



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN
PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA NUEVA PLANTA DE
FERREPLAS C.A.

Integrantes:

Hernández María Gabriela. C.I. 18.164.667

Oviedo Bladimir C.I.17.615.036

Bárbula; Mayo de 2010



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN
PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA NUEVA PLANTA DE
FERREPLAS C.A.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo, para optar al
Título de Ingeniero Industrial

Integrantes:

Hernández María Gabriela. C.I. 18.164.667

Oviedo Bladimir C.I.17.615.036

Bárbula; Mayo de 2010



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Nosotros los abajo firmantes, Miembros del Jurado, designados por el Consejo de Escuela para Evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado “Propuestas de mejoras en los procesos de fabricación para el aumento de la productividad e la nueva planta de Ferreplas C.A.”, realizado por los Br. Hernández María Gabriela y Oviedo Bladimir cuyas C.I. 18.164.667 y 17.615.036 respectivamente, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. Ezequiel Gómez

Tutor

Prof. Manuel Jiménez

Jurado

Prof. Manuel Duarte

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Habiendo aprendido que nada en la vida es por casualidad, y que nuestro DIOS tiene un plan para cada uno de nosotros, existen personas muy especiales a quienes agradecer por sus apoyos incondicionales enseñándome que en realidad si existe una luz al final del túnel y que la perseverancia nos lleva al logro de nuestras metas.

Mi primer agradecimiento está dirigido al rey de reyes y señor de señores, Jehová mi DIOS, quien me ha llenado de misericordia inmerecida y que gracias a su amor ha puesto en mi camino a personas maravillosas, ellos son:

Mis padres, que con el amor verdadero me han forjado, llenado de fuerzas y enseñado que los sueños requieren de sacrificios.

Mis hermanos, que siempre creyeron en mí y me brindaron palabras de aliento.

Mis sobrinos porque con tan solo una mirada fue suficiente como para sentir que todo esfuerzo vale la pena.

Mis primos Nomy y Carlos que siempre encontraron una forma especial de hacerme sentir capaz, por ayudarme en los momentos de mayor apuro.

Mi familia adoptiva, los Ramírez, por brindarme el apoyo y ese calor de familia que en momentos difíciles necesite al estar lejos de los míos; a mi amiga Natalia por ser mi pañuelo de lágrimas.

A Wilfredo contreras, por ser mi muleta cuando sentía que ya no podría con el peso, por cada palabra de aliento y por creer en mí.

A mi tutor, el profesor e ingeniero Ezequiel Gómez porque me enseñó que el amor al arte es más fuerte que cualquier obligación.

Al Sr. Ávila. Albita y Adriana por esas personalidades tan especiales y por el amor que le tienen a nuestra escuela, al regalarnos sus sonrisas y mejores deseos.

HERNANDEZ M. GABRIELA

DEDICATORIA

A ti mi DIOS, como no ser para ti mi dedicatoria cuando has sido tú quien ha llenado de bendiciones mi vida en cada paso que doy aún cuando no lo merezco, por demostrarme que eres real al ver a mis sobrinos sonreír; al ver el rostro de mi padre lleno de alegría al cumplir uno de sus sueños a través de mi; a ti mi DIOS por enseñarme que mi madre es solo una y el mejor regalo de todos, a ti mi DIOS por enseñarme que el amor existe y que el hombre bueno no ha muerto, a ti mi DIOS por enseñarme que la familia es maravillosa aún cuando seamos tan diferentes, a ti mi DIOS por hacerte visible de la forma que mucho no están dispuesto a ver. Simplemente te dedico este logro a ti mi DIOS porque sin ti no soy nada y nada hubiese logrado.

A todas aquellas personas que han muerto al luchar por sueños, y a todos mis amigos a quienes no incluí en mis agradecimientos, adriofe, leito, aivin y wilmer.

HERNANDEZ M. GABRIELA

DEDICATORIA

A mi padre José Oviedo y en especial a mi madre Myriam Chávez que siempre me apoyó en todo, se sacrificó en toda mi vida para que tuviera las mejores cosas y que siempre hiciera las cosas de manera correcta, TE AMO MAMÁ.

Al Espíritu Santo, porque siempre hay que agradecer tener la vida y disfrutar de todo lo que ella nos da, y sobre todo hacer las cosas bien para que siempre seamos premiados con el cielo.

A mi familia entera, que siempre estuvieron atentos al desarrollo de mi carrera y que me fuera bien durante ella.

Bladimir Oviedo

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso, Jesucristo, mi ángel de la guarda, la virgen María y San Miguel Arcángel, por ser la guía, apoyo y protección espiritual durante mi carrera.

A mis padres y familiares, que siempre confiaron y me apoyaron en todas mis actividades, tanto universitarias como de la vida.

A la Sra. Teresa, el Sr. Balbino, Marlon y Carlos, además de los operarios de la empresa, porque siempre estuvieron dispuestos ayudarnos en todo lo que requerimos y siempre aconsejarnos en el trabajo que realizamos.

A todos los profesores de la escuela de Ingeniería Industrial, ya que ellos nos impartieron todos los conocimientos adquiridos y son excelente profesores

A nuestro Tutor Ing. Ezequiel Gómez, que siempre nos orientó a hacer un buen trabajo y a lograr los objetivos planteados, además de que siempre mostró excelente disposición.

A todas las secretarias de la escuela, que siempre hacen el trabajo de hormiguita pero que es un gran trabajo y son a veces nuestras madres para escuchar nuestros problemas y ayudar a solucionarlos.

A mi novia bella, porque desde que llegó a mi vida cambió mi forma de ser y cada día me hace una mejor persona.

A nuestra casa de estudio, que es una de las mejores del país y que siempre así lo será.

