



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
CESTAS METÁLICAS EN LA EMPRESA
RUBIK ASSEMBLY C.A. EDO. CARABOBO.**

Autores: Diana Ostos
C.I:24.293.268
Elys Trujillo
C.I:20.266.739

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**

**DISEÑO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE
CESTAS METÁLICAS EN LA EMPRESA
RUBIK ASSEMBLY C.A. EDO. CARABOBO**

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

Autores: Diana Ostos
C.I:24.293.268
Elys Trujillo
C.I:20.266.739
Tutor: Argenis Ceballos
C.I: 16.241.538

San Diego, Febrero de 2020



FI-L-016-2019-3CR (TG)

Valencia, 09 de diciembre de 2019

Ciudadanos:
Ostos O, Diana K
24.293.268
Trujillo H, Elys S
20.266.739
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 04-2019 de fecha 10-09-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **DISEÑO DE LÍNEA DE PRODUCCION DE CESTAS METÁLICAS EN LA EMPRESA RUBIK ASSEMBLY C.A EDO. CARABOBO**, presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Argenis Ceballos C.I: 16.241.538 como Tutor Académico que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Luis Lira

Decano de la Facultad de Ingeniería



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

L/a.a.

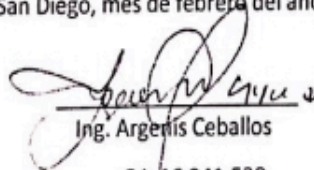


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Argenis Ceballos portador de la cédula de identidad N° 16.241.534, en mi carácter de tutor hace constar que he leído el proyecto de trabajo de grado presentado por los ciudadanos Ostos O. Diana K. y Trujillo H. Elys S. portadores de la cédula de identidad N° 24.293.268 Y N° 20.266.739, titulado **DISEÑO DE LINEA DE PRODUCCIÓN DE CESTAS MÉTALICAS EN LA EMPRESA RUBIK ASSEMBLY C.A.** presentando como requisito 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, mes de febrero del año dos mil veinte.


Ing. Argenis Ceballos

C.I.:16.241.538.

DEDICATORIA

Toda la dedicación y el amor con el que hicimos este trabajo están dedicados a Dios, nuestro fiel acompañante en nuestros buenos momentos y nuestra fuerza en los no tan buenos.

A nuestros padres Elicio Trujillo, Mirian Herrero, Edgar Ostos y Blanca Olivero, por siempre estar presente, apoyarnos y cuidarnos en la cercanía y en la distancia, sin ellos esta meta hubiese sido imposible de alcanzar, son nuestro motor y nuestras ganas de ser cada día mejores personas.

A cada uno de nuestros familiares que hicieron esto posible Benilde Mendoza, Griselda Herrero, Rurry, Zaida Ostos y a todos aquellos que estuvieron ahí en toda nuestra carrera creyendo en nosotros.

Nuestro tutor Argenis Ceballos, un ejemplo de superación, de excelencia y de constancia, mil gracias por demostrarnos que siempre tenemos algo más que dar, a Alexis Ceballos por su apoyo en nuestro proyecto, su paciencia e inteligencia.

Nuestras madrinas de promoción, Nelly Niño y Ana Avendaño por su infinita dedicación, paciencia y devoción por la universidad y por sus alumnos.

Gracias a todos nuestros amigos y compañeros, que formaron parte de nuestro camino, haciendo más llevadero, gracias por todo el cariño y por todas las experiencias vividas y las que faltan por vivir.

Atentamente: Ostos Diana y Elys Trujillo.

Mil Gracias.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pp.
INDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE GRAFICOS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
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.....	7
1.5 Alcance.....	8
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	9
2.1.1 Investigaciones internacionales.....	9
2.1.2 Investigaciones nacionales.....	10
2.2 Bases Teóricas.....	12
2.2.1 Estudio técnico.....	13
2.2.2 Ingeniería de métodos.....	15
2.2.3 Línea de producción.....	17
2.2.4 Diagrama de flujo (Flow Chart).....	18
2.2.5 Justo a Tiempo (JIT).....	19
2.2.6 Balance de línea.....	20
2.2.7 Estudio de Tiempos.....	20
2.2.8 Distribución de Planta(Layout).....	21
2.2.9 Métodos de almacenamiento.....	22
2.2.10 Lean manufacturing.....	22
2.2.11 FlexSim.....	23
2.2.12 Los 7+1 desperdicio.....	25
2.2.13 Diagrama de recorrido.....	26
2.2.14 Teoría de las restricciones (TOC)	27
2.2.15 Capacidad productiva.....	28

2.3	Bases Legales.....	28
2.4	Definición de términos básicos.....	32
III MARCO METODOLÓGICO		
3.1	Tipo de la investigación.....	36
3.2	Diseño de la investigación.....	36
3.3	Nivel de la investigación.....	37
3.4	Población y muestra.....	38
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	39
3.5.1	Técnica de recolección de información.....	39
3.5.1.1	Observación directa.....	40
3.5.1.2	Entrevista no estructurada	40
3.5.1.3	Revisión documental.....	41
3.5.2	Instrumentación de recolección de datos.....	41
3.5.2.1	Checklist.....	41
3.6	Técnica de análisis de datos.....	42
3.6.1	Diagrama de Ishikawa.....	42
3.6.2	Diagrama de Pareto.....	43
3.6.3	Matriz FODA.....	44
3.7	Fases de la investigación.....	44
IV RESULTADOS		
4.1	Fase I Diagnostico de la situación actual.....	47
4.1.1	Generalidades de la empresa Rubik Assembly C.A.....	47
4.1.2	Descripción de equipo, maquinaria y herramientas necesarias para el proceso productivo.....	50
4.1.3	Productos que ofrece Rubik Assembly C.A.....	52
4.1.4	Descripción de la línea de producción.....	54
4.1.5	Revisión documental de producciones anteriores.....	62
4.1.6	Resultados de la entrevista no estructurada.....	64
4.1.5	Diagnostico de los espacios físicos en la empresa.....	66
4.2	Fase II Análisis de las variables obtenidas en el diagnostico.....	71
4.2.1	Diagrama causa y efecto como herramienta de análisis del diagnóstico de la empresa.....	71
4.2.1.1	Valoración del impacto de las causas del diagrama de Ishikawa de la empresa.....	74
4.2.2	Causas principales de la población ineficiente de cestas metálicas de almacenamiento	77
4.2.2.1	Distribución ineficiente de la planta.....	77
4.2.2.2	Medidas de las piscinas de tratamiento por inmersión.....	84
4.2.2.3	Manchas de Hollín.....	87
4.2.3	Análisis global de la situación actual de la empresa Rubik Assembly C.A. a través de la matriz FODA.....	89

4.3	Fase III Diseño de la línea de producción de cestas metálicas de almacenajes en base a los requerimientos establecidos.....	91
4.3.1	El producto: cestas metálicas industriales de almacenamiento	91
4.3.1.1	Tiempo de producción bajo la capacidad actual de la planta...	113
4.3.1.2	Simulación de la producción de cestas metálicas bajo las condiciones actuales, mediante el uso del simulador de eventos discretos Flexsim.....	119
4.3.2	Propuesta para mejorar la capacidad productiva de la empresa Rubik Assembly C.A.....	120
4.3.2.1	Adaptación del sistema de resistencias para el horno de pintura	121
4.3.2.2	Plan de mantenimiento correctivo.....	122
4.3.2.3	Propuesta del uso eficiente del uso de monorraíl.....	123
4.3.2.4	Propuesta de un nuevo Layout de la planta Rubik Assembly C.A.....	126
4.3.3	Otros aspectos importantes del diseño de la línea de cestas metálicas.	
4.4	Fase IV Realización de un estudio económico, técnico, social y ambiental de la propuesta realizada.....	143
4.4.1	Factibilidad ambiental.....	143
4.4.2	Factibilidad técnica.....	144
4.4.3	Factibilidad Operativa.....	145
4.4.4	Factibilidad social.....	145
4.4.5	Evaluación económica del proyecto.....	145
4.4.5.1	Análisis de precio unitario (APU).....	146
4.4.5.2	Costos de inversión inicial del proyecto.....	147
4.4.5.3	Relación beneficio-costos.....	151
4.4.5.4	Tiempo de retorno de la inversión.....	152
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
	Conclusiones.....	153
	Recomendaciones.....	155
 REFERENCIAS.....		
ANEXOS		
A	Grafico de movimientos de valor y no valor añadido.....	162
B	Ficha técnica del electrodo E7018.....	164
C	Hoja de vida de maquina.....	166
D	Diseño propuesto de cesta plegable.....	168
E	Señalización.....	170
E.1	Área de seguridad.....	171
E.2	Áreas de primeros auxilios.....	172
E.3	Áreas comunes.....	172

E.4 Áreas de evacuación.....	173
E.5 Áreas de producción y procesos.....	173
F Especificaciones técnicas de la pintura en polvo electroestática.....	174

INDICE DE CUADROS

CUADROS		Pp
1	Identidad de la empresa Rubik Assembly C.A. Rubik Assembly (2020)..	47
2	Matriz FODA de la situación actual de la empresa Rubik Assembly C.A. Ostos D y Trujillo (2020).....	90
3	Cuadro comparativo del prototipo actual con el prototipo propuesto.....	96
4	Maquinas que ameritan reparaciones.....	123
5	Condiciones generales.....	142
6	Herramientas por estación para la producción de cestas industriales....	143

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pp
1 Presupuesto de cestas plegables (1000x1200x1200) mm. Ostos D y Trujillo E. (2020).....	
2 Partes que conforman un estudio técnico. Baca (2010).....	13
3 Objetivos del estudio de métodos. Ostos y Trujillo (2020).....	15
4 Usos de ingeniería de métodos.....	
5 Modelo de ejecución de procesos en Flexsim. Díaz. A. (2016).....	
6 Organigrama de Rubik Assembly C.A.(2020).....	48
7 Layout de la planta productiva de Rubik Assembly C.A. (2020).....	49
8 Productos para procesos industriales. Rubik Assembly C.A. (2020).....	52
9 Productos de almacenamiento de cargas. Rubik Assembly C.A. (2020).....	53
10 Área del Roll Forming de la planta de Rubik Assembly C.A Ostos D y Trujillo(2020).....	54
11 Proceso de Soldadura, Troquelado y Corte de la planta Rubik Assembly C.A. Ostos D y Trujillo E (2020).....	55
12 Maquinaria y Equipos usados en el área de deformación de la planta Rubik Assembly C.A. (2020).....	56
13 Mesones de Ensamble de la planta Rubik Assembly C.A Ostos D y Trujillo E (2020).....	56
14 Batea de pre limpieza. Ostos D y Trujillo E (2020).....	57
15 Piscinas de Tratamiento por inmersión. Ostos D y Trujillo E (2020).....	58
16 Ducto Expulsor de Aire Caliente. Ostos D y Trujillo E (2020).....	58
17 Cabina de Pintura y compresor General elctric 5Hp.....	59
18 Horno a Diesel. Ostos D y Trujillo E (2020).....	60
19 Empaque de traviesas. Ostos D y Trujillo E (2020).....	60
20 Diagrama de flujo del proceso de Racks. Ostos D y Trujillo E(2020).....	62
21 Plano de fabricación de prototipo de cesta actual. Rubik Assembly C.A. (2020).....	63
22 Partes que conforman al prototipo de cesta actual. Rubik Assembly C.A. (2020).....	64
23 Diagrama de Ishikawa aplicado a la planta de Rubik Assembly C.A. Ostos D y Trujillo E (2020).....	73
24 Layout de la planta Rubik Assembly C.A.).....	74
25 FlowChart del proceso de fabricación del Prototipo Actual de Cesta. Ostos D y Trujillo E (2020).....	79
26 Diagrama de Recorrido del Proceso de fabricación de cestas Ostos D y Trujillo E (2020)	81
27 Piscina de Tratamiento de superficies de acero. Ostos D y Trujillo E (2020).....	85
28 Prototipo actual de la Cesta presentado en la piscina de tratamiento.	

	Ostos D y Trujillo E (2020).....	86
29	Horno de Curado de la empresa Rubik Assembly C.A. Ostos D y Trujillo E (2020).....	88
30	Bosquejo del diseño propuesto.Ostos D y Trujillo E (2020).....	92
31	Prototipo propuesto de Cesta Metálica Rubik Assembly C.A (2020).....	93
32	Explosión del prototipo propuesto Rubik Assembly C.A (2020).....	94
33	FlowChart de Cesta metálica industrial.Ostos D Trujillo E (2020).....	97
34	Ficha técnica cizalla industrial QC 2K-8x2500 marca Aluke. Ostos D y Trujillo E(2020).....	102
35	Ficha técnica Tronzadora GCO 2000 marca Bosch. Ostos D y Trujillo E (2020).....	103
36	Ficha técnica Tronzadora D28700-B3 marca DeWALT. Ostos D y Trujillo E (2020).....	104
37	Ficha técnica oxicorte. Ostos D y Trujillo E (2020).....	104
38	Ficha técnica esmeril angular GWS 6-115 marca Bosch. Ostos D y Trujillo E (2020).....	105
39	Ficha técnica Taladro de banco Drilling 30H marca Atouan. Ostos D y Trujillo E (2020).....	105
40	Ficha técnica Maquina de soldar sot-300/250X marca Truper. Ostos D y Trujillo E(2020).....	106
41	Ficha técnica Maquina de soldar MI 250 L CA/CD marca Miller. Ostos D y Trujillo (2020).....	106
42	Ficha técnica máquina de pintura marca KCI-301.Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).....	107
43	Diagrama de operaciones de cestas metálicas.....	109
44	Resumen del diagrama de operaciones de cestas metálicas.....	110
45	Plan de producción de Racks industrial	112
46	Diagraman de precedencia de actividades en la estación de mecanizado.....	115
47	Estadística actual de los operarios por Flexsim.....	119
48	Plataforma propuesta como herramienta para el proceso de inmersión.....	124
49	Layout actual de la empresa Rubik Assembly C.A.....	128
50	Layout propuesto de la empresa Rubik Assembly C.A.....	129
51	Diagrama de recorrido del Layout propuesto.....	130
52	Relación inmediata de los beneficios de las propuestas de las estaciones ...	133
53	Diagrama de precedencia de la estación de mecanizado.....	135
54	Sistema de mejora continua “5FS”.....	138
55	Checklist basado en los 7 desperdicios de Lean manufacturing.....	141

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICOS

1	Porcentaje de consumo de cestas metálicas por Industria. Rubik Assembly C.A.,(2020).....	6
2	Demanda anual de cestas metálicas. Rubik Assembly C.A., 2020.....	7
3	Diagrama de Pareto de las causas encontradas en producciones anteriores de la empresa Rubik Assembly C.A. Ostos D y Trujillo E (2020).....	76
4	Grafica de recorrido del prototipo actual de Cesta. Ostos D y Trujillo E (2020).....	82

INDICE DE TABLAS

TABLAS	Pp
1 Descripción de los equipos, maquinaria y herramientas (2020).....	50
2 Tiempos estándares. Ostos y Trujillo 2020	61
3 Tiempos estándares y procesos en la planta. Ostos D y Trujillo E (2020).....	65
4 Límites permisibles al calor en °C. Normas COVENIN (1995).....	68
5 Límites umbrales de Exposición para Ruido en dBA. Normas COVENIN (1995).....	69
6 CheckList de la condición actual de la planta Rubik Assembly C.A. Ostos D y Trujillo E (2020).....	70
7 Frecuencia de las causas encontradas en el diagramas de Ishikawa	74
8 Matriz de frecuencia de las causas de mayor impacto	75
9 Tiempos de recorridos entre estaciones. Ostos D y Trujillo E (2020).	83
10 Resumen Técnico de Cestas metálicas industriales Ostos D y Trujillo E (2020).....	95
11 Tiempo estándares por estaciones bajo la situación actual.....	114
12 Tiempo de producción del nuevo prototipo en condiciones actuales de capacidad de procesamiento por estación.....	117
13 Resumen del parámetro de la producción actual.....	120
14 Materiales necesarios para el sistema de resistencias del horno.....	121
15 Volumen total de las partes de las cestas.....	125
16 Medidas de las estaciones y maquinarias a movilizar.....	127
17 Espacios disponibles en la planta.....	127
18 Tiempo de recorrido del Layout propuesto.....	131
19 Resumen de distancias y tiempos mejorados.....	132
20 Tiempos estándares de la situación propuesta.....	134
21 Resumen de producción en la situación propuesta.....	139
22 Resultados cuantificables obtenidos.....	139
23 Precio unitario de la cesta metálica industrial.....	147
24 Presupuesto de cambio del sistema del horno.....	148
25 Costo de la reparación de fachada del horno.....	149
26 Costo de mantenimiento correctivo.....	149
27 Costo de plataforma para tratamiento por inmersión.....	150
28 Costo de redistribución de planta.....	150



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

**DISEÑO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CESTAS METÁLICAS EN LA
EMPRESA RUBIK ASSEMBLY C.A. EDO. CARABOBO**

Autores:

Ostos Diana,

Trujillo Elys

Tutor: Argenis Ceballos

Fecha: Febrero, 2020

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad Proponer el diseño de una línea de producción de cestas metálicas para almacenaje en la empresa Rubik Assembly C.A. Edo. Carabobo, dedicada a la creación de herramientas y equipos que facilitan la manipulación y el transporte de carga en los procesos industriales, para cubrir el vacío del mercado interno en este rubro y la demanda nacional de dicho producto. La investigación se basa en un diseño no experimental, con una investigación de campo, de tipo proyecto factible. La línea de investigación que sigue este proyecto es Gestión de procesos y calidad y Gestión Integral de Seguridad y Ambiente Laboral. Luego de llevar a cabo cada fase planteada, se obtuvieron resultados en beneficio con proyecto establecido, como lo es un nuevo diseño del producto (cestas metálicas) dinámico, plegable y competitivo en el mercado, el aumento de la capacidad de producción por medio de una redistribución de planta que permitiese disminuir recorridos de los materiales y los tiempos de ocio de trabajadores, la inclusión de herramientas para llevar a cabo el proceso de tratamiento de la pieza de manera eficiente, la reparación e inserción de nuevos equipos por medio de un mantenimiento correctivo. Para la implementación de las propuestas se estipuló una inversión inicial de 2343.5\$, con una relación beneficio-Costo de 6.22 y un TRI de 12 días.

Descriptor: línea de producción, cestas metálicas y alternativa de almacenaje.

INTRODUCCIÓN

Debido a la situación actual de Venezuela, las empresas nacionales se ven en la necesidad de aumentar su productividad, para de esta forma aprovechar el vacío en la oferta de productos que provoca dicha situación y poder suplir la demanda insatisfecha que existe en el mercado, partiendo de poner en práctica técnicas e instrumentos que permitan tener una mejora continua y ser sustentable en el tiempo.

En el presente trabajo realizado en el municipio Valencia Edo. Carabobo, se plantea una propuesta de diseño de la línea de producción de cestas metálicas (staging Baskets) para almacenaje industrial en la empresa Rubik Assembly C.A ubicada en Flor Amarillo Edo. Carabobo, la cual mostrara la manera más adecuada de aprovechar los recursos con los que cuenta la empresa para fabricar un producto nuevo, así como también los tiempos de producción, la capacidad de la línea y su relación costo-beneficio si se decide proceder con su implementación.

La empresa Rubik Assembly C.A. está dirigida al mejoramiento continuo de las empresas, mejorar su calidad y productividad, se dedica a la fabricación de Racks industriales y soluciones en el área de ingeniería, actualmente se desenvuelven en el mercado nacional, pero con metas de ampliarse internacionalmente, a partir de esto, la investigación plantea una solución factible de aumentar su productividad, incluyendo en su actividad manufacturera la fabricación de cestas metálicas industriales y debido a que la fabricación actual de los racks utilizan un proceso de elaboración similar, reducirán sus costos de implementación y les permitirá ampliar su catálogo de productos, haciéndose más atractivo para el mercado nacional e internacional.

Para el trabajo de grado “Diseño de línea de producción de cestas metálicas en la empresa Rubik Assembly C.A. edo. Carabobo” se conoció la importancia de una buena distribución de planta que integren a los factores dentro de las actividades de planta: factor humano, materiales, maquinaria y el flujo de los materiales, de manera que se relacionen estos factores entre sí, teniendo en cuenta las condiciones de

seguridad y operativas de la empresa, para así tener buenos resultados en productividad.

Al trabajar con herramientas apropiadas para disminuir tiempos en los aspectos influyentes en la productividad, como el flujo de materiales y aprovechar de mejor manera el espacio disponible de la empresa, esto podría llevar a ser más competitiva generando satisfacciones requeridas por los demandantes de sus productos manufacturados. Por lo tanto es importante para la empresa implementar una distribución en planta apropiada que permita mejorar y añadir nuevos procesos productivos y la ampliación del abanico de producto que ofrece, manteniendo la excelente calidad y originalidad.

Para lograr el objetivo de esta investigación, el trabajo se rige bajo la siguiente estructura:

Capítulo I (El Problema) el cual incluye el planteamiento del problema, la formulación del problema, objetivos de la investigación, justificación, alcance y limitaciones que podría tener a la hora de desarrollar el problema.

Capítulo II (Marco Teórico) el objetivo de este capítulo es crear bases y sustentos a partir de antecedentes similares al tema en investigación, bases teóricas sustentadas y definición de términos básicos.

Capítulo III (Marco Metodológico) describe el cómo se realiza el trabajo, indica el tipo, el diseño y el nivel de investigación, menciona las técnicas e instrumentos de recolección de datos, describe la población con la cual contamos y delimita la muestra que se tomara para realizar el proyecto, se establecen las fases metodológicamente que muestran paso a paso como se logrará cumplir el objetivo general.

Capítulo IV (Resultados) El cual muestra el diagnóstico realizado para obtener la información suficiente, que permita observar claramente las problemáticas y desventajas de la empresa, para así ser analizadas a profundidad y presentar las diferentes propuestas que ayudaran al desarrollo del diseño de la línea de producción de cestas metálicas.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años, el crecimiento poblacional a nivel mundial ha sido realmente notorio, debido a esto y a que el ser humano cada vez más está orientado al consumo, las empresas se ven en la necesidad de aumentar su productividad a niveles masivos, a bajo costo y sin disminuir la calidad, con el objetivo de aumentar su competitividad y cumplir con la demanda del mercado, para ello es necesario la aplicación de nuevas tecnologías, modelos y maquinarias que faciliten y aumenten la eficiencia del proceso.

En siglo XIX, con la revolución industrial surge la producción en serie, la cual delega a cada trabajador una función específica y especializada para manejar maquinas más desarrolladas tecnológicamente, que elevan la calidad de producción y disminuyen los tiempos de la misma. La idea teórica se debe al ingeniero y economista Frederick Taylor, denominada el “Taylorismo”, más no fue hasta 1901 (siglo XX) que Ransom Olds la puso en práctica, inaugurando una cadena de montaje para construir un prototipo llamado “Curved Dash”, sin embargo, tomó popularidad años más tarde cuando el ingeniero y empresario Henry Ford desarrolla una cadena de montaje con una capacidad de producción superior, obteniendo de ella su producto más emblemático “Ford T” al mismo tiempo que modernizaba el sistema de Taylor.

Después de este claro avance de la era Industrial, las empresas incluyeron la producción masiva o también llamada cadena de producción en sus sistemas productivos, obteniendo excelente resultados y mejorando continuamente el proceso con tecnologías y nuevas herramientas.

Una de las Industrias que se ha visto mayormente beneficiada con este sistema productivo es la manufacturera, encargada de transformar la materia prima en productos alimentarios, bebidas, productos textiles, maquinarias y equipos, madera, artículos minerales, productos químicos y metálicos, entre otros. Entre ellas se puede mencionar la dedicada al diseño, fabricación y ensamble de almacenes. En torno a esto Gemeil y Daduna (2007) señalan que:

El almacén es una instalación técnica constituida por diferentes áreas equipadas con los medios de mecanización o automatización destinados para la actividad de almacenamiento, cuyo objetivo está encaminado en lograr el proceso de recepción, ubicación, ordenamiento, control, conservación y preparación de la producción para el consumo y despacho de los valores materiales. (p.178)

En función de lo antes mencionado, los almacenes cumplen un papel fundamental en la actividad productiva de las empresas, ya que para atender los volúmenes de las dinámicas comerciales es necesario tener un stock (mercancía almacenada), es por ello que existen diversos tipos de almacenes para adaptarse a las especificaciones de las diferentes industrias.

Actualmente, en Venezuela ha surgido una demanda de almacenes tipo cestas, denominados stacking baskets, en el país es difícil acceder a un registro exacto estadístico de la cantidad de empresas existentes dedicada a la producción de dicho producto, sin embargo la empresa Rubik Assembly C.A. suministra un estudio de mercado, el cual señala el consumo de stacking baskets de diversas industrias (ver grafica 1), sumado a esto el gran crecimiento de las empresas de almacenamiento, producto de que ha disminuido la producción nacional, y aumentado la importación de los diversos productos, según ecoanalítica especialistas en economía las importaciones y exportaciones venezolanas representaron 52,3% del PIB entre 1998 y 2018., permitiendo así que crezca directamente proporcional la necesidad de almacenarlos. En respuesta a esta necesidad surgen nuevas empresas y nuevas alternativas para almacenar grandes cantidades de productos de forma ordenada y rápida en espacios reducidos. Debido al peso que ellas pueden soportar y su

diversidad de productos o materias primas a almacenar, su principal material de fabricación es el acero.

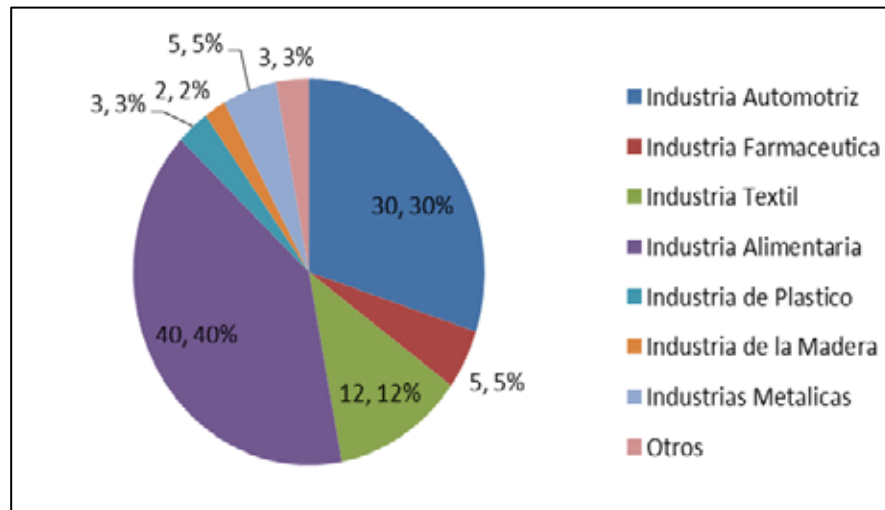


Gráfico 1: Porcentaje de consumo de cestas metálicas por industrias.

Fuente: Rubik Assembly C.A., 2019.

Por otro lado, el entorno económico donde se desarrollan las empresas venezolanas es poco favorable, éstas deben enfrentar grandes incertidumbres económicas y políticas, exponenciales costos salariales, tecnología cambiante y altos costos de financiamiento para permanecer y crecer, lo cual genera un vacío en el mercado nacional, obligando a los potenciales clientes a considerar alternativas internacionales, afectando la economía general del país. Es por ello que la empresa Rubik Assembly C.A. dedicada a la creación de herramientas y equipos que facilitan la manipulación y el transporte de carga en los procesos industriales, estudia la posibilidad de implementar una línea de producción de cestas metálicas industriales, para cubrir el vacío del mercado interno en este rubro y la demanda de dicho producto en la empresa, la cual se aproxima a 3 solicitudes por mes de cestas metálicas, (ver gráfico 2), donde cada solicitud representa un promedio de 28 cestas, generando un costo de oportunidad por no suplir la demanda interna.

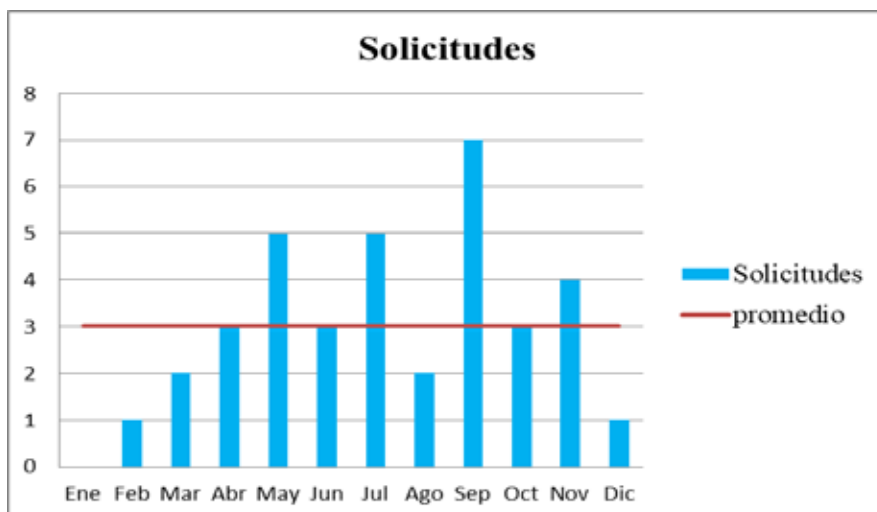


Grafico 2: Demanda anual de cestas metálicas.

Fuente: Rubik Assembly C.A., 2019

Por lo antes expuesto, se hace necesaria la creación de un proceso, el cual permita aprovechar de la mejor manera el espacio, maquinaria, herramientas y equipos ya disponibles en la empresa, así como, reducir costos, dando oportunidad de agregar un nuevo producto a la empresa.

1.2. Formulación del problema.

¿Cómo incluir cestas metálicas de almacenaje en el proceso de producción de la empresa Rubik Assembly C.A. Edo. Carabobo?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1. Objetivo general.

Proponer el diseño de línea de producción de cestas metálicas en la empresa Rubik Assembly C.A. Edo. Carabobo.

1.3.2. Objetivos Específicos

a) Diagnosticar la situación actual de la empresa en función de espacio, maquinarias, equipos y herramientas.

- b) Analizar las variables obtenidas en el diagnóstico, determinando elementos técnicos y operativos necesarios para elaborar una cadena de producción de cestas metálicas de almacenaje.
- c) Diseñar una línea de producción de cestas metálicas de almacenaje en base a los requerimientos establecidos.
- d) Realizar de un estudio económico, social, técnico, operativo y ambiental de la propuesta realizada.

1.4. Justificación de la investigación.

Este proyecto se realiza con la finalidad de crear una propuesta de diseño de una línea de producción que satisfaga la demanda de cestas metálicas de almacenaje, aumente la capacidad de producción de la empresa de forma sustentable e incorpore un nuevo producto en su mercado, que permita disminuir el costo de oportunidad de 17.583\$/mes aproximadamente según el promedio de precios suministrado de cestas metálicas (ver figura 1) por la cantidad de cestas al mes demandadas, dicho costo de oportunidad es debido a la declinación de las solicitudes por la falta de un proceso productivo de cestas metálicas.

1	Producto:	Cesta Plegable			
2	Material:	Acero Galvanizado			
3	Medidas:	1000 x 1200 x 1000			
4					
5	Estado	Precio Unitario	Moneda	Ubicación	Quien vende?
6	Nueva	220,00	USD	Estados unidos	Uline
7	Nueva	194,36	USD	España	Multipal
8	Nueva	215,83	USD	España	Topalmacen
9	Nueva	196,82	USD	España	Rotom Shop
10	Promedio	206,75			
11					

Figura 1: Presupuesto de cestas plegables (1000X1200X1200) mm.

Fuente: Se reserva autoría.

Es importante destacar que con el desarrollo de esta investigación se adquieren conocimientos que servirán de formación para los autores y para la empresa, así como también, serán de provecho para los estudiantes que deseen realizar investigaciones con similitud al tema a tratar. Adicionalmente, el manejo de herramientas y técnicas

para llevar a cabo este proyecto permitirá poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

Por otro lado la realización de este diseño es oportuna para la empresa, ya que esta cuenta con el espacio, maquinarias, herramientas y equipos necesarios para la realización de la línea de producción, dejando así el enfoque, en diseñar una producción masiva, organizada, rápida y a bajo costo; incrementando así las ganancias.

1.5. Alcance.

El proyecto en desarrollo tiene como alcance diseñar la línea de producción de cestas metálicas para la empresa Rubik Assembly C.A. ubicada en Flor Amarillo, Edo. Carabobo, Valencia-Venezuela.

Los aspectos puntuales que comprende la investigación están referidos al estudio y diagnóstico de la situación actual con respecto al espacio, herramientas, equipos y maquinarias de utilidad que posee la empresa, así como también, el análisis para determinar los elementos necesarios para elaborar una producción en línea, tomando en cuenta materia prima a tratar y los procesos y tecnologías para transformarla.

Es importante acotar que la implementación de la propuesta de diseño estará sujeta a la aprobación de la gerencia de dicha empresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El marco teórico nos ayuda a precisar y a organizar los elementos contenidos en la descripción del problema , actuando también como respaldo, de tal forma que se pueda manejar y ampliar la información para convertirla en acciones concretas.

2.1. Antecedentes

En un trabajo de grado los antecedentes cumplen un papel fundamental en su realización, ya que sustentan datos y literaturas de variables similares o iguales que se desarrollaran a lo largo de la investigación, además crea un amplio repertorio de ideas y limitaciones referentes.

2.1.1 Investigaciones internacionales

Vizcaíno, J. (2015), en la escuela técnica Superior de la Universidad de Sevilla, España, para optar por el título de Ingeniero Industrial, realizo un trabajo de grado denominado **Diseño y establecimiento de nueva línea de producción en serie. Prototec-Ibercool WaterBlocks**, donde se llevaron a cabo estrategias específicas para lograr que el diseño y establecimiento del nuevo proceso productivo tuviese el menor coste posible, sin afectar la calidad exigida por el cliente, se plantearon realizar una línea de producción en serie donde disminuirían al máximo los tiempos de producción y para ello utilizaron software de ayuda como SOLID EDGE V20, CAD 3D Y SOLID WORKS.

El aporte de esta investigación consistió en tomarla como guía para la elaboración del diseño de la línea de producción, en cuanto a los materiales, procesos, software y cálculos necesarios para llevarla a cabo.

Vivanco, D. (2017), en el trabajo de grado titulado **Propuesta para la implementación de la línea de producción de puertas enrollables en Metalística Vivanco**, presentado ante la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, para optar por el título de Ingeniero Comercial, indicando como objetivo general determinar la

factibilidad de la implementación de la nueva línea de producción de puertas enrollables de Metalística Vivanco en el mercado de la ciudad de Loja.

Dado a que el objetivo general es estudiar cuan factible es la implementación de la nueva línea de producción, constituye un apoyo en la investigación presente en cuanto a los métodos y estrategias a utilizar para hacer un estudio de mercado, así como también una idea más amplia de la herramienta FODA para el análisis de la situación actual de la empresa.

Croci y Dematteis (2018) presentaron para optar por el título de ingeniería en el Instituto tecnológico de Buenos Aires su trabajo de grado titulado **estudio de optimización del almacén de insumos en la planta sur de Quilmes**, resalta la importancia del personal, espacio físico, organización y distribución para el correcto uso de los almacenes, como también los principales problemas y posibles soluciones de estos. Indica las distintas alternativas de almacén tomando en cuenta el espacio, utilización de altura, tamaño de los productos, como también el manejo de los materiales y los impactos que estos generan sobre la producción.

El aporte de esta investigación consistió en tomarla como guía para la elaboración del diseño de la línea de producción, en cuanto a los materiales, procesos, software y cálculos necesarios para llevarla a cabo.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Soto, H. (2015), realizo un trabajo de grado titulado **Diseño de una línea de producción de pintura de impacto ambiental reducido. Caso: Corpveprin. C.A.** presentado para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad José Antonio Páez del municipio San Diego-Carabobo de Venezuela, la investigación brinda antecedentes en el aspecto técnico necesarios en el desarrollo de los lineamientos básicos para el presente trabajo de grado, en este Soto señala los temas más importantes a tratar en cuanto a un diseño de línea de producción, entre ellos el realizar cálculos que permitan saber el volumen de producción requerido por el mercado a cubrir, al igual que identificar la materia prima a utilizar, como también las maquinarias y herramientas para la operación óptima de la línea de producción.

Entre los aspectos técnicos más importante que se tomaron en cuenta como base para el proyecto de investigación en desarrollo, está la realización de la descripción del proceso que permita observar cada estación de trabajo, sus características, rapidez y eficiencia, seguido a un diseño de cada puesto de trabajo dentro de la línea, indicando las tareas de los operarios involucrados dentro del proceso y por último identificar los residuos que producirá la línea de producción para tomar acciones correctivas que puedan disminuir su producción y sacar el mejor provecho posible.

Hernández, A (2018), desarrollo un proyecto de pasantía para optar por el título de Ingeniero de Producción en la Universidad Simón Bolívar de Venezuela, Caracas-Distrito Capital denominado **Diseño de la línea de producción para la elaboración de la presentación de 155 gramos** realizado en la empresa Corporación KODAMA, C.A. (casabe gourmet), señala como objetivo general diseñar una propuesta para el desarrollo de una línea de producción de casabe que permita industrializar con un nivel de automatización óptimo la mayor cantidad de sub-procesos o fases dentro de los procesos productivos asociados.

El proyecto se desarrolló a través de distintas fases para alcanzar el objetivo general. Durante la fase de familiarización de documentación se buscó obtener la mayor información de la empresa, sus normas, políticas, procedimientos, productos, clientes, todo lo relacionado con la empresa y su producción, luego se estudió el proceso productivo, las entradas y salidas, los sub-productos y todas las etapas presentes en la producción. La segunda fase del proyecto se relacionó con un estudio de factibilidad basándose en información de procesos similares en la industria, dando como resultado la viabilidad de realizar una automatización al proceso, y por último se realizó la fase del diseño de la línea de producción con la información ya recopilada.

Este informe constituye un aporte fundamental a la investigación, haciendo aportes en la parte metodológica y los aspectos a considerar a la hora de realizar el diseño de la línea de producción.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estudio técnico

Baca (2010) señala que: el estudio técnico es aquel que presenta la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal. Así mismo detalla la estructura básica de la que está compuesto un estudio técnico (ver figura 2).

