su área, con un mejor método de trabajo lo cual trae consigo una disminución de la fatiga. Evidentemente optan por una formación de mayor nivel técnico, esto se traduce en beneficios para su crecimiento profesional y su experiencia laboral.

En el mismo orden de ideas, se debe mencionar la parte del bienestar social, y seguridad laboral que se le presta a este grupo de empleados, los cuales pasarán a ser mano de obra calificada para la empresa, esto los llevaría a una promoción o al menos a un incremento de sus beneficios económicos y prestaciones por el cumplimiento de su labor. Por otra parte se generan beneficios indirectos, derivados de la utilización de servicios de otras empresas, como el caso del o los institutos encargados de la formación del personal, éstos estarían generando

ingresos por sus servicios prestados, lo que se traduce en beneficios para los facilitadores o guías en las sesiones de aprendizaje y sus colaboradores.

Adicionalmente también se debe mencionar a la empresa especialista o especialistas técnicos independientes, encargados de la instalación de los nuevos componentes de la máquina de Roll Forming, también serían beneficiados por parte de la empresa Rubik Assembly C.A. por la prestación de sus servicios. En resumen la propuesta tiene un alcance importante en cuanto los beneficios derivados a su aplicación en la empresa, es evidente que el impacto sería positivo para todas las partes.

4.4.4. Factibilidad ambiental del plan diseñado

Siguiendo el estudio de la factibilidad de la propuesta, se debe mencionar el alcance en cuanto a beneficios ambientales se refiere, es este enfoque se pueden conseguir muchas áreas relacionadas a mejorías ambientales, tanto fuera como dentro de las instalaciones en estudio, que en esta oportunidad se hará referencia a la planta de producción de la empresa Rubik Assembly C.A., así como el medio en donde ésta de desenvuelve.

En concordancia con lo anteriormente dicho, se tiene inicialmente un área de producción bien definida como lo es la estación de Roll Forming, en este caso la mejora trata de corregir los problemas no solo de la máquina, sino también las posibles fuentes de contaminación que pueden incidir en el proceso. Es importante hacer referencia a las fases del plan de mejoras sustentado en la técnica TPM, en donde se describe la identificación de sucio, polvo, agentes externos contaminantes al equipo, con el propósito de saber cuáles son sus principales fuentes y así poder erradicarlas, con el fin de evitar en lo posible de que se vuelva a contaminar el equipo y sus alrededores, es por ello que el plan de mejoras tendría un impacto sumamente positivo en el medio en donde el proceso a mejorar se desarrolla, maximizando la limpieza y orden de las áreas adyacentes al equipo de Roll Forming.

Dando continuación a la idea, se promueve también la mejora de la máquina en relación a disminuir etapas del proceso de producción, como es el caso de la estación de Retrabajos, en donde actualmente se están usando múltiples materiales,

insumos y consumibles que generan muchos más desperdicios, lo que se puede traducir en más contaminación del área, mas desechos sólidos derivados del esmerilado, troquelado, corte, entre otros procesos, y también más emisiones a la atmosfera producto del oxicorte y soldadura. El impacto del plan de mejoras en función al medio ambiente tendría efectos positivos inmediatos en su preservación, tanto internamente en la planta, como fuera de ella por la disminución de desperdicios, esto evidentemente resulta beneficioso para la empresa en el logro de sus objetivos organizacionales, y a su vez también cumpliría con una mejor gestión ambiental.

4.4.5. Factibilidad económica del plan diseñado

Siguiendo con el desarrollo del estudio de factibilidad del proyecto, se puede medir la utilidad bruta de la empresa concebida solo con la producción de sus racks. Se puede afirmar entonces que las 360 unidades que totalizan las unidades fabricadas, representan el neto de la producción, también podemos agregar que si se desea calcular el ingreso neto, puede venir dada de la siguiente forma:

$$\cdot \quad 360 \text{ racks} \times 700 \text{ \$ USD} = \mathbf{252.000 \text{ \$ USD}}$$

Este monto de 252.000 \$ USD, permite identificar el ingreso total de la empresa en relación a su producción. Es evidente que al haber oportunidades de mejora en los procesos, se puede hablar también que al aplicar dichas mejoras puede haber también un incremento de las ganancias, por otra parte se puede interpretar como la existencia de posibles factores contraproducentes para la empresa, los cuales pueden provocar pérdidas económicas.