Bladimir Oviedo

INDICE GENERAL

CONTENIDO	pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación del problema.....	7
1.3 Objetivos	
1.3.1 Objetivo General	8
1.3.2 Objetivos Específicos	8
1.4 Justificación	8
1.5 Alcance.....	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	
2.1 Antecedentes	10
2.2 Bases teóricas	11
2.3 Nivel de investigación.....	22
2.4 Diseño de la investigación.....	23
2.5 Técnicas de recolección de datos.....	23
2.6 Unidad de Análisis.....	24
CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
3.1 Descripción de los productos.....	25
3.2 Descripción de los materiales.....	28
3.3 Descripción de equipos y herramientas.....	34
3.4 Descripción del área de trabajo.....	38
3.5 Descripción del proceso de producción.....	41
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
4.1 Análisis de las operaciones del proceso.....	49
4.2 Análisis de los diagramas de Ishikawa.....	57

4.3 Análisis del manejo de materiales.....	63
4.4 Análisis del proceso sistemático de distribución en planta.....	73

CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORAS

5.1 Tolva para el almacenamiento de polímeros.....	85
5.2 Elevadores de Cangilones.....	89
5.3 Dispositivos de enfriamientos para mangos.....	90
5.4 Bombo secador.....	92
5.5 Racks para productos terminados y en proceso.....	94
5.6 Distribución en planta	99

CAPÍTULO VI: FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO

6.1 Propuesta de mejoras para el enfriamiento de los polímeros.....	100
6.2 Propuesta de mejoras para el enfriamiento de los mangos.....	102
6.3 Propuesta de mejoras para mezclado y secado de la materia prima..	103
6.4 Propuesta de mejoras para el almacenamiento de los productos terminados y productos en proceso.....	104
6.5 Propuesta de mejoras para la distribución de la nueva planta.....	105

CONCLUSIONES.....	107
--------------------------	------------

RECOMENDACIONES.....	109
-----------------------------	------------

ANEXOS

A.1 Costo de Silos en China.....	112
A.2 Costo del Racks.....	113
A.3 Costo de bomba de agua.....	113
A.4 Costo de serpentine.....	114
A.5 Costo de llave de paso.....	114
A.6 Costo de termostato.....	115

BIBLIOGRAFIA.....	116
--------------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	.
3.1 Cepillo	25
3.2 Cajetín	26
3.3. Abrazadera	26
3.4 Varillas	27
3.5. Uñitas	27
3.6. Manguitos	28
3.7. ABS	29
3.8. Poliestireno	29
3.9. Colorante	30
3.10. Bobina de hierro	30
3.11. Cajas	31
3.12. Cestas	31
3.13. Saco	32
3.14. Tobos	32
3.15. Bolsa plástica	33
3.16. Ponchos	33
3.17. Máquina de inyección	34
3.18. Mezcladora	35
3.19 Secador	35
3.20. Troqueladora	36
3.21. Esmeril.....	36
3.22. Molino	37
3.23. Peso electrónico	37
3.24. Mesas de apoyo.....	38
3.25. Proceso de producción de productos en hierro	41
3.26. Proceso de producción de productos en plástico.....	43
 CAPÍTULO IV: SITUACION ACTUAL	
4.1 .Diagrama de causa efecto: enfriamiento de mangos	59
4.2. Diagrama de causa efecto: distribución en planta.....	61

4.3. Diagrama de causa efecto: almacenamiento de polímeros.....	63
4.4. Rutas	72
4.5 .Chart de relación de actividades	80
4.6 .Diagrama de relaciones.....	81
4.7 .Vista de planta.....	84

CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORAS

5.1. Vista frontal de tolvas.....	89
5.2. Equipos de enfriamiento de mangos.....	91
5.3. Bombo secador.....	93
5.4. Rack para producto terminado: Abrazaderas y varillas.....	96
5.5. Rack para producto terminado: Cepillos.....	97
5.6. Rack para producto terminado: Cajetines.....	97
5.7. Rack para producto en proceso: mangos.....	98
5.8. Rack para producto en proceso: bandejas.....	98
5.9. Propuesta de distribución en planta.....	101

ÍNDICE DE GRAFICAS

pág.

CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL

4.1. P-Q de los productos elaborados en plástico.....	65
4.2. Intensidad-Distancia	71
4.3. P-Q de los Productos.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

pág.

CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL.

4.1. Frecuencia de Producción Productos Plásticos	64
4.2. Cantidades Promedios al Mes	65
4.3. Clasificación de las familias.....	66
4.4. Clasificación de los Materiales.....	67
4.5. Hoja de Rutas	68
4.6. Definición de los Tipos de Relación	69
4.7. Tipo de Relación para cada Ruta	70
4.8 Frecuencia de Producción.....	74
4.9 Unidades Producidas al Mes.....	75
4.10 Tipo de Relación.....	77
4.11 Actividades en la Planta.....	78
4.12 Áreas Requeridas.....	83

CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORAS

5.1. Características del Material	86
5.2. Dimensiones de la Tolva.....	88
5.3. Productividad de los Métodos de Almacenamiento de Polímeros ...	88
5.4. Características de los Cangilones	90
5.5. Cantidad de Área y Litros de Agua Utilizados	91
5.6. Productividad en relación al Área y los Litros de Agua Utilizados ...	92

5.7. Características de los racks para cada los almacenes de producto terminado y producto en proceso	95
5.8. Productividad asociada a los sistemas de almacenamiento de los productos en proceso y producto terminado	896
5.9. Metros actuales y propuestos para la distribución en planta	100

CAPÍTULO VI: FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO

6.1 Costo de los métodos de almacenamiento para polímeros.....	102
6.2 Tiempos y costos requeridos para movilizar 60 kg de materia prima...	103
6.3. Ahorro Diario al Implementar la Propuesta.....	104
6.4 Costos asociados a la fabricación del equipo de enfriamiento.....	104
6.5 Ahorro de Bombo Secador.....	105
6.6 Costos de los racks de productos en proceso y productos terminados.	106
6.7 Costos de Mudanza.....	107



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



PROPUESTAS DE MEJORAS EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA NUEVA PLANTA DE FERREPLAS C.A.

Tutor: Ing. Ezequiel Gómez Autores: Hernández María, Oviedo Bladimir

RESUMEN

El presente Trabajo Especial de Grado está orientado hacia un conjunto de propuestas planteadas para eliminar, combinar o mejorar los procesos de producción en la nueva planta de la empresa FERREPLAS C.A. con el propósito de incrementar la productividad al disminuir los recursos empleados en cuanto al número de operaciones, áreas requeridas y tiempo invertido. La propuesta de la distribución en planta incluyen la modificación en los métodos de almacenamiento, en la que se plantean elevadores de cangilones y tolvas para facilitar las actividades de manipulación y almacenamiento de la materia prima, así como la reducción del espacio ocupado y el tiempo invertido en dichas actividades, mientras que para los productos en proceso y terminados se proponen una serie de estantes (racks) de colores para facilitar la identificación visual y un mejor aprovechamiento del espacio físico disponible, adicionalmente se diseñaron dispositivos como el bombo secador que disminuye el tiempo de operación de 70 min. a 15 min. por cada 60 kg a procesar, así como la reducción del área necesaria integrando en un mismo equipo las operaciones de secado y mezclado, mientras que para el proceso de enfriamiento de los mangos para cepillo se propone un dispositivo que permite disminuir el tiempo necesario para enfriarlos y el espacio requerido para tal operación, generando incremento en la productividad al mantener fija la producción y reduciendo los recursos empleados en cuanto a áreas, unidades de enfriamiento y tiempos.