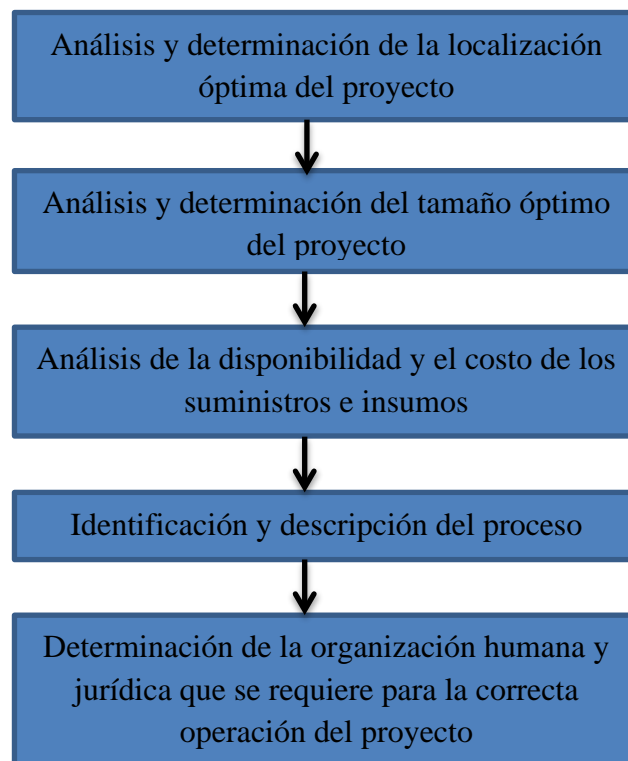


Figura 2: Partes que conforman un estudio técnico.

Fuente: Baca, 2010

A continuación se da una descripción breve de los componentes del estudio técnico mencionados por Baca:

1. Localización del proyecto: la localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital. El objetivo general de este punto es, llegar a determinar el sitio donde se instalará la planta. En la localización óptima del proyecto se encuentran dos aspectos: la Macro localización (ubicación del mercado de consumo; las fuentes de materias primas y la mano de obra disponible) y la Micro localización (cercanía con el mercado consumidor, infraestructura y servicios) .

2. Determinación del tamaño óptimo de la planta: se refiere a la capacidad instalada del proyecto, y se expresa en unidades de producción por año. Existen otros indicadores indirectos, como el monto de la inversión, el monto de ocupación efectiva de mano de obra o algún otro de sus efectos sobre la economía. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica.

3. Ingeniería del proyecto: su objetivo es resolver todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta, desde la descripción del proceso, adquisición del equipo y la maquinaria, se determina la distribución óptima de la planta, hasta definir la estructura jurídica y de organización que habrá de tener la planta productiva. En síntesis, resuelve todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta.

4. Organización de la organización humana y jurídica: una vez que el investigador haya hecho la elección más conveniente sobre la estructura de organización inicial, procederá a elaborar un organigrama de jerarquización vertical simple, para mostrar cómo quedarán, a su juicio, los puestos y jerarquías dentro de la empresa. Además la empresa, en caso de no estar constituida legalmente, deberá conformarse de acuerdo al interés de los socios, respetando el marco legal vigente en sus diferentes índoles: fiscal, sanitario, civil, ambiental, social, laboral y municipal.

2.2.2 Ingeniería de métodos

En 1932, el término "Ingeniería de Métodos" fue desarrollado y utilizado por H.B. Maynard y sus asociados, teniendo vigencia hasta la fecha. De acuerdo con Maynard (1932):

La ingeniería de métodos es la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria; abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo; entrena al operario a seguir el método normalizado; realizado todo lo precedente (y no antes), determina por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por ultimo (aunque no necesariamente), establece en general un plan para compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal (ver figura 3).

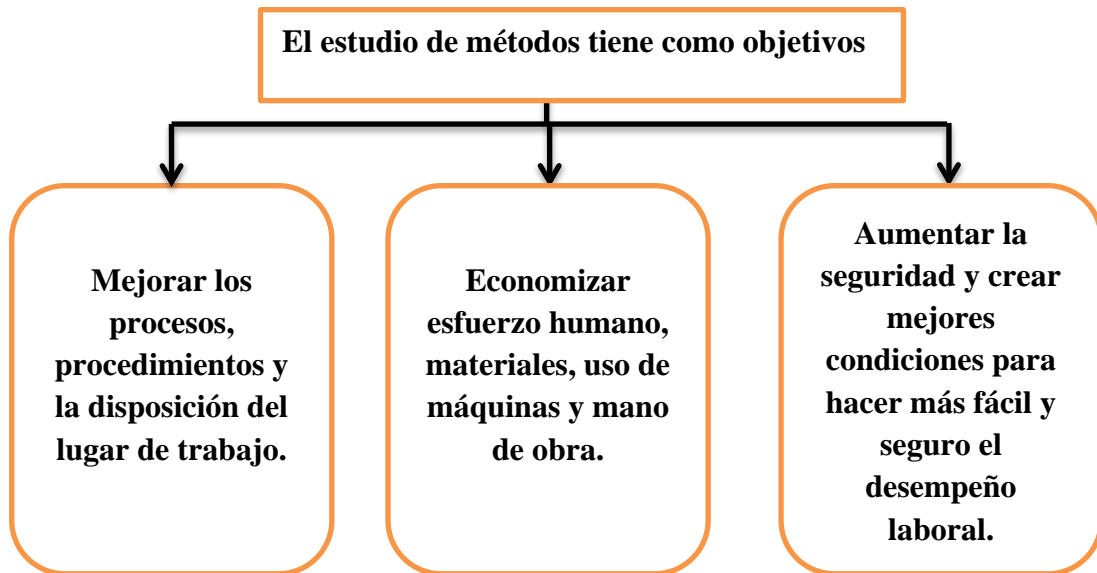


Figura 3: objetivos del estudio de métodos

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020)

De acuerdo con Palacios (2009) profesionalmente se espera del ingeniero industrial cierta eficiencia, eficacia y productividad en el mejoramiento de los rendimientos en los centros de trabajo. Sin embargo, existen causas que los afectan,

deteriorando los resultados. Sus causas son muy variadas, descubrirlas, modificarlas, combinarlas o eliminarlas, es la tarea permanente del ingeniero industrial puesto al servicio de una organización. Para tener éxito en su ejercicio, los profesionales y aspirantes de ésta rama de la ingeniería deberían conocer y entender estos posibles problemas. Dentro de las variantes que pueden afectar el rendimiento, encontramos:

- Deficiencia y cambios frecuentes del diseño.
- Desperdicio de materiales.
- Normas incorrectas de calidad.
- Mala localización, disposición y utilización del espacio.
- Inadecuada manipulación de los materiales.
- Interrupciones al pasar de una operación a otra.
- Procedimientos y métodos de ejecución inadecuados.
- Averías frecuentes de máquinas, equipos y herramientas utilizadas.
- Diseños inadecuados de puestos de trabajo.
- Falta de preparación de las actividades a realizar.
- Abastecimientos inoportunos.
- Absentismo y falta de puntualidad.
- Dirección incorrecta.
- Mala calidad de los ejecutantes.
- Riesgos de accidentes y lesiones profesionales.
- Ambiente conflictivo.
- Bajas retribuciones percibidas.

Esta lista de causas de ineficiencias y desperdicios, es el inicio para identificar cuál es la mejor manera de asegurar mejores resultados. Este es el objetivo del estudio de ingeniería de métodos, movimientos y tiempos de trabajo.

Debido a que en países en vía de desarrollo, son comunes las ineficiencias laborales, las cuales pueden percibirse en la totalidad de un proceso o en partes del mismo; en todo tipo de actividad (industrial, comercial, oficial o servicios). Se puede

afirmar que gran parte de los problemas enfrentados por los ingenieros industriales tienen relación con esa gran fuente de ineficiencia que es, la forma de hacer la labor.

Para mejorar se debe:

- Aprovechar experiencias pasadas de industriales y de investigadores.
- Provocar y ordenar la aplicación del sentido común de los participantes.
- Buscar causas de métodos ineficientes.
- Eliminar ineficiencias.
- Diseñar nuevos métodos.
- Automatizar, crear e innovar.
- Sustituir y prevenir las dificultades inherentes a la implantación de los cambios.

Estas mejoras, logradas mediante el estudio de ingeniería de métodos, movimientos y tiempos, es lo que permite lograr los cambios, a continuación sus usos (ver figura 4).



Figura 4: usos de ingeniería de métodos

Fuente: Ostos D y Trujillo E.(2020)

2.2.3 Línea de producción

La línea de producción surge de los principios de división del trabajo, donde las tareas que han de ser realizadas por distintos trabajadores especializados en cada una de ella. De acuerdo con Groover (2007) una línea de producción la forman una serie de estaciones de trabajo ordenadas para que los productos pasen de una estación a la siguiente y en cada posición se realice una parte del trabajo total. La velocidad de

producción de una línea se determina por medio de su estación más lenta. Las estaciones con ritmos más rápidos, llegaran a verse limitados por la estación más lenta que representa el cuello de botella. La transferencia del producto a lo largo de la línea por lo general se realiza mediante un dispositivo de transferencia mecánica o sistema de transporte, aunque algunas líneas manuales simplemente pasan el producto a mano entre las estaciones.

Las líneas de producción se asocian con la producción masiva. Si las cantidades del producto son muy grandes y el trabajo se va a dividir en tareas separadas que pueden asignarse a estaciones de trabajo individuales, una línea de producción es el sistema de manufactura más apropiado.

2.2.4 Diagrama de Flujo (Flow Chart)

Según Nieves (2006) los diagramas de flujo son eficaces para describir gráficamente tanto el funcionamiento como la estructura de los procesos y/o sistemas de una organización, sus fases y relaciones entre sus componentes, ofreciendo una visión global de todos ellos.

Gracias a los diagramas de flujo se puede identificar claramente un proceso, describiendo la trayectoria que sigue un producto o servicio, así como las personas y recursos que lo constituyen.

Por otro lado, Vásquez (2010), define a los flujogramas como diagramas que emplean símbolos gráficos, para representar los pasos o etapas de un proceso y su creación es una actividad que agrega valor, ya que el proceso que representa esta ahora disponible para ser analizado y aportarle nuevas ideas que permiten cambiarlo o mejorarlo.

El autor refiere varias ventajas de los diagramas de flujo (flujogramas) que se muestran a continuación:

- Favorecen la comprensión del proceso a través de su muestra como un dibujo.

- Al realizar un buen diagrama de flujo se puede reemplazar varias paginas de texto, ya que permite identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso.
- Permite identificar los pasos redundantes, los flujos de los reprocesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella y los puntos de decisión.
- Sirve como herramienta para capacitar a los empleados o trabajadores que desarrollan las tareas.

2.2.5 Justo a Tiempo (JIT)

Heizer y Render (2007) afirman que: “La filosofía que respalda el concepto de “justo a tiempo” (Just In Time, JIT) es la de una mejora continua y un aumento de la capacidad de resolución de problemas”. (p.255). Los sistemas JIT están concebidos para producir o suministrar los productos en el momento en que se necesiten. El JIT se relaciona con la calidad de tres maneras:

- El JIT reduce el coste de la calidad. Esto ocurre porque los rechazos, el trabajo rehecho, la inversión en inventarios y los costes por daños están directamente relacionados con las existencias disponibles. Como con el JIT hay menos stock disponible, los costes asociados son menores también. Además, los stocks ocultan la mala calidad, mientras que el JIT la pone al descubierto de inmediato.
- El JIT mejora la calidad. Como reduce el plazo de fabricación o de entrega (lead time), mantiene “frescas” las pruebas de los errores, y en consecuencia reduce el número de posibles fuentes de errores. De hecho, el JIT crea un sistema de aviso inmediato de los problemas de calidad, tanto dentro de la empresa como con los proveedores.
- Una mejor calidad significa menos inventario y un sistema JIT mejor y más fácil de utilizar. A menudo, el objetivo de almacenar existencias es protegerse de malos rendimientos en la producción, consecuencia de una mala calidad. Si

la calidad es, por el contrario, fiable, el JIT nos permitirá reducir todos los costes que van asociados con el inventario.

2.2.6 Balance de línea.

Groover (2007) menciona que: “Uno de los problemas técnicos más grandes en el diseño y operación de una línea de producción es el balance de línea, en el cual se asignan tareas individuales para que cada estación tenga igual cantidad de trabajo” (p.913).

El trabajo total que contiene una línea de ensamble es proporcional al contenido de trabajo, este contenido de trabajo a su vez se divide en elementos mínimos, los elementos no siempre serán iguales por lo que tendrán tiempos de trabajo distintos. Por tanto, por la variable de los tiempos, algunos trabajadores tendrán más trabajo que otros. El tiempo de ciclo de la línea se determina mediante la estación que tiene el tiempo de tarea más largo.

De acuerdo con Groover (2007) se pondría pensar que, aunque los tiempos de los elementos de trabajo sean diferentes, debe ser posible encontrar grupo de elementos cuyas sumas (tiempos de tareas) sean casi iguales, o perfectamente iguales. Existen restricciones que dificultan la búsqueda de los grupos de elementos con tiempos de tareas similares o iguales. Primero, la línea debe diseñarse para obtener cierta velocidad de producción deseada, la cual se establece antes del tiempo por ciclo, en el cual debe operar la línea. Por consiguiente, la suma de los tiempos de los

Esta técnica busca reducir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

De acuerdo a lo expresado por Hernandez (2015) el estudio de tiempos es una técnica aplicada para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo que debe asignarse a una persona, conocedora de su trabajo, para llevar a cabo una tarea determinada. Este tiempo debe corresponderse a un método de trabajo establecido y además ha de ser justo y equitativo, tanto para el operario como para la empresa. Así mismo Hernandez (2015) expresa que el estudio de tiempo es necesaria para los elementos siguientes:

- Maquinaria.
- Personal.
- Procesos.
- Fabricación.

2.2.8 Distribución de Planta

Según Chaese y Aquilano (2009): “La decisión de distribución en planta comprende determinar la ubicación de los departamentos, de las estaciones de trabajo, de las máquinas y de los puntos de almacenamiento de una instalación. Su objetivo general es disponer de estos elementos de manera que se aseguren un flujo continuo de trabajo o un patrón específico de tráfico” (p.347).

La distribución de planta es considerada una herramienta de la ingeniería industrial, donde el ingeniero tiene que poner a trabajar toda su inventiva, creatividad y sobre todo muchas técnicas propias para plasmar en una maqueta o dibujo, lo que se considera que es la solución óptima de diseño del centro de trabajo e incluye los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios como la maquinaria y equipo de trabajo, para lograr de esta manera que los procesos se ejecuten de manera más racional. Por otro lado Muther (2010) nombra varios tipos de distribución de planta que se muestran a continuación:

- Disposición por componente principal fijo.

- Disposición por proceso o función.
- Disposición por producto o en línea.
- Distribución híbrida (células de trabajo.)
- Distribución en planta de servicios.

2.2.9 Métodos de almacenamiento

De acuerdo con Flamarique (2018) Sirven para determinar cómo se ubican las mercancías entrantes en el almacén. Los sistemas de para el almacenamiento de materiales pueden ser:

- Sistema de estantería compactada y deslizable por gravedad.
- Sistema cantilever o puente volante.
- Sistema de estantería con varios niveles de entrepisos.
- Sistema de estantería movable.
- Sistema de cajas metálicas.

2.2.10 Lean manufacturing

De acuerdo con Hernandez y Vizan (2013) Actualmente las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global. El modelo de fabricación esbelta, conocido como Lean Manufacturing, constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva.

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”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos 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.

Los beneficios obtenidos en una implantación Lean son evidentes y están demostrados. Esta técnica no es un concepto estático, que se pueda definir de forma directa, ni tampoco una filosofía radical que rompe con todo lo conocido. Su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones surgidas del estudio a pie máquina y apoyadas por la dirección en el pleno convencimiento de su necesidad. El pensamiento Lean evoluciona permanentemente como consecuencia del aprendizaje, que se va adquiriendo sobre la implementación y adaptación de las diferentes técnicas a los distintos entornos industriales e, incluso, de servicios.

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementando con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños. Estas técnicas pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso. Su aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo que establezca la hoja de ruta idónea.

2.2.11 FlexSim

El software FlexSim fue desarrollado por Bill Nordgren, Cliff King, Roger Hullinger, Eamonn Lavery y Anthony Johnson. FlexSim permite modelar y entender con precisión los problemas básicos de un sistema sin la necesidad de programaciones complicadas, esto debido a que ofrece una forma sencilla al desarrollar el modelo de simulación. Se enlistan algunas razones por las cuales FlexSim es una buena alternativa como herramienta en simulación:

- Su amplia sección de preconstruidos permite abordar situaciones mucho más complejas sin tener que escribir código de software.
- El software se orienta a objetos lo que admite una mayor visualización del flujo de producción.

- Todo el proyecto se desarrolla en un ambiente tridimensional (3D), además de permitir importar infinidad de objetos de distintos paquetes de diseño, incluyendo AutoCAD, Solid Works, Catia, 3D Studio, Revit, Google Sketch-Up, etc.
- Otra razón importante es que no sólo se pueden simular sistemas discretos, sino que también se admite la simulación de fluidos o modelos combinados continuo-discreto.
- La generación de distintos escenarios y condiciones variadas son fáciles de programar.
- Las distribuciones de probabilidad se pueden representar con gran precisión en lugar de valores promedio para representar fielmente la realidad.
- Las gráficas, los reportes y todo lo que se refiere a los estadísticos se puede revisar a detalle.

Para la construcción del modelo se inicia creando una nueva hoja de trabajo (New Model) en Flexsim. Posteriormente, se seleccionan de las librerías los recursos necesarios y se arrastran al área de trabajo (ver figura 5). Los objetos necesarios para este caso de estudio son:

- **1 Source** que es la fuente de salida de producto hacia la línea de espera Queue 2.
- **6 Queues** que son las líneas de espera que son los envíos hacia las operaciones o procesos.
- **5 procesos** que son los encargados de las pruebas respectivas hacia los productos.
- **1 Sink** que es la salida de producto terminado y que cumple con las correctamente con las especificaciones.
- **1 Transporter** (supervisor).

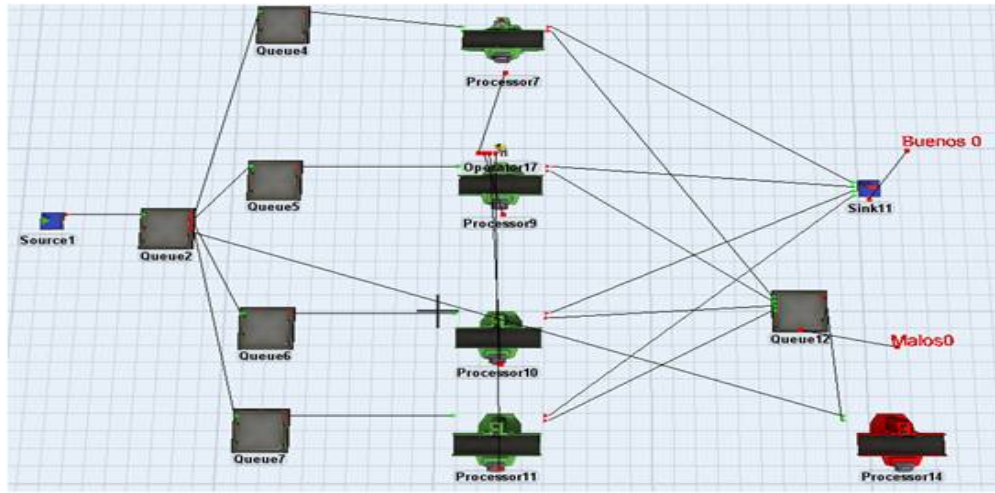


Figura 5: Modelo de Ejecución de Procesos en FlexSim.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020)

2.2.12 Los 7+1 Desperdicios.

Dentro del concepto de Lean se identifican siete (7) tipos de desperdicios, estos ocurren en cualquier clase de empresa. Adicionalmente, Liker y Meier (2006) consideran un octavo tipo de desperdicio especial que da origen a lo que en Lean se llama 7+1 Tipos de Desperdicios. A continuación se explica cada uno de ellos:

- 1. Sobreproducción:** Consiste en tener más unidades a la mano de las que se requieren; es considerado el peor desperdicio ya que oculta todos los demás.
- 2. Inventario:** Se incurre en este desperdicio cuando se compran materias-primas innecesarias, cuando se poseen productos en proceso, producto terminado en los almacenes, etc.
- 3. Transporte:** Manipulación extra del producto; incluye el manejo de materiales tanto interno como externo de la organización.
- 4. Espera:** Es la pérdida de tiempo por cualquier motivo, los cuales pueden ser por información, materiales, por personas, etc.
- 5. Movimiento:** Son las acciones de personas o de equipos que no agregan valor al producto
- 6. Sobreprocesamiento:** Son las etapas del proceso o procedimientos de trabajos innecesarios al producto, que no le agregan valor.

7. Retrabajo: Consiste en la corrección de piezas consideradas defectuosas.

8. Talento Humano: Este es el octavo desperdicio y se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios.

2.2.13 Diagrama de recorrido

Niebel (2014) define: “Un diagrama de recorrido de actividades es “Una representación de la distribución de las zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de procesos” (p.42).

En las organizaciones productivas de bienes y/o servicios existen cinco factores determinantes relacionados con las instalaciones, debido a que son en ellas donde se pueden atacar una serie de problemas que surgen en el transcurso del proceso o actividad que se esté desarrollando, por ello, es allí en donde se presenta una gran oportunidad para aumentar la productividad.

Estos cinco factores son:

- Distribución de la planta. (Disposición física de las instalaciones)
- Manejo de materiales. (Medios para trasladar los materiales)
- Comunicaciones. (Sistemas para transmitir información)
- Servicios. (Disposición de elementos como luz, gas, entre otros).
- Edificios. (Estructuras que acogen a las instalaciones)

Es importante considerar que los factores anteriores se encuentran en estrecha relación unos con otros debido a que todos interactúan y forman parte del sistema dentro de las instalaciones.

Para el caso del manejo de materiales y la distribución de la planta, existe el problema de que si no se cuenta con una distribución de planta adecuada o con un sistema adecuado de manejo de materiales, por más que se trate de aumentar la eficiencia de la planta, no se obtendrán los resultados óptimos, ya que el material y los trabajadores siguen con frecuencia una larga y complicada trayectoria durante el proceso de fabricación, con una pérdida de tiempo y energía y sin que se agregue valor al producto.

En lo que se refiere a la distribución efectiva del equipo en la planta, su objetivo es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseados, con la calidad también deseada y al menor costo posible.

2.2.14 Teoría de las restricciones (TOC)

La teoría de las restricciones o TOC (por sus siglas en inglés Theory of Constraints) o también de las limitaciones, se basa en que todo sistema productivo siempre tiene, al menos, un cuello de botella, o un eslabón en la cadena más débil, y su determinación es crucial para actuar sobre él, ya que este cuello de botella es el que marcará el ritmo productivo de la cadena.

Una mejora en cualquier eslabón de la cadena no producirá mejora en el conjunto, ya que el cuello de botella es el que nos marca el límite de la producción, es por este motivo por el que la teoría de las restricciones se basa en detectar el cuello de botella y actuar sobre él. Cualquier mejora sobre el cuello de botella, se traducirá en una mejora del ritmo global.

Entonces como lo expresa Goldratt (2003) en su libro titulado meta: “El TOC es una buena herramienta para comenzar a actuar en la empresa desde el punto de vista de la manufactura esbelta (lean Manufacturing).

TOC propone un sencillo sistema de proceso de mejora continua que consiste en los five focusing stps (5FS), los cuales son: Identify (identificar el cuello de botella), Exploit (Explorar el cuello del sistema), Subordinate (subordinar todas las decisiones al efecto sobre la limitación, Elévate (eleva la restricción) y Repeat (si se crea otro cuello, repite todos los pasos).

2.2.15 Capacidad productiva

Es importante definir el concepto de capacidad, el cual según Heizer y Render (2009) se puede definir como “el volumen de producción o número de unidades que se pueden alojar, recibir, almacenar o producir en una instalación en un periodo de tiempo específico”

Para la dirección de operaciones de una compañía es importante conocer la capacidad de producción que posee la planta de manufactura, ya que le permite

programar eficiente y eficazmente cada uno de los recursos que intervienen en su proceso productivo, para hacer frente a la demanda. Por lo tanto, el conocimiento de la capacidad de la planta de producción permite planear la producción, el mantenimiento y las demás actividades de apoyo al sistema productivo y simultáneamente le permite a la dirección controlar sus costos.

Además de conocer la capacidad de producción de la planta manufacturera, la empresa debe diseñarla o planearla adecuadamente, para evitar excesos que incurran en costos fijos elevados o insuficiencias que incurran en costos fijos elevados o insuficiencias que ocasione insatisfacciones en la demanda. Meredith y Gibbs (1986) afirma que una de las complicaciones más normales que se presentan al momento de planear la capacidad, es cuando la organización se dedica a fabricar varios productos, ya que requiere utilizar los mismos recursos para producir todo su abanico de referencias. Debido a lo anterior, el problema a resolver en la planificación de la capacidad consiste en disponer de la cantidad “más económica” de capacidad necesaria para satisfacer la demanda evitando los excesos o las inexistencias a la calidad concertada.

2.2.16 CheckList (lista de chequeo)

Según Gonzales, R y Jimeno, J (2012) las “listas de control”, “listas de chequeo”, “check-lists” u “hojas de verificación”, son formatos creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática. Se usan para hacer comprobaciones sistemáticas de actividades o productos asegurándose de que el trabajador o inspector no se olvida de nada importante.

- Los usos principales de los checklist son los siguientes:

- Realización de actividades en las que es importante que no se olvide ningún paso y/o deben hacerse las tareas con un orden establecido.
- Realización de inspecciones donde se debe dejar constancia de cuáles han sido los puntos inspeccionados.
- Verificar o examinar artículos.

- Examinar o analizar la localización de defectos. Verificar las causas de los defectos.
- Verificación y análisis de operaciones.
- Recopilar datos para su futuro análisis.

En definitiva, estas listas suelen ser utilizadas para la realización de comprobaciones rutinarias y para asegurar que al operario o el encargado de dichas comprobaciones no se le pasa nada por alto, además de para la simple obtención de datos.

La ventaja de los checklist es que, además de sistematizar las actividades a realizar, una vez rellenos sirven como registro, que podrá ser revisado posteriormente para tener constancia de las actividades que se realizaron en un momento dado.

2.2.17 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Causa y Efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema. Su ventaja consiste en el poder visualizar las diferentes cadenas causa y efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas

Según Durán (2009), la clasificación más ampliamente difundida y que se emplea preferiblemente para analizar problemas de procesos y averías de equipos, es la siguiente:

- Materia Prima
- Mano de obra
- Método
- Maquinaria
- Medio Ambiente
- Medición

2.2.18 Diagrama de Pareto

Domenech Roldán (2011) define: el diagrama de Pareto es una representación gráfica de los datos obtenidos sobre un problema, que ayuda a identificar cuáles son los aspectos prioritarios que hay que tratar. Los pasos para realizarlo son:

1. Determinar el problema o efecto a estudiar.
2. Investigar los factores o causas que provocan ese problema y cómo recoger los datos referentes a ellos.
3. Recolectar datos (anotando magnitudes de cada factor).
4. Ordenar los factores de mayor a menor en función de la magnitud de cada uno de ellos.
5. Calcular la magnitud total del conjunto de factores.
6. Calcular el porcentaje total que representa cada factor, así como el porcentaje acumulado.
7. Graficar

Según Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (2010), un análisis de Pareto cumple con una serie de características principales, como lo son:

- Priorización: Identificar los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
- Unificación de criterios: Enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.
- Carácter Objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas
- Simplicidad: No requiere de cálculos complejos ni técnicas sofisticadas de representación gráfica
- Impacto visual: El diagrama de Pareto comunica de forma clara, evidente el resultado del análisis de comparación y priorización.

2.2.19 Matriz FODA

Según Dyson (2004), el análisis FODA (también conocida como DOFA, FODA, MAFE en español y SWOT en inglés) es una de las técnicas más empleadas

en la planeación estratégica, en especial para la determinación de la posición estratégica de la empresa. Además, es una importante herramienta de apoyo para la toma de decisiones generalmente usada para analizar sistemáticamente los ambientes interno y externo de una organización

La herramienta FODA consiste en la construcción de una matriz a partir de la identificación de un listado de factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas) que influyen en el desempeño de la organización. Para posteriormente crear estrategias de combinación FO, FA, DO y DA que permitan aprovechar las oportunidades, mejorar las debilidades, competir con las amenazas y utilizar las fortalezas para crear una mejor situación de la empresa u organización.

2.3 Bases Legales

Comprenden el conjunto de documentos de naturaleza legal que sirven de testimonio referencial y de soporte a la investigación que se realiza. Así mismo, Villafranca, (2002), expresa que: “Las bases legales no son más que se leyes que sustentan de forma legal del desarrollo del proyecto”, también explica que las bases legales “son leyes, reglamentos y normas necesarias en algunas investigaciones cuyo tema así lo amerite”. (p. 98)

A continuación se presentan los basamentos legales, sobre las cuales se sustenta la presente investigación, se señala las normas COVENIN como base legal que sustenta el proyecto.

La comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN)

Las normas COVENIN fueron creadas en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica.

Es importante resaltar que las normas a utilizar en el presente proyecto serán una guía para la elaboración de una lista de chequeo (checklist) que facilitara al

investigador determinar mejor la situación actual de la empresa para sus posibles mejoras.

Norma COVENIN 2266:88 Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

La Norma COVENIN 2266:1988, presenta la guía de los aspectos generales a ser considerados en la inspección de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo. En esta se establece los aspectos a ser considerados en una inspección, recordando que esta inspección debe ser realizada por la Inspectoría del Trabajo o por El Instituto de Prevención Salud y Seguridad Laborales. Los aspectos a considerar son: (a) “Organización interna de prevención; (b) trabajador; (c) Medio Ambiente de Trabajo; y (d) Medios de Trabajo”. En esta norma se delimitan los puntos que se deben considerar en la mencionada revisión, dentro de los aspectos ya señalados, en cualquier empresa (manufacturera o no) indistintamente de la cantidad de trabajadores y de las labores que éstos realicen, usando como patrón de medición las normas COVENIN existentes para cada aspecto, considerando desde la capacitación, los equipos de protección personal hasta la motivación que da la empresa para crear y mantener el interés de los trabajadores por la higiene y seguridad industrial.

Norma COVENIN 2248-87 (Manejo de Materiales y Equipos)

La Norma Covenin 2248-87 establece las medidas generales de seguridad requeridas en el manejo de materiales, así como también, en el uso de equipos empleados. Por lo tanto, la misma expone lo referente: manejo manual, manejo mecánico (aparatos de elevación, transportadores, montacargas), entre otros.

Norma COVENIN 187-92 (Colores símbolos y dimensiones para señales de seguridad)

La Norma Covenin 187-92 establece los colores, símbolos y dimensiones para las señales de seguridad para prevenir accidentes, riesgos a la salud y facilitar el control de las emergencias. Se aplica a todos los lugares residenciales, públicos, turísticos, recreacionales, así como de trabajo. En la misma se contemplan las

señalizaciones que como mínimo se deben cumplir en toda organización son las siguientes:

- Medios de escape o evacuación según lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN. Se deberá tener en cuenta la dirección de la vía de evacuación, así como los obstáculos y los cambios de dirección que en ella se encuentren.
- Sistemas y equipos de prevención y protección contra incendio según lo establecido en las Normas COVENIN correspondientes. Las cuales deberán ubicarse en la parte superior del equipo, adicionalmente, si es necesario, se identificarán con señales la dirección donde se encuentra el equipo más cercano.

Norma COVENIN 823-88 (Sistemas de detección alarma y extinción de incendio)

Esta Norma Venezolana COVENIN contempla los requisitos mínimos que deben cumplir las edificaciones construidas y por construir, en cuanto a los sistemas de prevención y protección contra incendio, según el tipo de ocupación y riesgo que presentan.

Norma COVENIN 2273-91 (Principios ergonómicos de la concepción de los sistemas de trabajo)

La Norma Venezolana COVENIN 2273-91, define que el comportamiento y el bienestar del hombre en el seno del trabajo se ven influidos por factores tecnológicos, económicos, organizativos y otros inherentes al propio individuo. La concepción de los sistemas de trabajo debe satisfacer las exigencias humanas, mediante la aplicación de los conocimientos ergonómicos, teniendo en cuenta las experiencias de la práctica.

Norma COVENIN 2250-2000 (Ventilación)

En la Norma Venezolana COVENIN 2250-2000, esta norma establece los requisitos mínimos fundamentales para el diseño, operación, mantenimiento y evaluación de los sistemas de ventilación de los lugares de trabajo, de acuerdo a sus fines específicos. Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que

analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente:

1. COVENIN 1056/I-91 Criterios para la selección y uso de los equipos de protección respiratoria. Parte I.
2. COVENIN 1056/II-91 Equipos de protección respiratoria contra partículas. Parte II.
3. COVENIN 1056/III-91 Equipos de protección respiratoria combinados para gas o vapor y partículas.
4. COVENIN 2253:1997 Concentraciones ambientales permisibles de sustancias químicas en lugares de trabajo e índices biológicos de exposición, (2da Revisión).
5. COVENIN 3153:1996 Trabajo en espacios confinados. Medidas de salud ocupacional.

Norma COVENIN 2.254-95 (Temperatura)

Para este cálculo se considerarán, los parámetros de sobrecarga térmica y calor metabólico de la persona, expuestos en la Norma COVENIN 2.254-95 "Calor y Frío. Límites máximos permisibles de exposición en lugares de trabajo".

Norma COVENIN 2249-93 (Iluminación)

Según la Norma COVENIN 2249-93: La iluminación es uno de los principales factores ambientales de carácter micro climático, que tiene como finalidad el facilitar la visualización de las cosas dentro de un contexto especial, de modo que el trabajo se pueda realizar en unas condiciones aceptables de eficacia, comodidad y seguridad.

Norma COVENIN 1565-95 (Ruido ocupacional)

La Norma Venezolana COVENIN 1565-95 establece:

- Los niveles de ruido permisible para evitar que las personas expuestas en sus lugares de trabajo sufran deterioro auditivo, pérdida de la concentración o interferencias en la comunicación oral.
- Recomendaciones sobre niveles de ruidos para locales de trabajos típicos
- Puntos mínimos de un programa de protección auditiva.

2.4 Definición de términos básicos

Almacenes: es una instalación o parte de ésta, destinada al almacenamiento, manipulación y conservación de mercancías, equipada tecnológicamente para estos fines.

AutoCAD: es un programa de dibujo por computadora CAD 2 y 3 dimensiones, se puede crear dibujos o planos genéricos, documentar proyectos de ingeniería, arquitectura, mapas o sistemas de información geográfica por mencionar algunas industrias y aplicaciones. Los archivos generados por AutoCAD tienen el formato DWG propietario de Autodesk, se considera el programa pionero representante de la tecnología CAD (Computer Aided Design).

Capacidad de producción: Es la máxima cantidad de bienes o servicios que puede obtenerse en una unidad productiva en condiciones normales de funcionamiento en un período de tiempo determinado.

Capacidad instalada: Es el potencial de producción o volumen máximo de producción que una empresa en particular, unidad, departamento o sección; puede lograr durante un período de tiempo determinado, teniendo en cuenta todos los recursos que tienen disponibles, sea los equipos de producción, instalaciones, recursos humanos, tecnología, experiencia/conocimientos.

Capacidad técnica: Es el conjunto de conocimientos y Habilidades que poseen los miembros de la empresa para realizar o ejecutar algo.

Colchón de capacidad: Es la capacidad de capacidad que una empresa mantiene como reserva para afrontar los incrementos repentinos de la demanda o las pérdidas temporales de su capacidad de producción.

Diagrama de precedencia: es un método de administración de la producción que se usa en la planificación, la implementación y el monitoreo de proyectos, particularmente de proyectos a gran escala.

Cuando se dibuja un diagrama de precedencia, las actividades individuales de un proyecto o fase de proyecto son identificadas para establecer qué fases se ejecutan simultáneamente y dónde ocurre la alimentación hacia adelante o retroalimentación

entre las fases. También se definen eventos (como el inicio y fin del proyecto) y se fijan los tiempos de la secuencia del proyecto. Las dependencias son mapeadas en el diagrama de precedencia usando flechas.

Diseño: Se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo. El término también se emplea para referirse a la apariencia de ciertos productos en cuanto a sus líneas, forma y funcionalidades.

Productividad: 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.

Racks: Es el sistema de almacenaje más extendido. Nos permite tener acceso a todas las unidades de carga en cada momento. Esto es conocido como procedimiento de almacenaje caótico. Es el sistema universal por excelencia y nos proporciona una solución optimizada para aquellos almacenes que requieran almacenar un gran número de referencias de productos paletizados.

Rebaba: Defecto en el producto, el cual consiste en un pequeño retazo de cinta saliente hacia un lado del producto, dando un efecto de desalineación.

Simulación: La simulación es la representación gráfica de algún proceso, sistema de producción o sistema real a través del tiempo, ya sea diseñada manualmente o en una computadora, la simulación compromete la generación de un historial artificial de un sistema y su observación para obtener inferencias relacionadas con las características operativas del sistema real.

Solidworks: Es un programa de diseño Asistido por Computadora para modelado mecánico desarrollado. Permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción, como lista de materiales (BOM), lista de piezas. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en trasvasar la

idea mental del diseñador al sistema CAD, «construyendo virtualmente» la pieza o conjunto.

Stacking baskets: En español se puede definir como cestas apilables, es una caja o contenedor hecho de diversos materiales, abierto, apilable que se utiliza para el transporte, manejo y almacenamiento de productos mayormente a granel o de formas irregulares.

Tiempo Estándar: El tiempo estándar se encuentra mediante la suma del tiempo normal más algunas holguras para las necesidades personales (como descansos para ir al baño o tomar café), las demoras inevitables en el trabajo (como descomposturas del equipo o falta de materiales) y la fatiga del trabajador (física o mental). El tiempo estándar comprende todo el tiempo necesario para cada proceso productivo hasta llegar al producto final incluyendo además el tiempo improductivo que se presenta a lo largo del ciclo productivo.

Volumen de producción: Es la cantidad realmente producida por la empresa, mientras que la capacidad es el máximo que puede llegar a producirse.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Toda investigación debe estar fundamentada en un marco metodológico, pues este es de gran importancia, ya que su planteamiento adecuado garantiza que las relaciones que se establecen y los resultados o nuevos conocimientos obtenidos tengan el máximo grado de exactitud y confiabilidad. Morles (2011) anota: “la metodología constituye la medula del plan; se refiere a la descripción de las unidades de análisis o investigación, las técnicas de observación y recolección de datos, los instrumentos, los procedimientos y las técnicas de análisis” (p.140)

3.1 Tipo de la investigación

Según manual UPEL (2006) el proyecto factible comprende la investigación, elaboración y desarrollo de propuestas de modelos operativos viables para solucionar problemas o necesidades de organizaciones o grupos sociales, como también la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.

Es importante resaltar que el proyecto factible se apoya en la investigación documental y de campo, acotando esto la investigación presente sigue la modalidad de proyecto factible, ya que esta presentado como una alternativa sustentable para abordar la necesidad organizacional de crecer en el mercado productivo y establecerse como una gran competencia, utilizando también la implementación de tecnología como lo es la utilización de software para el diseño de la línea de producción.