En función a lo anteriormente mencionado, se debe hablar de los costos asociados a los retrabajos, es importante señalar que dicha estación fue creada como contingencia por las piezas fuera de especificación de diseño derivadas del Roll Forming, esto acarrea gastos fuera de planificación. El cálculo se hace con la base de 147 días laborables en siete (7) meses, se toma en cuenta el total de días de manufactura por ser una estación de contingencia, la cual no debería definida dentro del proceso de producción. A continuación se describen los más relevantes.

Tabla 8. Costos de materiales adicionales usados en planta

Materiales	Cantidad	Costo unitario (\$ USD)	Total (\$ USD)
Disco de corte tronadora 14"	147 unidades	4 \$	588 \$
Discos de desbaste de esmeril 7"	441 unidades	2 \$	882 \$
Electrodos 6013 3/32	147 Kg	5 \$/kg	735 \$
Bombonas oxígeno para corte	28 unidades	15\$/recarga	420 \$
Bombonas acetileno para corte	28 unidades	20\$/recarga	560 \$
Total			3185 \$

Fuente: Rubik Assembly C.A. (2018)

Según los cálculos anteriormente expuestos en la tabla, vemos como se reparten los costos de materiales usados en la producción de racks industriales, en el área de retrabajos. Se evidencia como los materiales y consumibles tiene incidencia en los costos operativos del proceso, en este caso son materiales relacionados al rellenado de las perforaciones con soldadura (electrodos), corte de piezas fuera de especificación (disco de tronadora), esmerilado de exceso de soldadura en perforaciones (disco de esmerilado), bombonas de oxígeno y acetileno para oxicorte. Este costo total equivalente a 3185 \$ USD no está estipulado en la planificación inicial del proyecto.

Posteriormente se hace el cálculo de los gastos relacionados a la mano de obra durante el tiempo adicional que se tomó para la culminación de la producción de racks para el proyecto de Almacenadora Torgus 2016 C.A., en esta oportunidad se debe fijar el diferencial de tiempo como base para el cálculo, ya que ese tiempo no estaba destinado para tal fin en la planificación inicial. Recordando que se tiene un

sobre tiempo de 4 meses, se tiene un costo fijo mensual de 5000 \$ USD en mano de obra y gastos relacionados a prestaciones, transporte y alimentación para 20 trabajadores, se puede estimar el cálculo de la siguiente manera:

- $4 \text{ meses} \times 5000 \text{ \$ USD} = \mathbf{20.000 \text{ \$ USD}}$

Continuando con la idea, se tiene un costo adicional no presupuestado por la empresa, relacionado directamente con la fabricación de los racks, en este caso se deben mencionar los costos asociados a retrabajos durante la instalación de los racks industriales de la empresa Rubik Assembly C.A. en las instalaciones de la empresa Almacenadora Torgus C.A. A continuación se muestra una tabla con los costos de materiales, consumibles, y herramientas, con el fin de hallar el costo relacionado a la adquisición y utilización de los mismos.

Tabla 9. Costos materiales y herramientas en instalación de racks

Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD \$)	Monto (USD \$)
Taladro percutor 3/8"	4	100 \$	400 \$
Brocas P/metal	336	2 \$	672 \$
Esmeril de banco	1	150 \$	150 \$
TOTAL			1.222 \$

Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

En la tabla anterior se puede ver reflejado el cálculo de los costos de algunos materiales y herramientas necesarias para la instalación de los racks, este cálculo se hace desde la premisa de la relación que guardan las piezas fuera de especificación con la adecuación al entorno en donde estos racks serán instalados. Sin los problemas existentes dentro de la línea y los defectos sobre las piezas derivados de ella, se pudieron haber disminuido o quizá eliminado estos costos no planificados

por la empresa al momento de proyectar la producción.