Palabras Claves: Productividad, Procesos de inyección de plástico, Distribución en planta, Análisis Sistemático de manejo de materiales

INTRODUCCIÓN

Todo proceso de producción desde la recepción de la materia prima hasta el despacho de los productos terminados requieren de análisis que permitan identificar las causas que conllevan a los distintos problemas que pueden presentarse; es por esta razón que para Ferreplas C.A. las propuestas planteadas a través de la presente tesis de grado brinda una importante oportunidad para tomar medidas correctivas y preventivas asociadas a los inconvenientes hallados con el objetivo de mudarse a una nueva instalación en la que se incremente la productividad con el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, en cuanto a la reducción de tiempos, número de actividades implicadas y el espacio requerido.

Siendo Ferreplas C.A. una pequeña empresa dedicada a la elaboración de artículos para ferretería procesados en hierro y plástico, en la cual no se han realizado estudios previos que permitan solventar la problemática presente en esta, la aplicación de métodos como el análisis de las operaciones favorece a la evaluación de forma detallada de los elementos presentes en la planta lo que conlleva a propuestas que permitan eliminar, combinar o mejorar los métodos, equipos y sistemas con los que se labora.

Los problemas asociados a la distribución en planta y el manejo de materiales se encuentran vinculados entre sí, por ello la aplicación de métodos como el SLP y el SHA deben aplicarse en conjunto para generar las propuestas que permitan crear una mejor utilización del espacio físico a través de equipo de manejo, con la finalidad de incrementar la productividad por medio de la minimización de los recursos utilizados, traduciendo en una disminución de los costos.

El esquema estructural de esta tesis de grado está constituido por seis capítulos. En el Capítulo I se plantea de forma detallada la problemática existente y la justificación por la que se hace necesaria realizar este proyecto, además de plantear los objetivos que se persiguen conseguir con la elaboración de dicho estudio. En el capítulo II se contempla el tipo de metodología de investigación que se empleo, así como los antecedentes que contribuyeron con la misma. En el Capito III se realiza una descripción detallada de todos los productos, materiales, equipos, herramientas, áreas de trabajo y los procesos de producción. En el capítulo IV se analiza mediante el análisis de las operaciones, diagramas de Ishikawa, el SHA y el SLP la situación actual para plantear en el Capitulo V las propuestas, las cuales serán evaluadas económicamente en el capítulo VI.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para el correcto funcionamiento de las empresas, cualquiera que sea su tamaño y su rama de fabricación, requieren identificar los desperdicios presentes en cada una de las actividades que intervienen en el proceso de producción, para de esta manera generar las mejoras necesarias que permitan aumentar la eficiencia de la misma. Simultáneamente, debe existir una correcta distribución en planta que facilite el flujo continuo entre subestaciones, departamentos y almacenes, con sus delimitaciones e identificaciones correspondientes.

Otro factor muy importante para generar éxito en una empresa es disponer de métodos de trabajo, equipos y herramientas que resguarden la seguridad y salud del personal que allí labora; pues estudios de ergonomía demuestran que aún cuando se realicen actividades que impliquen baja frecuencia generan efectos colaterales sobre la salud de los trabajadores.

Por consiguiente, en la actualidad FERREPLAS C.A. aspira un estudio que le permita determinar aquellas actividades que no agregan valor al producto y de la identificación de aquellos factores que entorpecen las distintas operaciones que se llevan a cabo, abarcando desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto terminado. Adicionalmente la empresa tiene proyectado la mudanza de la planta a nuevas instalaciones, próximas a FERREMETAL C.A., ya que esta empresa requiere como insumo

los “manguitos” para las palustras, adicionalmente, los socios consideran que se necesite mayor espacio y una ubicación para facilitar el acceso a la misma.

Para el desglose de los factores que no permiten el correcto funcionamiento de la empresa, éstos han sido subdivididos en función de las áreas de trabajo, correspondiendo estas a: almacén de materia prima, departamento de mezclado y secado, departamento de producción



Almacén de materia prima:

El almacén se encuentra situado a 17,5 m del punto de recepción de la materia prima, siendo la misma dividida en dos ramas; la primera corresponde a los polímeros requeridos para la fabricación de productos en plástico, y la segunda, a bobinas de hierro pulido para la fabricación de los productos metálicos.

La materia prima correspondiente a los polímeros es recibida en sacos de 25 kg y manipulados de forma manual por el operario, quien realiza el recorrido de 17,5 m con el saco sobre los hombros, ocasionando un incorrecto manejo del material, e incrementando las condiciones que generan fatiga en el operario.

Una vez transportados los sacos de ABS y Poliestireno (materia prima) hacia el almacén, éstos son apilados unos sobre otros, no respetándose el F.I.F.O. (primera entrada, primera salida), ya que no se realiza la circulación entre los sacos almacenados previamente y lo que están por almacenarse, lo que ocasiona que aquellos que estén situados en la parte inferior de la ruma

se vayan deteriorando debido a un exceso de peso sobre éstos. Dicho proceso de apilamiento no se realiza de forma ordenada generando inestabilidad en las rumas, aunado a esto no existe distinción alguna entre los tipos de polímeros, lo que conlleva a un consumo de tiempo aproximadamente de 7 minutos, al requerir un material en específico.

El área destinada para el almacenamiento de estos materiales es de 48,5 m² no estando ésta delimitada, lo que genera la invasión hacia los departamentos adjuntos conllevando a un desorden generalizado en la empresa.

De igual forma se dispone de un área de 27,5 m² para el almacenamiento de las bobinas de hierro pulido, las cuales son transportadas desde el punto de descarga por el operario con la ayuda de una “zorra”. Esta zona también se encuentra invadida por sacos de poliestireno y ABS.

Departamento de mezclado y secado:

Toda materia prima utilizada en la fabricación de productos elaborados en plástico requieren de un proceso de mezclado, en la que el operario debe trasladar los sacos desde el área de almacenamiento hasta el área destinada para tal fin, recorriendo 15 m y manipulando éstos de forma manual, cargándolos sobre los hombros para posteriormente depositar el contenido en el bombo, (herramienta empleada para el proceso de mezclado).