3.2 Diseño de la investigación

Según Sabino (2002) el diseño de la investigación es un modelo de abordaje del objeto para confrontar visión teórica del problema con los datos de la realidad. Al mismo tiempo lo define como una estrategia o plan general que determina las

operaciones necesarias para estudiar el objeto. Complementando la información expuesta Hernandez Sampieri et al (2010) clasifica los tipos de investigación en experimentales y no experimentales, definiendo a su vez a los no experimentales como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables y en los que solo se observa los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos.

Partiendo del concepto descrito por Hernandez et al, la presente investigación es no experimental ya que se basa de datos existentes y no de pruebas y ensayos para darle veracidad a la información recolectada y según sus características de recolección de datos cuenta con un diseño de campo ya que cumple con lo que menciona Arias (2012) “la investigación de campo es aquella que 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).

3.3 Nivel de la investigación

Cuando se va a resolver un problema de forma científica, es conveniente tener conocimiento detallado de los niveles de investigación. Este conocimiento hace posible evitar equivocaciones en la elección del método adecuado para un procedimiento en específico, así mismo Arias (2012) señala: “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (p.23).

Es conveniente acotar que los niveles de una investigación no se presentan solos en el común de los casos; generalmente se combinan entre sí. Señalando lo anterior la investigación es de nivel descriptivo y documental. Según Arias (2012), la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

Por otra parte Arias (2012) describe que la investigación documental es 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 electrónicas.

Es importante señalar que la investigación describe el fenómeno tal y como se manifiesta, busca medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes y al mismo tiempo recurre a fuentes de datos ya registrados, con antecedentes como datos estadísticos, resultados de proyectos aplicados que cumplan con una o todas las variables en similitud con la presente investigación, estas características descritas convierten a la investigación en descriptiva y documental de acuerdo con las teorías planteadas por Arias.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Tamayo, T. y Tamayo, M. (2003) define población como: totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que deben cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica y se le denomina población por construir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación.

La población de la presente investigación está conformada por la totalidad de empresa Rubik Assembly C.A, esta consta de una parte administrativa y una parte productiva, la que a su vez dispone de dos líneas continuas de manufactura, donde una se especializa en la elaboración de Racks y la otra a manipuladores industriales.

3.4.1 Muestra

Cuando por diversas razones resulta imposible abarcar la totalidad de los elementos que conforman la población accesible, se recurre a la selección de una muestra. Arias (2012) menciona que: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p.83).

Definida la población a estudio, se señala una muestra representativa la cual especifica las características e información necesaria para desarrollar la investigación, esta se enfoca en la línea de producción de los Racks que posee la empresa, ya que esta consta de equipos, maquinarias, tecnologías y procesos que se adaptaran para el diseño de la nueva línea de producción de cestas metálicas (Stacking Basket). La línea manufacturera de Racks ya operativa, cuenta con 7 estaciones que se nombran a continuación: Roll Forming, Retrabajo, Mecanizado, Emsamble, Pre-tratamiento por inmersión, Pintura y Empaquetado.

Se escoge esta línea de producción como muestra ya que el proceso productivo es similar al proceso productivo del nuevo producto que se quiere elaborar (cestas metálicas).

Para seleccionar la muestra se utilizó una técnica denominada muestreo, según Arias (2012) existen dos tipos: probabilístico o aleatorio y no probabilístico. Para efectos de esta investigación se utiliza el muestreo no probabilístico (intencional o opinático) en el cual los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información.

3.5.1 Técnicas de recolección de información.

Según Hurtado (2008) la técnica de recolección de datos comprende procedimientos y actividades que permiten al investigador obtener la información necesaria para dar respuesta a la interrogante de la investigación. Se pueden mencionar como técnicas de recolección de información: la observación directa, la encuesta, la entrevista, la revisión documental, análisis de contenido.

Ahora bien, la aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. A dicho soporte se le denomina instrumento. De acuerdo con Arias (2012) “un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso,

dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p.68).

Con la finalidad de lograr la recolección de datos se utilizaran técnicas cualitativas y cuantitativas con sus respectivos instrumentos, como lo son:

3.5.1.1 Observación directa

Según Tamayo, I. y Tamayo, M. (2007) la observación directa “es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” (p.193). De igual manera, Mendez (2007) destaca que la observación directa es el proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar.

Como instrumentos para esta técnica se utilizó una libreta de notas o diario de campo, lista de cotejo, registro fotográfico y de video para documentar la información de primera plana, ya que la observación directa permite conocer la situación actual de la empresa, como operan sus máquinas, empleados, supervisores, operadores, etc.

3.5.1.2 Entrevistas no estructuradas

Según Arias (2012) la entrevista, más que un simple interrogatorio, es una técnica basada en un diálogo o conversación “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida. Cuando se habla de una entrevista no estructurada, esta se refiere a que no sigue un patrón esquematizado de preguntas, o bien, no contiene una guía elaborada previamente, pero se guía a partir de unos objetivos que orientan el tema de la entrevista.

Esta técnica se caracteriza por su profundidad investigativa, ya que permite indagar en aspectos y detalles, pero a su vez tiene menor alcance en cuanto a la cantidad de personas que se pueden entrevistar en tiempos determinados. Con el

fin de llevar a cabo esta técnica se emplean como instrumentos un libro de notas y una grabadora.

Con base a lo descrito anteriormente la utilización de estas técnicas, conducen a proporcionar información sobre los conocimientos tanto técnicos como operativos para desarrollar una propuesta que cumpla con todas las características de las necesidades de la empresa, y combinando los datos obtenidos se forma un argumento sustentable a la hora de dar resultados del diseño de la línea de producción.

3.5.1.3 Revisión documental

Para Hurtado (2010) es una técnica en la cual se recurre a la información escrita, ya sea bajo la forma de datos que pueden haber sido productos de mediciones hechas por otros, o como textos que en sí mismos constituyen los eventos de estudio. Esta técnica se le aplico a datos provenientes de la empresa, para observa el comportamiento de la misma y poder recopilar toda la información referente al tema de estudio.

Se utilizan instrumentos como libros, revistas, hojas de registros, computadora portátil, para consultar de páginas web y como unidad de almacenaje, y al mismo tiempo registrar toda información importante para el desarrollo de la investigación.

3.5.2 Instrumento de recolección de datos.

Los instrumentos a utilizar en el proyecto son elegidos en función a las técnicas definidas, los cuales están clasificados para recopilar y organizar toda la información, así como también, facilitan el proceso de análisis de los datos por su manera sistemática de ordenarlos.

3.5.2.1 Checklist

El Instrumento checklist o lista de chequeo se utilizara para recolectar información en el diagnóstico de la empresa, así como también registrar las condiciones de los espacios físicos de la planta, lo cual permitirá medir que

aspectos cumplen y cuales se deben mejorar para cumplir con el objetivo de la investigación.

3.6 Técnica de Análisis de datos

3.6.1 Diagrama de Ishikawa

Cuando se ha identificado el problema a estudiar, es necesario buscar las causas que producen una situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia.

El diagrama causa-efecto se utilizara como herramienta de analisis para organizar las causas obtenidas en el diagnostico de la situacion actual que pudiensen influir de manera negativa con los objetivos de la investigacion. Dichas causas se organizaran según las siguientes variables:

-Materia Prima

-Mano de obra

- Método

-Maquinaria

-Medio Ambiente

- Medición

3.6.2 Diagrama de Pareto

El diagrama de pareto se utilizara para lograr una simplicidad visual de las causas representadas en el diagrama de Ishikawa, a través de un gráfico que muestre los porcentaje de influencia de cada una de las causas y a su vez define las causas más relevantes.

3.6.3 Matriz FODA

Esta técnica se empleara para analizar la situación de la empresa, referente a sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas encontradas durante el desarrollo de la investigación, y crear estrategias para aprovechar al máximo los

recursos disponibles, disminuyendo las debilidades y amenazas, y aumentando las fortalezas y aprovechando las oportunidades.

3.7 Fases de la investigación.

Fase I: Diagnostico de la situación actual de la empresa en función de espacio, maquinarias, equipos y herramientas.

Con la finalidad de tener un claro entendimiento del entorno donde se desarrollara la investigación, de las fortalezas y debilidades del proyecto y las posibles mejoras que se pueden adoptar, se aplica un estudio detallado a la empresa Rubik Assembly, enfocado en el área productiva de la misma.

Se realizara una visita a la empresa y se aplicara una entrevista a los trabajadores, con el fin de conocer detalles del proceso productivo, como operan las máquinas y los equipo, además se realizara una revisión documental a información registrada de la capacidad de producción de las líneas, las características de los productos requeridos por el cliente, la fluidez de pedidos y mediante la observación directa se accederá a detalles de la estructura de la línea, se tomaran medidas, se observara el espacio disponible para el proyecto y se tomaran notas que serán posteriormente analizadas.

Fase II: Análisis de las variables obtenida en el diagnóstico, para la determinación de elementos técnicos y/o operativos necesarios para elaborar una cadena de producción de cestas metálicas de almacenaje.

Para el desarrollo de esta fase se hará uso de técnicas de análisis como lo son el diagrama de Ishikawa (causa y efecto), grafico de Pareto y la matriz FODA, que ayudaran a organizar la información recolectada de la fase anterior y visualizar de una mejor manera todos los recursos presentes que se puedan aprovechar para el correcto desarrollo del presente proyecto y las variables actuales que influyen en el diseño de la línea de producción de cestas metálicas.

Fase III: Diseño de la línea de producción de cestas metálicas de almacenaje en base a los requerimientos establecidos.

Una vez analizados todos los factores internos y externos que intervienen en el proceso productivo de la empresa Rubik Assembly C.A., se procede a describir las mejoras necesarias para diseñar una línea eficiente de producción de cestas metálicas y realizar los cálculo estadístico previo al diseño de la línea, como los tiempos de las tareas y puestos, los elementos de seguridad, determinar la capacidad productiva, se fijaran los inputs y las operaciones. Luego de tener todos los datos necesarios para la elaboración del diseño, se hará uso de la herramienta flexsim como simulador del proceso productivo.

Fase IV: Realización de un estudio económico, social, ambiental, técnico y operativo de la propuesta realizada.

Posterior a la finalización de la fase anterior se procederá a calcular los costos de ejecución de la propuesta, así como también los beneficios sociales y ambientales que la misma le aportara. El cálculo de los costó se hará a través de la descripción de un presupuestos donde especifique costos de maquinarias, equipos, personal y cualquier otro material necesario para su implementación y los beneficios se mostraran a través del cálculo del volumen de producción de la línea y el posible precio del producto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el siguiente capítulo se describen las actividades que se llevaron a cabo para cumplir con las fases de la investigación y los resultados obtenidos una vez aplicado los instrumentos de recolección de datos y los procedimientos necesarios para el análisis de los mismos, dando respuesta así a los objetivos trazados.


4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual de la empresa en función de espacio, maquinarias, equipos y herramientas.

Esta fase se desarrolla con el fin de conocer los detalles de la empresa Rubik Assembly C.A. en relación con su identidad, espacio físico, procesos productivos, maquinarias, equipos y herramientas disponibles, aplicando técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como también obtener una descripción de la distribución y funcionamiento de la planta.

4.1.1 Generalidades de la Empresa Rubik Assembly C.A

Inicialmente se realizó una revisión documental donde se da conocer la identidad de la empresa (Ver cuadro 1) la cual describe su ubicación, quienes son, su misión y visión.

Cuadro N°1: Identidad de la empresa Rubik Assembly C.A.

 Rubik Assembly C.A	
Ubicación	Parcelamiento Tecno Granja Flor Amarillo, calle Palma Sola ZB17; Región Central de Venezuela, Edo. Carabobo.
¿Quiénes son?	Empresa dedicada al diseño y desarrollo de herramientas para líneas de producción industrial y equipos comerciales que faciliten la manipulación, el transporte y almacenamiento de carga de todos los procesos operativos.
Misión	Desarrollar y distribuir equipos de alta tecnología que satisfagan las necesidades de nuestros clientes, ofreciendo productos y servicios con altos estándares de calidad.
Visión	Ser líder en el mercado latinoamericano en el suministro de equipos y herramientas, ampliar la producción hacia el mercado automotriz, manufactura y logística.

Fuente: Rubik Assembly C.A. (2020)

-Organigrama de la Empresa Rubik Assembly C.A.

Se muestra la estructura organizacional actual de la empresa, con el fin de conocer si los recursos humanos con los que cuenta son los necesarios para el desarrollo del proyecto, ya que la empresa podría necesitar una reestructuración en su organigrama al incluir un nuevo producto a su proceso, ya que conduce a un aumento en el volumen de la producción (Ver figura6).

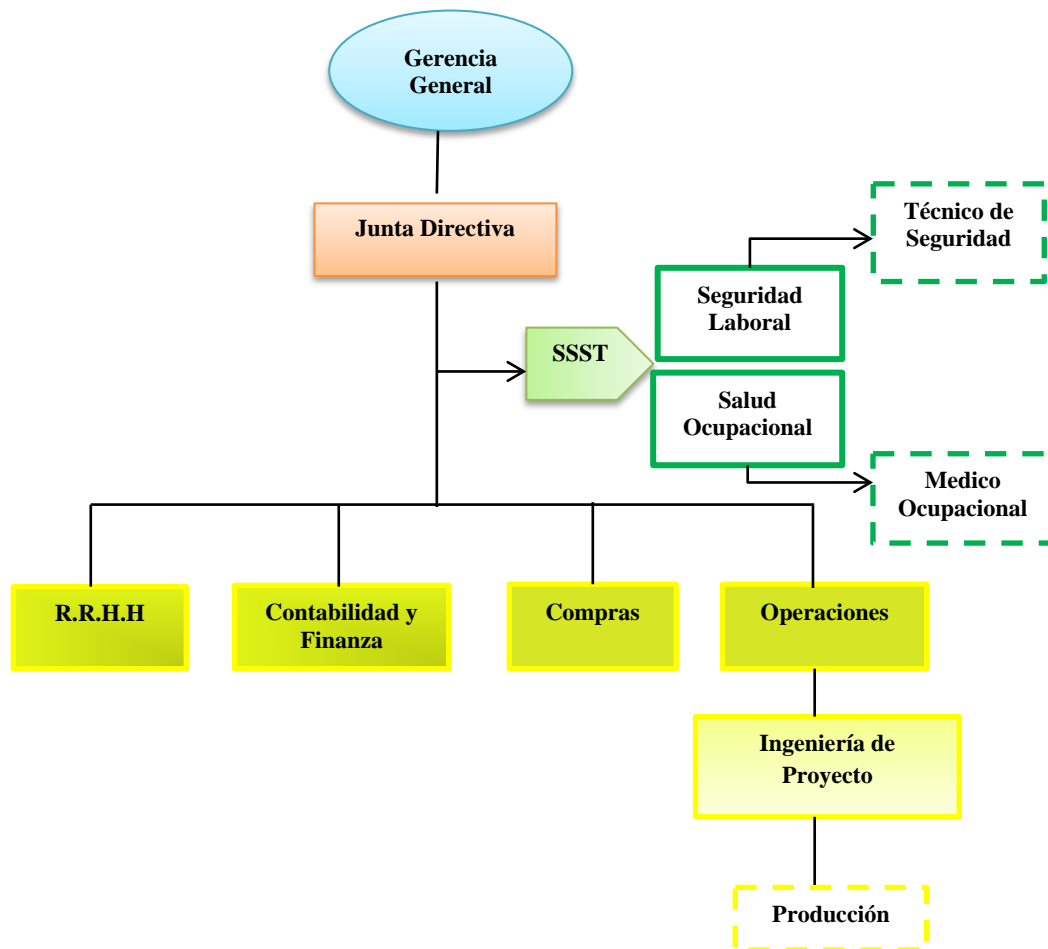


Figura 6: Organigrama de Rubik Assembly C.A.

Fuente: Rubik Assembly C.A. (2020)

-Layout actual de la planta de Rubik Assembly C.A.

El Layout de una empresa es fundamental para comprender y analizar de manera más sencilla la distribución que posee una empresa. A continuación se muestra el Layout de la planta de producción de la empresa Rubik Assembly C.A. el cual representa la distribución de las maquinas, equipos y oficinas que posee (Ver figura 7).

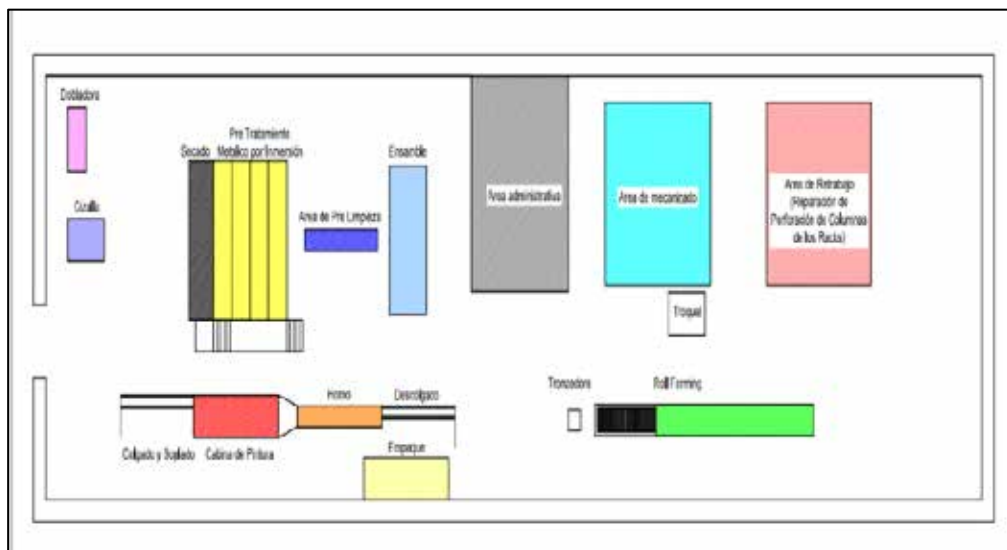


Figura 7: Layout de la planta productiva de Rubik Assembly C.A

Fuente: Rubik Assembly C.A. (2020)

La planta mostrada en el layout cuenta con un espacio de 1600 y una altura de 6m, distribuidos entre las diferentes áreas de trabajo y espacios disponibles para almacenaje y transporte interno. Las diferentes áreas cuentan con las siguientes medidas:

-Área de Retrabajo: 60 .

-Área de mecanizado: 240 .

-Área de RollForming: 90 .

-Área administrativa: 60 .

-Área de Ensamble: 40 .

- Área de Pre Limpieza: 24 .
- Área de Pre Tratamiento y secado: 56 .
- Área de pintura: 54.40 (Colgado, cabina de pintura, horno y descolgado).
- Área de Doblado y Corte en cizalla: 54 .

4.1.2 Descripción de equipos, maquinaria y herramientas necesarias para el proceso productivo de la empresa Rubik Assembly C.A.

Para la implementación de un nuevo producto en una empresa es necesario conocer los recursos tangibles que posee, como lo son las maquinarias, equipos y herramientas existentes, no obstante se debe describir cada una de sus funciones, su marca y las cantidades disponibles, para así, determinar si son suficientes o si es pertinente la adquisición de nuevos equipos, maquinarias y herramientas para el correcto desarrollo del nuevo proceso productivo. A continuación, en la tabla 1 se muestra los detalles de los equipos, maquinarias y herramientas que dispone la empresa en la actualidad.

Tabla N°1: Descripción de los equipos, maquinaria y herramientas

EQUIPOS	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICAS	NÚMERO DE UNIDADES
Cizalla	Cortes	Aluke machine tool Qc 2k-8x2500 Medidas:(2.86LX1.62AX2.26P)m.	1
Compresor de aire	Alimentar de aire a presión.	General Electric de 5hp	1
Dobladora	doblar	Aluke machine tool WC67Y Medidas: (2.5LX2.33AX1.42P)m.	1
Piscina de tratamiento por inmersión	Limpiar con agua, desengrasante y fosfato.	(6L x1,2A x 1,2P)m.	4
Máquina de pintura	Pintar con pintura electroestatica	Marca: KCI Modelo: 301. Hopper: 40lt	2
batea de prelimpieza	Limpiar, quitar excesos de	(6L x1.25A x 1,1P)m.	1

	material.		
Generador de potencia	Generar energía eléctrica	Miller 13kva/diesel	2
Mesones de ensamble	Mesón para ensamble fijo y removible	(2,5Lx0,87Ax0,60P)m. y (2,54Lx1,03Ax0,83P)m.	2
Cabina de pintura	Tener un ambiente controlado para pintar	(6Lx2.85Ax1.9P)m.	1
Horno	Secar piezas pintadas	(5.13Lx2.38Ax0.54P)m.	1
Máquina de soldar	Soldadura	Truper, Miller	3
Tronzadora	Realizar cortes	DeWALT, Atoun, BOSCH	5
Tronzadora industrial	Realizar cortes	THOMAS	1
Taladro de pie	Hacer agujeros	Atouan y Z5035A	2
Esmeril angular	Cortes, desgaste y pulido	BOSCH	3
Roll forming	Doblar		1
Oxicortes	Cortes	Bombonas de Gas natural y Oxigeno (CO2)	1
Mesones de trabajo	múltiples	(2,80Lx1,2Ax0,86P)m.	3
Handi-Mover Cart (Carrito de mano para carga)	Transporte de material	(2LX1P)m.	2
Rieles suspendidos con ganchos	Transporte de material	-	3
Disco de corte	Cortes, Quitar Rebaba	4.1/2", 7", 9" y 12"	23
Broca	Perforacion	1/16"-1/8"-3/16"-1/4"-5/16"-3/8"-7/16"-1/2"-9/16"-5/8"-3/4"-7/8"- 1"	18

Quemador	Generador de calor del Horno de pintura	Marca:BECKER Combustible: Diesel Cap: 0.4-3Gph Poder Calorífico: 56.000-420.00 Btu.	1
-----------------	---	--	---

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

4.1.3 Productos que ofrece Rubik Assembly C.A.

El Catálogo de productos de la empresa se divide en dos categorías que a continuación se señalan:

- **Soluciones para procesos industriales. (Ver figura 8).**
- Rieles para sistemas de transporte.
- Manipuladores de cargas y herramientas.
- Brazos articulados para manipulación de carga
- Grúa suspendida de dos vigas.



Monorrailes Suspendidos.



Manipuladores de carga



Brazo Manipulador.



Grúa de dos vigas

Figura 8: Productos para procesos industriales.

Fuente: Rubik Assembly C.A, 2019.

- **Soluciones para almacenamiento de cargas. (Ver figura 9).**
- Sistema de estantería ligera.
- Racks convencionales para carga pesada.

- Rack Dinámico.
- Cantiléver.
- Mesón de trabajo desarmable.



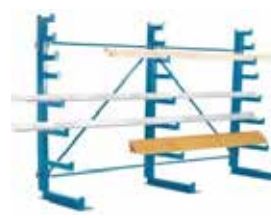
Estante de carga ligera.



Racks Convencionales.



Mesón de trabajo.



Cantiléver.

Figura 9: Productos de almacenamiento de cargas.
Fuente: Rubik Assembly C.A, 2020.

Dentro del proceso de producción de la empresa el producto que tiene mayor demanda son los Racks convencionales y las estanterías livianas, es por ello que la organización en alianza con los mejores proveedores de materia prima y la compañía de mano de obra clasificada, se ha encargado de ofrecer la mejor gama de estos productos, obteniendo así un buen nivel aceptación de su clientela, debido a esto la empresa empezó a tener solicitudes de un nuevo producto de almacenamiento, las cestas metálicas, esta razón es por la cual se quiere incursionar en el diseño de producción en línea de este nuevo producto, para dar respuesta a la demanda insatisfecha que posee la empresa Rubik Assembly C.A en la actualidad.

4.1.4 Descripción de la línea de producción de racks industriales.

Fue necesario hacer un estudio de la situación actual de la línea de producción de racks industriales, con la finalidad de tener un conocimiento amplio

sobre los equipos, maquinarias, herramientas y procesos utilizados en su fabricación, debido a que estos guardan una gran similitud con los procesos necesarios para el desarrollo de la línea de producción de cestas metálicas industriales, siendo provechoso y oportuno para la empresa Rubik Assembly C.A. ya que puede utilizar la mayoría de los recursos existentes, reduciendo así el costo de inversión inicial.

Este estudio se inició con la visita a dicha empresa, donde se pudo observar las distintas áreas involucradas en el proceso productivo de rack industriales y se pudo constatar a través de la observación directa, revisión documental y entrevista no estructurada que está conformada por siete (7) áreas de trabajo las cuales se describen a continuación:

1. Área de Roll Forming, conformada por una máquina de deformación mecánica en frío, de tecnología china, marca MK Brand, modelo YX, la cual está diseñada para deformar láminas de acero, modificando su sección transversal de lineal a

posterior ensamble de los accesorios requeridos, al finalizar ambos procesos se da por terminada la elaboración de la columna. (Ver figura 10).



Figura 10: Área de Roll Forming de la planta Rubik Assembly C.A.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

La línea de Roll forming cuenta con las medidas de seguridad necesarias para garantizar la protección del personal, además está distribuida de forma

ergonómica para facilitar su funcionamiento, lo que da como resultado una buena relación hombre-máquina.

2. Área de Retrabajos, tiene como finalidad la corrección física de las piezas no conformes que se reciben del área de Roll Forming, Se encarga de reparar las perforaciones asimétricas y cortes (longitudinales) fuera de especificación que genera la Roll forming, a su vez está constituida por el proceso de soldado donde se reciben las piezas no conformes y se rellenan las perforaciones con soldadura, posteriormente son llevadas al proceso de troquel donde se realizan las nuevas perforaciones, luego si se cuenta con cortes fuera de especificaciones, se lleva la pieza al proceso de corte para lograr longitud requerida por medio de un corte con tronzadora. (Ver figura 11).



Figura 11: Proceso de Soldadura, Troquelado y Corte de la planta Rubik Assembly C.A.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

3. Área de deformaciones mecánicas, está encargada de hacer trabajos de deformación mecánica, por medio de desbaste y perforaciones con maquinaria y equipos como: Troquel, torno, fresadora, taladro de pedestal, esmeril de banco, esmeril angular, taladro, tronzadora y limas. (Ver figura 12).



Figura 12: Maquinarias y Equipos usados en el Área de Deformación de la planta Rubik Assembly C.A.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

4. Área de Ensamble, esta estación cuenta con mesas de trabajos pesados y herramientas necesarias, las cuales permiten de la forma más acta las actividades realizadas por el personal encargado de unir las piezas provenientes de las áreas de Roll Forming, retrabajos y mecanizado, lo cual da como resultado la debida configuración del producto.(Ver figura 13).



Figura 13: Mesones de Ensamble de la planta Rubik Assembly C.A.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

5. Pretratamiento de superficies, conformada por tres etapas:

Etapa I: Pre Limpieza de la Pieza. La cual consta de una Batea de dimensiones (6m x 1m x 1.14m) largo, ancho y alto respectivamente, en su interior está compuesta de agua y jabón para quitar de forma manual cualquier mancha de la pieza. (Ver figura 14).



Figura 14: Batea de Pre limpieza.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Etapa II: Tratamiento de Superficie. Consta de cuatro (4) piscinas de dimensiones (6 m x 1,2 m x 1,2 m), largo, ancho y alto respectivamente para un volumen de 13,5 m³ para cada una. (Ver Figura 14).

-Piscina 1: contiene desengrasante a 60° Celsius, en ella la pieza es tratada por unos ocho (8) minutos.

-Piscina 2: esta contiene agua curada a temperatura ambiente en donde la pieza se trata durante un (1) minuto con el fin de remover el desengrasante.

-Piscina 3: 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, para crear una superficie rugosa microscópica para la adecuada adherencia de la pintura.

-Piscina 4: 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.

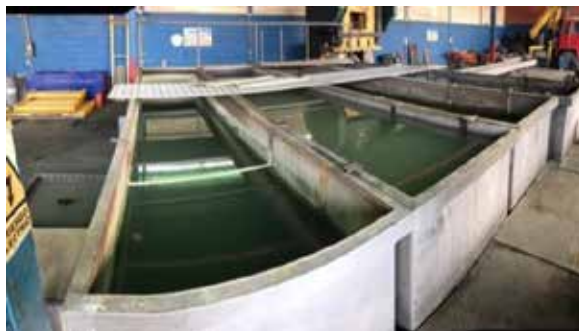


Figura 15: Piscinas de Tratamiento de la Pieza.
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Etapa III: Secado de la pieza. Al final del área de las piscinas 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 terminado el proceso la pieza esta lista para la siguiente estación de trabajo. (Ver Figura 16).



Figura 16: Ducto Expulsor de Aire Caliente.
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

6. Área de Pintura. En esta área de trabajo las piezas son sujetas con dos ganchos los cuales van acoplados a un riel de carga, el cual permite el

desplazamiento de las piezas a lo largo de del proceso de pintura que consta de dos (2) etapas.

Etapa I: cabina de pintura , donde se hace la aplicación de la pintura en polvo termoendurecible que se adhiere a la superficie pre-tratada de manera electroestática (polaridades opuestas en pintura y pieza), la cual es expulsada por medio de un compresor de aire General Electric de 5hp (ver figura 17).



Figura 17: Cabina de Pintura y compresor General Electric de 5hp.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Etapa 2: Luego de pasar por la cabina de pintura, la pieza seguirá con el desplazamiento lineal hasta encontrar la entrada al horno. 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 (ver figura 18).



Figura 18: Horno 6a Diesel.
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

7. Área de Empacado, en esta se realiza el empaquetado de las piezas según su descripción y orden de pedido. Se organizan los lotes de cada producto y son organizados en paletas, que posteriormente son almacenadas en las áreas destinadas para cada una. (Ver figura 19).



Figura 19: Empaque de traviesas.
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

-Tiempos estándar de las operaciones realizadas en el proceso de fabricación de Racks industriales.

TablaN°2: Tiempos estándares de operaciones de los racks

Procesos	Especificaciones	Cantidad trabajada	Tiempo estándar
Roll Forming	Máquina de deformación en frío marca MK Brand, modelo YX	Columna de 5m	1320seg
Soldadura	Máquina de soldar (Electrodo E6013)	5 cm	60seg
Taladrado	Taladro de pedestal (Acero 3mm)	1 perforación	30seg
Cortes	Tronzadora (disco de corte 9", acero 3mm)	1 corte	30seg
Pre- Limpieza	Batea (6x1x1.14)mts	1 mt ²	60seg
Tratamiento por inmersión	- Desengrasante a 60° Celsius	1 pieza	480seg
	- Agua curada a temperatura ambiente.		60seg
	- Fosfato de sodio a una temperatura de 60° Celsius.		480seg
	-Agua curada a temperatura ambiente. (6 x1,2x1,2)mts,(8.64 m ³) c/piscina		60seg
Secado	Expulsión de aire caliente	1 pieza	60seg
Pintura	Termoendurecible electroestática (polaridades opuestas en pintura y pieza), expulsada por compresor de aire General Electric de 5hp	1 mt ²	3min
Horneado	Cabina (4x2x2.5)mts Temperatura de 180° Celsius Quemador a diesel	1 pieza	20min

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Luego de la descripción de la línea de producción de Racks, se procede a mostrar el diagrama de flujo del proceso industrial de dicha línea de producción, para la presentación gráfica del proceso productivo, mostrando los flujos de trabajo y actividades involucradas paso a paso. (Ver figura 20).

- Diagrama de flujo del proceso productivo de Racks

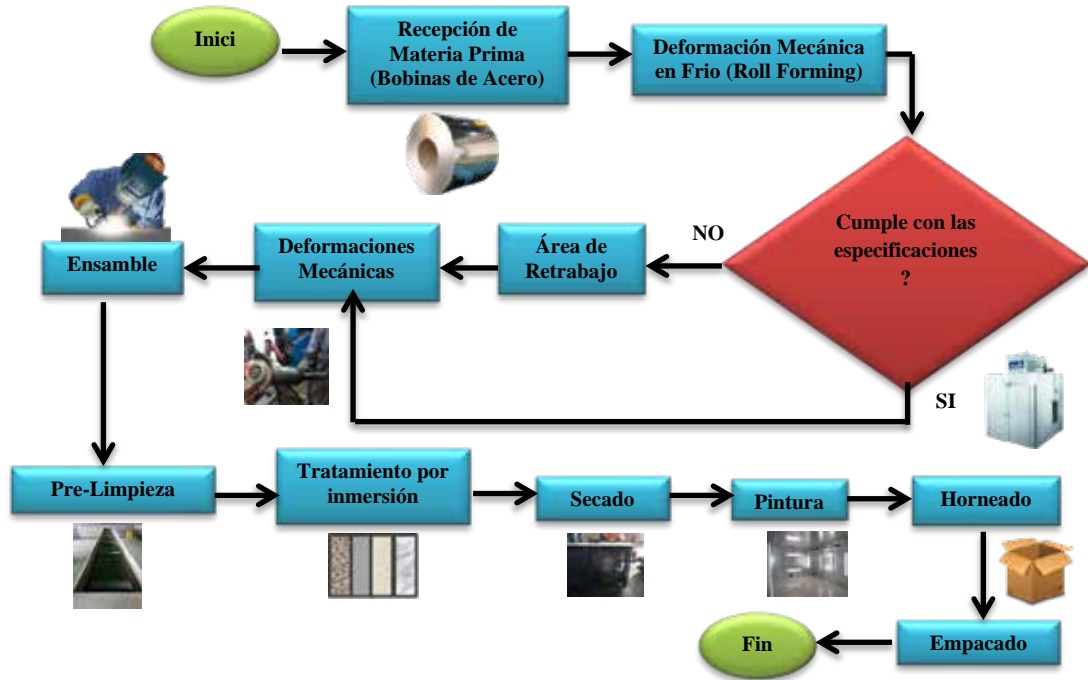


Figura20: Diagrama de flujo del proceso de Racks.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

4.1.5. Revisión documental de Producciones anteriores.

Para el desarrollo de la revisión documental se hace uso de datos suministrados por la empresa Rubik Assembly C.A. en relación con el proyecto de fabricación del prototipo de cestas metálicas de almacenamiento, producto de solicitudes que no pudieron ser atendidas.

Para la organización, la fabricación del prototipo significó una improvisación en la planificación de producción, ya que fue creado para mostrar al cliente, que la empresa consta de los recursos necesarios para elaborarla, pero actualmente no posee un proceso de producción de la misma, dejando como consecuencia que no exista un esquema de fabricación ni los tiempos de trabajo de cada estación.

Sin embargo se muestran los planos de fabricación de la cesta metálica actual que dispone la empresa (Ver figura 21) y se detallan las partes que componen a la misma (Ver figura 22).

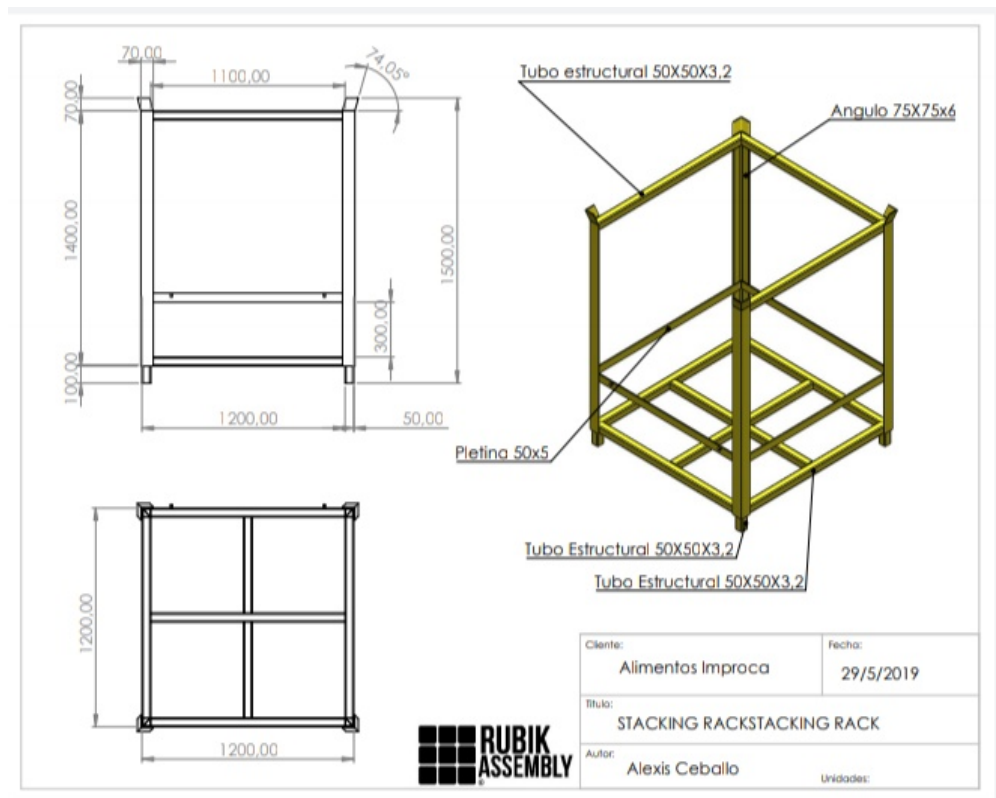


Figura 21: Plano de fabricación de prototipo de cesta actual.

Fuente: Rubik Assembly C.A. (2020).

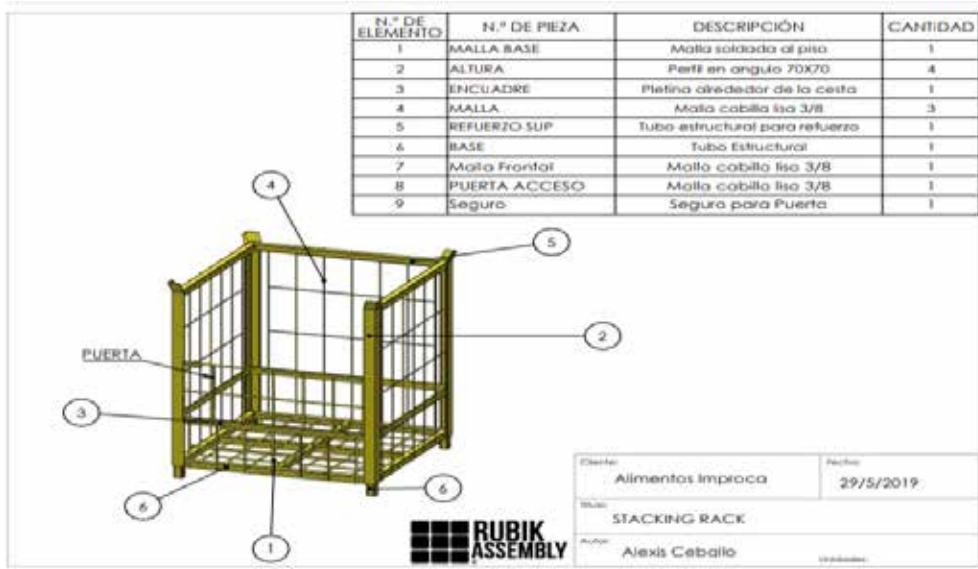


Figura 22: Partes que conforman al prototipo de cesta actual.

Fuente: Rubik Assembly C.A. (2020).