En función a los gastos no estipulados obtenidos en esta fase de la investigación, se deben totalizar en una tabla, a continuación se muestran los costos totales no estimados en la planificación original de la empresa.

Tabla 10. Costos totales no planificados

Descripción	Costo total (\$ USD)
Materiales adicionales para cumplir con especificaciones por medio de retrabajos	3.185 \$
Materiales y herramientas adicionales usadas para retrabajos en instalación	1.222 \$
Prolongación del contrato de mano de obra por incumplimiento de planificación	20.000 \$
Total	24.407 \$

Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

Los costos de aplicación de las fases del TPM, como plan de mejora se expresan en función a la siguiente tabla.

Tabla 11. Costo total de inversión del plan diseñado

Descripción	Costo total (\$ USD)
Cambio de sensores encoder de la máquina de Roll Forming	400 \$
Cambio de Cizalla automática de la máquina Roll Forming	2500 \$
Costo de importación de los componentes para la máquina Roll Forming	500 \$
Costo de instalación (servicio técnico) de los componentes a la máquina de Roll Forming	500 \$

Formación técnica del personal del área de Roll Forming	380 \$
Total	4280 \$

Fuente: Barboza N y Pinto F (2019).

4.4.5.1. Relación Costo-Beneficio

Ya conociendo los costos totales no presupuestados por la empresa y los costos de la implementación del plan de mejoras, se puede hacer la relación de costo-beneficio, la cual viene dada de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{24.407}{4.280} = 5.70$$

En función al resultado obtenido en la relación de costo-beneficio, se debería tomar en cuenta la propuesta, ya que el indicador de retorno está por encima de uno (>1), lo cual lo hace un proyecto factible en términos económicos. El resultado es específicamente de 5.70, lo cual indica que por cada dólar invertido en la gestión de mejoras la tasa de retorno en será de 5,70 \$ USD en forma de ahorros. Esto es sumamente beneficioso para la empresa en miras a mejorar sus procesos y mitigar los costos operativos no planificados relacionados a sus procesos de producción.

Partiendo desde el ingreso bruto obtenido por la empresa Rubik Assembly C.A. calculado en 252.000 \$ USD, se puede establecer una relación porcentual con los gastos fuera de planificación, calculados en 24.407 \$ USD, los cuales representan el 9,68% del total del ingreso. Es evidente que al no tener planificación alguna de estos costos generados por defectos, se pueden definir como pérdidas económicas para el proyecto de producción de la empresa.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo especial de grado, se logró, mediante las herramientas de ingeniería industrial implementar un plan de mejora para la reducción de los tiempos excesivos de manufactura de la línea de producción de racks industriales de la empresa Rubik Assembly C.A., con la finalidad de alcanzar la mejora en la productividad, reducir los problemas piezas no conformes, mejoras en el proceso, un ambiente de trabajo más cómodo y reducir los costos operativos. Todo esto se llevó a cabo mediante un diagnóstico de la situación del proceso, análisis de fallas encontradas y de esta manera se logró diseñar un plan de mejora para mejorar las condiciones actuales.

- Durante la fase I se logró diagnosticar la situación actual de la línea de fabricación de racks industriales de la empresa Rubik Assembly C.A., mediante técnicas de recolección de información tales como entrevistas no estructuradas, revisión documental y observaciones directas, las cuales permitieron detectar las principales debilidades del proceso, tales como fallas en el área de Roll Forming, equipos fuera de funcionamiento eficiente, retrabajos derivados de fallas en la máquina de roll forming, entre otras; esto causa grandes pérdidas de tiempo y a su vez generan una disminución de la productividad en el proceso.
- En la fase II, se analizaron de las debilidades encontradas en la fase anterior que generan los retrasos de la línea de producción de racks industriales, mediante técnicas de priorización de fallas, diagrama de Pareto, matriz causa y efecto, diagramas de Ishikawa, simulación virtual de la línea por medio de Flexsim, entre otras; se logró detectar que las principales fallas del proceso son: Perforaciones inestables, recalentamiento del motor de la máquina de Roll Forming, cizalla automática de máquina roll forming no operativa, las demás debilidades fueron encontradas alrededor del entorno que involucra el proceso productivo de la línea, causantes gran parte de la generación de retrasos, tales como, temperatura de las tinas no uniforme,