Para esta operación el operario requiere flexionar el tronco más de 45 grados, generando así movimientos de quinto orden e incumpliendo con los

principios de la economía de movimientos; lo cual realiza de forma reiterada tanto para la búsqueda del material como para el proceso de secado.

Diariamente se consumen alrededor de 16 sacos de materia prima, de los cuales se procesan dos sacos en cada operación de mezclado con una duración de 10 minutos, pudiendo solo secar por rondas de 15 kg de 15 minutos cada una, requiriéndose así cuadruplicar el número de operaciones de secado para nivelar las de mezclado.



Departamento de producción

Dentro de los inconvenientes existentes en este departamento se encuentra el proceso de fabricación de “los manguitos” para palustras, en el cual el operario debe retirar el material previamente mezclado y secado, para depositarlo sobre la tolva de la máquina de inyección. Una vez que ésta comienza a generar el producto, el operario debe retirarlo de forma manual y comenzar un proceso de explosión, el cual consiste en pinchar con un clavo la parte inferior del “manguito”, sosteniéndolo con una mano y realizando la operación con la otra, por condiciones del proceso si el operario no lo realiza el producto al enfriarse se agrieta. Dicha actividad se repite alrededor de 1200 veces por jornada correspondiendo a la producción diaria, lo que podría conllevar a un aumento en la fatiga de no generarse una mejora en el método de trabajo.

Otro problema presente, corresponde al proceso de enfriamiento de los mangos para cepillos, el cual comienza una vez que la máquina de inyección genera la pieza, y esta debe ser retirada por el operario de forma manual y depositarla en un tobo con agua para que se enfríe.

Alrededor de setenta piezas son depositadas en cada unidad de enfriamiento, disponiéndose de ocho tobos con agua que miden alrededor de 60 cm de altura, lo que implica flexión del tronco, éstos a lo largo de la jornada pierden su capacidad de enfriamiento, puesto que el agua comienza a calentarse por la gran cantidad de unidades que se introducen en ellas, ya que se producen alrededor de 1400 piezas por jornada. Cabe destacar que este proceso de enfriamiento es necesario pues de lo contrario las piezas al enfriarse a temperatura ambiente se deforman.

La manipulación, así como también el llenado y vaciado de los tobos, se realizan por parte del operario responsable de la producción de las piezas correspondientes, por consiguiente debe realizar recorridos para ubicar los tobos en el área de almacén, posicionarlos en el área de inyección, llenarlos de agua utilizando otro tobo para tal fin, y de la misma manera vaciarlos una vez culminada la jornada, lo que evidencia un proceso engorroso para el trabajador.

Habiendo observado una serie de problemas a lo largo del proceso de producción de los productos plásticos, es importante resaltar que el inconveniente con mayor incidencia es el incorrecto manejo de materiales, la falta de organización y la ausencia de un correcto sistema de identificación y delimitación entre las áreas de trabajo.

1.2) FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En función de los desperdicios identificados, se formula la siguiente interrogante:

¿Podrían las propuestas de mejora en los procesos de producción incrementar la productividad en la nueva planta de FERREPLAS C.A.?

I.3) OBJETIVOS

I.3.1) OBJETIVO GENERAL

Diseñar propuestas de mejoras en los procesos de producción para incrementar la productividad en la nueva planta.

I.3.2) OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Describir la situación actual de los procesos de producción.
2. Analizar la situación actual de los procesos de producción para identificar las causas de las problemáticas presente.
3. Proponer mejoras en los procesos de producción que permitan eliminar los desperdicios e incrementar la productividad.
4. Determinar la factibilidad técnico económico de las propuestas de mejora.

I.4) JUSTIFICACIÓN:

En las pequeñas empresas, tales como FERREPLAS C.A., es de vital importancia contar con proyectos que contribuyan a la identificación de las causas que generan los distintos desperdicios y que entorpecen el alcance de las metas planteadas; además de brindarle propuestas que permitan

tomar medidas correctivas para los distintos problemas diagnosticados, ya que a diferencia de grandes empresas, no cuentan con personal especializado.

Conjuntamente con los beneficios ofrecidos a la empresa, el estudio permitirá emplear las distintas herramientas adquiridas a lo largo de la formación como ingeniero.

Toda investigación aplicada genera un trabajo de extensión para con la Universidad, pudiendo servir así como antecedentes para futuras investigaciones, adicionalmente es una excelente alternativa para retribuir a la casa de estudio por todos los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera.

1.5) ALCANCE:

Con el presente estudio se realizó un diagnóstico de la problemática presente a lo largo del sistema de producción de los productos abarcando desde la recepción de la materia prima hasta el despacho de productos terminados, adicionalmente plantear mejoras que contribuyan a la eliminación, o en lo sucesivo, a la disminución de los desperdicios presentes de manera tal que no se presenten en la nueva planta, queda entendido que está bajo la responsabilidad de la empresa la puesta en marcha de las propuestas de mejora.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

MARCO TEÓRICO

2.1) ANTECEDENTES

PATIÑO Y WILSON (2006) desarrollaron mejoras continuas y sistemáticas de la calidad, costos, productividad, tiempos de respuestas y niveles de satisfacción de todos y cada uno de los elementos del área. Mediante la utilización del sistema KAIZEN, para dar como resultado un aumento en la producción.

Esta investigación tiene como aporte principal a este trabajo que en ella se evalúa una de las principales causas por la que se desarrolló la investigación como lo es la productividad, lo cual se hace notar en el objetivo general, sirviendo de guía para establecer los criterios que se deban tomar en cuenta para el desarrollo del presente trabajo como fueron (mejoras continuas, costos, etc.)

CEDEÑO Y GARCÍA (2006) obtuvieron un sistema de producción donde se estableció el mejor manejo de materiales posibles, el máximo aprovechamiento de su espacio físico y la mayor flexibilidad en sus procesos sin dejar de lado la satisfacción de sus trabajadores y sus clientes.

En cuanto a los aportes que dio esta investigación principalmente es la aplicación de las técnicas de mejoras de los métodos de trabajo como 5S

para la mejora de la productividad en la empresa, punto importante en el desarrollo del objetivo principal de la investigación que se está realizando.

PACHECO Y SÁNCHEZ (2008). Realizaron un estudio con el fin de mejorar los métodos de trabajo y así aumentar la productividad del área de terminación en la empresa AFINA DE VENEZUELA. Se aplicaron técnicas para las mejoras de los procesos tales como 5S, ESIDE y AMEF.