4.1.6 Resultados de la entrevista no estructurada realizada a los trabajadores de la empresa Rubik Assembly C.A.

Para el desarrollo de la entrevista no estructurada se hizo uso de un guion semi-estructurado como instrumento de recolección de datos, el cual permite desarrollar preguntas abiertas, sin un orden preestablecido, así como también el desarrollo de preguntas espontáneas a medida que la entrevista avanza.

Los investigadores procedieron a entrevistar a los trabajadores de la planta (Operadores, auxiliares, encargado de la planta e ingeniero de mantenimiento) para obtener una información que complementara los datos que ya se venían recolectando con la observación directa y la revisión documental, con el fin de tener la información pertinente para el desarrollo del proyecto.

Inicialmente se tenía un tema establecido para comenzar con las preguntas y seguidamente surgieron interrogantes en relación con la empresa Rubik Assembly C.A. y sus actividades productivas, así como la situación actual de los trabajadores

en los puestos de trabajo, sus horarios laborales, los tiempos de trabajo de las diferentes áreas, entre otros.

A continuación se muestran los datos obtenidos a partir del guion semi-estructurado de preguntas:

- **Jornada de trabajo:**

La empresa Rubik Assembly C.A. trabaja bajo contrato, es decir que no es una empresa en producción continua, lo que conlleva a tener un personal rotativo, el cual cumple **8hrs/día** en los horarios:

-Turno Diurno: Lunes a Domingo, 8:00am a 12 pm y 1:00p.m a 5pm (descanso: 12:00pm a 1:00pm).

-Turno Mixto: lunes a Domingo, 3pm a 7pm y 8pm a 10:30pm (descanso: 7:00pm a 8:00pm)

- **Tiempo de procesos en el área productiva de Rubik Assembly C.A (ver tabla 3)**

Tabla N°3: Tiempos Estándares de Procesos en la planta

Procesos	Especificaciones	Cantidad Trabajada	Tiempo Estandar
Troquel	Marca:AlukeMachine	20 perforaciones	180seg.
Dobladora	Marca:AlukeMachine	1 Dobles (Lamina de 3mm)	15seg.
Cizalla	Marca: AlukeMachine Modelo: QC2K-8X2500	1golpe (lamina hasta 25mm de espesor)	12seg.
Corte	Método: Oxicorte	1 Perforación ovalada de 60mmX3mm	10seg.

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

- **Observaciones de interés en las estaciones de trabajos y áreas de producción.**

-**Área de Pintura:** Actualmente se trabaja con un operador y dispone de espacio suficiente para trabajar con dos (2) simultáneamente, no se distribuye la energía térmica de manera proporcional por todo el horno afectando el secado uniforme de las piezas, las piezas contienen manchas de hollín por restos de diesel quemado.

-Área de Pre-Tratamiento: El agua de las piscinas se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento y no siempre alcanzan la temperatura necesaria que se requiere para hacer el trabajo, algunas piezas quedan húmedas después de pasar por el secador.

-Área de Retrabajo: En el proceso de perforación no se cuenta con tecnología para hacer diferentes formas prolijas, se utiliza el método de oxicorte para hacer agujeros ovalados o de otras formas irregulares. No poseen de un método limpio y versátil en la soldadura, teniendo que recurrir a procesos con esmeril para el buen acabado.

-Maquinarias, equipos y herramientas: La totalidad de las máquinas, equipos y herramientas disponibles no se encuentran funcionales, debido a falta de mantenimiento correctivo y preventivo. Algunos de ellos son:

- Las Tronzadoras: la empresa, como se menciona en la tabla N° 1, dispone de 5 tronzadoras, donde solo están operativas dos de ellas, las otras tres se encuentran averiadas, lo cual causa un proceso más lento en el área de corte.
- Las máquinas de soldar: Se presenta el mismo caso que con las tronzadoras, solo funcionan dos de las tres disponibles en la empresa, encontrándose la tercera descompuesta.

La información recolectada se procederá a analizar en la siguiente fase y será útil para futuras mejoras de la planta.

4.1.5 Diagnóstico de los espacios físicos en la empresa Rubik Assembly C.A.

Se realizó una visita a la empresa y se empleó la observación directa y la revisión documental para verificar si la organización cumple con las Normas COVENIN necesarias para la producción, la higiene y seguridad del trabajador, la ventilación, e iluminación del espacio destinado para producir, los espacios disponibles de la empresa y la distribución de maquinarias y equipos.

Se hizo uso de un checklist (lista de chequeo) como instrumento para la recolección de datos (ver tabla 5), el cual está comprendido por preguntas

clasificadas por temas o áreas de estudio y un sistema de SI o No para una respuesta precisa de cada una de ellas. A continuación se señalan las Normas COVENIN que se consultaron para la construcción de este instrumento:

- **Norma COVENIN 2266:88 Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo.** La cual establece cuatro aspectos a considerar:

- Organización interna de prevención.

- Trabajador.

- Medio Ambiente de Trabajo.

- Medios de Trabajo.

- **Norma COVENIN 2248-87 (Manejo de Materiales y Equipos)**, esta expone todo lo referente a manejo manual, manejo mecánico (aparatos de elevación, transportadores, montacargas), entre otros.

- **Norma COVENIN 187-92 (Colores símbolos y dimensiones para señales de seguridad).** La presente norma esta creada para prevenir accidentes, riesgos a la salud y facilitar el control de las emergencias.. En la misma se contemplan las señalizaciones que como mínimo se deben cumplir en toda organización.

- **Norma COVENIN 2249-93 (Iluminación).**

- oficinas administrativas, baños y vestuarios, entre otros; serán iluminadas con bombillos de luz fría del tipo ahorrador en 110 voltios

- área de producción donde estarán ubicadas los equipos, maquinarias y herramientas se dispondrá de bombillos industriales metal halide (presentación de 250 o 500 vatios) con una tensión de alimentación de 220 voltios.

- **Norma COVENIN 2250-2000 (Ventilación)**

En la Norma Venezolana COVENIN 2250-2000, esta norma establece los requisitos mínimos fundamentales para el diseño, operación, mantenimiento y evaluación de los sistemas de ventilación de los lugares de trabajo, de acuerdo a sus fines específicos.

Generalidades:

-Todo sistema de ventilación artificial o mecánica de un local, se fundamentará en la inyección de aire fresco y no contaminado al interior del local de una edificación, permitiendo la salida de aire viciado al exterior, o bien, en la extracción del aire viciado del local, permitiendo la entrada al mismo, de una cantidad de aire fresco y no contaminado desde el exterior.

-El suministro de aire fresco y limpio en los locales de trabajo debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El caudal del suministro de aire debe ser como mínimo el caudal de aire extraído, evitando que el lugar de trabajo esté sometido a presiones negativas.
- Debe proporcionar, de ser factible, una ventilación cruzada en el lugar de trabajo.
- **Norma COVENIN 2254-95 (Temperatura)**

La Norma COVENIN .254-95 en la tabla 4 muestra los límites permisibles de exposición al calor de Temperatura de globo y bulbo húmedo en °C en función de la carga de trabajo.

Tabla N°4: Límites Permisibles al calor en °C

RÉGIMEN DE TRABAJO-DESCANSO	CARGA DE TRABAJO		
	LIVIANA	MODERADA	PESADA
TRABAJO CONTINUO			
75% trabajo 25% descanso(cada hora)	30,0 °C	26,7 °C	25,0 °C
50% trabajo 50% descanso(cada hora)	31,4 °C	29,4°C	27,9°C
25% trabajo 75% descanso(cada hora)	32,2°C	31,1°C	30,0°C

Autores: Tomado de la Norma COVENIN 2.254-95 “Calor y frío. Límites máximos permisibles de exposición en lugares de trabajo” (1995).

- **Norma COVENIN 1565-95 (Ruido Ocupacional).**

Se observa en la siguiente tabla los niveles de ruidos permitidos que establece la norma en los lugares de trabajo:

Nota: No se permitirá exposición a ruidos continuos mayores o iguales a 85 dBA, No debe haber exposición a ruido continuo, intermitente y de impacto, por encima del pico de 140 dB ponderado,

Tabla N°5: Límites umbrales de Exposición para Ruido en dBA.

Duración de Exposición	Niveles de Ruido
Horas	dBA
8	85
4	88
2	91
1	94
Minutos	
30	97
15	100
7,50	103
3,75	106
1,88	109
0,94	112
Segundos	
28.12	115
14,06	118
7,03	121
3.52	124

Autores: Tomado de la Norma COVENIN 1565-95 “Ruido Ocupacional, Programa de conservación auditiva, niveles permisibles y criterios de evaluación” (1995).

En base a las Normas COVENIN señaladas anteriormente sobre los parámetros de higiene y seguridad, manejo de materiales, colores y dimensiones que deben tener las señales de seguridad, el calor, temperatura, ruido ocupacional y ventilación correcta, que una planta industrial debe cumplir a la hora de producir, se establecieron las preguntas que conforman el CheckList, para tener conocimiento de las condiciones en las que se encuentra la planta Rubik Assembly C.A con relación a las mismas, y posteriormente realizar las mejoras pertinentes.

Tabla N°6: CheckList de la condición actual de la planta Rubik Assembly C.A.

CHECKLIST				
		SI	NO	OBSERVACIONES
DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA				
A.	¿Cuenta la planta con los espacios necesarios para el buen desempeño de los trabajadores en las estaciones de trabajo?	X		Cuenta con espacio en desuso de 3200 mts ²
B.	¿La distribución de las maquinarias y equipos son adecuadas para el correcto cumplimiento de las actividades productivas?		X	
C.	¿Las demarcaciones de las zonas están visibles?		X	
D.	¿El área de almacén de herramientas e insumos se encuentra ordenada?		X	Los trabajadores pierden tiempo importan te en encontrar las herramientas e insumos.
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO				
A.	¿La planta cuenta con señalizaciones?	X		
B.	¿Tienen buena ubicación las señalizaciones?	X		
C.	¿Cuentan los trabajadores con la indumentaria de seguridad (botas de seguridad, guantes, careta de soldar, lentes de seguridad, equipos de protección respiratoria)?	X		Son usadas de forma correcta.
D.	¿Disponen de extintores e instrumentos contra incendios?	X		
E.	¿Cuentan con los trabajadores con audífonos antiruido, para controlar los niveles de ruido en la planta?	X		
F.	¿La exposición del trabajador a altas temperaturas está controlada y dentro de los límites permitidos en la norma COVENIN 2254-95?	X		
AGUAS				
A.	¿Tiene suficiente abastecimiento de agua en todo la planta?	X		
INSTALACIONES				
A.	¿Las paredes, techos y pisos de todas las áreas de producción se encuentran en buena condición?	X		
B.	¿Cuenta la planta con energía eléctrica y tomas de corrientes accesible en toda la planta?	X		
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS				
A.	¿Están en buenas condiciones las maquinarias y herramientas?		X	
B.	¿La tecnología de las maquinarias se adapta al proceso productivo de la empresa?	X		
ILUMINACION Y VENTILACION				
A.	¿La iluminación es suficiente en todas las áreas?		X	La empresa cuenta con una buena entrada de luz natural, no así de luz artificial.
B.	¿El sistema de ventilación permite el flujo de aire en todas las áreas?	X		
Resumen de la Auditoria:		12	5	
Total en cumplimiento:		70.59%		

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

-Resultados del Checklist de la empresa Rubik Assembly C.A:

En la parte final de la tabla 6 se muestra el resultado de las condiciones en cumplimiento de la empresa, basados en lo que establece la norma COVENIN. El resultado fue de un 70.59% de cumplimiento, dejando un 29.41% sin cumplir, lo cual deja en evidencia que se produce bajo condiciones normales, sin embargo el 29.41% amerita un estudio en la iluminación de estaciones, orden, distribución y condiciones de las maquinarias, para futuras mejoras que ayudaran a la empresa a tener un funcionamiento adecuado y una mejor eficiencia de producción, dejando satisfecho a los clientes en tiempo y calidad, y resguardando la salud integral del trabajador.

4.2 Fase II: Análisis de las variables obtenida en el diagnóstico, para la determinación de elementos técnicos y/o operativos necesarios para elaborar una cadena de producción de cestas metálicas de almacenaje.

Esta fase se realiza con el objetivo de determinar todos los elementos necesarios para el desarrollo del diseño de la línea de producción, como lo es la descripción del producto, sus características, dimensiones y materiales, la determinación de estaciones o procesos necesarios para fabricarlo, elecciones de maquinarias y herramientas, operarios necesarios para cada estación y realizar los cálculos correspondientes para calcular el tiempo de ciclo del producto y la capacidad de producción que tendrá finalmente la línea diseñada.

Se hizo un análisis de la información recopilada en la fase anterior la cual facilitó el cumplimiento del objetivo de la presente fase.

4.2.1 Diagrama Causa- Efecto como herramienta de análisis del diagnóstico de la empresa Rubik Assembly C.A.

Para dar comienzo a esta fase, se desarrolló un diagrama de Ishikawa (diagrama causa-efecto) para organizar los problemas encontrados en el diagnóstico de la empresa y con ello considerar las causas de mayor relevancia que estén relacionados directamente con el incumplimiento del objetivo general de

la investigación el cual es diseñar de la línea de producción de cestas metálicas industriales.

Esta técnica de análisis se aplicó a la información recolectada a través de revisión documental a registros de la empresa de producciones de lotes anteriores de Racks (Ver Anexo A) donde se toman los datos estadísticos de las fallas que afectaron varios lotes de Racks, ya que como antes se menciona el proceso de fabricaciones de los mismos guarda gran similitud con el proceso de fabricaciones de cestas metálicas. Consiguiendo las posibles causas que afecten la producción de cestas metálicas en la empresa Rubik Assembly C.A. (Ver Figura 23).

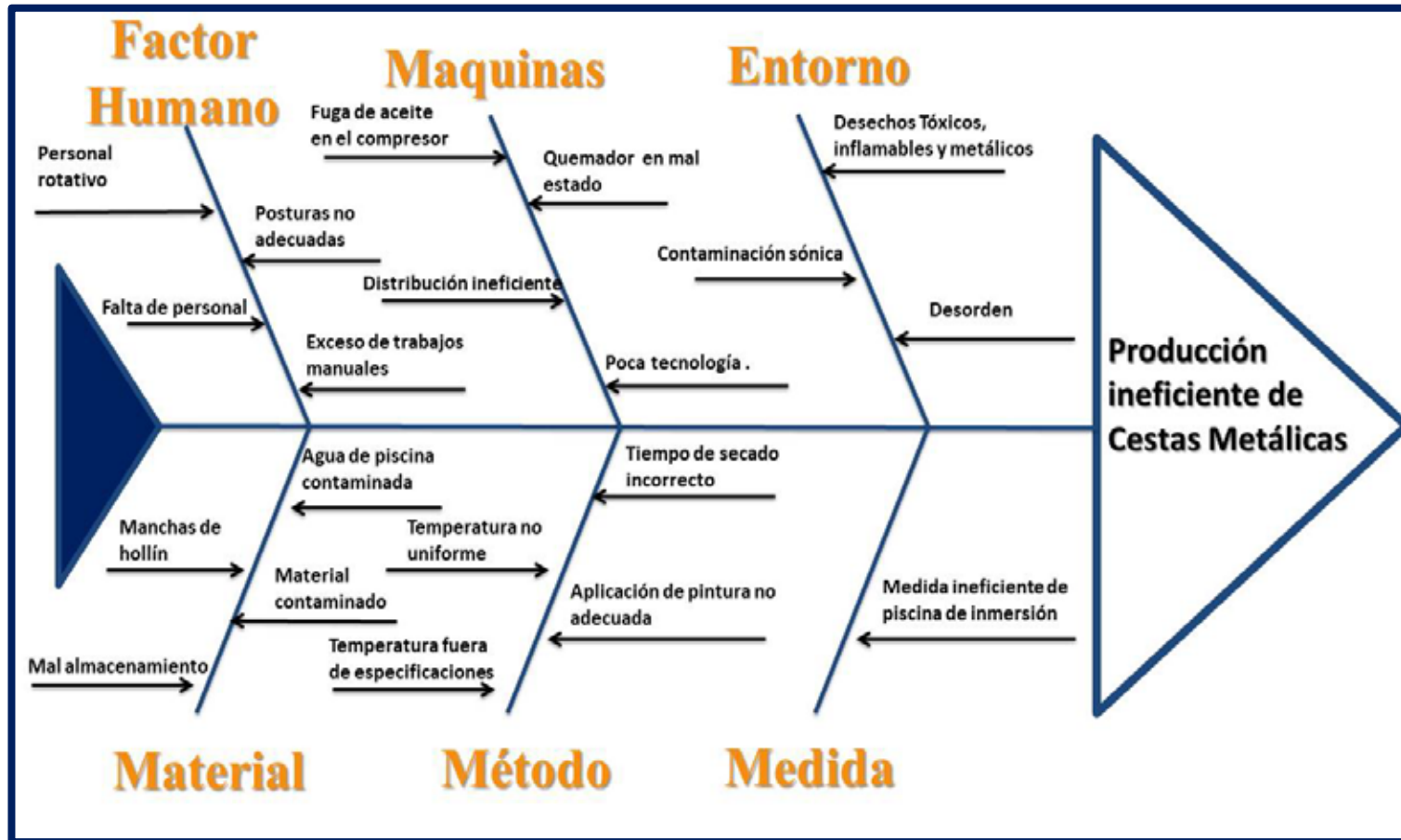


Figura23: Diagrama de Ishikawa aplicado a la planta de Rubik Assembly C.A.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

4.2.1.1 Valoración del impacto de las causas del diagrama de Ishikawa de la empresa Rubik Assembly C.A.

Con el fin de reconocer visualmente las posibles causas que afectan en la producción eficiente de las cestas metálicas, se realizó una matriz de causa y efecto donde se muestra la frecuencia con la que ocurre dichos eventos en la producción de lotes de productos anteriores de la empresa Rubik Assembly C.A.

Tabla N° 7: Frecuencia de las Causas encontradas en el Diagrama de Ishikawa .

	Posibles causas del problema	Frecuencia con la que ocurren	Porcentaje (%)	Porcentaje Acumulado (%)
1	Distribución ineficiente	110.00	28.65%	28.65%
2	Medidas de las piscinas	67.00	17.45%	46.09%
3	Manchas de hollín	56.00	14.58%	60.68%
4	Quemador de mal estado	19.00	4.95%	65.63%
5	Aplicación de pintura no adecuada	17.00	4.43%	70.05%
6	Exceso de trabajos manuales	16.00	4.17%	74.22%
7	Agua de piscina contaminada	14.00	3.65%	77.86%
8	Material Contaminado	12.00	3.13%	80.99%
9	Personal Rotativo	10.00	2.60%	83.59%
10	Posturas no adecuadas	9.00	2.34%	85.94%
11	Mal Almacenamiento	8.00	2.08%	88.02%
12	Fuga de aceite en el compresor	8.00	2.08%	90.10%
13	Tiempo de secado incorrecto	7.00	1.82%	91.93%
14	Temperatura no uniforme	7.00	1.82%	93.75%
15	Desorden	5.00	1.30%	95.05%
16	Temperatura fuera de especificaciones	5.00	1.30%	96.35%
17	Falta de personal	5.00	1.30%	97.66%
18	Desechos tóxicos, inflamable y metálicos	4.00	1.04%	98.70%
19	Inexistencia de tecnología en cortes	3.00	0.78%	99.48%
20	Contaminación Sónica	2.00	0.52%	100.00%
Total:			100.00%	

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

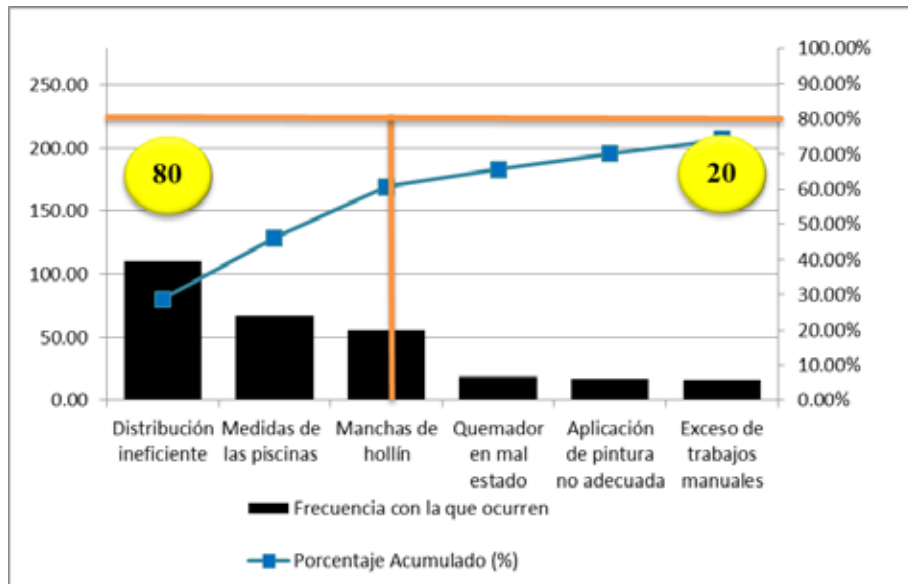
El cuadro mostrado evidencia como cada causa encontrada tiene un porcentaje de impacto en las producciones de lotes anteriores de la empresa. Se realiza la selección de las causas con mayor porcentaje de frecuencia, para ser analizadas mediante un diagrama de Pareto, logrando así identificar las causas que más impacto tendrán en la fabricación eficiente de las cestas metálicas de almacenamiento.

Se mostrara la siguiente tabla, donde se pueden ver resaltadas las causas con mayor porcentaje de ocurrencia, calculando nuevamente el porcentaje y el porcentaje acumulado en base a la frecuencia de las causas seleccionadas, datos necesarios para realizar el análisis con el diagrama de Pareto (ver gráfica 3).

Tabla N°8: Matriz de Frecuencia de las causas con mayor impacto.

	Posibles Causas	Frecuencia con la que ocurren	Porcentaje Acumulado (%)	Porcentaje (%)
1	Distribución ineficiente	110.00	38.60%	38.60%
2	Medidas de las piscinas	67.00	62.11%	23.51%
3	Manchas de hollín	56.00	81.75%	19.65%
4	Quemador en mal estado	19.00	88.42%	6.67%
5	Aplicación de pintura no adecuada	17.00	94.39%	5.96%
6	Exceso de trabajos manuales	16.00	100.00%	5.61%
7	Agua de piscina contaminada	14.00		
8	Material Contaminado	12.00		
9	Personal Rotativo	10.00		
10	Posturas no adecuadas	9.00		
11	Mal Almacenamiento	8.00		
12	Fuga de aceite en el compresor	8.00		
13	Tiempo de secado incorrecto	7.00		
14	Temperatura no uniforme	7.00		
15	Desorden	5.00		
16	Temperatura fuera de especificaciones	5.00		
17	Falta de personal	5.00		
18	Desechos tóxicos, inflamable y metálicos	4.00		
19	Inexistencia de tecnología en cortes	3.00		
20	Contaminación Sónica	2.00		
	total:	384.00		
	Total de seleccionados:	285.00		

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).



Grafica 3: Diagrama de Pareto de las causas encontradas en producciones anteriores de la empresa Rubik Assembly C.A.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

La matriz de las causas de mayor impacto y el diagrama de pareto mostrados, actúan como filtros de las causas para clasificar las de mayor incidencia, logrando un mayor enfoque en el estudio de las principales para conseguir las posibles mejoras.

Por otro lado, el grafico anterior evidencia que el 80% de las causas relacionadas con la producción ineficiente de cestas metálicas son:

- La distribución ineficiente de la planta.
- Medidas de las piscinas de tratamiento de inmersión.
- Manchas de Hollín

Y el otro 20% lo componen la falta de personal, el quemador en mal estado y las posturas no adecuadas.

4.2.2 Causas principales de la producción ineficiente de cestas metálicas de almacenamiento.

Se describen detalladamente las causas resultantes del análisis de la situación actual del proceso productivo de la empresa Rubik Assembly C.A. para identificar el ¿Cómo? y el ¿Por qué? producen un efecto importante en la fabricación de manera eficiente de las cestas metálicas.

4.2.2.1 Distribución ineficiente de la planta.

La distribución de la planta productiva de la empresa es un elemento fundamental para la fabricación de las cestas metálicas, es por ello que se utiliza la herramienta AutoCAD para analizar el layout facilitado por la empresa, que se muestra en la fase I de la presente investigación, visualizando fácilmente a través del software los espacios disponibles, las medidas entre las estaciones, la distancia entre los equipos y maquinarias y las áreas de recepción de materia prima, despacho, entre otras.

Adicionalmente se realizaron algunas reformas en el diseño del layout, sin alterar su distribución. Para llevar a cabo esta reforma los investigadores realizaron una visita a la planta donde pudieron observar y medir la distribución de las máquinas y equipos, para conseguir un diseño más específico y detallado de la posición de cada uno de ellos, que permita un mejor análisis y visualización de posibles mejoras. Por otro lado, se utilizara la técnica de diagrama de trayectoria (diagrama de hilo) como herramienta de análisis de la distribución actual de la planta, la cual, arrojará la distancia recorrida por los trabajadores en todo el proceso y permitirá tomar decisiones y hacer cambios de ser necesario.

Se muestra a continuación el resultado de las reformas realizadas al layout (ver figura 24). Cabe acotar que se utilizó la misma herramienta AutoCad para llevar a cabo este diseño.

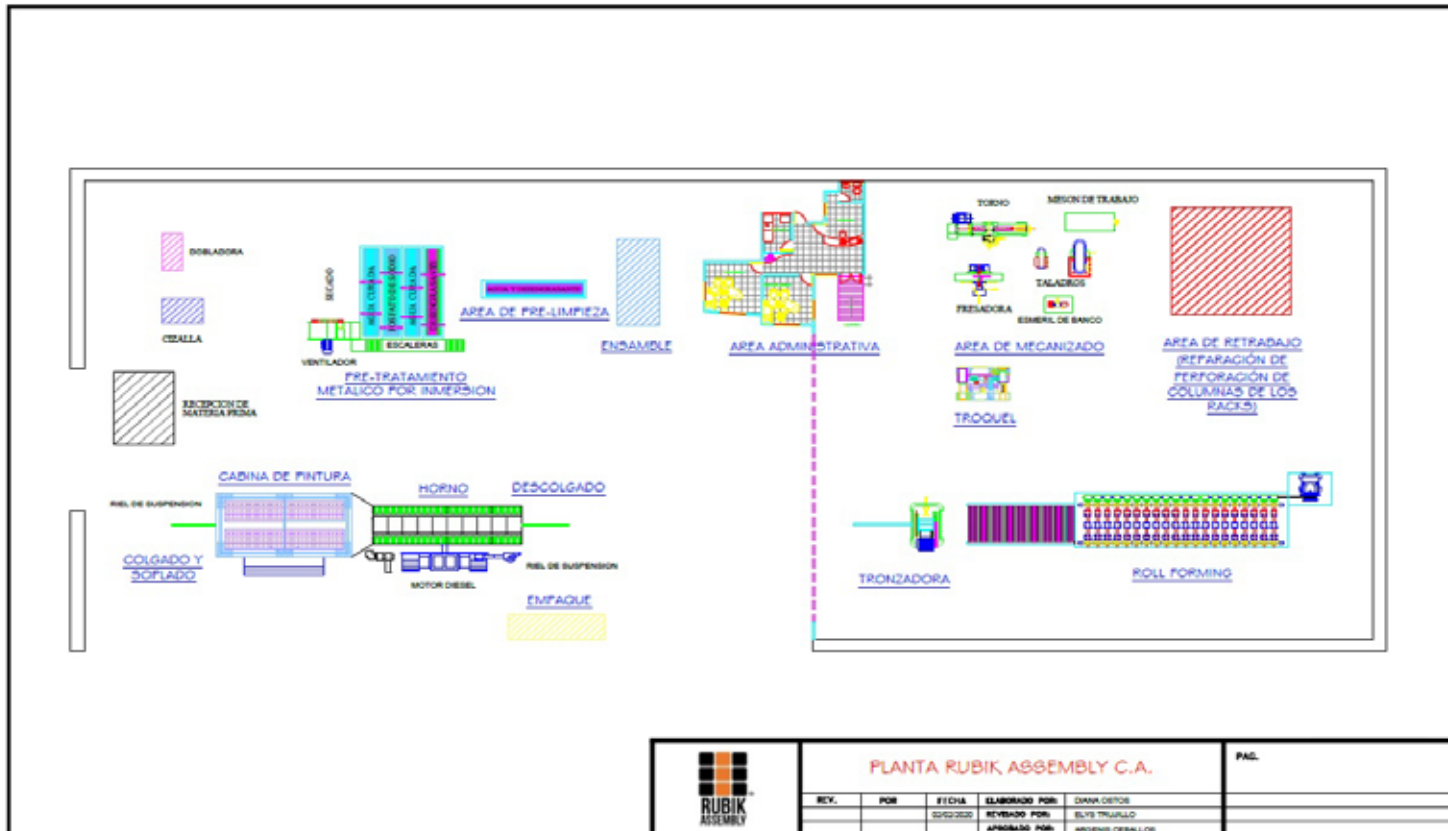


Figura 24: Layout de la planta de Rubik Assembly C.A.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

En el diseño del layOut que se muestra en la figura 24, se puede observar las diferentes áreas de trabajo, así como también las maquinarias que se disponen en el área de mecanizado.

-Impacto de la distribución en el proceso productivo de las cestas metálicas.

Para analizar con detalle el impacto de la distribución actual en la fabricación de las cestas, se utilizó de referencia el FlowChart del prototipo presente en la empresa (ver figura 25) y la descripción de su proceso.

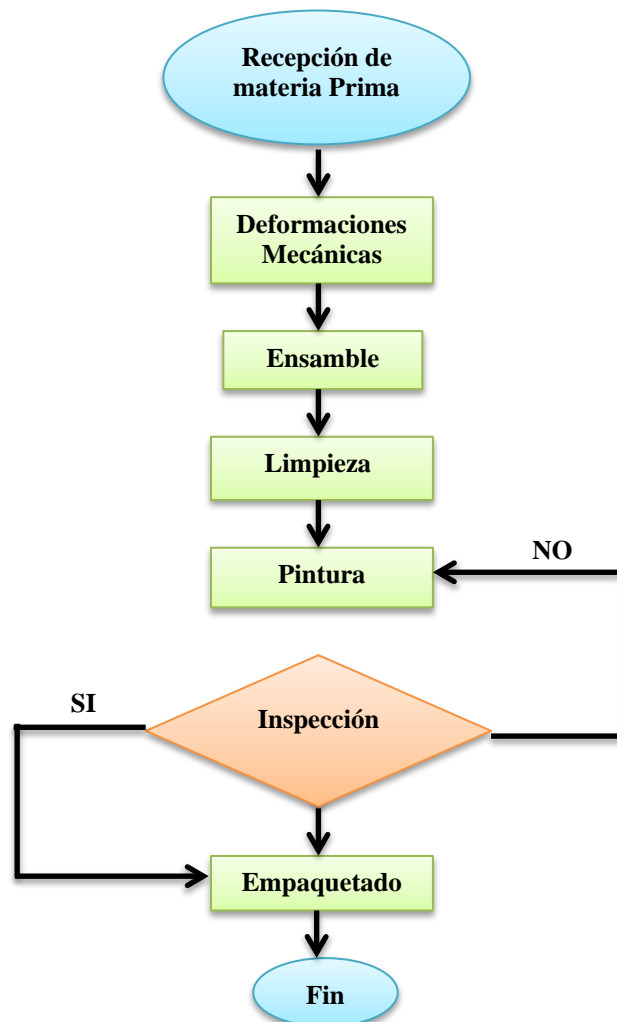


Figura 25: FlowChart del proceso de fabricación del Prototipo Actual de Cesta.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020)

En la fase anterior se muestra el prototipo actual de la cesta, y se describe detalladamente su estructura, sin embargo, se menciona la inexistencia de un diagrama de flujo por motivo de tiempo en la planificación de la producción de la misma. Debido a lo antes mencionado, los investigadores por medio de la revisión documental del proceso y la entrevista a los trabajadores que realizaron el prototipo, realizaron un flowchart que permitiera observar las estaciones comprendidas en el proceso y la relación entre ellas.

Seguidamente se procede a describir las operaciones que se realizaron dentro de cada una de las estaciones involucradas.

1. Recepción de Materia Prima.

En esta área se recibe el material a utilizar, en este caso fue Acero A36 en diferentes formas como ángulos, láminas, tubos cuadrados, mallas electrosoldadas, entre otros y se distribuyó mediante carritos de carga entre los diferentes puntos de operación.

2. Deformaciones Mecánicas.

Luego de recibir el material, se procede a ser deformado (cambiar su forma natural) por operaciones en cizalla y tronzadora hasta lograr las medidas y el acabado pautado para ensamblar el diseño.

3. Ensamble.

Seguidamente, en esta área se procede a ensamblar todos los componentes de la cesta mediante proceso de soldadura, donde finalmente la cesta queda totalmente armada y lista para pasar al siguiente paso.

4. Limpieza.

Esta estación recibe la cesta ensamblada para pasar por un proceso de limpieza que consta de una lija, agua y jabón para eliminar cualquier impureza restante de los procesos anteriores y lograr una superficie limpia y sin restos.

5. Pintura.

Para lograr un buen acabado, la cesta es lijada para aplicar una primera mano de fondo gris, luego de secado el fondo, se procede a un segundo lijado para conseguir una superficie lisa, lista para la primera capa de pintura en esmalte brillante, la cual se deja secar para la aplicación de la segunda y última capa de pintura.

6. Inspección.

Se inspecciona la cesta luego de haber pasado por el proceso de pintura y se cerciora que no haya quedado ninguna superficie rugosa o sin pintar, o algún otro desperfecto que difiera con el acabado deseado, si los acabados son óptimos, pasa a el área de empaquetado, si no, es llevada al proceso de pintura.

7. Empaquetado.

En esta etapa se recibe la cesta terminada, para proceder a colocarle esquineros de plásticos a todas las esquinas y patas de la cesta, para que el producto esté listo para el cliente.

Una vez conocida cada estación, los procesos, máquinas y herramientas que se utilizaron para llevar a cabo la fabricación del prototipo actual, se procedió a realizar un diagrama de hilo para determinar la distancia total recorrida en la producción de la cesta. (Ver figura 26).

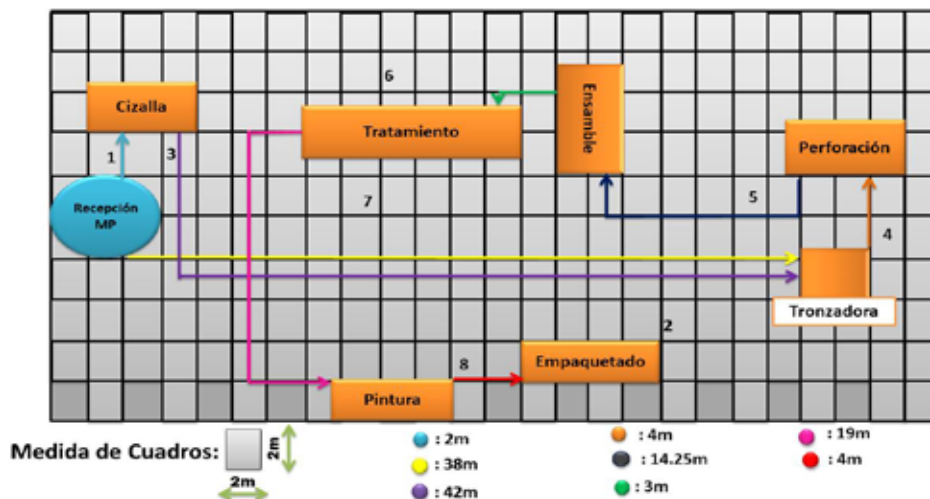


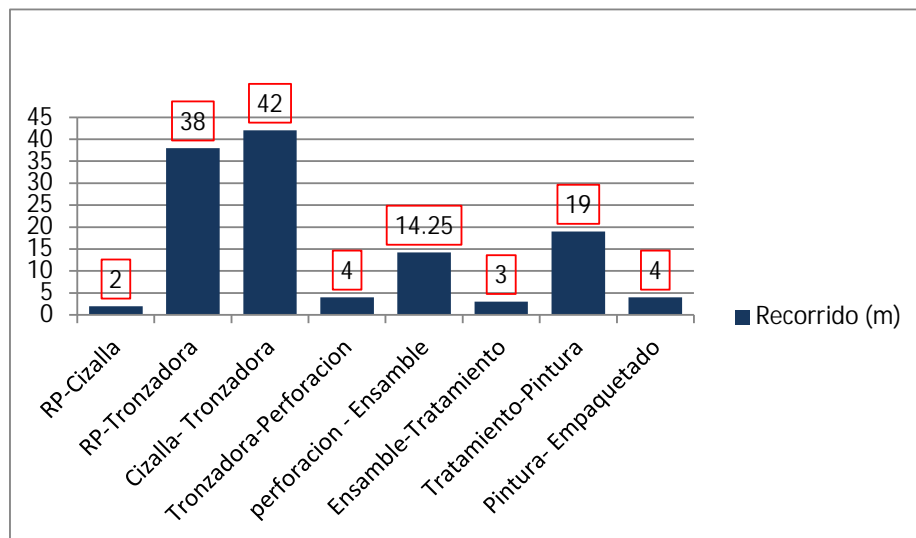
Figura 26: Diagrama de Recorrido del Proceso de fabricación de cestas.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Para la elaboración del diagrama de recorrido se tomó en cuenta solo las estaciones involucradas en el proceso, cabe acotar que la estación de pintura no entra dentro del plano de distribución del área productiva (layout), ya que para ese proceso no se hace uso del método convencional de la empresa, el cual utiliza pintura electroestática que requiere del uso de las áreas de tratamiento por inmersión, cabina de pintura y horno, si no que se utiliza pintura esmalte brillante y conlleva a otro proceso de tratamiento.

Señalado lo anterior, se destinó un área provisional de la empresa que se encuentra en desuso por estar a la intemperie y no contar con todas las condiciones necesarias para producir.

Continuando con la elaboración del diagrama, se esquematizaron en un plano elaborado a escala las estaciones, donde cada cuadro representa una medida de (2X2) m., se trazaron flechas para señalar la dirección y se asignaron números para identificar visualmente la secuencia. En la figura 26 se muestran los metros recorridos durante el proceso productivo, el cual da un total de 126.25 m.



Grafica 4: Grafica de recorrido del prototipo actual de Cesta.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Tomando en cuenta que esta actividad es un transporte, y los transportes internos y externos no agregan valor al producto, es de suma importancia hacer un análisis de la distribución de las estaciones y maquinarias, para estudiar si es posible realizar cambios que permitan la reducción de los tiempos de transporte interno, para ello se muestra un gráfico que permite visualizar los procesos que tienen mayor tiempo de recorrido, donde se evidencia que el transporte de Recepción de materia prima-Tronzadora y Tronzadora-Cizalla son los que tienen mayor recorrido (ver grafica 4) .