temperatura de los hornos no uniformes, mal manejo de materiales, entre otras.

- En cuanto a la fase III, luego de realizar un análisis exhaustivo de las principales debilidades del proceso, se logró diseñar un plan de mejoras que conduzca a la disminución de fallas en la línea de producción que generan los retrasos en el proceso, basado en el análisis realizado. Las propuestas son las siguientes:
- Implementar la técnica de TPM en el equipo de Roll Forming, con el fin de dar mantenimiento correctivo al equipo, seguidamente se plantea un plan de mantenimiento preventivo, el cual va desde el orden y limpieza de la zona de trabajo, hasta el adiestramiento del personal para la detección y corrección de fallas, para poder realizar mantenimiento autónomo del equipo de Roll Forming.
- Seguidamente se hace una propuesta en relación a la redistribución de la planta, con el fin de reducir los desplazamientos internos de operadores y materiales, materia prima, equipos, herramientas, todo esto evidentemente en busca de reducir los tiempos de manufactura de la línea de producción.
- En la fase IV, se logró evaluar la relación costo-beneficio que genera el plan de mejoras diseñado, la propuesta planteada de TPM presenta costos asociados al estudio, resaltando que los montos facilitados por la empresa fueron los montos aproximados debido a las políticas de empresa. El resultado obtenido fue que se tendría un retorno de 5,42 \$ USD por cada dólar invertido.

Es relevante para la investigación mencionar que luego del estudio, diagnóstico y análisis de las debilidades encontradas en la línea de producción de racks, se logró llegar a soluciones operativas viables para su aplicación, en relación al proceso más crítico de la producción como lo es Roll Forming, se logró incrementar el índice de utilización de la máquina de un 57% a un 85%. También es importante indicar que para que la propuesta de mejora tenga un impacto más amplio, se deben aplicar ambas propuestas de mejora.

RECOMENDACIONES

Una vez realizadas las conclusiones, se presentan una serie de recomendaciones que se desarrollan a continuación:

- Se recomienda tomar en cuenta las propuestas anteriormente planteadas, previamente haciendo sus respectivos análisis y aprobación de parte de la gerencia de la empresa.
- Se recomienda la aplicación de difusores de energía calórica en las tinas de pretratamiento de superficies, con el fin de que el trabajo químico se haga de manera adecuada en las piezas a tratar.
- Se recomienda usar difusores de energía calórica dentro de los hornos de acabado de pintura, con el fin de repartir el calor de manera uniforme, para que las piezas tengan un acabado adecuado.
- Se recomienda el uso de manipuladores neumáticos en áreas en donde los materiales tengan pesos importantes, temperaturas elevadas o superficies poco aptas para el manejo manual.
- Se recomienda el acondicionamiento del área de pretratamiento de superficies, en relación a la modernización de las tinas y el replanteamiento de las vías más seguras de tránsito de los operarios en dicha área.
- Realizar un proyecto de redistribución del almacén que garantice la entrada y salida adecuada de los materiales, pudiendo así cumplir con un correcto FIFO. En donde, la ubicación de los materiales sea por categorías y de ser posible, separar el almacén de materia prima con el de producto terminado.
- Se recomienda realizar capacitaciones periódicas al personal, relacionados a cada área y proceso de la planta de producción de Rubik Assembly C.A.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, (2009). **“La mejora continua. Network de Psicología Organizacional”**. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.
- Arias, (2006). **“El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica”**. 5ta Ed. Epistemes. Caracas, Venezuela.
- Alvarado, E. (2011), presentó: **“Propuesta metodológica para la reducción de desperdicios de la empresa US Technologies”**, para obtener el grado de maestría en Ingeniería Industrial. Instituto Politécnico Nacional del DF. México.
- Arreaza, A (2012). **“Calidad y mejora continua”**. 3ra edición. Editorial Donostiarra, SA.
- Baute y Hernandez (2014), en su trabajo titulado: **“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.”**, para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad José Antonio Páez.
- Betancourt, D.F. (2017). En su artículo titulado: **“Diagrama SIPOC: Que es, para que sirve y como se hace”**. Documento en línea, Ingenio Empresa: www.ingenioempresa.com/diagrama-sipoc.
- Camisón, Cruz y González (2006). En su libro titulado: **“Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas”**. 1ra edición. Editorial Pearson Education S.A.
- Gil, J. (2012), en su trabajo titulado: **“Propuesta de un plan de mejoras para la disminución de los desperdicios generados en el proceso productivo de**