Gracias a esta investigación se desarrollaran y aplicaran con mayor facilidad y destreza las técnicas de trabajo utilizadas en la Ingeniería de Métodos y que inciden directamente en el desarrollo del presente trabajo.

II.2) BASES TEÓRICAS:

 **Lean manufacturing:** es definida según el grupo Kaizen S.A: como: “el conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía Toyota a partir del decenio de 1950 que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño”.

Por otra parte, Ortega (2008) indica que “La eliminación continua y sostenible de desperdicios es el principal objetivo de Lean. Desde la perspectiva de este sistema un desperdicio se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio”.

El mismo autor hace referencia que el concepto de Lean involucra la identificación de siete (7) tipos de desperdicios que pueden estar presentes en cualquier clase de empresa y se presentan desde la recepción de la orden

hasta la entrega del producto. Adicionalmente, se considera 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 según Liker y Meier (2006):

1. *Sobreproducción*: Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios
2. *Transporte*: Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento.
3. *Tiempo de espera*: Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.
4. *Sobre-procesamiento o procesos inapropiados*: Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.
5. *Exceso de inventario*: Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.

6. *Defectos*: Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente

7. *Movimientos innecesarios*: Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

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. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, etc.

 **Kaizen**: Según Ortega (2008) define al Kaizen como un “mejoramiento continuo basado en el análisis de los elementos de un proceso para entender su funcionamiento y de esta forma descubrir cómo mejorarlo”.

Artículos relacionados hacen reseña a Maasaki Imai, creador del concepto, plantea el kaizen como la conjunción de dos términos japoneses, kai, cambio y, zen, para mejorar, luego se puede decir que Kaizen es cambio para mejorar, pero haciendo más extensivo el concepto, Kaizen implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, es lo que se conoce comúnmente como mejoramiento continuo.

El mejoramiento continuo permite identificar problemas y trabajar en su resolución, por ello genera bienestar, no solo en la empresa sino en la

vida personal ya que no reconocer las fallas propias es el primer paso para detener el crecimiento.

El Kaizen, al contrario de otras "filosofías empresariales", no se trata de realizar grandes cambios, más bien se enfoca en realizar mejoras pequeñas pero continuadas en todas las actividades, es una cuestión paso a paso.

Ortiz y Rodríguez (2007) señalan que uno de los mecanismos para aplicar la metodología kaizen es seguir el proceso DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar):

1. Definir: Identifica las oportunidades de mejora desde las perspectivas del cliente y de la empresa.
2. Medir: Determina las líneas bases, conocimiento de la situación actual del proceso que se desea mejorar.
3. Analizar: Busca los factores claves que tienen un gran impacto en el proceso, identifica la causa raíz del problema.
4. Mejorar: Implementa una mejora piloto en el proceso.
5. Controlar: Desarrolla un trabajo estandarizado y un plan de control del proceso que se ha mejorado.

También hacen referencia que de acuerdo con Imai (1998), el sistema Kaizen de mejora continua tiene como uno de sus pilares fundamentales la

lucha continua en la eliminación de desperdicios. Una lucha implacable y sin respiro en la necesidad de eliminar los factores generadores de improductividades, altos costos, largos ciclos, costosas y largas esperas, desaprovechamiento de recursos, pérdida de clientes, y defectos de calidad, todo lo cual origina la pérdida de participación en el mercado, con caída en la rentabilidad y en los niveles de satisfacción de los consumidores

🚦 **9's:** según Flores (2008) del Grupo Q en su presentación “El sistema Japonés de las 9's” define a esta herramienta como “una metodología que busca un ambiente de trabajo coherente con la filosofía de Calidad Total, destacando la participación de los empleados conjuntamente con la empresa”.

De forma complementaria, se puede señalar que está evocada a entender, implantar y mantener un sistema de orden y limpieza en la empresa, al aplicarlas se tiene retribuciones como una mejora continua, unas mejores condiciones de calidad, seguridad y medio ambiente de toda la empresa.

Dentro de sus principales objetivos se tiene:

- ❖ Mejorar la limpieza y organización de los puntos de trabajo
- ❖ Facilitar y asegurar las actividades en las plantas y oficinas
- ❖ Generar ideas orientadas a mejorar los resultados
- ❖ Fomentar la disciplina
- ❖ Crear buenos hábitos de manufactura
- ❖ Crear un ambiente adecuado de trabajo
- ❖ Eliminar los accidentes de trabajo

Las 9's corresponden a:

1. Organización: es el primer paso para llevar a cabo la metodología, este consiste en separar u ordenar por clases, tipos, tamaños, categorías, o frecuencia de uso; todo aquello que es útil de lo que no es útil.
2. Clasificación: consiste en tener una disposición y una ubicación de todos los elementos (herramientas, materiales, equipos, etc.) de tal manera que están listos para su uso en el momento que se los necesita.
3. Limpieza: en general, es responsabilidad de la empresa pero gran parte del éxito en estos aspectos reposa sobre la actitud de los empleados: si cada quien se ocupa de mantener limpio su puesto de trabajo, la suma del esfuerzo de todos, más el cumplimiento de los deberes del departamento de aseo, lograrán un ambiente higiénico y agradable para laborar.
4. Bienestar personal: es el estado en que la persona puede desarrollar de manera fácil y cómoda todas sus funciones. Consiste en mantener la "limpieza" mental y física de cada uno.
5. Disciplina: se define como el apego a un conjunto de leyes o reglamentos que rigen ya sea a una comunidad, a la empresa o a la vida propia; la disciplina es orden y control personal que se logra a través de un entrenamiento de las facultades mentales, físicas o morales.
6. Constancia: es la capacidad de permanecer en algo (resoluciones y propósitos), de manera firme e inquebrantable. La constancia hace que el esfuerzo se convierta en una espiral ascendente incontenible.

7. Compromiso: es una obligación contraída; es una palabra dada o empeñada con una idea, con alguna tarea, con alguien o con algo.

8. Coordinación: significa realizar las cosas de una manera metódica, ordenada, y de común acuerdo con los demás involucrados en la misma. Es reunir esfuerzos tendientes al logro de un objetivo determinado.

9. Estandarización: es regularizar, normalizar o fijar especificaciones sobre algo, a través de normas procedimientos o reglamentos.