La grafica anterior permite evidenciar donde inciden las trayectorias más largas entre las estaciones, en este caso, es la distancia de la recepción de materia prima a la tronzadora y de la cizalla a la tronzadora. A continuación se muestran los tiempos que inciden de cada uno de los recorridos entre estaciones:

Tabla N° 9: Tiempos de recorridos entre estaciones.

Secuencia	Recorrido (m)	Tiempo (seg)
RP-Cizalla	2	20
RP-Tronzadora	38	110
Cizalla- Tronzadora	42	120
Tronzadora - Perforacion	4	45
Perforacion a Emsamble	14.25	60
Ensamble-Tratamiento	3	40
Tratamiento-Pintura	19	70
Pintura- Ensamble Final	4	52

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Realizando una sumatoria de los tiempos totales de recorrido da un total de 517seg, lo que equivale a 8.62min/u.

En un análisis global de la situación, para producir una cesta se tiene que hacer un recorrido de 126.25m, que equivale en tiempo a 8.62min/cesta, el cual no

aparenta tener un alto impacto en la producción, pero tomando en cuenta que una empresa no produce por unidad, si no en cantidades, se tiene el siguiente ejemplo, una demanda de 400 cestas incurriría a un total de 3448min, equivalente a 57.47hrs, lo cual se traduce a un costo de mano de obra de 57.47hr laborales y en un turno de 8hrs diarias, a 7.18 días.

En resumen, actualmente la empresa no posee una distribución eficiente ni acorde con la secuencia de estaciones y procesos necesarios para producir cestas metálicas, ya que existen grandes espacios entre maquinas que corresponden a la misma estación de trabajo, produciendo un mayor tiempo de recorrido para el operario y por ende se hace necesario un mayor tiempo de producción por una actividad que no agrega valor como lo es el transporte.

4.2.2.2 Medidas de las piscinas de tratamiento de inmersión.

Dentro del proceso productivo de la empresa Rubik Assembly C.A, como anteriormente se menciona, dispone de una estación de pintura donde se le da el acabado final a cada una de las piezas y productos que se fabrican. Como material base para este proceso utilizan una pintura en polvo electroestática la cual está compuesta por resinas sintéticas, endurecedores, aditivos, pigmentos y cargas.

El proceso de pintura electroestática comienza en las piscinas de lavado, en el cual se realizan tratamientos de superficie en el acero (materia prima de la empresa), con el fin de prevenir la oxidación del mismo y crear una superficie rugosa microscópica para la adecuada adherencia de la pintura. Este proceso cuenta con 1 batea de predesengrase y 4 piscinas distribuidas de la siguiente manera:

1. Desengrase.
2. Agua curada a temperatura ambiente.
3. Fosfato de sodio a 60° Celsius.
4. Agua curada a temperatura ambiente.

Estas últimas tienen dimensiones de 1.2mX1.2mX6m, ancho, alto y largo respectivamente y un volumen de 8,64 , como se muestra en la siguiente imagen (ver figura 27).

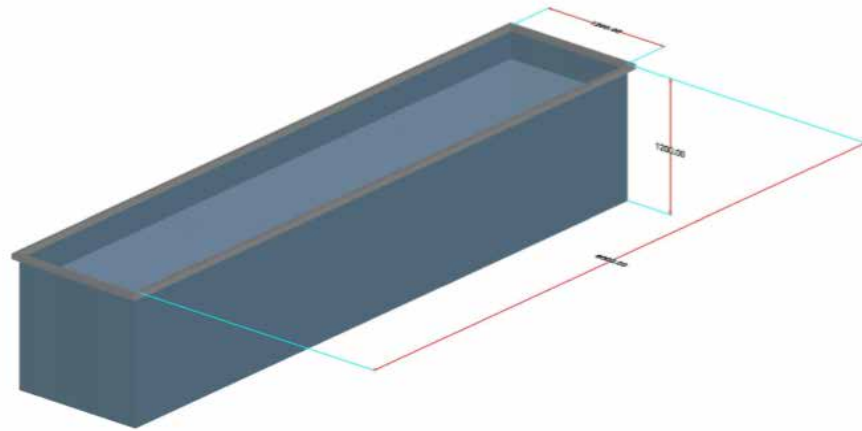


Figura 27: Piscina de Tratamiento de superficies de acero.
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Las dimensiones de las piscinas definen el tamaño de las piezas que son sumergidas en ellas. Es por ello que en la fabricación del prototipo de cesta actual, no se pudo aplicar una pintura electrostática para su acabado, ya que sus medidas son (1.2X1.57X1.2) m y debido a su estructura rígida no caben en las piscinas de tratamiento, en su defecto se aplica una pintura esmalte líquida, la cual no tiene la misma calidad en comparación con la electrostática, ya que esta da como resultado un revestimiento uniforme, de alta calidad, adherido a la superficie, atractivo y durable.

Adicionalmente la empresa no se beneficia al utilizar una pintura líquida para este proceso, ya que las ventajas que se tiene al implementar una pintura en polvo electrostática se ven reflejadas en la eficiencia de la aplicación, el hecho de que no son inflamables, la reducción de área en el depósito siendo comparativo con las mismas proporciones de pintura líquida, la reducción de costos en la deposición de los residuos generados en el proceso, tiene un reciclaje del 95% de

la pintura que no queda aplicada a la pieza, es menos peligrosa para la salud de los operarios en comparación con la pintura líquida y tiene una resistencia físico-química muy superior frente a impactos, rayones, dobleces y agentes químicos.

Aunado a todas las ventajas antes mencionadas al usar pintura electrostática y no pintura líquida, el uso de esta disminuye los tiempos de producción y por ende aumenta la capacidad de la empresa, ya que la pintura líquida requiere de un lijado manual, un fondo, un segundo lijado manual y dos capas de pintura esmalte líquida, además el secado de la pieza es fundamental entre todas las etapas y este se hace de forma manual, se secan las piezas a temperatura ambiente.

Después de describir ampliamente la importancia de que las cestas reciban el tratamiento por inmersión en las piscinas, se hizo uso de la herramienta AutoCAD para presentar el prototipo actual de la cesta en la piscina de tratamiento, el cual evidencia la imposibilidad de que sean sometidas al proceso de pintura electrostática (ver figura 28).

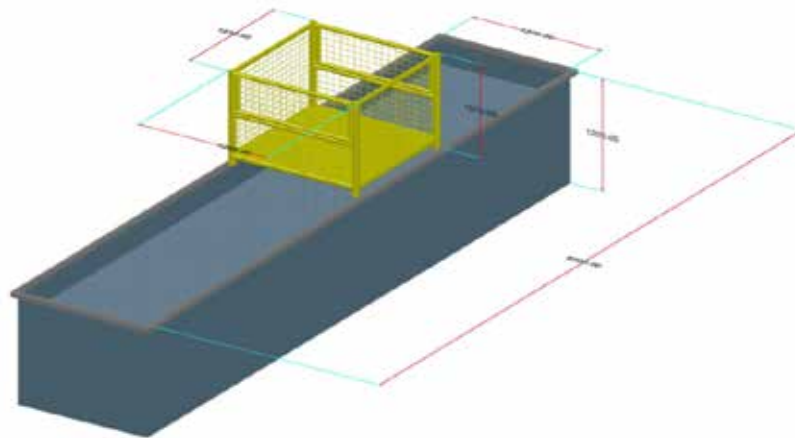


Figura 28: Prototipo actual de la Cesta presentado en la piscina de tratamiento.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Para concluir, el proceso de tratamiento es necesario para la fabricación de las cestas metálicas, es por ello que se debe estudiar un método eficiente para

poder incluirlo y cumplir con la calidad que la empresa exige en los acabados finales de su gama de productos.

4.2.2.3 Manchas de Hollín.

La empresa Rubik Assembly C.A busca brindar al público productos y servicios de calidad, para lograr ese objetivo es necesario fijar un mínimo necesario de condiciones para que los rasgos y características de un producto o servicio sean capaces de satisfacer eficientemente las necesidades de los consumidores. Estas condiciones o también llamados estándares permitirán saber si se debe modificar o no algún aspecto con el fin de mejorar los procesos y los productos que se brindan.

En este caso, la empresa ofrece productos que puedan ser resistentes, duraderos y con un acabado limpio y uniforme, que se adapten a los diferentes rubros a los que son dirigidos.

Como se menciona en el apartado anterior, todos los productos que se fabrican dentro de la organización son pintados con pintura electroestática, para la correcta aplicación de esta, la pieza después de aplicada la pintura, es pasada por un proceso de curado, también conocido como proceso de polimerización, y básicamente consta de activar la reacción química del sistema de resinas por medio del calor.

En la empresa el proceso de curado se realiza en una cabina de acero, la cual dispone de un sistema de generador de calor por medio de un quemador a gasoil. Actualmente el quemador que utiliza el horno, presenta fallas que dan pie para que su combustión sea incompleta y producto a las altas temperaturas en el combustible produce la creación de hollín en las piezas, conjuntamente la cabina no se encuentra en buen estado (ver figura 29), presentando huecos que originan que el calor se escape al exterior y dentro del horno no este distribuido uniformemente.



Figura 29: Horno de Curado de la empresa Rubik Assembly C.A
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Una pieza cuando termina su proceso de curado, está lista para ser empacada y trasladada al lugar de destino, pero no sin antes pasar por un control de calidad, donde evalúan el espesor de la película, la dureza y el acabado final. Cuando se presentan manchas de hollín en el acabado, la pieza es llevada al área de retrabajo, donde se procede a lijar suavemente de forma manual las partes manchadas y nuevamente pasan por la etapa de pintura y secado, este retrabajo es necesario para poder tener un producto de calidad, pero al mismo tiempo produce un costo adicional de producción y un aumento en el tiempo de ciclo regular del producto.

Tal vez la etapa más importante en una línea de pintura electroestática sea el curado. Es la apariencia final de las piezas lo que determina, en un principio, la calidad del producto. Para esto es muy importante seleccionar el tipo de proceso adecuado de acuerdo a su actividad, teniendo en cuenta costos y niveles de calidad y producción que se requieren.

Es importante señalar que el presente análisis se realizó con la finalidad de estudiar la situación actual de la empresa referente a sus procesos, recursos, maquinarias, equipos, espacio, personal y todo aquello necesario y de utilidad para cumplir con el objetivo general de esta investigación, el cual es diseñar una línea de producción de cestas metálicas industriales. Es por ello que además de realizar


un estudio y análisis de las causas que afectaron a producciones anteriores de la empresa Rubik Assembly C.A y que afectarían directamente la producción eficiente de las cestas metálicas, es necesario realizar un análisis global de la situación actual de la misma.

4.2.3 Análisis global de la situación actual de la empresa Rubik Assembly C.A. a través de la matriz FODA.

La implementación de una matriz FODA como herramienta de análisis, permite conformar un cuadro de la situación actual de la organización el cual está conformado por 4 variables: Fortalezas y debilidades que provienen del análisis interno de la empresa, oportunidades y amenazas que se obtienen del análisis externo. Su objetivo es analizar y aprovechar cada una de las variables de la situación actual.

Luego de obtenidos los datos de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, se procede al cruce de variables, que consiste en la combinaciones FO-FA- DO- DA, con el objetivo de crear nuevas estrategias y formular soluciones.

CuadroN°2: Matriz FODA de la situación actual Rubik Assembly C.A.

 <p style="text-align: center;">Estrategias para el aprovechamiento de la situación actual de la empresa.</p>	<p style="text-align: center;">Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> -F1: Conocimientos en la fabricación de productos de acero. -F2: Buen entorno local. -F3: Cuentan con espacio, maquinarias, equipos y herramientas necesarias para producir. -F4: Personal capacitado. -F5: Se dispone de proveedores de materia prima. -F6: Cuenta con un terreno en desuso. -F7: Alta calidad del producto a bajo costo. 	<p style="text-align: center;">Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -D1: Falta de tecnología en maquinaria. -D2: Personal Rotativo. -D3: Maquinarias mal distribuidas en el espacio físico. -D4: No cuenta con mercancía almacenada (stock). -D5: Pocos años de servicios. -D6: Equipos, maquinarias y herramientas en mal estado.
<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> -O1: Poca competencia a nivel nacional. -O2: Ampliación de la empresa. -O3: Aumento de empresas almacenadoras en el país. -O4: Demanda insatisfecha. -O5: Mano de obra Económica. -O6: Servicios públicos económicos. 	<p>F1, F4-O3: Propuesta de una nueva alternativa de almacenamiento que le brinde a las empresas almacenadoras un mejor aprovechamiento del espacio, maximización de eficiencia y fácil acceso y manejo de sus productos.</p>	<p>D6-O4: Elaborar un plan de mantenimiento de los equipos, maquinarias y herramientas, para el mayor aprovechamiento de la capacidad productiva de la empresa.</p> <p>D3-O4: Evaluar y mejorar la distribución de la planta productiva.</p>
<p style="text-align: center;">Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> -A1: Competencia de empresas internacionales. -A2: Empresas con mercancía en stock para entrega inmediata. -A3: Situación país inestable. 	<p>F3, F4-A1, A3: Utilizar de manera eficiente los recursos y el correcto uso de las maquinarias, equipos y herramientas, para producir y ofrecer productos de calidad y precio estable para no afectar al consumidor.</p>	<p>-D4-A3: Crear estrategias en caso de que exista escases de materia prima debido a la situación país.</p>

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

4.3 Fase III: Diseño de la línea de producción de cestas metálicas de almacenaje en base a los requerimientos establecidos.

Luego de haber diagnosticado y analizado todos los aspectos de la empresa Rubik Assembly C.A. se procede a plantear y desarrollar las mejoras necesarias para producir cestas metálicas de manera eficiente, optimizando los recursos presente, con el menor tiempo posible y cumpliendo con la calidad del producto.

4.3.1 El Producto: Cestas Metálicas Industriales de Almacenamiento.

En función al análisis realizado del efecto de las medidas de las piscinas en la producción de las cestas, desarrollado en la fase anterior, surge la necesidad de evaluar el prototipo actual de cesta metálica, ya que en relación con las piscinas, sería más fácil una modificación en su diseño que permita el uso de estas.

Para ello, se realizó un estudio del prototipo descrito en la fase de diagnóstico de cesta metálica para almacenaje industrial facilitado por la empresa Rubik Assembly C.A., el cual, además de no poderse pintar con pintura electroestática, deja a los investigadores algunas inconformidades con respecto a su apariencia, funcionabilidad, practicidad, entre otras series de características que pueden ser influyentes para su correcto uso y agrado de los potenciales clientes.

Debido a lo antes expuesto se decide hacer un nuevo diseño de un prototipo en conjunto con el diseñador de la empresa y la observación del gerente de planta, que pudiera cumplir con las características no conformes del prototipo actual, tomando a este como ejemplo y base de investigación, para realizar una serie de mejoras en apariencia y funcionalidad que pudiera ser más atractiva y que se adaptase a los procesos productivos con que cuenta actualmente la empresa.

Cabe mencionar que se explicara en este apartado solo el prototipo final adoptado, dejando atrás diversos diseños que fueron rechazados por distintos aspectos como estética, no adaptarse exactamente a los requerimiento de los clientes, por ser más difícil de mecanizar o por resultar fallidas en el cumplimiento de su función, por presentar mayor peso, entre otras.

-Descripción del Producto.

Es importante señalar que para la elección del diseño final, se tomó en cuenta las estaciones y procesos disponibles de la producción de Racks y la producción del prototipo de cesta actual.

Conocido lo anterior la Cesta Metalica cuenta con un sistema plegable y de fácil armado y desarmado, su estructura se divide en cinco (5) partes fabricadas de Acero A36 (una base y 4 paredes) que se fabrican mediante métodos de corte y soldadura principalmente, para luego ser unidas entre sí a través de pernos, tuercas, pasadores y bisagras para lograr el sistema plegable del producto.

A continuación se observa el bosquejo del prototipo propuesto, sus características, medidas, apariencia y las distintas piezas que la conforma. (Ver figura 30).

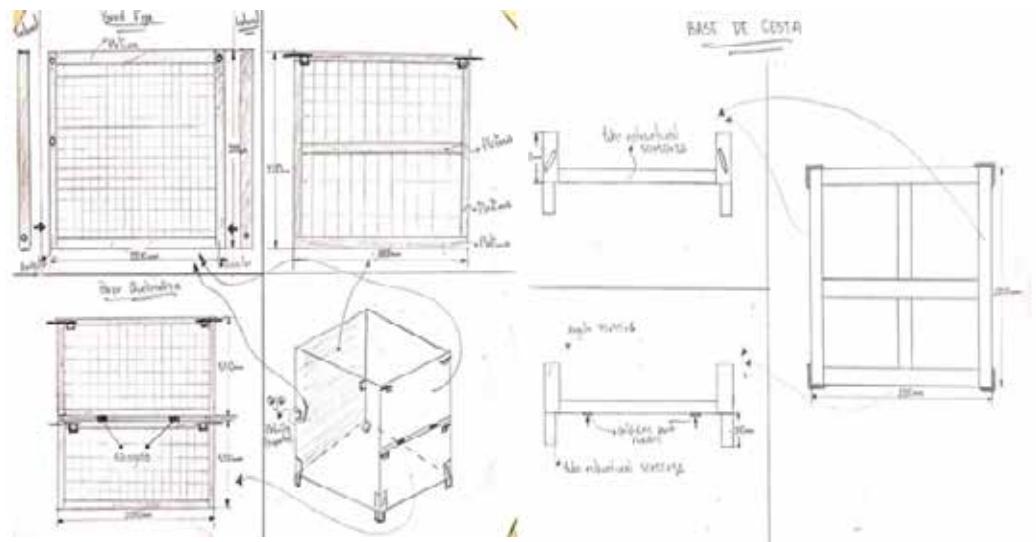


Figura 30: Bosquejo del diseño propuesto

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

La figura mostrada anteriormente es un bosquejo inicial del nuevo diseño propuesto, luego se utilizó el software CAD para modelado mecánico en 2D y 3D

llamado Solid Work en el cual se plasmó el nuevo diseño y se le añadieron pequeñas reformas, siendo más fácil las correcciones en este software ya que no entorpecen la agilidad del proceso de diseño y finalmente se puede aplicar herramientas para validar el diseño (su funcionamiento, características, partes que lo conforman, accesorios, resistencia, entre otros).

Se muestra el diseño final (ver figura 31), en conjunto con los planos donde se muestra todas sus características y piezas que lo conforman (ver figura 32).

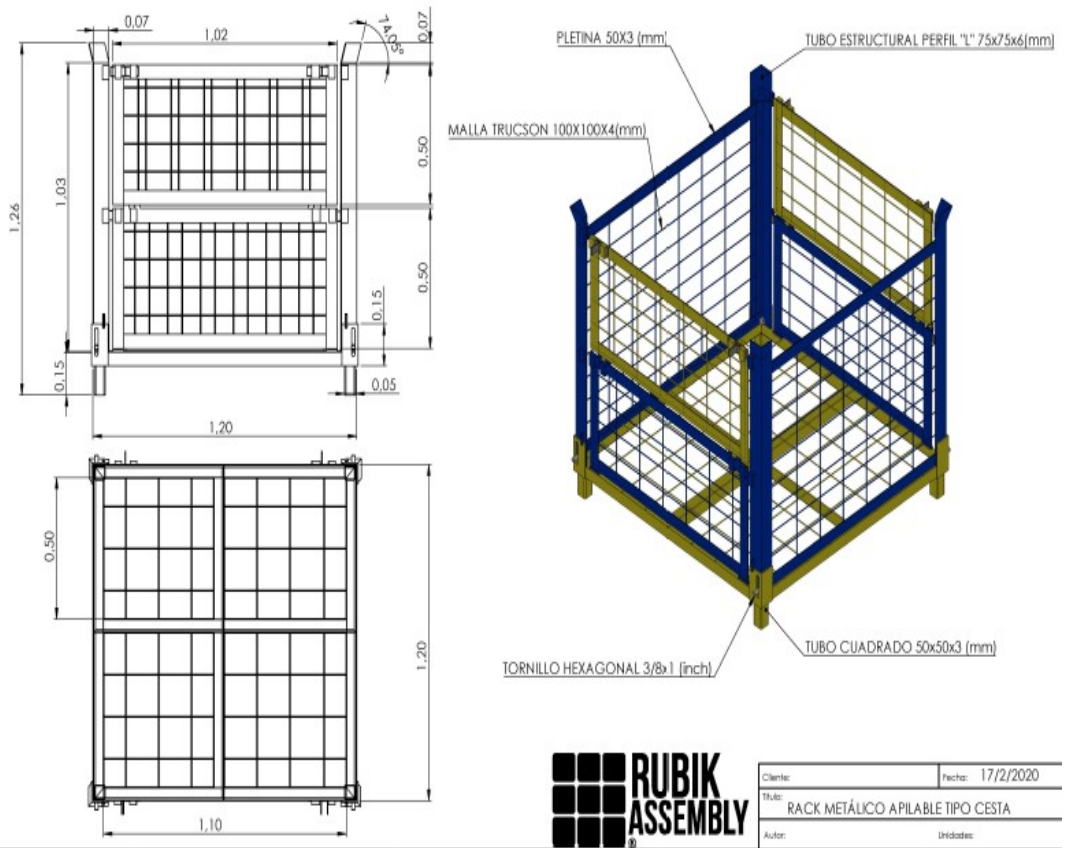


Figura 31: Prototipo propuesto de Cesta Metálica.

Fuente: Rubik Assembly C.A (2020).

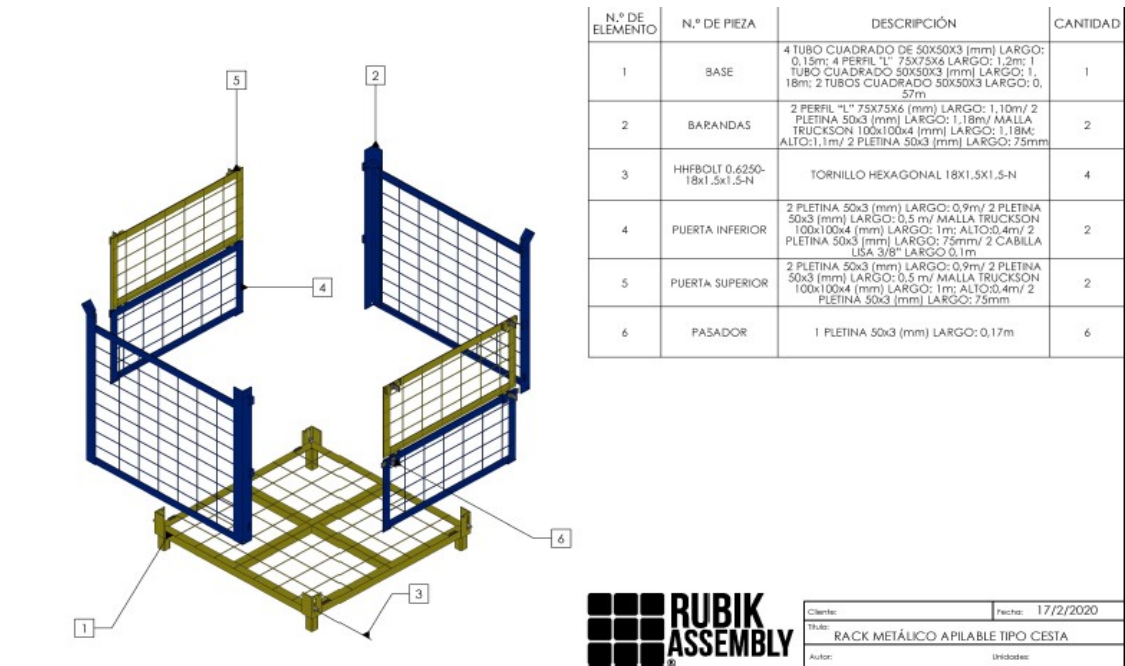


Figura 32: Explosión del prototipo propuesto
Fuente: Rubik Assembly C.A (2020).

-Especificaciones técnicas del producto: Cesta Metálica de Almacenamiento.

Lo que se muestra a continuación es un resumen técnico de las características del nuevo diseño de cestas metálica (ver tabla 9), cabe mencionar que el software solid work fue una herramienta esencial para determinar algunos de los aspectos mencionados en la tabla, por otro lado, el material del nuevo diseño se seleccionó tomando en cuenta el prototipo existente en la empresa Rubik Assembly C.A y por las cualidades que este posee es el más óptimo para fabricar el producto


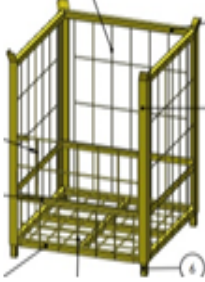
Tabla N°10: Resumen Técnico de Cestas metálicas industriales.

Especificaciones Técnicas	
Materiales:	<ul style="list-style-type: none"> · Acero A36
Peso Bruto/Neto:	115kg
Dimensiones (mm)	<ul style="list-style-type: none"> · Ancho:1.200mm · Largo: 1200mm · Alto:1.260mm
Volumen de Carga:	1.814
Capacidad de Carga:	1.000kg (1ton) máximo.
Peso máximo de apilamiento.	Depende de la carga a la que será sometida cada cesta a apilar.
Vida Útil	La vida útil del acero A36 se estima en unos 60años. Pero la durabilidad de la cesta depende del uso de la misma.
Usos	<ul style="list-style-type: none"> · Almacenamiento de productos terminados y materia prima: · Alimentos. · Neumáticos. · Metales. · Farmacéuticos.
Ventajas:	<ul style="list-style-type: none"> · Sustituye el uso de Racks o estanterías. · Permite ahorrar espacio del área de almacenar. · Capacidad para almacenar productos con formas irregulares. · Facilita el acceso al material almacenado. · Permite el contacto con alimentos por su tratamiento y pintura.

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Luego de haber analizado las características que presenta el prototipo actual de la empresa, se desecharon sus desventajas y adoptaron las ventajas en pro del desarrollo del nuevo prototipo. A continuación se hace un cuadro comparativo en donde se ilustra las características que definen a cada uno de ellas.

Cuadro 3: Cuadro comparativo del prototipo actual con el prototipo propuesto.

ASPECTOS	Prototipo propuesto 	Prototipo de Rubik Assembly 
Dimensiones	(1,20mt x 1,20mt x 1,17mt)	(1,20mt x 1,20mt x 1,17mt)
Material de fabricacion	Acero	Acero
Capacidad (kg)	1000kg	900kg
Configuración y descomposición	Es de fácil armado y desarmado siguiendo unos sencillos pasos, cuentan con un sistema de pernos y pasadores.	No son desarmables.
Plegables	Sí, Diseñados para un fácil almacenamiento y transporte.	NO, Es totalmente rígida.
Apilables	SI	SI
Compuertas desplegadas	SI, cuenta con dos compuertas doblemente desplegable para mejor acceso.	Compuerta desplegable a la mitad.
Partes reemplazables	SI, todas las paredes y accesorios son de fácil reemplazo	NO
Accesorios opcionales	Ruedas, paredes divisoras.	NO
Acabado	Pintura electroestática de diversos colores, ofreciendo un gran acabado.	Pintura esmalte de diversos colores.
Peso	115kg	132kg
Transporte	Puede ser transportado por montacargas y de forma manual si se desea debido a lo práctico del diseño, además podrán contar con ruedas de accesorio.	Por montacargas.

Autores: Ostos D y Trujillo H (2020)

- Descripción de las estaciones de trabajo.

Para facilitar visualmente la comprensión del proceso productivo de las Cestas metálicas, se realizó un FlowChart donde se representa gráficamente la cronología y las estaciones que comprende el proceso, además permite establecer el alcance del proceso (ver figura 33).

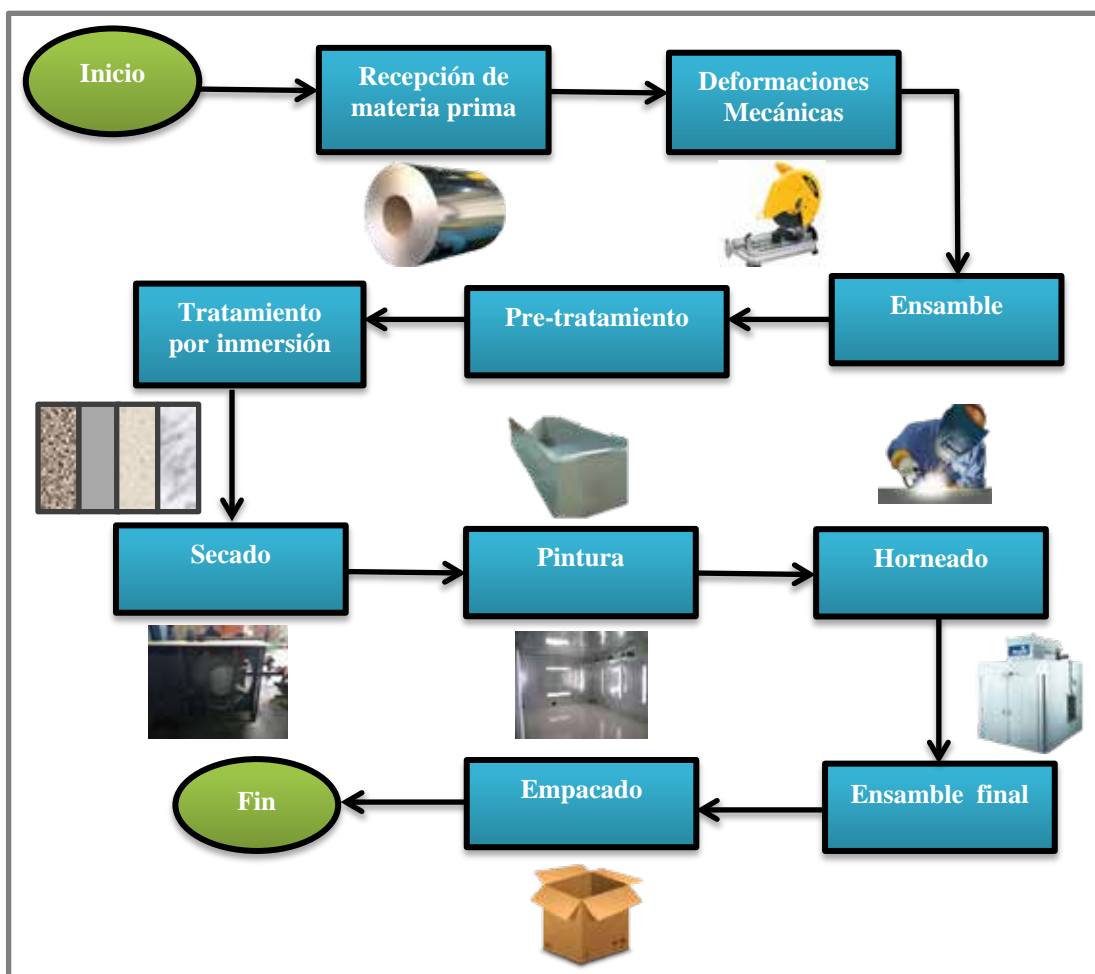


Figura 34: Flow Chart de Cesta metálica industrial.

Fuente: Ostos D Trujillo E (2020).

Las cestas metálicas de almacenamiento están compuestas por 5 piezas como se puede observar en la figura 32 que se fabrican y se ensamblan para formar el producto final, cada una de ellas tienen procesos de fabricación, pero siguen la misma secuencia de estaciones mostradas en el flow chart, a continuación se describen cada una de ellas:

- **Recepción de materia prima:** En esta estación se recibe el material que será utilizado y transformado para la fabricación del producto. Esta área dispone de carritos manuales de carga (handi-mover cart), carretillas y un montacarga.
- **Deformaciones Mecánicas:** Aquí se realizan todos los cambios de la forma original de los materiales, como cortes, doblados y perforaciones, se dispone de cizalla, tronzadora, máquina de oxicorte, esmeril de banco, esmeril angular, taladros, taladro de pedestal, troquel, dobladora y mesones de trabajo.
- **Ensamble:** Se realizan las uniones de las piezas con procesos de soldadura. A su vez, cuenta con mesones de trabajos que facilitan el soporte y acceso a las piezas. En esta área se dispone de un esmeril para limar restos de soldadura o restos o deformidades en las piezas proveniente de la estación de deformaciones mecánicas.
- **Pre-tratamiento:** En esta área se dispone una Batea de dimensiones (6m x 1m x 1.14m) largo, ancho y alto respectivamente, en su interior está compuesta de agua y jabón para quitar de forma manual cualquier mancha y restos de virutas de la pieza. Además aquí empieza un sistema de monorriel para el fácil manejo de las piezas que sigue hasta la estación de secado.
- **Tratamiento por Inmersión:** Consta de cuatro (4) piscinas de dimensiones (6 m x 1,2 m x 1,2 m), largo, ancho y alto respectivamente para un volumen de 8.64 para cada una.

-Piscina 1: contiene desengrasante a 60° Celsius, en ella la pieza es tratada por unos ocho (8) minutos.

-Piscina 2: esta contiene agua curada a temperatura ambiente en donde la pieza se trata durante un (1) minuto con el fin de remover el desengrasante.

-Piscina 3: 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, para crear una superficie rugosa microscópica para la adecuada adherencia de la pintura.

-Piscina 4: 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.

- **Secado:** Al final del área de las piscinas 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 terminado el proceso la pieza esta lista para la siguiente estación de pintura.
- **Pintura:** En esta área las piezas son sujetas con dos ganchos los cuales van acoplados a un riel de carga, el cual permite el desplazamiento de las piezas a lo largo de del proceso de pintura que consta de una cabina de pintura, donde se hace la aplicación de la pintura en polvo termoendurecible que se adhiere a la superficie pre-tratada de manera electroestática (polaridades opuestas en pintura y pieza), para su aplicación se cuenta con una máquina de pintura electroestática KCI.
- **Horneado:** Luego de pasar por la cabina de pintura (0.61X5.13X2.38) m, la pieza seguirá con el desplazamiento lineal hasta encontrar la entrada al horno. 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.

- **Ensamble final:** En esta estación cada una de las piezas que constituyen el producto final son unidas mediante pernos o tuercas, para luego proceder a la última estación. Se cuenta con mesones de trabajo.
- **Empacado:** Finalmente se tiene la estación de empaçado, la cual se encarga del ensamblado final de todas las piezas, verificando si todas cumplen con las especificaciones, y luego pasan a ser empaquetas, listas para salir al cliente.

Al observar la descripción de las estaciones que actúan en el proceso de fabricación de cestas metálicas, se puede observar que guarda una gran similitud con las estaciones del proceso productivo de Racks Convencionales descrito en la fase de diagnóstico, exceptuando el área de roll forming, área de retrabajo y algún proceso interno de las demás estaciones, es por ello que se realiza un análisis del mismo, ya que es un proceso existente en la empresa, y posee tiempos y métodos reales de fabricación, los cuales serán utilizados como referencia para fijar los tiempos de los procesos de fabricación de las cestas metálicas.

- Materiales.

Una de las primeras decisiones a tomar es qué materiales se van a utilizar para fabricar cada pieza para poder conocer sus costos y saber la maquinabilidad de cada uno, la cual afecta directamente a los tiempos de producción. A continuación se describen los materiales seleccionados:

• **Acero ASTM A36**, es una aleación de hierro con una cantidad de carbono que puede variar entre 0,03% y 1,075% en peso de su composición. Es uno de los materiales para estructuras que mayores beneficios tiene, ya que cuenta con alta resistencia, uniformidad, durabilidad, ductilidad, tenacidad, entre otras series de características que lo hacen único como la facilidad para unir diversos elementos mediante conectores (soldadura, tornillos y remaches), además cuenta con rapidez de montaje ya que este material permite prefabricar los

elementos lo cual ayuda a reducir ampliamente los tiempos, como es el caso de la fabricación de las cestas, en la cual se utilizara:

Ángulos de (75x75x3) mm y 6m de largo.

Tubo Cuadrado de (50x50x3) mm y 6m de largo .

Tubo 3/8", 1mm y 6m de largo.

Cabilla lisa de 3/8" y 6m de largo.

Láminas de Acero (1200x2400x3)mm.

Pernos 3/8".

Tuercas 3/8"

Arandelas 3/8"

•**Pintura electrostática**, su presentación es en polvo, es una mezcla homogénea de cargas minerales, pigmentos y resina en forma sólida. Da un aspecto uniforme, atractivo y duradero.

•**Electrodos 1/8 (3mm) E7018**, Es escogido por sus excelentes propiedades mecánicas y resistente a las grietas, ofrece además un ambiente tranquilo, penetración estable, baja, libre de salpicaduras de arco. La escoria moderadamente pesada es fácil de quitar, dejando un cordón con ondas distintas. Mantenimiento en general y fabricación.

•**Disco de corte de 9" y 14".**

· **Broca de 3/8 para acero**

-**Herramientas y equipos.**

Luego de conocer las estaciones que intervienen en el proceso productivo de las cestas metálicas que se fabricara en la empresa Rubik Assembly C.A. se hace pertinente la determinación y descripción de equipos y herramientas necesarios para llevar a cabo cada una de las actividades que se realizaran dentro de las estaciones.

Es significativo señalar que cada una de las maquinas escogidas en función de las disponibles en la empresa y las que se encuentran en

funcionamiento óptimo. A continuación se presentan las fichas técnicas de cada una de ellas, que describen de una manera visual sus características y funciones que realizan.