variables de filtros combinados en la empresa Cigarrera Bigott planta Valencia”, para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad José Antonio Páez.

Gómez, Ezequiel y Félix Rachadell (2008). **“Manejo de materiales”**. Valencia: Universidad de Carabobo. Escuela de Ingeniería Industrial. Departamento de Ingeniería de Métodos.

Hardcastle. (2018). **“Análisis y mejora de la línea de producción de silicatos de Malpica mediante flexsim”**. Universidad del país Vasco.

Hernández, J. (2013). **“Lean manufacturing, conceptos, técnicas e implantación”**. Ediciones EOI. España.

Hernández, R (2010). **“Logística de almacenes”**. Editorial Cuba educa. Primera edición.

Huapaya y Pinto (2018) **“Proyecto de mejora de los procesos de diseño y producción de un rack selectivo en una empresa del rubro metalmecánico”**. Universidad Peruana de ciencias Aplicadas.

Maneiro, N y Mejías (2010). **“Estadística para Ingeniería”**. Universidad de Carabobo. Escuela de ingeniería Industrial. Primera edición.

Mazaaki Imai (2001).**“Kaizen, la clave de la ventaja competitiva Japonesa”**. Editorial Continental. Décima tercera edición. México.

La Torre (2007). **“Investigación Educativa: Fundamentos y Metodología”**. México. Editorial Paidós.

Liendo, R. (2013), en su trabajo titulado: **“Proponer plan de mejora para la reducción de pérdida de fosfato en el área de fabricación de crema de**

Colgate- Palmolive Venezuela C.A.”, para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad José Antonio Páez.

López, (2012): "**Estimulación en CUC y productividad. Una aproximación desde la evaluación de políticas**", en International Conference in Economics and Management, ICEM 2012.

Ludewig, C. (2014), **Universo y Muestra**. Documento en línea, disponible en: <http://www.smo.edu.mx./colegiado/apoyos/muestreo.pdf>

Rivero, E (2011), en su trabajo de pasantías titulado **“Propuesta de Mejora para la disminución del desperdicio de materia prima en el proceso de corrugado para la elaboración de cajas de cartón en la Planta Smurfit Kappa Cartón de Venezuela S.A”**, para optar por el título de Ingeniero Industrial de la Universidad José Antonio Páez.

Sabino (2002). **“El Proceso de Investigación”**. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela.

Sánchez J (2010), **“Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad”**. Ediciones Díaz de santos. Primera edición. España.

Pardinas, F. (2002). **“Metodología y técnicas de investigación en ciencia sociales”**. México. Editorial Siglo XXI.

Universidad José Antonio Páez (2007), **“Normas para la elaboración y presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajo de Grado”**.

Universidad Pedagógica y Experimental Libertador (2006), **“Manual de Trabajo de Grado de Especialización en Maestría y tesis Doctorales”**.