Las tres primeras “s” corresponden a un compromiso con las cosas, las cuatro siguientes a un compromiso consigo mismo y las dos últimas se encuentran relacionadas a la empresa. Para implementar esta metodología se requiere de:

- ❖ Concientización en cada empleado
- ❖ Establecimiento de metas
- ❖ Selección de acciones prioritarias (proyectos)
- ❖ Análisis de la situación actual (los hechos)
- ❖ Desarrollo de las acciones correctivas
- ❖ Evaluación (comparación con la situación anterior)

 **Manejo de materiales** según Gómez y Rachadell (2003), está relacionado con el suministro y almacenaje del material requerido para llevar a cabo la producción de un bien, mediante el uso del método correcto, de la cantidad exacta, en el lugar indicado, en el momento preciso, en la secuencia indicada, en las mejores condiciones y al mínimo costo posible.

El manejo de los materiales puede llegar a ser en realidad el mayor problema de la producción porque no agrega valor al producto. Pero consume una parte del presupuesto de manufactura. El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio; pero se fundamenta básicamente en:

❖ **Materiales:** Lo comprenden todos aquellos productos, sustancias o cosas que son movidas, transportadas o físicamente reubicadas a otro lugar específico.

❖ **Movimientos:** Está referido a desplazamientos que realiza alguien y/o algo para el transporte de los materiales, utilizando si es necesario equipos, contenedores y/o personal calificado.

❖ **Métodos:** Viene directamente relacionado con los procedimientos y sistemas de trabajo utilizados en el movimiento y almacenaje de los materiales.

 **Distribución en planta:** se encuentra definido como el proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible, incluyendo tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.

La distribución en planta resulta importante ya que por medio de ella se consigue el mejor funcionamiento de las instalaciones. Se aplica a todos

aquellos casos en los que sea necesario la disposición de unos medios físicos en un espacio determinado, siendo el caso particular de la empresa en estudio que requiere una distribución en planta para la nueva mudanza.

 **Planeación sistemática de la distribución en planta: (S.L.P.):** es un método creado por Muther (1976), que consiste en un marco laboral de fases con los cuales cada proyecto es una disposición; un patrón de los procedimientos para el planeamiento paso a paso de los procesos, y es un sistema de convenciones para identificar, visualizar, y clasificar las diferentes actividades, relaciones, y alternativas implicadas en cualquier disposición de la distribución.

El SLP utiliza el diagrama de relación de actividades mediante ciertas letras para clasificar los elementos importantes de la distribución, los cuales son:

- ❖ P: Producto: se refiere al material o servicio, o sea, los bienes producidos por la compañía.
- ❖ Q: Cantidad: se refiere al volumen, sea, la cantidad producida de los bienes.
- ❖ R: Ruta: esto es el proceso en si, como el equipo, la herramienta, las operaciones, las actividades.
- ❖ S: Servicios de soporte: son los medios para auxiliar, dar utilidad, atención, y un buen funcionamiento a las actividades relacionadas que se deben proporcionar en el área que se esté analizando.

❖ T: Tiempo: se refiere al cuándo, que periódicamente, que tan largo o corto va a hacer el proceso de fabricación, o de diseño del producto o servicio.

Para llevar a cabo una planeación sistemática de la distribución en planta se requiere cumplir con las siguientes etapas:

- ❖ Cuantificar el flujo de materiales entre departamentos
- ❖ Construir la tabla de relaciones entre actividades
- ❖ Construir el diagrama de relaciones
- ❖ Determinar necesidades de espacio
- ❖ Construir la tabla de relaciones de espacios
- ❖ Construir distribuciones en planta alternativas

 **Análisis sistemático de manejo de materiales (SHA):** Es una metodología organizada y universalmente aplicada para desarrollar cualquier proyecto de manejo de materiales, conformado por cuatro fases fundamentadas en los materiales, movimientos y métodos. Estas corresponden a:

1. Integración externa
2. Plan de manejo general
3. Planes de manejo detallado
4. Instalación

Al igual que el S.L.P, la metodología del SHA tiene como elementos claves: producto, cantidad, rutas, servicios y tiempo; siendo evidente la complementación que se puede lograr al unificar ambos métodos.

Para implementar el SHA se requiere primeramente un análisis de los elementos claves, posteriormente realizar una clasificación de materiales basada en sus características físicas, cantidades, frecuencias de acceso y otro tipo de requerimientos de control especiales. Una vez obtenida esta clasificación se puede proceder de la siguiente forma:

- ❖ Distribución en planta
- ❖ Analizar los movimientos
- ❖ Visualizar los movimientos
- ❖ Comprensión de los métodos de manejo de materiales
- ❖ Calculo de requerimientos
- ❖ Evaluación de alternativas
- ❖ Plan de manejo seleccionado

 **Diagrama de Ishikawa** definido por la Sociedad Latinoamericana para la Calidad como “La representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto)”. El nombre se le debe al profesor Kaoru Ishikawa, quien lo desarrolló en 1943 en Tokio.

Este diagrama es llamado también como diagrama espina de pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

Para elaborar este diagrama se requiere:

- 1) Identificar el problema
- 2) Registrar la frase que resume el problema

-
- 3) Dibujar y marcar las espinas principales
 - 4) Realizar una lluvia de ideas de las causas del problema
 - 5) Identificar los candidatos para la causa más probable
 - 6) Cuando las ideas ya no puedan ser identificadas, se deberá analizar más a fondo el diagrama para identificar métodos adicionales para la recolección de datos.

El diagrama de causa y efecto debe ser utilizado siempre y cuando se pueda contestar de forma afirmativa a una de las siguientes interrogantes:

- ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?
- ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

MARCO METODOLÓGICO

2.3) NIVEL DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, ésta es del tipo proyecto factible, ya que la misma según El Manual de Trabajos de Grado, de Especialización y Maestrías y Tesis Doctorales, (UPEL, 2006), lo define como: “La investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. (p.16).

En función a la anterior definición, se comprueba que en concordancia con los objetivos plantados en el presente proyecto, el tipo de investigación encaja con la de un proyecto factible.

2.4) DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Reconociendo que la investigación requiere de la observación directa, descripción e interpretación de cada elemento presente a lo largo del proceso seleccionado para el estudio, se considera de campo ya que la misma según Arias (2004) se define como:

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

2.5) TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Un instrumento de recolección de datos es en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.

Dentro de las fuentes primarias de recolección se cuenta con las entrevistas directas con el personal involucrado con todas y cada una de las actividades presentes a lo largo de sistema de producción.