		FICHA TECNICA DE MAQUINAS Y EQUIPOS				Fecha Enero 2020	
Nombre de Maquina/Equipo		Cizalla industrial		Ubicación		Producción	
Modelo		QC 2K-8x2500		Uso o Función		Cortar laminas de metal	
Marca		Aluke					
Características Generales							
Peso	625Kg	Altura	1.62m	Ancho	2.26m	Largo	2,86m
Características Técnicas				Foto de la maquina y equipo			
<ul style="list-style-type: none"> - Bancada de fundicion -Bastidor de hierro se apoya sobre bancada, soporta la cuchilla y el piston. -Mesa de hierro sobre que se apoya pieza a cortar, se puede fiar accesorios como guias. -cuchilla movil de acero. -Cuchilla fija de acero -Dispositivos de accionamiento de pie. 							
Características de funcionamiento				Condiciones de Seguridad			
<ul style="list-style-type: none"> -Operaciones de corte de metales de espesor hasta 25mm -Velocidad de corte de hasta 100 golpes por minuto -Requiere 1 operarios. 				<ul style="list-style-type: none"> -no acceder al punto de operación durante el recorrido de cierre. -uso de lentes de seguridad. 			
Requerimiento de mantenimiento				Valor Comercial			
<ul style="list-style-type: none"> * Trimensual: realizar un mantenimiento preventivo (limpieza exhaustiva, lubricación y ajuste de elementos mecánicos) 				No aplica			

Figura 34: Ficha tecnica cizalla industrial QC 2K-8x2500 marca Aluke
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020)


		FICHA TECNICA DE MAQUINAS Y EQUIPOS			Fecha Enero 2020		
Nombre de Maquina/Equipo		Tronzadora	Ubicación		mecanizado		
Modelo		GCO 2000	Uso o Función		cortar		
Marca		Bosch					
Características Generales							
Peso	15,5kg	Altura		Ancho		Largo	
Características Tecnicas				Foto de la maquina y equipo			
<p>-potencia absorbida 2000W -velocidad de giro en vacio 3,5rpm -motor de 500W -eje ccon aislamiento termico para un agarre perfecto y comodo sin calentamiento</p>							
Características de funcionamiento				Condiciones de Seguridad			
<p>-para disco max de 14" -3500 Rpm -guia de 45º permite corte angulares precisos</p>				<p>-uso de guantes -lentes</p>			
Requerimiento de mantenimiento				Valor Comercial			
<p>* limpieza diaria sin embargo no requiere de mucho mantenimiento.</p>				<p>No aplica</p>			

Figura 35: Ficha tecnica Tronzadora GCO 2000 marca Bosch
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

		FICHA TECNICA DE MAQUINAS Y EQUIPOS		Fecha Enero 2020
Nombre de Maquina/Equipo		Tronzadora	Ubicación	mecanizado
Modelo		D28700-B3	Uso o Función	cortar
Marca		DeWALT		
Características Generales				
Peso	1.5kg	Altura	Ancho	Largo
Características Técnicas			Foto de la maquina y equipo	
-mango ergonomico -base de acero -potencia 540W				
Características de funcionamiento			Condiciones de Seguridad	
-para disco max de 14" -3800 Rpm -guia de 45º permite corte angulares precisos			-uso de guantes -lentes	
Requerimiento de mantenimiento			Valor Comercial	
* limpieza diaria sin embargo no requiere de mucho mantenimiento.			<input type="text" value="No aplica"/>	

Figura 36: Ficha tecnica Tronzadora D28700-B3 marca DeWALT.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

		FICHA TECNICA DE MAQUINAS Y EQUIPOS		Fecha Enero 2020
Nombre de Maquina/Equipo		Oxicortes	Ubicación	mecanizado
Modelo		Gas y oxigeno	Uso o Función	Cortar, desgaste y pulido
Marca		Bosch		
Características Generales				
Peso		Altura	Ancho	Largo
Características Técnicas			Foto de la maquina y equipo	
-cuenta con bombona de gas natural y de oxigeno -sopleterregulador dellama en salida				
Características de funcionamiento			Condiciones de Seguridad	
-union de gas y oxigeno -se usa como tecnica auxiliar a la soldadura y para realizar cortes a chapas, barras de acero al carbono u otros elementos ferrosos			-uso de guantes -lentes	
Requerimiento de mantenimiento			Valor Comercial	
* limpieza diaria y recarga del gas y oxigeno, sin embargo no requiere de mucho mantenimiento.			<input type="text" value="No aplica"/>	

Figura 37: Ficha tecnica oxicorte.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020)



		FICHA TECNICA DE MAQUINAS Y EQUIPOS		Fecha Enero 2020
Nombre de Maquina/Equipo		Esmeril angular	Ubicación	
Modelo		GWS 6-115	Uso o Función	
Marca		Bosch	mecanizado Cortar, desgaste y pulido	
Características Generales				
Peso	1.9kg	Altura	Ancho	Largo
Características Técnicas			Foto de la maquina y equipo	
<p>-potencia 670W -guarda proteccion con tornillo, en caso de rotura de disco no se desplaza -carbones con autodesconexión para mayor protección del motor. -estator con protección extra para mayor vida</p>				
Características de funcionamiento			Condiciones de Seguridad	
<p>-para disco de 4-1/2" -11000 Rpm -tipo de uso industrial</p>			<p>-uso de guantes -lentes</p>	
Requerimiento de mantenimiento			Valor Comercial	
<p>* limpieza diaria sin embargo no requiere de mucho mantenimiento.</p>			<p>No aplica</p>	

Figura 38: Ficha tecnica esmeril angular GWS 6-115 marca Bosch
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

		FICHA TECNICA DE MAQUINAS Y EQUIPOS		Fecha Enero 2020
Nombre de Maquina/Equipo		Taladro de banco	Ubicación	
Modelo		Drilling 30H	Uso o Función	
Marca		Atouan	Tratamiento Perforar	
Características Generales				
Peso		Altura	Ancho	Largo
Características Técnicas			Foto de la maquina y equipo	
<p>- Fuerza 5hp -60Hz</p>				
Características de funcionamiento			Condiciones de Seguridad	
<p>-conexión eléctrica 220V -1720Rpm</p>			<p>-Lentes de seguridad. -Guantes de carnaza. -Pechera de carnaza.</p>	
Requerimiento de mantenimiento			Valor Comercial	
<p>* limpieza diaria y recarga del gas y oxígeno, sin embargo no requiere de mucho mantenimiento.</p>			<p>No aplica</p>	

Figura 39: Ficha tecnica Taladro de banco Drilling 30H marca Atouan.
Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).



		FICHA TECNICA DE MAQUINAS Y EQUIPOS			Fecha Enero 2020		
Nombre de Maquina/Equipo		Maquina de soldar		Ubicación		ensamblado	
Modelo		Sot-300/250X		Uso o Función		soldar	
Marca		Truper					
Características Generales							
Peso	105kg	Altura	720mm	Ancho	510mm	Largo	680mm
Características Técnicas				Foto de la maquina y equipo			
-Trabajo industrial pesado -Energia electrica graduable							
Características de funcionamiento				Condiciones de Seguridad			
-conexion 220v. -potencia de 15.6 KVA				-uso de guantes -Uso de careta -Braga manga larga			
Requerimiento de mantenimiento				Valor Comercial			
* limpieza diaria sin embargo no requiere de mucho mantenimiento, solo mantener en lugar seco y verificar si es necesario cambiar una pieza desgastada.				No aplica			

Figura 40: Ficha tecnica Maquina de soldar sot-300/250X marca Truper
Fuente: Ostos D y Trujillo E(2020).

		FICHA TECNICA DE MAQUINAS Y EQUIPOS			Fecha Enero 2020		
Nombre de Maquina/Equipo		Maquina de soldar		Ubicación		ensamblado	
Modelo		MI 250 L CA/CD		Uso o Función		soldar	
Marca		Miller					
Características Generales							
Peso	95kg	Altura	650mm	Ancho	480mm	Largo	660mm
Características Técnicas				Foto de la maquina y equipo			
-sistema de enfriamiento de ventilacion forzada. -Ajuste continuo de corriente, permite ajustar corriente de salida dependiendo de la necesidad -manubrio y rodajas instalados en la maquina.							
Características de funcionamiento				Condiciones de Seguridad			
-Cuenta con contactos toma corriente de 110V CA para herramientas electricas -para electrodos revestidos (SMAW) desde 1.6 hasta 6.4mm (E6010,E6013,E7018,entre otros)-y electrodos especiales (aluminio, acero inoxidable)				-uso de guantes -Uso de careta -Braga manga larga			
Requerimiento de mantenimiento				Valor Comercial			
* limpieza diaria sin embargo no requiere de mucho mantenimiento, solo mantener en lugar seco y verificar si es necesario cambiar una pieza desgastada.				No aplica			

Figura 41: Ficha tecnica Maquina de soldar MI 250 L CA/CD marca Miller
Fuente: Ostos D y Trujillo (2020).

		FICHA TECNICA DE MAQUINAS Y EQUIPOS				Fecha Enero 2020	
Nombre de Maquina/Equipo				Ubicación		pintura	
Modelo		301		Uso o Función		Aplicar pintura en polvo	
Marca		KCI					
Características Generales							
Peso	800kg aprox	Altura	1m	Ancho	-	Largo	96cm
Características Tecnicas				Foto de la maquina y equipo			
-Volumen: 40 L. -Fuente de alimentación: AC220V/110V. -Consumo de energia: 30W. -Cap. De inyeccion: 650g/min. -long. Pistola: 340mm							
Características de funcionamiento				Condiciones de Seguridad			
Manejo: Manual. Aplicación: Pistola dispersora de pintura				-Mascarilla antipolvo. -Braga. -Guantes			
Requerimiento de mantenimiento				Valor Comercial			
-Diario: limpieza antes y después de cada uso -Mensual: Realizar periódicamente mantenimiento preventivo, cambiando piezas gastadas y reparando				No aplica			

Figura 42: Ficha tecnica maquina de pintura marca KCI-301.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

-Descripción de la operación:

Después de conocer el diseño del producto propuesto, las estaciones que intervienen en el proceso, los materiales y maquinarias a utilizar, es necesario mencionar cada una de las operaciones para llevar a cabo la fabricación de las cestas.

Tomando en cuenta que la cesta está compuesta por 5 caras (Frontal, posterior, lateral derecha, lateral izquierda y base), donde:

- La Cara Frontal y la Cara Posterior tienen las mismas especificaciones.
- Las dos caras laterales poseen las mismas especificaciones.

Se muestra a continuación, mediante un diagrama de operaciones el flujo de las actividades necesarias para llevar a cabo la fabricación de las cestas, de este modo se tiene una mejor comprensión del proceso, define el límite del proceso, sirve como herramienta para la capacitación de nuevos empleado, permitiendo una mejor comprensión de sus tareas. (ver figura 43)

Elaboración de una cesta metálica para almacenamiento industrial

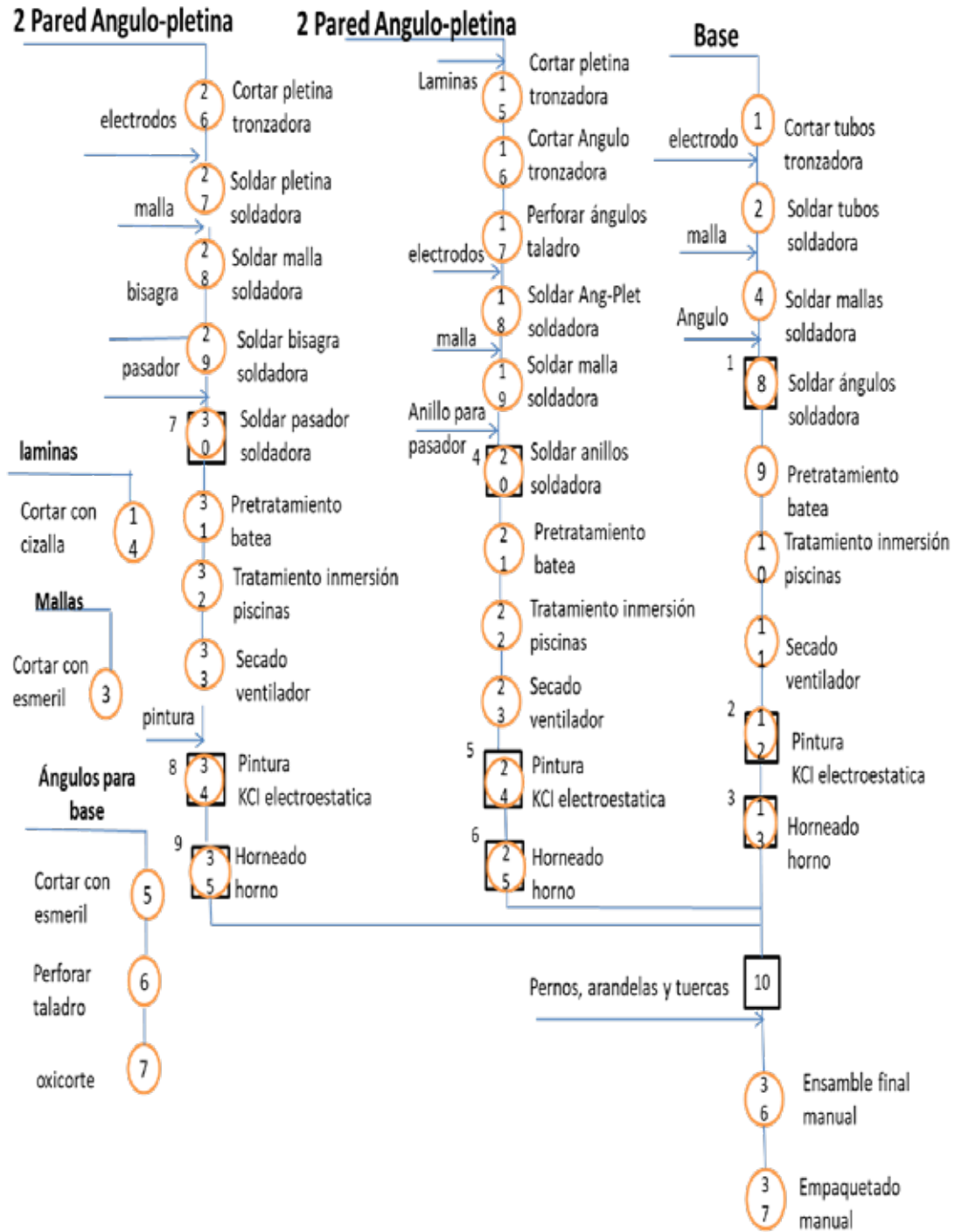


Figura 43: Diagrama de operaciones de cestas metálicas

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020)

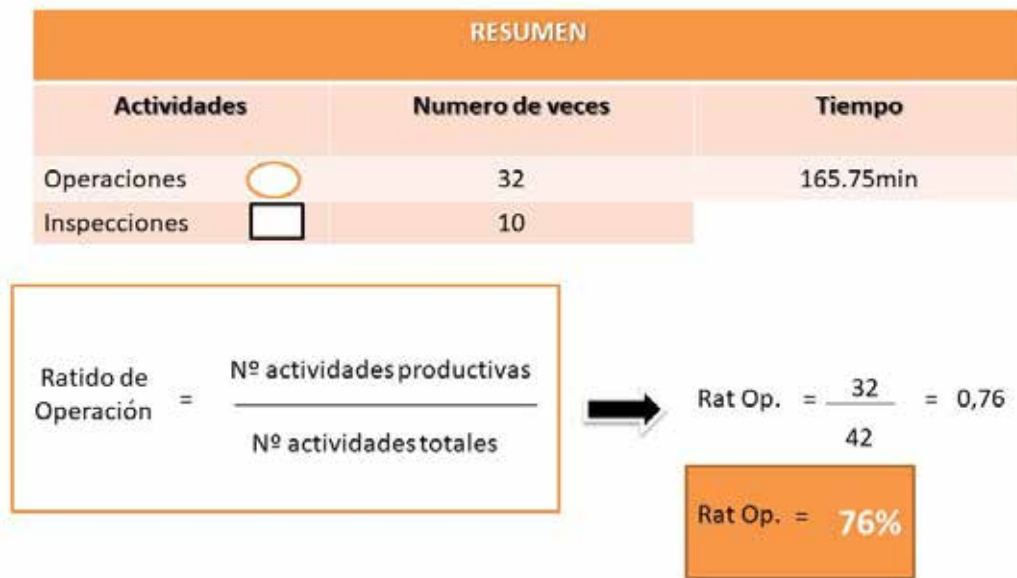


Figura 44: Resumen del diagrama de operaciones de cestas metálicas

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020)

La productividad de la línea es de un 76%, es definida por las operaciones que agregan valor entre la cantidad total de las actividades del proceso. Es importante mencionar que las inspecciones en su mayoría se realizan por los operadores de la estación correspondiente, los cuales deben conocer los estándares de calidad del producto, mas sin embargo un personal de calidad realizara la última inspección del proceso asesorándose de cumplir con los parámetros establecidos y dar la autorización de que el producto sea ensamblado y empaquetado, listo para su distribución.

-Sistema de producción Justo a Tiempo (JUST IN TIME) como método de manufactura del nuevo producto.

El sistema de producción Just in Time es basado en la filosofía “Lean”, la cual se basa en la mejora continua que permita a las compañías reducir sus costos, mejorar procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Tomando en cuenta la teoría, se decide producir bajo el sistema “Pull” o sistema de arrastre, ya que este se adapta al método actual de producción de la empresa que consiste en producir contra pedido, es decir, únicamente empezar a fabricar si existe una solicitud directa del cliente, evitando así las estimaciones de pronósticos de ventas a largo plazo que incurren en pérdidas o ganancias debido a las fluctuaciones del mercado.

Para producir bajo el sistema de arrastre se debe tomar en cuenta las estaciones con menos capacidad de producción, ya que esta dicta el ritmo de trabajo que deben llevar las demás estaciones o procesos, o bien se puede estudiar la factibilidad de aplicar ciertas mejoras y aumentar la capacidad de la misma a medida que sea posible.

Hacer factible el Just in Time implica llevar de forma continua actividades de mejora que ayuden a eliminar desperdicios en los lugares de trabajo.

A continuación se muestra una planificación de producción de la empresa Rubik Assembly C.A para cumplir con una solicitud Racks Industriales (Ver figura 45).

#		1	2	3	4
1	Manufactura de bastidores (Lote de 22)	1 y 2do turno			
2	Retrabajo de orificios	1 y 2do turno			
3	Refuerzos (xxx)	1er turno			
4	Planchas	2do turno			
5	Ensamble de bastidores con accesorios		1 y 2do turno		
6	Tratamiento anticorrosivo		1 y 2do turno		
7	Pintura			1 y 2do turno	
6	Cortar tubo de bastidor (80)	1 y 2do turno			
7	Corte y doblado de angulo lateral		1er turno		
8	Ensamble de larguero con angulo y pines		2do turno		
9	Tratamiento anticorrosivo			1 y 2do turno	
10	Pintura				1 y 2do turno

Figura 45: Plan de Producción de Racks Industriales.

Fuente: Rubik Assembly C.A

En la planificación mostrada se observa que existen tiempos o turnos de trabajo diferentes asignados a cada una de las actividades, las operaciones donde se asignan dos turnos son aquellas con mayor tiempo de producción y aquellas que les son asignadas un turno normal de trabajo son aquellas que tienen una utilización baja con respecto a la capacidad que dicta las operaciones con más tiempo de operación “cuello de botella”.

Para implementar un sistema JIT en el proceso de manufactura de las cestas metálicas, no solo basta con producir solo cuando el cliente lo requiera, si no que necesita una serie de cambios en la planta, para poder detectar sus beneficios, entre los cambios se destacan:

- Hacer fábricas más enfocadas.
- Incrementar la capacidad de producción de los centro de manufactura.
- Reducir las fallas o rupturas de equipos mediante el mantenimiento preventivo.
- Eliminar o disminuir las actividades que no agregan valor al producto.

- Minimizar los tiempos de espera en la producción.
- Reducir el nivel de inventario, logrando reducir costos de gestión y pérdidas.
- La distribución de la planta de forma celular
- Flexibilidad y rápida adaptación

4.3.1.1 Tiempos de producción bajo la capacidad actual de la planta.

Los tiempos de fabricación del prototipo se tomaron de lotes de producción anteriores de Racks y de la fabricación del prototipo actual que realizó la empresa, ya que en el proceso de fabricación de cada uno existen actividades con las mismas herramientas, equipos y maquinarias necesarias para producir el nuevo prototipo planteado. Es importante mencionar que cada uno de los tiempos se encuentra normalizado, es decir que se realizaron bajo las condiciones reales de producción (no son tiempos de producción ideal).

Para calcular cada tiempo necesario de la fabricación del nuevo producto se multiplican los tiempos unitarios de las operaciones por la cantidad de veces que se hacen necesarias para producir la cesta. Cabe destacar que los tiempos que se muestran a continuación son los tiempos totales por maquina disponible en la empresa, es decir, sin estudiar la capacidad de las mismas, ni las precedencias de operaciones por estación, mas sin embargo, los tiempos de preparación de retiro están incluidos.

Tabla N°11: Tiempos estándares por estaciones bajo la situación actual.

Proceso por estaciones	Tiempo de proceso (min)	Tiempo estación (min)
Estación de puesto a punto de MP	10min	10min
Estación de mecanizado		
Cortes con tronzadora industrial	6.7min	23.27min
Cortes con tronzadora	7.22min	
Cortes con esmeril	3.85min	
Cortes con cizalla	3min	
Oxicortes	1min	
Taladrado	1.5min	
Estación de ensamblado		
Soldadura	70.3min	70.3min
Estación de tratamiento		
Pre-tratamiento	10min	32min
Tratamiento por inmersión	18min	32min
secado	4min	
Estación de Pintura		
Pintura	32min	52min
hornear	20min	52min
Estación de ensamble final		
Unión de piezas	10min	11min
Empaquetado	1min	11min

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Luego de observar cada tiempo, se procede a describir cada estación por separado, tomando en cuenta las capacidades de los equipos, maquinarias y herramientas que la componen.

• **Estación puesta a punto.**

Esta estación cuenta con dos (2) Carritos de carga (Handi-MoverCart), de dimensiones (2X1), con una capacidad de 800kg de carga. Tomando en cuenta el peso de la cesta de 115kg, las dimensiones y la capacidad del medio de transporte, se puede llevar teóricamente $800\text{kg}/115\text{kg} = 6.95$ cestas a la vez, pero tomando en cuenta el esfuerzo de trabajador debido al peso y a la distancia que eso conlleva y a que una máquina no debe operar bajo la

capacidad teórica, se traduce a un máximo de alrededor de 4 cestas por operario, quedando el tiempo real de la estación en **2.5min/u.**

- **Estación de mecanizado.**

Para analizar la capacidad de esta estación, se toma en cuenta la cantidad de máquinas disponibles y la precedencia entre las operaciones. Se utiliza un diagrama de precedencia para un mejor análisis visual (Ver figura 46).

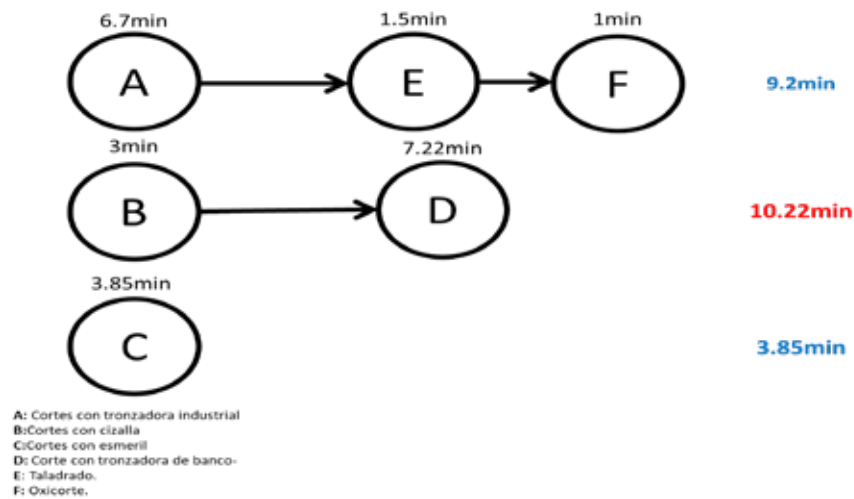


Figura 46: Diagrama de precedencia de actividades en la estación de mecanizado

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Se observa en el diagrama que el tiempo en rojo es el que dicta el ritmo de producción de la estación, quedando en **10.22min/u.**

- **Estación de Ensamble.**

Esta estación la compone dos mesones de trabajo, dos máquinas de soldar y un esmeril para quitar defectos o restos de soldadura. Aquí precede una actividad de la otra y el tiempo de soldadura es el que dicta el ritmo de producción dejando el tiempo en **35.15min/u.**

- **Estación de Tratamiento**

La estación de tratamiento está compuesta por la estación de pre-tratamiento la cual dispone de una batea de 1X6m, esta no necesita una maquinaria especializada para realizar la operación, luego viene la estación de Tratamiento por Inmersión la cual posee cuatro piscinas de tratamiento de 1.2X1.2X6 y de dos monorrieles paralelos, actualmente tiene una capacidad de procesar una unidad cada 18min. Luego y no menos importante, está la estación de secado la cual dispone de un ventilador industrial, que opera sin necesidad de tener un operario a su cargo, solo necesita de mano de obra para puesta en marcha y retiro.

Se evidencia que el cuello de botella de esta estación es el área de tratamiento, y la inclusión de un operario no aumentaría la capacidad de procesamiento por unidad. En conclusión, bajo las condiciones actuales esta estación produce una unidad cada 18min/u, debido a tener relación de precedencia entre sí.

- **Estación de pintura.**

Comprende la estación de pintura y la estación del horno, la cabina de pintura posee dos rieles suspendidos que soportan alrededor de 500kg cada uno y una dimensión acorde para meter la cantidad de piezas que conforman 2 cestas (tomando en cuenta que esta está compuesta por 5 partes que en promedio miden 1.08m y el peso total de la cesta es de 115kg), pero actualmente la empresa utiliza una sola máquina de pintura electrostática, dejando el tiempo de pintura por unidad igual. En relación con el horneado, su cabina posee un solo riel que mide 5.6 metros de largo, evidenciando poder procesar una sola cesta a la vez. Se concluye con lo anterior expuesto que el tiempo no varía, quedando dictado por el proceso de mayor tiempo **32min.**

· **Estación de Ensamble final.**

Esta estación cuenta con mesones y herramientas, y se adapta al ritmo de producción dictado por la demanda del cliente y por supuesto por el tiempo que tarde un operario en ensamblar y empaquetar una unidad, **11min.** A continuación se muestran los tiempos resultantes que servirán para calcular la capacidad de la línea bajo la situación actual.

Tabla N°12: Tiempo de producción del nuevo prototipo en condiciones actuales de capacidad de procesamiento por estación.

Proceso por estaciones	Tiempo de proceso (min)	Tiempo estación (min)
Estación de puesto a punto de MP	2.5min	2.5min
Estación de mecanizado		
Cortes con tronadora industrial	6.7min	
Cortes con tronadora	7.22min	
Cortes con esmeril	3.85min	
Cortes con cizalla	3min	
Oxicortes	1min	10.22min
Taladrado	1.5min	
Estación de ensamblado		
Soldadura	35.15	35.15
Estación de tratamiento		
Pre-tratamiento	10min	
Tratamiento por inmersión	18min	
secado	4min	
Estación de Pintura		
Pintura	32min	52min
hornear	20min	
Estación de ensamble final		
Unión de piezas	10min	
Empaquetado	1min	11min

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Luego de visualizar los tiempos obtenidos después del estudio de capacidad por estación, se tiene que, según la teoría de restricciones (TOC), la estación de ensamble es el “cuello de botella” de la línea de producción de cestas metálicas, limitando la velocidad de producción 35.15min/u y por ende la capacidad teórica máxima que esta podría tener.

Es de suma importancia saber que una mejora aplicada en una estación que se encuentre antes de la estación “Cuello de botella”, no creara ningún efecto directo en el aumento de la capacidad de la línea, en su defecto producirá Sobre Stock y/o problemas de inventario. Sin embargo, la diferencia de capacidades de producción de estaciones son el denominado “colchón de capacidad”, que no es más que esa diferencia de utilización entre las estaciones que no limitan la producción con la estación u operación que limita la producción, esa utilidad en promedio no debería acercarse a 100%, para tener una holgura a la hora de planear producciones de diferentes tamaños.

La capacidad de producción teórica se ve afectada por múltiples factores, tanto humanos como maquinas, a esa capacidad se le llama capacidad efectiva, que se traduce en producir bajo condiciones normales, suponiendo que no hubo ningún contratiempo, accidente laboral, imprevistos. Producir bajo las condiciones nombradas anteriormente se denomina capacidad real de producción. Para fines del presente proyecto solo se considera la capacidad teórica, ya que como su palabra lo indica es un proyecto de investigación teórica y no puesta en marcha.

En conclusión, se puede producir teóricamente una unidad cada 35.15min, proyectando en un tiempo planeado de un mes, trabajando 20 días y 8hrs al día, teóricamente se puede producir 273.11u/mes 273u/mes bajo las condiciones actuales de la planta, puede parecer un numero agradable de unidades a producir mensual, sin tener que incluir mejoras en el proceso, pero se debe considerar que la planta no posee una distribución eficiente con respecto al flujo de procesos, posee grandes distancias entre actividades que corresponden a una misma estación,

no cuenta con una estandarización del proceso, ni con las herramientas necesaria para producir bajo situaciones de presión, todas las variables antes mencionadas impiden que la empresa aumente la capacidad de producción del nuevo diseño y además si llegase a tener un pedido de otro producto, le sería cuesta arriba poder cumplir con la demanda.

Es importante también conocer el tiempo de ciclo de la producción, ya que este define el tiempo que tarde la línea en producir una unidad, viene dado por

$$TC = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

En este caso el tiempo de ciclo de la línea es igual al tiempo que se tarda la estación cuello de botella, lo que es igual a 35.15min.

4.3.1.2 Simulación de la producción de cestas metálicas en la empresa ,bajo las condiciones actuales, mediante el uso del simulador de eventos discretos Flexsim.

Haciendo uso de la herramienta Flexsim, se pretende demostrar detalladamente y de forma grafica la utilización de los operarios en las diferentes areas productivas de la planta, (ver figura 47).

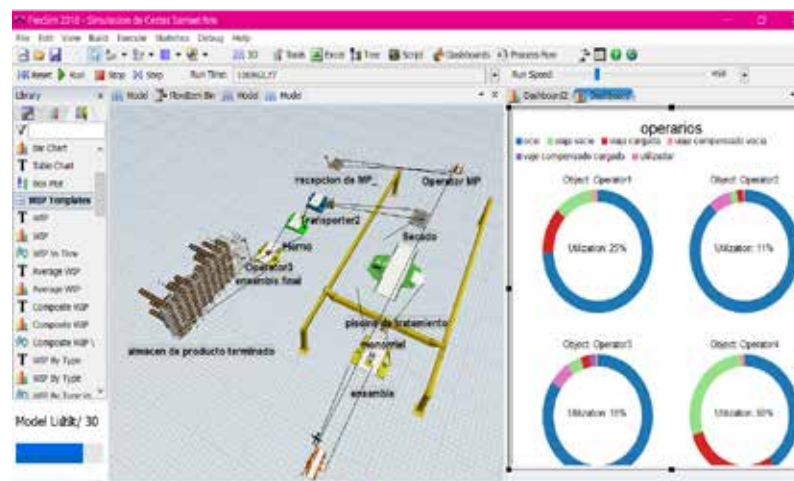


Figura 47: Estadísticas actual de los operarios por FlexSim.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Los resultados obtenidos de la simulacion de la produccion de cestas metalicas bajo las condiciones actuales, arrojan como resultado un promedio de utilizacion por operador de 27.75%, quedando un 72.25% del tiempo, donde se destaca el ocio y viajes vacios como las actividades mas sobresalientes . Estos resultados permiten corroborar que producir de forma continua o por flujo genera una cantidad excesiva de ocio y viajes innecesarios. Ademas permite observar las grandes distancias que recorre un operario entre procesos que comprenden una misma estacion, impidiendo asi planificar una produccion eficiente de cestas metalicas .

En conclusion al estudio de produccion del nuevo prototipo bajo las condiciones actuales , la planta Rubik Assembly carece de condiciones optimas para producir cestas metalicas, por lo que ademas de proponer un nuevo diseño, se propondran mejoras adicionales para aumentar la productividad de la misma.

Tabla N°13: Resumen de parametros de produccion actual.

RMP	2.5	1	3840	7
Mecanizado	10.22	3	939	29
Ensamble	35.15	2		100
Tratamiento	18	2	533	51
Pintura	32	2	300	91
Ensamble Final	11	1	873	31
Total:	108.87	11		

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

4.3.2 Propuestas para mejorar la capacidad productiva de la empresa Rubik Assembly C.A.

Para desarrollar las propuestas se toman las principales causas resultantes del analisis de la situacion actual y las estaciones con mayor tiempo de produccion,

tambien se estudian otros aspectos como los recursos de mano de obra y maquinarias averiadas presentes en la empresa.

4.3.2.1 Adaptación de sistema de resistencias eléctricas para el horno de pintura.

Con el fin solucionar la problemáticas del horno, que comprende la distribución no uniforme de calor en la cabina, la contaminación tanto en las piezas a tratar como al ambiente y los deterioros causados en la cabina, se propone la implementación de un generador de calor eléctrico que permita la distribución de la temperatura de forma uniforme alrededor de toda el área interna de la cabina, permitiendo que se pueda cumplir con el tiempo estándar (10min-15min) de horneado y lograr el acabado deseado de la pintura electrostática.

En conjunto con los ingenieros de la empresa y los investigadores, se pudo determinar los materiales más óptimos y los procedimientos necesarios para el montaje del sistema de resistencias los cuales son:

Tabla N° 14: Materiales necesarios para el sistema de resistencias en el horno.

Breaker 3 polos 220V 25ª
Breaker 3 polos 220V 60ª
Controlador de Temperatura
Contactador Tripolar 110V 25ª
Contactador Tripolar 220V 40ª
Termocupla tipo K 0-600°C
Resistencia 2KV 220V
Pulsador Piloto NA
Boton Rojo NC
Cable N°10
Cable N°14
Armario Electrico (60cmX40cm)
Tuberia Conduit
Lana Fibra de Vidrio 1,22m ancho, espesor 1"

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020)

El nuevo sistema podrá ser operado por medio de un tablero eléctrico en el exterior de la cabina que permita variar la temperatura y así obtener las especificaciones deseadas (rango de temperatura máx. del nuevo sistema: 560°C), además este contara con pulsadores de encendido y apagado.

Por otra parte es importante tomar en cuenta que antes de cualquier implementación de un nuevo sistema generador de calor, es necesario realizar correcciones en la cabina del horno, ya que debido al quemador de gasoil se vieron afectadas las paredes, dejando agujeros en gran parte de ellas. Para ello se propone la aplicación de:

- láminas de acero de 3mm y (1.2x2.4) mm soldadas con electrodos (E6013) en las partes afectadas.

Es importante considerar para tema de costos que se necesita mano de obra clasificada para realizar la propuesta.

La aplicación de esta propuesta beneficiara en los tiempos de horneado, reduciéndolos de 20 a 12min y eliminara los tiempos de retrabajo producidos por las manchas de hollín en las piezas, así como también tendrá un buen impacto en el ambiente, disminuyendo los gases producidos por el quemador de gasoil. Por último, pero no menos importante la disminución de los tiempos en esta estación produciría una holgura mayor a la hora de planificar, ya que luego de la estación de ensamble, la estación de pintura es la que se tarda más tiempo y es un propenso “cuello de botella”.

4.3.2.2 Plan de mantenimiento correctivo.

Para tener un mayor provecho de los equipos, se propone un plan de mantenimiento correctivo en las maquinarias que presentan fallas para ser usadas en pro del desarrollo productivo de la empresa. Estas ayudarían al aumento de la capacidad de la estación que será beneficiada, disminuyendo considerablemente los tiempos de producción, siendo de gran provecho no solo para la producción de

cestas, sino también para los diversos procesos productivos de la empresa Rubik Assembly C.A.

Esta propuesta se llevó a cabo mediante un diagnóstico a las máquinas que se encuentran en el almacén de equipos, maquinarias y herramientas, seleccionando las que están descompuestas y que podrían ayudar a disminuir los tiempos y aumentar la utilización de los recursos de la planta a la hora de producir cestas metálicas. En el siguiente cuadro se muestra las maquinarias que ameritan reparaciones:

Cuadro N°4: Maquinas que ameritan reparaciones.

Maquinaria	N° de ejemplares	Observaciones
Tronzadoras	1	fallas variadas
Máquina de soldar	1	Problema eléctrico

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Luego de realizado el diagnóstico de las máquinas por un especialista en mantenimiento, se dio a conocer los motivos de las fallas, las cuales son:

- Tronzadora: Desgaste de los rodamientos.
- Máquina de soldar: El fusible del alimentador esta averiado.

Seguidamente se debe adquirir los repuestos necesarios para realizar las reparaciones pertinentes y solicitar la mano de obra de personal especializado de mantenimiento.

La estación de mecanizado dicta el ritmo de producción de la línea, el mantenimiento correctivo produce un aumento de capacidad horas-máquinas en la estación, permitiendo un aumento directo en la capacidad de la línea.

4.3.2.3 Propuesta del uso eficiente del sistema de mono riel.

El monorriel es una herramienta con la que cuenta la empresa, distribuidas en las áreas de ensamble, limpieza, tratamiento por inmersión, pintura y horneado,

esta permite levantar materiales con un máximo peso de 500kg a través de un sistema hidráulico, manejado por un control sencillo de botones que permiten subir y bajar la carga.

Se propone hacer uso eficiente de este, cargando simultáneamente partes equivalente a 4 cestas (460kg aprox.), mediante una plataforma metálica la cual contara con las dimensiones apropiadas para entrar en las piscinas de tratamiento sin interrupción y a su vez aprovechar casi al máximo la capacidad de las mismas, teniendo en cuenta que las medidas de las cuatro (4) piscinas de tratamiento son (1.2X1.2X6)m, se propone una plataforma metálica de (1.1x1.2x5)m, permitiendo una holgura entre los límites de las piscinas y las dimensiones de la cesta (Ver figura 48).

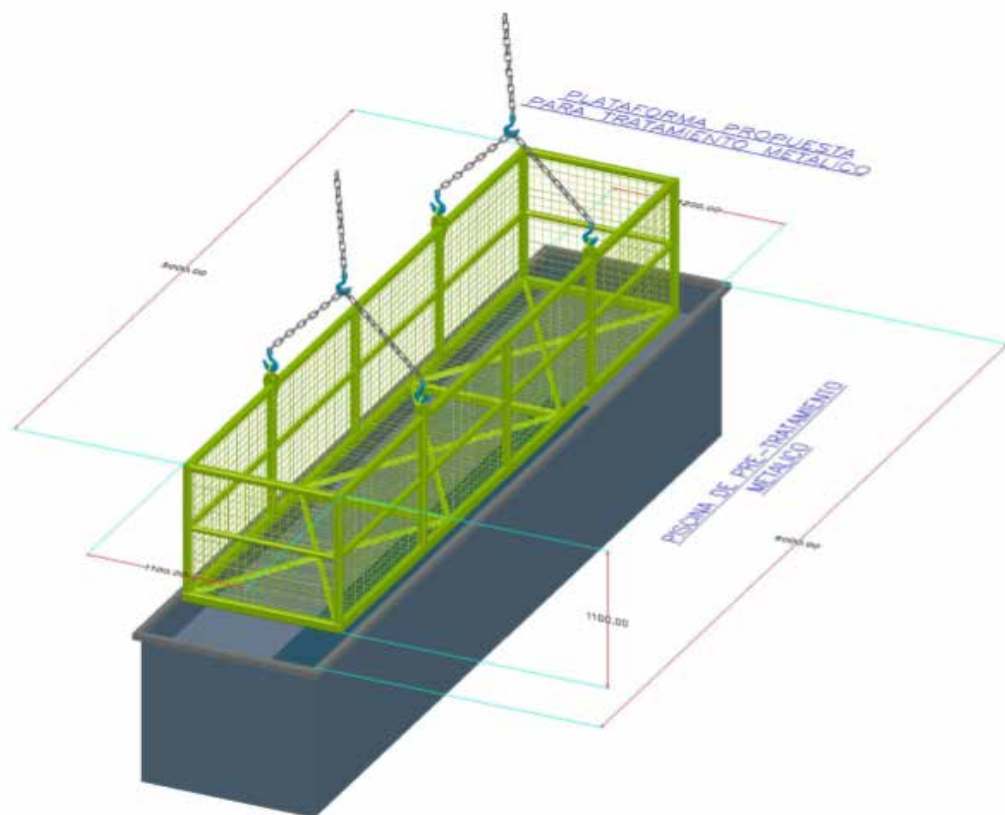


Figura48: Plataforma propuesta como herramienta en el proceso de Inmersión.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Mediante los planos de las cestas se calculan las dimensiones de cada parte para calcular la capacidad de unidades que podrían meterse al mismo tiempo en la canasta propuesta. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla N°15: Volumen total de las partes de la cesta.

Partes	Dimensiones (m)	m ³ totales
Base Cuadrada	1.2X0.30X1.2	0.432
Cara Frontal	1.02X1.03X0,05	0.05
Cara Posterior	1.02X1.03X0.05	0.05
Cara Lateral Derecha	1.20X1.10X0.17	0.22
Cara lateral Izquierda	1.20X1.10X0.17	0.22

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Teniendo como resultado un volumen total de 0.972 m³ para sumergir por cesta, considerando que la herramienta propuesta tienen un total de 6.655 m³, se hace una simple regla de tres y se tiene que se pueden sumergir teóricamente 6.85u 6u al mismo tiempo para ser tratadas en las piscinas de inmersión, sin embargo el peso que puede soportar el meno riel limita a sumergir 4 cestas máx. Contando que la plataforma tiene un peso de 285kg.

Con esta propuesta se logra disminuir los movimientos repetitivos de los operarios, aumentar la capacidad de la estación y disminuir considerablemente el tiempo estándar de la misma.

Se propone que la mejor alternativa de adquisición de esta herramienta es la fabricación de la misma, ya que esta diseña para ser fabricada de la misma manera de las cestas propuestas, con el mismo Acero, pero con menor calibre y sin pasar por un proceso de tratamiento, ni pintura.

4.3.2.4 Propuesta de un nuevo LayOut de la Planta Rubik Assembly C.A

La distribución de planta juega un papel fundamental en los procesos productivos, ya que por medio de ella se logra un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo, equipos y materiales con el fin de minimizar los tiempos, espacios y costos.

A lo largo del desarrollo de la investigación se ha podido observar las distintas desventajas que existen al producir cestas metálicas bajo las condiciones actuales de la empresa, es por ello que se realiza una nueva distribución bajo el principio de distribución de planta de mínimas distancias recorridas y la distribución por proceso.

Para la nueva distribución se tomó en cuenta diversos factores como:

- Las mayores distancias entre estaciones resultantes del diagrama de recorrido del layout actual.
- Las actividades del mismo tipo que se realizan en sectores distintos.
- Los diversos productos que se producen en la empresa.
- El espacio disponible después de las mejoras realizadas.
- Se toma en cuenta el método de distribución por células, ya que el mismo exige que existan distancias o recorridos mínimos entre los procesos de cada una.
- Holgura de espacio que necesita un trabajador para realizar una actividad.
- Número máximo de operarios que pueden trabajar por estación.
- Las medidas de seguridad pertinentes en los espacios a escoger, las señalizaciones.

Después de tomar en cuenta cada una de los factores antes mencionados, se decide mover la recepción de materia prima, la dobladora y la cizalla. Para la recepción de materia prima se observa un espacio disponible entre el empaquetado y la tronzadora, el cual es ideal ya que la primera ruta de distribución de materia

prima es hacia el área de mecanizado y para la tronadora y para la cizalla se considera el espacio disponible que dejó la eliminación de la estación de retrabajos. Luego de considerar los cambios descritos, se realizaron medidas pertinentes, para saber si los espacios disponibles tienen las dimensiones necesarias para colocar las nuevas estaciones y maquinarias.

Tabla N°16: Medidas de las estaciones y maquinarias a movilizar.

Maquinarias y Estaciones	Dimensiones (m)
Recepción de Materia prima	6X4
Cizalla	2.26X1.62X2.86
dobladora	1.42X2.33X2.5

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Tabla N°17: Espacios disponibles en la planta .

Espacio Disponible	Dimensiones (m)
Retrabajo	7.5X8
Entre empaquetado y tronadora	12X5

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Como se puede observar en las tablas anteriores, los espacios destinados para la propuesta cuentan con espacio suficiente para realizarlas. Se procede a mostrar el Layout propuesto, elaborado gráficamente por medio de la herramienta AutoCad, para lograr una distribución a escala y mostrar los equipos y maquinarias que intervienen en el proceso.

A continuación se muestra el layout Actual (ver figura 49) de la empresa Rubik Assembly C.A para una mejor visualización de los cambios realizados y el layout propuesto (ver figura 50):

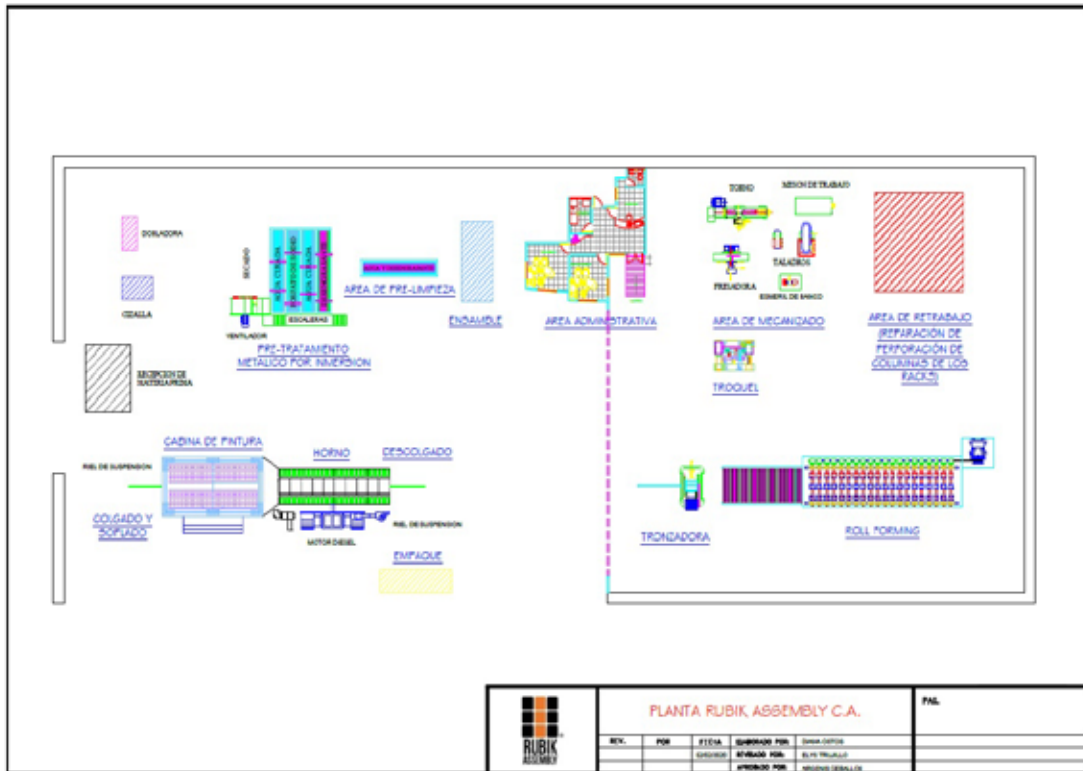


Figura 49: Layout Actual de la planta Rubik Assembly C.A.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

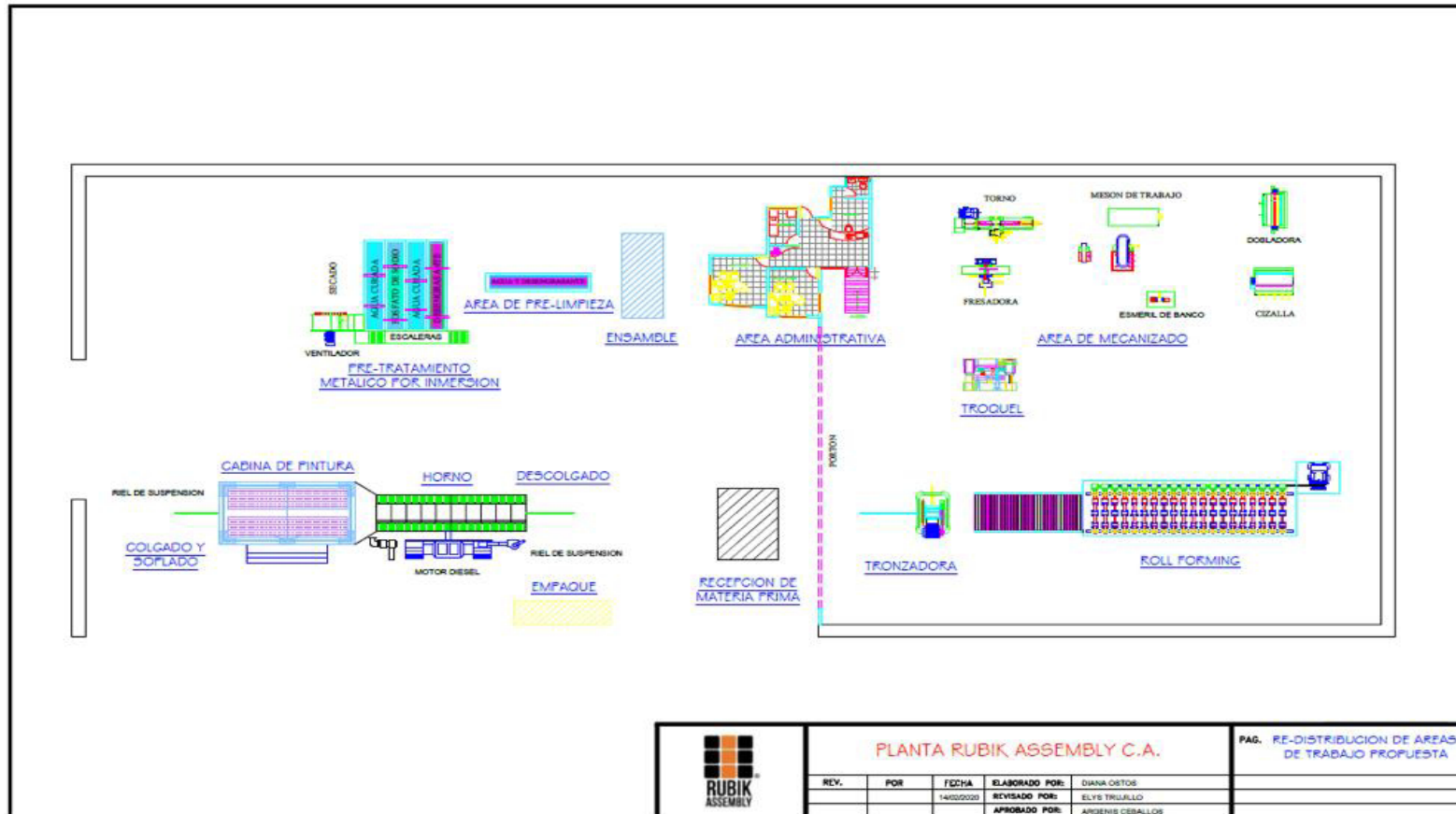


Figura50: Layout propuesto de la planta Rubik Assembly C.A.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

-Demostración de la reducción de recorridos en el Layout propuesto.

Se realiza un diagrama de recorrido para la nueva distribución propuesta con el fin de demostrar las distancias reducidas y como afectan estas en los tiempos de transportes internos de procesos. Se muestra el diagrama de recorrido a continuación (ver figura 51).

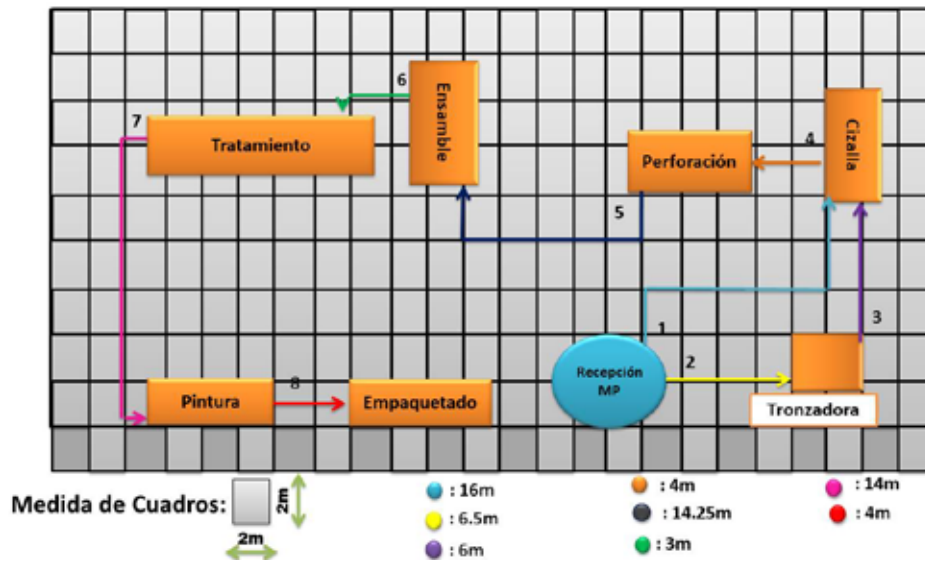


Figura 51: Diagrama de recorrido del LayOut Propuesto.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Con la aplicación de la nueva distribución se observa una disminución en las distancias de recorridos entre procesos de 58.5m, comparando la distancia recorrida con la distribución actual (126.25m) con la distancia recorrida en la distribución propuesta (67.75m). La disminución de las distancias es directamente proporcional a la disminución de los tiempos de recorrido necesarios para fabricar las cestas, quedando estos de la siguiente manera:

Tabla N° 18: Tiempos de recorrido del Layout Propuesto.

Secuencia	Recorrido (m)	Tiempo (seg)
RP-Cizalla	16	65
RP-Tronzadora	6.5	55
Cizalla- Tronzadora	6	54
Tronzadora - Perforacion	4	45
Perforacion a Emsamble	14.25	60
Ensamble-Tratamiento	3	40
Tratamiento-Pintura	14	65
Pintura- Ensamble Final	4	52

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

El recorrido propuesto mediante la redistribución da un total de 67.5m, lo que equivale en tiempo a 436seg., 7.26min.

Se concluye con esta mejora que la reducción de distancia fue de un 46.33% y de tiempo fue de un 15.77%, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°19: Resumen de Distancias y Tiempos mejorados.

Variabes	LayOut Actual	LayOut Propuesto	Diferencia	Porcentaje (%)
Distancia (m)	126.25	67.75	58.5	46.33
Tiempo (min)	8.62	7.26	1.36	15.77

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Es importante destacar que se compararon los recorridos del proceso de fabricación del diseño propuesto de cesta en el layout propuesto con los recorridos de la fabricación del prototipo actual en el layout actual, esto justifica la distancia disminuida entre la estación de tratamiento y la estación de pintura, ya que, como antes se menciona, el método de pintura del prototipo propuesto, tiene un área destinada dentro de la planta.

4.3.3 Contribución de las mejoras propuestas en la capacidad de producción de la línea de cestas metálicas en la empresa Rubik Assembly C.A.

Para demostrar los beneficios resultantes de las mejoras planteadas, se procede a realizar nuevamente el cálculo de capacidad de la planta para beneficios cuantificables a nivel teórico y para los beneficios no cuantificables, se hará uso de la herramienta “CheckList”.

Tomando en cuenta las propuestas planteadas, se muestra a continuación las estaciones que se vieron beneficiadas con cada una de ellas mediante un diagrama de relación inmediata (ver figura 52). El diagrama permite ver que todas las propuestas son en pro del aumento de la productividad, disminución de tiempos de ocio, disminución de actividades que no agregan valor y aumento del volumen de producción.

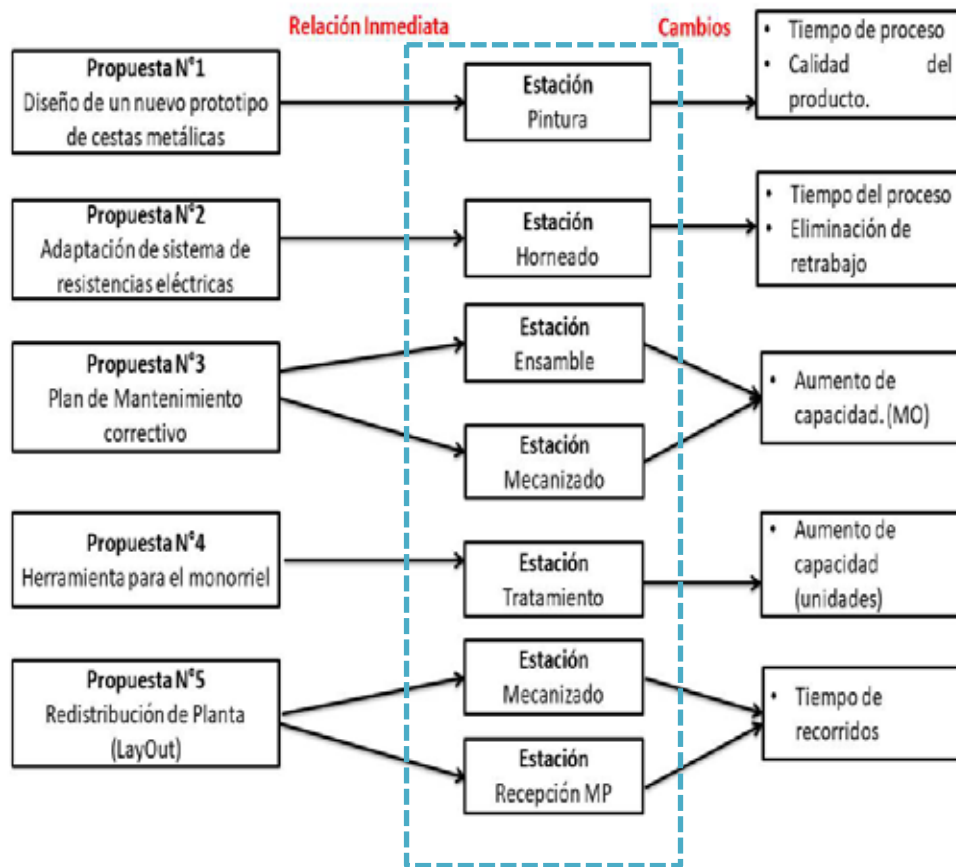


Figura 52: Relación inmediata de beneficios de las propuestas en las estaciones.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

La siguiente tabla muestra los nuevos tiempos estándares de las operación que se vieron beneficiadas directamente a través de las mejoras, reflejando los beneficios en la disminución de los tiempos estándares del proceso. Los que se encuentran en rojos, son los tiempos que disminuyen directamente con la aplicación de las propuestas, los otros cambios resultantes se mostraran a lo largo de la estimación de la capacidad.

Tabla N°20: Tiempos Estándares de la situación propuestos.

Proceso por estaciones	Tiempo de proceso (min)	Tiempo estación (min)
Estación de puesto a punto de MP	8min	8min
Estación de mecanizado		
Cortes con tronadora industrial	6.7min	22.27min
Cortes con tronadora	7.22min	
Cortes con esmeril	3.85min	
Cortes con cizalla	2min	
Oxicortes	1min	
Taladrado	1.5min	
Estación de ensamblado		
Soldadura	70.3min	70.3min
Estación de tratamiento		
Pre-tratamiento	10min	32min
Tratamiento por inmersión	18min	32min
secado	4min	
Estación de Pintura		
Pintura	32min	44min
hornear	12min	
Estación de ensamble final		
Unión de piezas	10min	
Empaquetado	1min	11min

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

4.3.4 Capacidad de producción de la línea diseñada para producir cestas metálicas industriales de forma eficiente en la empresa Rubik Assembly C.A. bajo las condiciones propuestas.

Para el cálculo de la capacidad teórica propuesta, se realiza el mismo análisis de los tiempos por estación y procesos y se especifican las condiciones

propuestas bajo las cuales operan cada una de ellas, se tiene como resultado lo siguiente:

-Estación de RMP y Puesta a punto.

Esta estación posee la misma cantidad de herramientas de transporte que en la situación actual, mas sin embargo, se ve beneficiada en la disminución de distancias hacia las estaciones, dejando el tiempo propuesto de RPM y puesta a punto en 8min/4u, traduciéndose en 2min por unidad.

-Estación de Mecanizado.

Con la reparación de la tronadora, la estación de mecanizado aumenta su capacidad horas-Maquinas y por consecuente. Para términos visual del tiempo resultante con la mejora planteada, se muestra el diagrama de precedencia con la inclusión de una nueva máquina (ver figura 53).

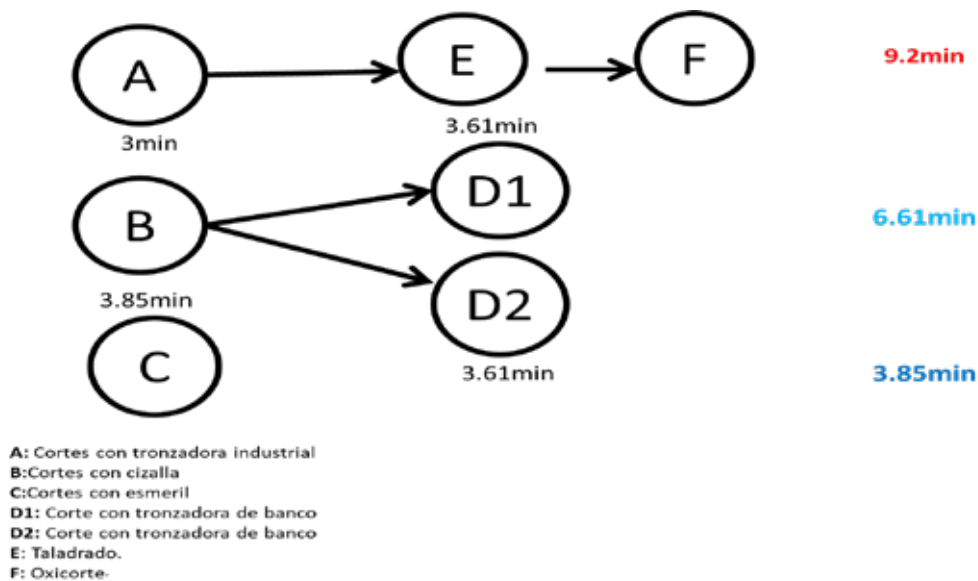


Figura 53: Diagrama de precedencia de la estación de mecanizado

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

Se evidencia una disminución del tiempo por unidad, quedando en **9.2min/u.**

-Estación de Ensamble:

Se aumentó el número de máquinas disponibles en ensamble, pudiendo producir a una tasa de **23.44min/u.**

-Estación de Tratamiento:

Se debe estudiar cada proceso que interviene en esta estación por separado, ya que la mejora planteada de la herramienta para aprovechar la máxima capacidad de las piscinas de tratamiento por inmersión, incrementa la cantidad de unidades a procesar a 4 cestas en el mismo tiempo estándar definido, es decir, aumentando el volumen de producción en el proceso de tratamiento de inmersión, es decir la capacidad del proceso de 1u/18min a **4u/18min.** Se considera para términos de planificación de una cantidad específica de producción que la herramienta debe ser manipulada por dos operarios y se puede pasar una cesta por vez en todo el proceso.

Para el proceso de Pre-Tratamiento no se planteó ningún cambio significativo, pero se tiene que tener en cuenta que la unidad siguiente (piscinas de inmersión) requiere de 4 unidades para empezar a funcionar y la capacidad de la línea la limita ahora esta, produciendo una unidad cada **10min.** Para términos de planificación, se aumenta la capacidad de la misma añadiendo MO para disminuir los tiempos y se recomienda planificar en función de la capacidad de cada proceso de la estación.

-Estación de Pintura.

· Proceso de pintura.

La estación de pintura en las condiciones actuales marcaba la pauta de ritmo de producción, como se busca producir cestas metálicas eficientemente, utilizando los recursos disponibles, se propone utilizar la otra máquina de pintura

electroestática, ya que la cabina de pintura posee espacio suficiente para procesar 2 unidades a la vez, disminuyendo el tiempo a **16min/u.**

· **Proceso de Horneado.**

Este proceso se ve beneficiado directamente en el tiempo de procesamiento de la pieza, reduciendo de 20min/u a **12min/u.** Por consiguiente la estación de pintura tuvo un impacto inmediato con la propuesta del horno a resistencia y para términos de planificación de producción, se conoce que se cuenta con una segunda máquina y espacio suficiente para integrarla a la línea.

-Estación de ensamble final.

El tiempo estándar de esta estación se mantiene igual, **11min/u.**

Luego de exponer lo anterior, se concluye que la capacidad de la línea de producción diseñada viene dada por la estación de ensamble la cual es el nuevo cuello de botella de la producción y dicta la nueva velocidad de la misma a **23.33min/u,** proyectando esta producción en el mismo tiempo de 20 días al mes y 8 horas al día, se tiene una capacidad teórica de 411.48u/mes **411u/mes,** más adelante, se mostrara un cuadro comparativo del aumento significativo de la capacidad de producción de la empresa bajo las condiciones propuestas.

En una línea de producción siempre debe existir un cuello de botella, si no la capacidad de una línea seria infinita, y esto no es posible, la importancia de la teoría de restricción en este tema es que la misma plantea un plan sencillo de mejora continua llamado 5FS “Five Focusing Steps” (cinco pasos de enfoque) (Ver figura 51), donde plantea la búsqueda continua de la solución y mejora en las estaciones o procesos cuello de botella.



Figura 54: Sistema de mejora continua “5FS”.

Fuente: Recuperado del libro “La Meta” de Goldratt E. (2003).

Seguir los pasos pautados por el sistema de mejora “5FS” es de gran utilidad a la hora evaluar las propuestas del presente proyecto y sirve de guía para evaluar la necesidad de la misma para cumplir con el objetivo general.

Se muestra a continuación los resultados alcanzados al aplicar las propuestas, usando la capacidad y la utilización con medio de referencia:

- Tiempo de ciclo de la línea

El tiempo de ciclo del propuesto es igual a **23,44 < 35,15** del actual.

Conocer el tiempo del ciclo, permite dar respuesta al cliente si se podrá o no cumplir con su demanda comparandolo con el takttime, que no es más que el tiempo disponible entre las unidades solicitadas, si $TC > TT$ no se puede requerir con el tiempo requerido. Lo que conlleva a tomar decisiones con respecto a la planificación de la capacidad.

Tabla 21: Resumen de producción en la situación propuesta.

RMP	2	1	4800	9
Mecanizado	9.2	3	1043	39
Ensamble	23.44	3		100
Tratamiento	10	2	960	43
Pintura	16	2	600	68
Ensamble Final	11	1	873	47
Total:	71.64	12		

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Tabla N°22: Resultados cuantificables obtenidos

	Escenario Actual	Escenario Propuesto
Capacidad (mes)	273	411
Estaciones	Utilizacion (%)	
RMP	7.1	8.56
Mecanizado	29.07	39.4
Ensamble	100	100
Tratamiento	34.52	42.81
Pintura	91	68.5
Ensamble Final	28.43	42.81

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Se evidencia un aumento de capacidad de producción de un 50.55% en relación con la capacidad de producción actual, se muestra la utilización de cada estación con el fin visualizar las holguras o colchones de capacidad que se lograron mediante las propuestas planteadas, para calcular la utilización de cada estación, se planteó un tiempo de 1 mes, 20 días y un turno de 8hrs/día, para que este bajo el mismo tiempo planeado de la capacidades teóricas de casa escenario.

La ecuación utilizada para la capacidad es: $C = \frac{P}{T_p}$; T_p : tiempo planeado y TE: tiempo que tarda en hacer una unidad.

Y para la utilización: $U = \frac{P_r}{C}$, tomando como producción real la capacidad de la línea y la producción máxima la capacidad de cada estación.

-Medición de los Beneficios no cuantificables logrados.

Los beneficios no cuantificables a nivel teórico son aquellos que no se ven reflejados a través de cálculos, si no, aquellos que llevados a la práctica (producción real), causan un alto impacto a la hora de planificar y ejecutar la planificación de la producción, reduciendo los tiempos de ocio, las actividades que no agregan valor, el sobre esfuerzo de los trabajadores, las paradas no estipuladas, la incapacidad de aumentar la producción, la productividad, entre otros. A través de la teoría Lean de los 7 desperdicios, se reconocerá si se obtuvo o no reducción de los mismos, a través de un CheckList como herramienta (Ver figura 55).

CHECK-LIST

Desperdicios	Aspectos	Cumple
1. MOVIMIENTO	• Configuración y organización de las áreas de trabajo.	●
	• Contenido de labor balanceado	●
	• Estandarización del proceso	●
2. TRANSPORTE	• Disminución de distancias entre estaciones y/o procesos.	●
	• Rutas de Puesta a punto.	●
	• Eliminar rutas excesivas entre los puntos de recibo de material y los puntos de uso.	●
	• Control del exceso de Inventario	●
3. RETRABAJO	• Aumento de la calidad del producto	●
	• Inspección controlada	●
	• Eliminación o disminución de reparaciones.	●
	• Mantenimiento efectivo.	●
4. INVENTARIO	• Mentalidad de producción de flujo continuo	●
	• Programas coordinador entre procesos.	●
	• Utilización de fábrica visual (delimitación de estaciones de trabajo)	●
5. ESPERA	• Aumento de efectividad de equipo	●
	• Juntas indisciplinadas	●
6. SOBREPESAMAMIENTO	• Estándares de producción desconocidos	●
	• Programación de producción desconocida	●
	• Producir mas con menos	●
7. SOBREPESAMAMIENTO	• Disminución de pérdidas por cuellos de botellas	●
	• Se surte por requerimiento	●
	• Subensambles controlados.	●

Figura 52: CheckList basado en los 7 Desperdicios de Lean Manufacturing.

Fuente: Ostos D y Trujillo E (2020).

-Resultados del CheckList de los beneficios de producir bajo las condiciones propuestas.

El checklist realizado refleja los aspectos que se deben cumplir para disminuir los 7 desperdicios según la filosofía Lean, dando como resultado que cumple con el 68.18% de ellos, lo que refleja que la aplicación de esta propuesta, beneficia a la empresa para poder producir cestas metálicas de forma sustentable, evitando los despilfarros, las demoras innecesarias, la sobreutilización de personal, los paros de máquinas y tiempos de ocio de máquinas y operarios.

4.3.3 Otros aspectos importantes del diseño de la línea de cestas metálicas.

En una producción eficiente no solo basta con tener altas capacidades de producción horas-maquinas, si no producir en base a ella, es decir, reduciendo el máximo de actividades no productivas dentro de las estaciones y entre ellas.

Además, producir equilibradamente consiste en incluir y tomar en cuenta todos los aspectos que la conforman, entre ellos tenemos la mano de obra, uno de los recursos más importantes dentro de una empresa, es por eso que se debe perseverar la salud y seguridad del mismo. Para efectos de lo antes expuesto, la línea de cestas metálicas en sus estaciones debe contar con:

CuadroN°5: Condiciones Generales.

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Cuadro N°6: Herramientas por estación para la producción de Cestas Metálicas

Estación de trabajo	Herramienta básicas	Herramientas de seguridad
Puesto a punto de MP	Carrito de carga, montacargas.	Guantes, botas.
Mecanizado	Mesones de trabajo, lima, cinta métrica, tizas.	Botas, gafas, guantes, braga, casco.
Ensamble	Mesones de trabajo, cinta métrica, tizas.	Botas, guantes, braga, casco, careta.
Pretratamiento	Lijas, desengrasante, toalla.	Botas, guantes, gafas, braga, casco.
Tratamiento por inmersión	Toalla.	Botas, gafas, guantes, braga, casco.
Pintura		Mascarilla, gafas, Botas, guantes, braga, casco.
Horneado		Botas, guantes, braga, casco.
Ensamble final	Alicate, montacargas, paletas.	Botas, guantes, braga, casco.

Autores : Ostos D y Trujillo E (2020).

4.4 Fase IV: Realización de un estudio económico, técnico, social y ambiental de la propuesta realizada.

En la actualidad es de suma importancia la creación de nuevos proyectos que no solo se basen en la factibilidad económica, sino que buscan ser proyectos que ayuden a proteger el planeta, por lo cual cada día surgen nuevas propuestas, que permitan la evolución en todos los aspectos.

4.4.1 Factibilidad Ambiental.

Este proyecto pretende ser consonó con el medio ambiente y que sus intereses económicos no interfieran con el bienestar del planeta tierra, sino por el contrario contribuir disminuyendo los posibles agentes contaminantes. La implementación de este proyecto tendrá impactos en el ambiente, como lo son:

- Cambiar el quemador a diésel por un sistema de resistencia para la generación de calor en el horno, ya que el quemador a diésel emite niveles muy altos de dióxido de nitrógeno (NO₂), Dióxido de carbono (CO₂), Dióxido de azufre, quienes son de los principales contaminantes del aire.
- Optimizar el uso de los materiales metálicos, para así generar la menor cantidad posible de residuos, evitando tener una gran cantidad de scraps.
- El uso estrictamente necesario del montacargas, así se evita la contaminación ocasionada por gases tóxicos que emana como lo son el dióxido de carbono.
- Tratamiento del agua de las piscinas de inmersión antes de ser surtidas a las aguas negras, para así evitar contaminar las aguas.
- Hacer uso de la pintura electroestática, ya que esta permite la recuperación del 95% de la pintura en polvo que no se adhiere en las superficies a pintar, lo que permite ser aprovechada luego. Con ella se evita la contaminación atmosférica que se originaría con otros tipos de pinturas.

Haciendo cumplimientos de las medidas nombradas anteriormente, la empresa estaría teniendo impactos ambientales leves, lo que significaría una factibilidad ambiental alta.

4.4.2 Factibilidad técnica

Los resultados obtenidos durante la realización de la investigación, corroboran la factibilidad técnica, debido a que se cuenta con los equipos y

herramientas necesarios para el desarrollo de las actividades de la línea de producción para cestas metálicas dentro de la empresa Rubik Assembly C.A.

4.4.3 Factibilidad Operativa

Debido a que todas las actividades que incurren dentro del proceso productivo de cestas metálicas son similares a los procesos productivos con los que cuenta la empresa, permite concluir que el proyecto cuenta con una alta factibilidad operativa, ya que son operaciones conocidas para los trabajadores que operan en la empresa, por lo que no ameritan una capacitación severa.

4.4.4 Factibilidad social

Es importante resaltar como puede influir e impactar el proyecto en la sociedad, empezando por los trabajadores de Rubik Assembly C.A., estos se verían beneficiados por procesos y actividades que fueron asignadas pensando en el bienestar y comodidad de ellos, evitando así fatigas extremas, accidentes laborales y posibles enfermedades ocupacionales. Además al ser puesto en marcha de este proyecto, originaría una fuente de trabajo, garantizando a los trabajadores de la empresa contar con un trabajo más estable, ya que esto significa que la empresa podrá contar con un producto más para ofrecer dentro de su catálogo, lo que provocaría más clientes y así poder cumplir con la satisfacción de sus demandas.

Además este proyecto influye de manera considerable, en las investigaciones futuras relacionadas con el tema, pudiendo servir de guía, para el desarrollo de otros trabajos de grado y tesis. Lo que permite concluir que este proyecto tiene una buena factibilidad social.

4.4.5 Evaluación Económica del proyecto.

El estudio o evaluación económica es aquel cuyo objetivo es determinar la capacidad económica de un proyecto para poder así tomar la alternativa de invertir o no en el mismo.

Para efectos del presente proyecto se realizó un análisis de precio unitario del producto que fabricara la línea diseñada (cestas metálicas industriales). El mismo será la base para relacionar si es factible o no aplicar las mejoras propuestas para fabricarlo o por el contrario, marcara la pauta para no invertir en el proyecto.

Se utilizó la herramienta Excel como herramienta principal para hacer los cálculos pertinentes de estimación de costos.

4.4.5.1 Análisis de precio unitario (APU).

En el cálculo del precio unitario del producto se tomaron en cuenta los siguientes factores:

Materiales necesarios para fabricarlo.

Insumos a utilizar.

Gastos Operaciones (esto debido a que la empresa Rubik Assembly C.A opera bajo un contrato de arrendamiento Leasing, que no es más que el derecho a usar todas las instalaciones para una actividad económica, a cambio de un pago de renta periódica de alquiler y mantenimientos de equipos)

Mano de Obra

Imprevistos

Gatos Administrativos.

Conocido lo anterior, es importante mencionar que el APU como su nombre lo indica, es cuanto le cuesta producir a una empresa u organización un producto, en ese caso, se le cargan las cantidades correspondientes de aspectos nombrados

anteriormente. Para efectos de este proyecto, los gastos operacionales se estiman con la capacidad teórica calculada (411u/mes).

Propuesta N°1

Tabla N°23: Precio Unitario de La cesta Metálica Industrial.

0.53	kg.	Pintura Electroestatica (9.25m	\$	9.00	kg.	\$	4.77
7150.00	mm.	Tubo Cuadrado (50X50x3)mm, L	\$	22.00	uni.	\$	26.22
5000.00	mm.	Angulos(75X75X3)mm, Largo:60	\$	40.00	uni.	\$	33.33
932.97		Lamina (1200x2400x3)mm	\$	35.00	uni.	\$	11.39
1340.00	mm.	Cabilla 3/8", Largo: 6000mm	\$	4.85	uni.	\$	1.08
31.85		Malla (60X60X4)mm; (2.40AX10	\$	100.00	uni.	\$	13.27
900.00	mm.	Tubo Redondo 3/8 1mm 6000m	\$	5.00	uni.	\$	0.75
4.00	uni.	Perno 3/8 3"	\$	0.86	uni.	\$	3.44
4.00	uni.	tuerca 3/8 3"	\$	0.25	uni.	\$	1.00
8.00	uni.	Arandela 3/8 3"	\$	0.15	uni.	\$	1.20
						\$	96.45
4.00	uni.	Broca 3/8	\$	1.13	12 huecos	\$	0.377
1.00	uni.	Disco de corte 14"	\$	6.20	5 cestas	\$	1.240
1.00	uni.	Disco de corte 9"	\$	5.00	3 cestas	\$	1.667
3.03	kg.	Electrodos 1/8 E7018	\$	3.00	kg.	\$	9.090
						\$	12.37
	Unidad						
	1	Alquiler	\$	400.00	mes	\$	0.97
	1	Mantenimiento de equipos	\$	800.00	mes	\$	1.95
	1	Reparaciones o daños	\$	200.00	mes	\$	0.49
						\$	3.41
4	Hb.	operarios	\$	70.00	mes	\$	6.45
1	Hb.	Ingeniero	\$	200.00	mes	\$	4.61
						\$	11.05
		Gastos Administrativos (12%)	\$			\$	14.79
		Imprevistos (5%)	\$			\$	6.16

Autores: Ostos D y Trujillo (2020).

Debido a la fuerte decaída del Bs.F en la actualidad, se fijaron los precios en una moneda donde su depreciación en el tiempo sea casi imperceptible, en este caso al \$, con una tasa de 75.000Bs.F/\$ (Febrero 2020).

4.4.5.2 Costos de Inversión Inicial del Proyecto.

La inversión inicial incurre en los costos necesarios para poner en funcionamiento el proyecto, es por ello que la estimación de los mismos, determina si el proyecto tendrá éxito al compararla con los beneficios.