Con respecto a las fuentes secundarias, se obtienen a través de la información suministrada por parte de la empresa, ya que la misma corresponde a los datos históricos y documentación.

A su vez, se realizan observaciones directas que permiten la comprensión del proceso, facilitando así la identificación de desperdicios presentes

2.6) UNIDAD DE ANÁLISIS:

Entendiendo que las unidades de análisis no permiten identificar cuáles son las variables sobre las cuales se realiza la investigación, se obtiene que el presente estudio abarca desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto terminado, por ende, la unidad de análisis corresponde con el recorrido por el cual circula la materia prima hasta convertirse en producto terminado, comprendiendo que la materia prima a la que se hace referencia corresponde al poliestireno y al ABS.

2.7) FASES DE LA INVESTIGACIÓN:

Fase 1: Descripción de la situación actual

Fase 2: Análisis de la situación actual

Fase 3: Identificación de los desperdicios presentes y sobre los cuales se pueden presentar las propuestas de mejoras.

Fase 4: Diseño de las propuestas de mejoras

Fase 5: Evaluación económica de las mejoras

Fase 6: Presentación de las conclusiones y recomendaciones a la empresa, una vez obtenidas.

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1) DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS:

✚ Cepillos: Son una herramienta utilizada en la albañilería para frisar paredes, son elaborados en poliestireno y sus dimensiones corresponden a (34 x 22 x 8) cm; se encuentran compuesto por dos cuerpos que son procesados de forma independiente, el primero de ellos corresponde a la bandeja el cual se emplea para llevar a cabo la actividad y el segundo cuerpo que es el mango, sirve de agarre, estos son ensamblados a través del pegamento Xilol.

Figura N° 3.1 Cepillo



Fuente: Elaboración Propia

✚ Cajetines: Son productos elaborados en plástico ABS, diseñados para uso eléctrico, caso exclusivo de interruptores y toma corrientes, existentes en dos presentaciones, el primero conocido bien sea como 4x2 o rectangulares, y el segundo conocido como octagonal. Ambas presentaciones son de tipo

combinado, lo que significa que tienen dos diámetros diferentes de entrada, para tubos de 1" y ½"

Figura N° 3.2 Cajetín



Fuente: Elaboración Propia

✚ Abrazaderas: Elaboradas en hierro pulido, con un recubrimiento de galvanizado para asegurar una mayor calidad y resistencia a agentes físicos, son fabricadas con la finalidad de servir como soporte a los tubos para cableados eléctricos; y se encuentran fabricadas en cuatro presentaciones diferentes: 1 ½", 1", ¾", ½"

Figura N° 3.3 Abrazaderas



Fuente: Elaboración Propia

✚ Varillas: Son barras de hierro con longitudes de 6m de largo al momento de ser recibidas por los proveedores y que son cortadas a 165mm de largo a través de troqueladoras para ser posteriormente galvanizadas con la finalidad de dar un mejor acabado y una mayor resistencia; son empleadas para sostener los flotantes de los tanques de los escusados.

Figura N° 3.4 Varillas



Fuente: Elaboración Propia

✚ Uñitas: Son piezas troqueladas en hierro pulido y posteriormente galvanizadas, consisten en una especie de pestaña que le son ensambladas a los cajetines, en cualquiera de sus presentaciones, con la finalidad de servir como agarre de los tornillos empleados para sujetar las tapas, enchufes o apagadores, según sea el caso para el cual haya sido adquirido el cajetín.

Figura N° 3.5 Uñitas



Fuente: Elaboración Propia

✚ Manguitos: Elaborados en ABS, están diseñados como agarre de las palustras de albañilería, empleadas para dar acabados a los pliegues internos y externos de las paredes. Estos manguitos son procesados en grupos de cuatro unidades, dos conocidos como machos y dos conocidos como hembras, las cuales tienen que ser ensambladas haciendo uso del pegamento conocido como Venzoflex.

Figura N° 3.6 Manguitos



Fuente: Elaboración Propia

3.2) DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

✚ ABS: Es el Polímero empleado para la fabricación de productos en plástico como: manguitos para palustras, cajetines octagonales y

rectangulares. Esta materia prima es recibida en sacos de 25 kg aproximadamente, son de forma irregular y miden alrededor 1cm de ancho.

Esta materia prima es recibida por proveedores que la desechan de sus operaciones internas de procesamiento, pero que conservan las propiedades físicas y químicas mínimas necesarias para cumplir con la calidad de los productos a ser elaborados.

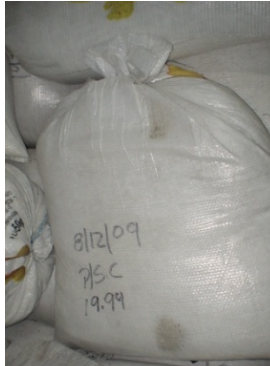
Figura N° 3.7 ABS



Fuente: Elaboración Propia

🚦 Poliestireno: Polímero empleado para la fabricación de productos en plástico como: mangos y bandejas para cepillos de albañilería, es recibido en sacos de 25 kg aproximadamente, y que al igual que el caso del ABS son obtenidos como desecho de los procesos de producción del proveedor, pero que aseguran las propiedades mínimas requeridas para la calidad de los productos a fabricar.

Figura N° 3.8 Poliestireno



Fuente: Elaboración Propia

✚ Colorante: Es un polímero granulado de color negro empleado para teñir las materias primas y obtener el aspecto físico requerido en cuanto al color, se agregan 500 gr por cada 30kg de materia prima. Este se recibe en sacos de 25 kg. Y son apilados junto a los sacos de ABS y poliestireno en el almacén de materia prima

Figura N° 3.9 Colorante



Fuente: Elaboración Propia

✚ Bobinas: Son rollos de hasta 70 kg de flejes de hierro pulido empleadas en productos como las abrazaderas y las uñitas, estas son

almacenados en paquetes de hasta cinco unidades, equivaliendo a un peso total de 350 kg

Figura N° 3.10 Bobina de Hierro



Fuente: Elaboración Propia

🚧 Cajas: Empleadas como unidad de carga, transporte y almacenamiento para los productos terminados elaborados en hierro pulido, siendo el caso de las abrazaderas y las varillas.

Figura N° 3.11 Cajas



Fuente: Elaboración Propia

✚ Cestas: Elaboradas en plástico cuyas dimensiones son (59x40x23) cm son utilizadas como sistema de almacenamiento para productos en proceso siendo el caso de los mangos para cepillos de albañilería.