Estudiar cada propuesta y la relación entre ellas es importante a la hora de tomar decisión, ya que las propuestas o proyectos financieros Según Giugni L. et. al. (2009) en el libro “Evaluación de proyectos de inversión” son independientes o mutuamente excluyentes. Los proyectos independientes producen diversas alternativas de inversión, considerando el presupuesto, se ordenan las alternativas según el beneficio que causan de manera descendente, y se asumen hasta que la suma del costo de inversión sea mayor que el presupuesto considerado.

De la misma manera el proyecto presentado, considera diversas propuestas independiente entre si descritas anteriormente. Seguidamente se muestra cada uno de sus costos.

Propuesta N°2

Tabla N°24: Presupuesto de cambio del sistema del horno.

Costo de Propuesta de Horno a Resistencia			
Materiales	Cantidad	Costo	Total
Breaker 3 polos 220V 25A	1	\$ 20.00	\$ 20.00
Breaker 3 polos 220V 60A	2	\$ 30.00	\$ 60.00
Controlador de Temperatura	1	\$ 80.00	\$ 80.00
Contactador Tripolar 110V 25A	1	\$ 17.00	\$ 17.00
Contactador Tripolar 220V 40A	2	\$ 38.00	\$ 76.00
Termocupla tipo K 0-600°C	1	\$ 10.00	\$ 10.00
Resistencia 2KV 220V	8	\$ 30.00	\$ 240.00
Pulsador Piloto NA	1	\$ 7.00	\$ 7.00
Boton Rojo NC	1	\$ 7.00	\$ 7.00
Cable 10	25m	\$ 1.74	\$ 43.50
Cable 14	25m	\$ 0.83	\$ 30.00
Armario Electrico (60cmX40cm)	1	\$ 110.00	\$ 110.00
Tuberia Conduit	10m	\$ 3.00	\$ 28.00
Lana Fibra de Vidrio 1,22m ancho, espesor 1"	24m	\$ 7.00	\$ 228.00
		Total Costo materiales:	\$ 956.50
Mano de Obra	Cantidad	Costo	Costo Total
Ingeniero Electrico	1	\$ 200.00	\$ 200.00
Ayudante	1	\$ 50.00	\$ 50.00
		Total costo MO:	\$ 250.00
		Total de Inversion:	\$ 1,206.50

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Tabla N°25: Costo de Reparación de fachada del horno.

Lamina de Acero (2.4X1.2)	2	\$ 35.00	\$ 70.00
Electrodo E6013 (kg)	1.00	\$ 3.00	\$ 3.00
Soldador	1	\$ 50.00	\$ 50.00
Ayudandte	2	\$ 20.00	\$ 40.00

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Propuesta N°3

Tabla N°26: Costo del mantenimiento correctivo.

Rodamiento	1	\$ 25.00	\$ 25.00
Fusible	1	\$ 10.00	\$ 10.00
Ingeniero Instrumentista	1	\$ 80.00	\$ 80.00

Autores: Ostos D y Trujillo (2020).

Propuesta N°4

TablaN°27: Costo de Plataforma para Tratamiento por Inmersión.

tubos de (38x 38x1,8)m, 6m de largo	4	\$ 40.00	\$ 160.00
malla (60X60) 4mm	4	\$ 8.00	\$ 32.00
electrodos E7018 (kg)	9	\$ 3.00	\$ 27.00
Soldador	1	\$ 100.00	\$ 100.00
Ayudante	1	\$ 30.00	\$ 30.00
	Total costo MO:		\$ 130.00
	Total de Inversion:		\$ 349.00

Autores: Ostos D y Trujillo (2020).

Propuesta N°5

Tabla N°28: Costo de Redistribución de planta.

Movilizacion de cizalla y reinstalacion	1	\$ 300.00	\$ 300.00
Movilizacion de Mesones a Zona de ensamble	1	30	\$ 30.00
Mano de Obra	2	\$ 50.00	\$ 100.00

Autores: Ostos D y Trujillo E (2020).

Si se elige Invertir en el diseño de la línea de producción de cestas metálicas, la inclusión al sistema productivo de la empresa, produce un costo indirecto de Capacitación del personal= 80\$. Quedando la inversión total:

· Total Inversión del proyecto: **2343.5\$**

4.4.5.3 Relación Beneficio-Costo.

La relación beneficio- costo toma los ingresos y los egresos, para determinar cuáles son los beneficios por cada \$ que sacrifica.

Tomando en cuenta que la empresa cuenta con el 95% de las maquinarias y equipos necesarios para producir, esta relación será realmente positiva.

Relación Beneficio-Costo: —————

Para el cálculo de esta relación se toma la diferencia de beneficios que se tiene de producir bajo las condiciones actuales con los beneficios de producir bajo las condiciones propuestas, se toma las capacidades teóricas calculadas de cada situación en un tiempo proyectado de 1 mes, sabiendo que se trabaja 20 días, en un turno de 8hrs, se tiene que:

Capacidad Actual = 273 u/mes.

Capacidad Propuesta = 411 u/mes.

Luego, el precio costo del producto es de 144,24\$ y el precio de venta de 250\$ *dato suministrado por la empresa Rubik Assembly C.A., quedando una utilidad de $P_v - P_u = 250\$ - 144.24\$ = 105.76\$/u$, (Pv: Precio de Venta; Pu: Precio unitario).

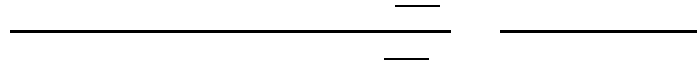
Calculando la diferencia de beneficios: $(411u/mes - 273u/mes) \times 105.76\$/u$
el beneficio de la propuesta es igual a 14.594,88\$/mes

— —————

De acuerdo con la teoría el proyecto es rentable, ya que dicta que si $B/C > 1$, entonces se acepta el proyecto. A su vez este factor se traduce a que por cada \$ invertido, se devuelve 6.22\$ de beneficio.

4.4.5.4 Tiempo de retorno de la inversión (TIR).

Se conoce que el proyecto es rentable, pero además de ser el dinero un factor fundamente para elegir o declinar un plan estratégico, existe el factor tiempo y cada inversionista busca saber en cuanto tiempo recupera esa inversión dada. Para ello se tiene la siguiente ecuación:



TRI=12 días.

CONCLUSIONES

Una vez realizada todas las fases de la investigación que dieron como resultado el diseño de una línea de producción de cestas metálicas, se puede constatar que:

La empresa

Cuenta con la totalidad de las máquinas para fabricar cestas metálicas y con el espacio suficiente requerido para realizar las modificaciones pertinentes.

Posee una distribución con distancias muy largas entre operaciones que pertenecen a una misma estación.

Cumple con la mayor parte de las normas COVENIN sobre condiciones de planta, exceptuando la correcta iluminación en algunas de las estaciones.

Al fabricar productos con similares procesos productivos, la inclusión del nuevo producto no constataría de un proceso engorroso ni duradero.

El prototipo de cesta realizado por la empresa, no posee los estándares de calidad que manejan.

Producir bajo las condiciones actuales, podría resultar mientras la demanda del producto no tenga fluctuaciones en el mercado, si llegase a existir un aumento de la misma, se le imposibilitaría poder cumplir con la entrega, incurriendo en un costo de oportunidad implícito.

El Proceso

Se logró diseñar un prototipo de cesta más versátil, menos pesado y con una planificación de mejor calidad.

Con la distribución planteada se evidencia la disminución de distancia de los recorridos necesarios en un 46.33%.

La implementación de un horno a resistencia, disminuirá los tiempos de producción del mismo y eliminaría el retrabajo.

Las propuestas de la plataforma y el mantenimiento correctivo no tienen un impacto directo con el aumento de capacidad de la línea, pero crean un colchón significativo a la hora de planear una producción de mayores requisiciones de unidad

La distribución por células o por procesos es la mejor distribución para este tipo de producciones.

Producir por lotes es la mejor manera de aprovechar los colchones de las otras estaciones que no son el cuello de botella de la línea.

En la situación actual se producen 273u/mes con 11op y luego de las mejoras aplicadas se produce 411u/mes con 12op.

Para finalizar, la elección de implementar el proyecto de diseño de la línea de producción, producirá grandes utilidades a corto, mediano y largo plazo, además beneficiaría todos los demás procesos que se producen en la planta, ya que, con una poca inversión se logró aumentar la capacidad de diversos procesos.

Se puede constatar que se cumplió con el objetivo de diseñar una línea más eficiente de cestas metálicas, evidenciando un significativo aumento de la capacidad en un 66.42%.

RECOMENDACIONES

Cuando se toma la decisión de invertir en una nueva línea de producción, la capacidad máxima de la misma representa un reto para la organización, ya que debe adecuar su funcionamiento para poder producir cerca de su máxima capacidad, manteniendo la calidad requerida del producto y sin causar una sobreutilización de los recursos, además debe tomar las medidas pertinentes para garantizar la productividad, rentabilidad y competitividad. Es aquí donde la Filosofía Lean entra en juego, proponiendo una mejora continua de todos los procesos que se llevan a cabo en una organización, es por ello que es de suma importancia:

- La puesta en marcha del presente proyecto para percibir los beneficios
- Realizar las mejoras propuestas para el aumento de la capacidad de las estaciones.
- Implementar el sistema “5FS” de JIT para la detección y disminución continua de los llamados “cuello de botella”
- Crear un plan de mantenimiento preventivo para evitar paradas no programadas (Anexo C).
- Capacitar a los empleados para producir bajo los estándares del producto fluidamente.
- Aprovechar al máximo el terreno en desuso para ampliar la capacidad de la planta.
- Realizar cambios en la iluminación en las estaciones de ensamble y maquinado.

- Realizar limpieza de las áreas de producción a diario para así, llevar un control de materia prima sobrante y desperdicios para su clasificación y poder darle finalmente el uso apropiado, a su vez mejorar la movilización en los pasillos.

REFERENCIAS

Fuentes Bibliográficas

- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación**. 6ª Edición. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Baca, G (2010). **Evaluacion de proyectos**. 6ª Edicion. Mexico DF. Editorial Mc Graw Hill
- Burgos, F. (2012). **Ingeniería de métodos calidad productividad**. Valencia, Venezuela: Universidad de Carabobo.
- Cámara de comercio de Antioquia (2019). **Como analizar la capacidad de Producción de la empresa**. Recuperado de <http://herramientas.camaramedellin.com.co/Inicio/Buenaspracticasesempresariales/BibliotecaProducci%C3%B3nyOperaciones/Analizalacapacidaddeproducci%C3%B3ndetuempresa.aspx>
- Chaese y Aquilano (2009). **Administración de producción y operaciones**. 12ª Edición. Editorial Mc Graw Hill.
- COVENIN 266 (1988). **Condiciones de higiene y seguridad industrial en el Trabajo**. Normas Venezolanas Industriales.
- COVENIN 2248 (1987). **Manejo de materiales y equipos**. Normas Industriales Venezolanas
- COVENIN 187 (1992). **Colores, Símbolos y Dimensiones para señales de seguridad**. Normas Industriales Venezolanas.
- COVENIN 823 (1988). **Sistema de deteccion alarma y extincion de incendio**. Normas Industriales Venezolanas.
- COVENIN 2273 (1991). **Principios ergonómicos de la concepción de los sistemas de trabajo**. Normas Industriales Venezolanas.

- COVENIN 2250 (2000). **Ventilación**. Normas Industriales Venezolanas.
- COVENIN 2254 (1995). **Temperatura**. Normas Industriales Venezolanas.
- COVENIN 2249 (1993). **Iluminación**. Normas Industriales Venezolanas.
- COVENIN 1565 (1995). **Ruido Ocupacional**. Normas Industriales Venezolanas.
- Croci y Dematteis, (2018). **Estudio de optimización del almacén de insumos en la planta sur de Quilmes**, para optar por el título de ingeniería en el Instituto tecnológico de Buenos Aires.
- Díaz, A. (2016) **Estudiando Flexsim Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, México**. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458109002/html/index.html>
- Domenech, J. (2011) **JOMENELIGA**. Recuperado de http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/Diagrama_de_Pareto.pdf
- Durán, I. (2009) **Universidad de las Américas Puebla**. Recuperado de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmnf/duran_c_i/
- El País, el periódico global. **El Banco Central de Venezuela admite que el PIB se ha hundido un 52% con Maduro**. Recuperado de http://elpais.com/economia/2019/05/29/actualidad/1559099315_40481_0_t
- Ecoanalítica (2019). **Peor que antes: Débiles y Vulnerables**. Recuperado de <https://ecoanalitica.com/graficodelasemana-peor-que-antes-debiles-y-vulnerables/>
- Flamarique S. (2018) **Gestión de operaciones de almacenaje**. 1ª edición. Marge Books.

- García, L. y Mijares, H. (2007) **Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grados.** Valencia. Universidad José Antonio Páez.
- Gemeil T. y Daduna J.(2007) **Fundamentos generales de la logística.** 1ª edición
- Giugni, L. et. al (2009). **Evaluación de proyectos de inversión.** Dirección de medios y publicaciones universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- Gómez, E. y Nuñez, F. (2005). **Plantas Industriales.** Venezuela. Universidad de Carabobo, facultad de ingeniería industrial.
- González R y Jimeno J (2012).**Definición de Checklist.** Recuperado de <https://www.pdcahome.com/check-list/>
- Groover. M. (2007). **Fundamentos de manufactura moderna.**3ª Edición. España: Pearson Educación.
- Heizer, Y., y Render, B. (2007). **Dirección de la producción y de operaciones.** 8ª Edición. España, Madrid: Pearson Educación.
- Hernandez (2015). **Estudio de tiempos y movimientos en la empresa GERMENSTARTUP** Recuperado de <https://germenstartup.wordpress.com/2015/01/12/estudio-de-tiempos-y-movimientos->
- Hernández, R (2010). **Logística de almacenes.** Editorial Cubaeduca. Primera Edición.
- Hernández, A. (2018), **Diseño de la línea de producción para la elaboración de la presentación de 155 gramos realizado en la empresa Corporación KODAMA, C.A** para optar por el título de Ingeniero de Producción en la Universidad Simón Bolívar de Venezuela, Caracas.
- Hernández, J. y Vizán, A. (2013). **Lean manufacturing Conceptos, técnicas e Implantación.** 1ª edición. España. Editorial EOI.

- Hernández, R. (2010). **Logística de almacenes**. Editorial Cubaeduca. 1ª Edición.
- Hurtado, J. (2010). **Metodología de la investigación**. 4ª Edición. Caracas. Quiron Ediciones.
- Liker y Meier (2006). **The Toyota Way Fieldbook**. Edición Ilustrada. Kentucky, EEUU.
- Méndez, C. (2007). Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación. Colombia. Mc Graw Hill Interamericana.
- Malavolta, G (2017). **Solidworks**. Recuperado de <https://netcurso.net/blog/solidworks/>
- Morles, V (2011). **Guía para la elaboración y evaluación de proyectos de investigación**. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65926549008>
- Muther, R (1981) **Distribución en planta**. 4ª edición. Barcelona, España. Editorial: Hispano Europea.
- Niebel (2014) **Ingeniería industrial de Niebel 13ed métodos, estándares y diseño del trabajo**. 13ª Edición. Editorial Mc Graw Hill.
- Nieves, A (2006) **Herramientas y técnicas de calidad**. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/>
- Observatorio económico social UNR (2015). **Utilización de la Capacidad Instalada en la Industria**. Recuperado de <https://www.observatorio.unr.edu.ar/utilizacion-de-la-capacidad-instalada-en-la-industria-2/>
- Orozco, D., García, A., Grisales, R. (2016). **Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento**. Proyecto académico sin fines de lucro

de ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Guadalajara de Buga, Colombia.

Palacios (2009). **Movimientos y tiempos ingeniería de métodos**. 2ª Edición. ECOE ediciones

Sabino, C. (2008). **El proceso de investigación**. Recuperado de http://www.paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso_investigacion.pdf

Soto, H. (2015). **Diseño de una línea de producción de pintura de impacto ambiental reducido. Caso: Corpveprin. C.A.** para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad José Antonio Páez del municipio San Diego-Carabobo, Venezuela.

Tamayo, I. y Tamayo, M. (2007). **El proceso de investigación científica**. México: Editorial Limusa.

Universidad para la cooperación internacional. (2019). **Capítulo del Estudio Técnico**. Recuperado de http://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo_del_Estudio_Tecnico.pdf.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (2016), **manual para la elaboración de trabajo de grado**. 5ta Edición Caracas Venezuela

Vazques (2010). **Diagramas de flujo**. Recuperado de <http://www.ggrupoasesor.com>

Villafranca, D (2002). **Metodología de la Inveestigacion**. Editorial Mc Graw Hill, Mexico.

Vivanco, D. (2017), **Propuesta para la implementación de la línea de producción de puertas enrollables en Metalistica Vivanco**. Para optar por

el título de Ingeniero Comercial ante la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador

Vizcaíno, J. (2015). **Diseño y establecimiento de nueva línea de producción en serie. Prototec-Ibercool WaterBlocks**, para optar por el título de Ingeniero Industrial en la escuela técnica superior de la Universidad de Sevilla, España.

ANEXOS

ANEXO A

**Registro de Fallas en la producción de Racks
en la empresa Rubik Assembly C.A**

Registro de Fallas

Fecha: 2019	LOTE: 309	Cantidad:22	Cliente: Almacenadora Torgus
Manufactura de bastidores	-Tiempo Excesivo de Puesta punto	1	-Falta de personas en estaciones de ensamble y pintura -Mala postura de los trabajadores. -Los trabajadores no siguen instrucciones -Tiempo de ocio (mucho recorrido entre maquinarias de la misma estacion) -Posturas de los trabajadores no adecuadas. -Desorden en las areas de trabajo y en el almacen -La soldadora, cizalla y tronzadora presentaron fallas y aumento del tiempo de produccion. -tiempo de puesta punto de materiales en las actividades debido a la distancia que se tiene que recorrer -Se presento problemas electricos no constantes en las primeras tres semanas de produccion. -se descarrila el fleje de la bobina de la Roll Forming.
	-Tiempo de Ocio de maquinas y trabajadores	5	
	-Paradas no planificadas	8	
	-perforaciones no conformes	14	
	-Recalento la Roll Forming	6	
Retrabajos de Orificios	- Retraso en tiempo de entrega	14	
	- Perdida de Materiales	11	
Refuerzos	-Tiempo Excesivo de Puesta punto	6	
Planchas			
Ensamble de bastidores con Accesorios			
Cortar tubo de bastidores	-Cizalla no operativa, cortes manuales.	22	
corte y doblado de angulo lateral			
Ensamble de Larguero con angulos y Pines	-Material pesado dificulta la operacion.	22	
Tratamiento anticorrosivo	-Aguas Contaminadas	22	
	-Temperatura no adecuada	14	
	-tiempo de secado inadecuado	7	
	-No se aprovecha la capacidad de las piscinas	22	
Pintura	-Aplicacion no uniforme	17	
	-Retrabajo por manchas de Hollin	13	
	-Temperatura no uniforme en el horneado.	22	
	-Piezas contaminadas	22	

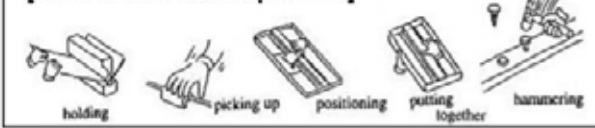
ANEXO B

GRÁFICO DE MOVIMIENTOS DE VALOR Y NO VALOR AÑADIDO

[Value Added Operation]



[Semi-Value Added Operation]



[Non Value Added Operation]



ANEXO C

FICHA TECNICA DE ELECTRODO 7018

ELECTRODO NÁFICO

Lincoln® 7018-1

SMAW

CLASIFICACIÓN

ANSI/A51	E 7018-1	A 501
ISO 2566-A	E 4249-12 H6	7 H6
		EN 60720

DESCRIPCIÓN GENERAL

Electrodo básico, de muy bajo contenido en hidrógeno. Excelente para soldadura en general. Buenas propiedades de impacto a -40°C.

POSICIONES DE USO RECOMENDADAS



Tipo de conexión
CAVE 47-

INDICACIONES

ABS	BI	DNV	LR	GL	BSA	TVV
ABS	ABS	ABS	ABS	+	ABS	+

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN EL ESTADO LÍQUIDO, MÁXIMO DE PROMEDIOS

C	Mn	Si	P	S
0.05	1.0	0.3	0.015	0.005

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS METAL DE FUNDIDO

Requisitos (ANSI/A51 E7018-1)	Condición	L.P.M.		Alargamiento (%)	Impacto ISO-V50	
		Tensión (N/mm²)	Alargamiento (N/mm²)		-60°C	-40°C
Resistencia a la tracción	AW	min. 430	min. 420	min. 22	min. 20	min. 27
Valores típicos	AW	435	415	25	100	80

GRANDES DIMENSIONES

Diámetro (mm)	Longitud (mm)					
	2.5	3.2	4.0	5.0	6.0	8.0
Caja cartón	175	175	80	80	55	55
Peso neto	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Peso bruto	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

134

Lincoln® 7018-1

MATERIALES ACOBA

Grado acobal	Tipo
Acero general estructural	
EN 10025	S235, S275, S355, S455
Chapa hueca	
ASTM A 101	Grado A, B, D, A502 a A504
Acero fundido	EN 15613-2
Acero cubierta	
EN 10208-1	L785, L340, L780, L340
EN 10208-2	L240, L780, L340, L475
API 5LX	X42, X46, X52, X60
EN 10216-1	P235T1, P235T2, P235T11
EN 10210-1	P235T2, P235T11
Cablemallas y aparatos a presión	
EN 10208-2	P235GH, P235GH, P235GH, P235GH
Acero de grano fino	
EN 10025 parte 2	S275, S355, S455
EN 10025 parte 4	S275, S355, S455

WOB DE CÁLCULO

Ømm x Long. (mm)	Tempo corriente (s)	Tipo corriente	Tempo por electrode a intensidad máx. (s)	Energía (kJ)	V Dep. (V)	Peso (kg)	Electrodo (kg metal)	kg Electrodo/kg metal
2.5x350	75-90	CC+	58	137	0.9	22.2	77	1.59
3.2x350	100-120	CC+	85	211	1.7	34.8	89	1.66
4.0x350	100-120	CC+	75	277	1.4	45.7	95	1.63
4.0x350	130-180	CC+	64	373	1.9	67.3	29	1.57
4.0x450	130-180	CC+	77	470	2.2	88.3	27	1.47
5.0x450	220-260	CC+	84	637	3.0	101.8	54	1.43

*Punto de inicio

FRASES TÍPICAS DE INSTRUCCIÓN DE SOLDADURA

Diámetro (mm)	Posiciones de soldadura				
	PA/BG	PB/DZ	PE/DE	PG/BS	PD/BS
2.5	80A	80A	80A	80A	80A
3.2	100A	100A	100A	100A	100A
4.0	100A	100A	100A	100A	100A
5.0	140A	250A	250A	250A	250A

COMENTARIOS

Se recomienda rehear los electrodos a 300 °F - 350°C durante 3-4 horas.

www.lincolnelectric.com



17

ANEXO D
HOJA DE VIDA DE MAQUINAS

ANEXO E
DISEÑO PROPUESTO DE CESTA PLEGABLE

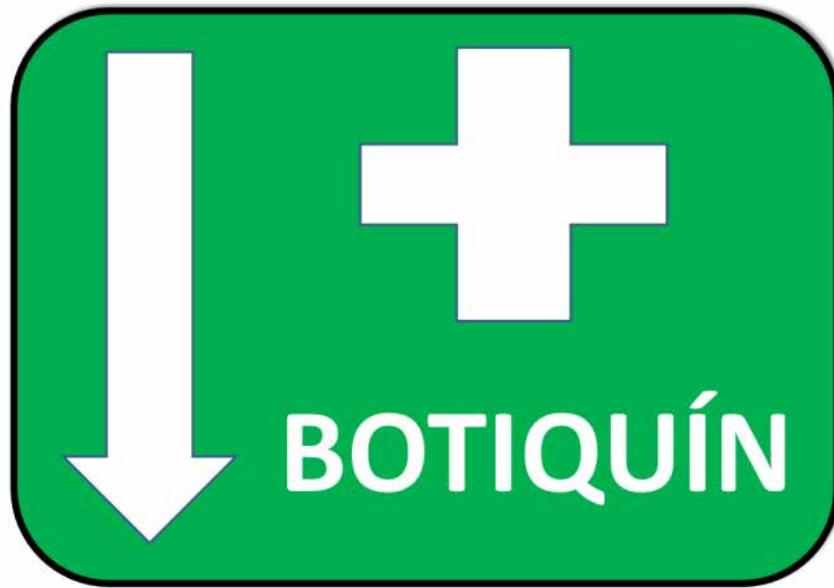


ANEXO F
SEÑALIZACIONES

ANEXOS F.1 ÁREAS DE SEGURIDAD



ANEXOS F.2. AREAS DE PRIMEROS AUXILIOS



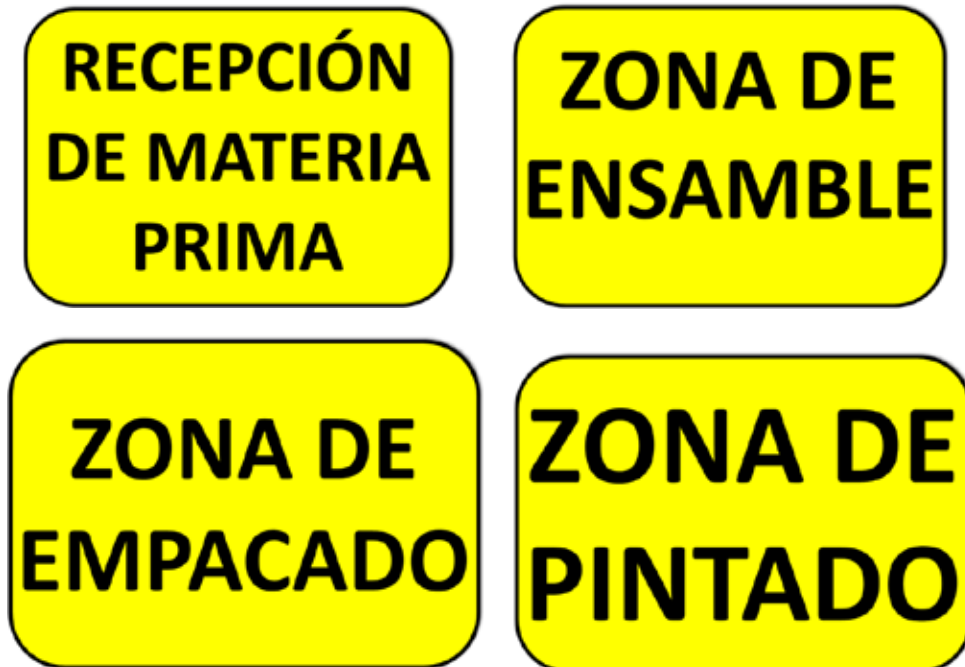
ANEXOS F.3. AREAS COMUNES



ANEXOS F.4. AREAS DE EVACUACION



ANEXOS F.5 AREAS DE PRODUCCION Y PROCESOS



ANEXO G
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA PINTURA EN POLVO
ELECTROESTATICA



Axalta Powder Coating Systems

Hoja Técnica

Axalta Powder Coating Systems
Carr. Libre Estatal Miguel Alemán km. 11.2
Apodaca Centro Apodaca N.L., C.P. 66600
Telefono (01-81) 8144 5500
Fax (01-81) 8144 5534
www.axaltacoatingsystems.com

Color: Negro 425-04 **Tipo:** Epoxi-Poliéster
Nombre Comercial: Negro Carbon 4
Código Alesta: RFB103T0

Fecha de elaboración: 25 de julio de 2017

PROPIEDADES DEL POLVO

Difracción Láser	Granulometría:	38±4	Micrones
Multiplicómetro	Peso Específico :	1.67	±0.05 g/cm ³
	Rendimiento Teórico :	23.59	m ² /kg @ 1.0 mils
	Almacenaje Recomendado:	12 Meses @ 28°C	

PROPIEDADES DE LA PELÍCULA APLICADA

	Acabado:	Texturado
ASTM D 523-89	Brillo (60°) :	0 - 5 %
ASTM D 2794-93	Resistencia al Impacto (Dir) :	120-140 Lbs-in
	Resistencia al Impacto (Inv) :	120-140 Lbs-in
ASTM D 3359-97	Adherencia (CROSS-HATCH):	100% (5B)
ASTM D 522-93A	Flexibilidad :	Pasa 1/8"
ASTM D 3363-92A	Dureza a lápiz:	No aplica
ASTM D 2244, E 308-05	Diferencia de Color:	DE < 1.0

APLICACIÓN

Equipo electrostático tipo corona	TIEMPO DE CURADO:
Substrato: CRS calibre 0.8 mm	15 min @ 180 °C
	(Tiempo a Temperatura de metal)

Espesor de película recomendado: 3.0 - 3.5 mils.
*** Bajo condiciones controladas de aplicación y horneó.**

El contenido de la presente ficha técnica es una guía para el uso de nuestro producto, y está basado en información y en pruebas realizadas en nuestro laboratorio bajo las condiciones arriba mencionadas, a menos que se especifique otra cosa. Los resultados pueden variar para otras condiciones específicas de aplicación.



DISEÑADO PARA CUMPLIR CON EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN GLOBAL ARMONIZADO (GHS)

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

HOJA 1/3

SECCIÓN I IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DEL PRODUCTO: Negro 425-04
CÓDIGO DE PRODUCTO: RFS10319
USO RECOMENDADO: PINTURA EN POLVO TERMOENDURECIBLE (APLICACIÓN ELECTROSTÁTICA)
COMPAÑÍA: AXALTA COATINGS SYSTEMS DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V. PLANTA POWDER COATINGS
TELÉFONO: 0181 81445500
TELÉFONO PARA EMERGENCIA: 01-800-718-26-14 y/o (8) 144-55-00 (DIRIGIRSE A SERVICIO AL CLIENTE)

SECCIÓN II IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

CLASIFICACIÓN:	SALUD	MEDIO AMBIENTE	FÍSICOS (PRECAUCIÓN) PUEDE FORMAR MEZCLAS COMBUSTIBLES DE AIRE-POLVO.
-----------------------	--------------	-----------------------	---

ETIQUETADO GHS:
PALABRA DE SEÑALIZACIÓN: PRECAUCIÓN
SÍMBOLO:

DECLARACIONES DE PRECAUCIÓN:
 MANTENGASE EN CONTENEDOR CERRADO.
 MANTENER ALEJADO DE CALOR Y FUENTES DE IGNICIÓN.
 USE GUANTES Y LENTES DE SEGURIDAD. EN LUGARES CON Poca VENTILACIÓN
 USE RESPIRADOR CON FILTRO APROBADO POR LA NIOSH.
 ATERRIZE CONTENEDORES, EQUIPOS Y PIEZAS A APLICAR.
 TOMÉ MEDIDAS DE PRECAUCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS.
 ALMACENE EN LUGAR VENTILADO Y FRESCO (< 28°C).
 EVITE SU DESCARGA AL MEDIO AMBIENTE.

SECCIÓN III COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE INGREDIENTES

IDENTIDAD QUÍMICA	# CAS	% PESO
NEGRO CARBÓN	1333-20-4	< 2
SILICATO DE MAGNESIO HIDRATADO	14807-980-6	< 8
CARBONATO DE CALCIO	1317-65-3	= 42

SECCIÓN IV MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

CONTACTO CON LOS OJOS: LAVE COMPLETAMENTE CON MUCHA AGUA POR AL MENOS 15 MINUTOS. SI SE PRESENTA IRRITACIÓN, CONSULTE A UN MÉDICO.
CONTACTO CON LA PIEL: LAVE CON JABÓN Y MUCHA AGUA. REMUEVA TODA LA ROPA Y ZAPATOS CONTAMINADOS. SI SE PRESENTA IRRITACIÓN, CONSULTE A UN MÉDICO
INHALACIÓN: MUEVA LA PERSONA HACIA AIRE FRESCO. DAR OXÍGENO EN CASO DE PROBLEMAS PARA RESPIRAR.
INGESTIÓN: NO INDUZCA EL VÓMITO. LAVE LA BOCA CON AGUA Y POSTERIORMENTE BEBA MUCHA AGUA.
NOTAS AL MÉDICO: TRATE LOS SÍNTOMAS.

SECCIÓN V MEDIDAS CONTRA INCENDIO

METODO DE EXTINCIÓN ADECUADO: ESPUMA, CO2, POLVO QUÍMICO.
METODO DE EXTINCIÓN INADECUADO: NO USAR AGUA EN PRODUCTOS QUE CONTIENEN ALUMINIO.
RIESGOS ESPECÍFICOS EN CASO DE INCENDIO: NO EXISTEN RIESGOS DE EXPLOSIÓN EN EL TRANSPORTE, MANEJO Y ALMACENAJE DE ESTE PRODUCTO, A EXCEPCIÓN DE CUANDO SE PRESENTA UNA CONCENTRACIÓN MUY ALTA DE POLVO SUSPENDIDO EN EL AIRE (FOR ENCIMA DE 26 g/ftm cúbico).
EQUIPO DE PROTECCIÓN Y PRECAUCIONES ESPECIALES PARA BOMBEROS EN CASO DE INCENDIO: PARA INCENDIOS EN LUGARES CERRADOS, UTILICE EQUIPOS DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMA. NO INHALE LOS GASES DE COMBUSTIÓN.

BF03 REV 5

HOJA 2/

SECCIÓN VI MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

PRECAUCIONES PERSONALES	EVITE EL CONTACTO CON LA PIEL, OJOS Y ROPA. USE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL COMO SON: LENTES, GUANTES Y RESPIRADOR PARA POLVOS. ASEGURE UNA VENTILACIÓN ADECUADA.
PRECAUCIONES AMBIENTALES	EVITE QUE EL MATERIAL SE DESCARGUE EN EL DRENAJE.
MÉTODOS DE CONTENCIÓN Y LIMPIEZA	EVITE QUE EL DERRAME CREZCA SI EL HACERLO ES SEGURO. EVITE NUBE DE POLVO. BARRA EL MATERIAL O USE UNA ASPIRADORA A PRUEBA DE EXPLOSIÓN. TRANSFERIA A CONTENEDORES APROPIADOS PARA SU DESECHO DE ACUERDO A LAS REGULACIONES ACTUALES APLICABLES.

SECCIÓN VII MANEJO Y ALMACENAMIENTO

PRECAUCIONES PARA MANEJO SEGURO

UTILICE EL MATERIAL DE ACUERDO CON LAS BUENAS PRÁCTICAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD. ASEGÚRESE DE PREVENIR LA ACUMULACIÓN DE CARGA ELECTROSTÁTICA.

CONDICIONES PARA ALMACENAJE SEGURO, INCLUYENDO INCOMPATIBILIDADES

MANTENGASE EN LUGAR LIMPIO Y SECO. MATERIAL SENSIBLE AL CALOR.

LOS CONTENEDORES DEBEN ESTAR ATERRIZADOS. MANTENGASE ALEJADO DE FUENTES DE IGNICIÓN. ALMACENAR EN SU CONTENEDOR ORIGINAL.

SECCIÓN VIII CONTROLES DE EXPOSICIÓN/ EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

NOMBRE QUÍMICO	LÍMITES DE EXPOSICIÓN		PRESIÓN DE VAPOR
	(ACGIH TLV)	(OSHA PEL)	
PNOC'S (POLVO MOLESTO)	10 mg / m ³	N / A	N / A
NEGRO CARBON	3.5 mg / m ³	3.5 mg / m ³	N / A
CARBONATO DE CALCIO	10 mg / m ³	15 mg / m ³	N / A
SILICATO DE MAGNESIO HIDRATADO	2 mg / m ³	2 mg / m ³	N / A

MEDIDAS DE INGENIERIA	REGADERAS, ESTACIONES DE LAVADO DE OJOS, SISTEMAS DE VENTILACIÓN.
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	LENTE DE SEGURIDAD, GUANTES DE HULE SINTETICO, OVERALL ANTIESTÁTICO Y/O ROPA DE SEGURIDAD. SI SE EXCEDEN LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN AL POLVO O SE PRESENTAN AREAS CON ESCASA VENTILACION, USE RESPIRADOR CON FILTRO APROBADO POR LA NIOSH.

SECCIÓN IX PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

APARIENCIA:	POLVO (SÓLIDO)	FLAMABILIDAD:	NO APLICA
OLOR:	NO APLICA	LÍMITES DE EXPLOSIVIDAD	NO APLICA
UMBRAL DE OLOR:	NO APLICA	PRESIÓN DE VAPOR	NO APLICA
pH	NO APLICA	DENSIDAD RELATIVA	1.2 - 1.9 gr/cc
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	< 70° C	SOLUBILIDAD	NO APLICA
PUNTO DE CONGELAMIENTO	NO APLICA	COEFICIENTE DE PARTICIÓN	NO APLICA
PUNTO DE EBULLICIÓN	NO APLICA	TEMPERATURA DE AUTOIGNICIÓN	NO APLICA
FLASH POINT	NO APLICA	TEMPERATURA DE DESCOMPOSICIÓN	>250° C
GRADO DE EVAPORACIÓN	NO APLICA		

SECCIÓN X ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

ESTABILIDAD QUÍMICA	SIN DE SCOMPOSICIÓN SI SE USA DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES.
POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS	NINGUNA CONOCIDA.
CONDICIONES A EVITAR	CALOR, FUEGO, CHISPAS Y ACUMULACIÓN DE CARGA ELECTROSTÁTICA.
MATERIALES A EVITAR	NO MEZCLAR CON AGUA, SOLVENTES, ÁCIDOS Y BASES FUERTES.
PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS	NINGUNO CONOCIDO.

IF/03.REV 5

HOJA 3/3

SECCIÓN XI INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

TOXICIDAD AGUDA		
PRUEBAS	RESULTADOS	BASES
TOXICIDAD ORAL (Ratas)	SIN CLASIFICACIÓN	BASADO EN INGREDIENTES
TOXICIDAD DÉRMICA (Ratas)	SIN CLASIFICACIÓN	BASADO EN INGREDIENTES
TOXICIDAD POR INHALACIÓN, Vapor (Ratas)	SIN CLASIFICACIÓN	BASADO EN INGREDIENTES
IRRITACIÓN OCULAR (Conejos)	SIN CLASIFICACIÓN	BASADO EN EVALUACIONES DE MATERIALES SIMILARES

RESUMEN DE COMENTARIOS: Los pigmentos de aluminio pueden provocar o incrementar irritación en piel sensible.

TOXICIDAD CRÓNICA/SUBCRÓNICA		
PRUEBAS	RESULTADOS	BASES
SENSIBILIDAD DÉRMICA	SIN CLASIFICACIÓN	BASADO EN EVALUACIONES DE MATERIALES SIMILARES

RESUMEN DE COMENTARIOS: El TGIC es una sustancia que puede encontrarse en productos poliéster y que puede provocar daño genético, así como provocar o incrementar irritación en piel sensible.

Los isocianatos son sustancias que pueden encontrarse en productos poliuretanos y que pueden causar sensibilidad dérmica y/o respiratoria.