Figura N° 3.12 Cesta



Fuente: Elaboración Propia

✚ Sacos: Es empleada como unidad de transporte y almacenamiento de la materia prima, que una vez que ha sido procesada se reutilizan los sacos para almacenar los productos en proceso como lo son las bandejas de los cepillos y el material que va a ser molido

Figura N° 3.13 Saco



Fuente: Elaboración Propia

✚ Tobos: Unidad de almacenamiento empleados para las aguas que se utilizan en el proceso de enfriamiento de los manguitos, también en las piezas procesadas por las maquinas troqueladoras y para guardar el scrap de estos productos. Tienen 57cm de alto y $\varnothing$ 39 cm

Figura N° 3.14 Tobos



Fuente: Elaboración Propia

✚ Bolsas plásticas: Se adquieren en dos presentaciones, la primera de 64x64cm para el empaquetado de los cajetines y la segunda de 92x62 utilizadas para el empaquetado de los cepillos, todas las bolsas son empleadas únicamente para el producto terminado.

Figura N° 3.15. Bolsas Plásticas



Fuente: Elaboración Propia

✚ Ponchos: Son sacos de poliestireno que son utilizados para almacenar los cajetines y los manguitos que se encuentran en el área de productos en proceso. Estos son de 137 cm de alto y de diámetros de 100 cm.

Figura N° 3.16 Ponchos



Fuente: Elaboración Propia

3.3) DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

✚ Máquinas de inyección: Son máquinas que trabajan a altas temperaturas entre (180 y 270) °C en las que se funden los polímeros para hacer pasar a través de un cañón la mezcla y así dar forma a la pieza a procesar a través de moldes. Sus dimensiones varían entre 6 y 7,30 metros de largo. Requieren un tiempo de preparación de una hora al comienzo de cada jornada para operaciones de purgado y calentamiento del cañón, con capacidades de producción que varían en función de los productos a fabricar, sin embargo son ciclos de rango entre los 40 y 56 segundos. Estas máquinas necesitan de un área aproximada de 64,68m² ya que poseen equipos complementarios como tableros de control y tanques para el enfriamiento del agua que recircula por los moldes.

Figura N° 3.17 Máquina de Inyección



Fuente: Elaboración Propia

✚ Mezclador: Dispositivo en forma de rombo en el que se introduce la materia prima que requiere ser mezclada, este es accionado por un motor acoplado en la base de la estructura que hace girar el cuerpo sobre el cual se dispone el material, sus dimensiones corresponde a: (83x61x103) cm y tiene la capacidad de procesar 60 kg en un tiempo estimado de 10 minutos.

Figura N° 3.18 Mezclador



Fuente: Elaboración Propia

✚ Secadora: Equipo de forma circular en el cual se introducen las mezclas que requieren ser secadas para el posterior proceso de inyección, con un rango de temperatura entre los 0°C y 150 °C tienen una capacidad de

procesamiento de 15kg con un tiempo promedio de operación de 15 minutos, con dimensiones de: (70 x 70 x 88)cm

Figura N° 3.19 Secadora



Fuente: Elaboración Propia

✚ Troqueladoras: Son prensas de hasta 120 toneladas en las que se fijan los moldes para estampar las piezas que se quieren procesar en hierro pulido. Estas máquinas son accionadas a través de un pedal situado en la parte inferior derecha de la misma, poseen botones de seguridad situados a ambos lados de la máquina a la altura

Figura N° 3.20 Troqueladora



Fuente: Elaboración Propia

✚ Esmeril: Es una máquina que sirve para el afilado de las herramientas utilizadas en la empresa para los procesos de montaje y desmontaje de los moldes, así como en algunos casos en las que se requiere retirar rebabas de los moldes. Llevan dos muelas o dos herramientas abrasivas fijadas en cada extremidad del eje motor.

Figura N°3.21 Esmeril



Fuente: Elaboración Propia

✚ Molino: Es un dispositivo empleado en la empresa para moler todas las piezas que se han considerado defectuosas en el área de polímeros. Esta es alimentada en su parte superior y retirando el material ya molido por la parte inferior del mismo.

Figura N° 13.22 Molino



Fuente: Elaboración Propia

✚ **Peso electrónico:** Dispositivo utilizado para verificar la cantidad de kg que han sido recibidos de materia prima tanto para los sacos de polímeros como para las bobinas de hierro, ya que estas últimas no son identificadas con el peso con las cuales son comercializadas

Figura N° 3.23 Peso Electrónico



Fuente: Elaboración Propia

✚ **Mesas de apoyo:** La empresa cuenta con dos mesas de trabajo empleadas para el ensamble de todos los productos que se procesan, con dimensiones de: (241x142x86) cm y (250x150x86) cm situadas una al lado de la otra en el área de ensamble y embalaje, adicionalmente cuenta con cuatro mesas auxiliares que se utilizan para depositar herramientas, moldes, troqueles y otros objetos considerados necesarios para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento y operaciones auxiliares como esmerilado y confección de moldes, sus dimensiones respectivas son: (80x60x85) cm, (160x80x85) cm, (159x89x86)cm y (120x60x86) cm. Se encuentran situados junto a las maquinas troqueladoras y las maquinas de inyección.

Figura N° 3.24 Mesas de Apoyo



Fuente: Elaboración Propia

3.4) DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El galpón sobre el cual está distribuida la actual planta de producción es de forma rectangular, en cuyas cuatro paredes se alcanzan los 7 metros de alto, y en su parte central llega hasta los 8 metros. El piso es de un cemento frisado y tienen una división de 12 cuadrantes de 6 metros de largo por 5 metros de ancho equivaliendo a un área de 360 m². La estructura es fabricada sobre bloques y vigas.

A lo largo de la planta se observa la falta de identificación y señalización de las áreas de trabajo, almacenes, departamentos y servicios anexos, así como también la falta de delimitación entre una zona y otra, y carencia de pasillos; de igual forma se percibe una desorganización global en la que se incluye invasiones entre las áreas, frecuentemente se observa áreas que son en un principio destinadas para el almacenamiento de productos en proceso empleadas como almacenes de producto terminado o viceversa.

 Almacén de materia prima: El almacén se encuentra compuesto por dos áreas, la primera abarca un aproximado de 48.5 m² destinada para el almacenamiento de los polímeros, los cuales son apilados sobre paletas de 110x110 cm con rumas de 8 sacos de altura equivaliendo a 2 metros, la segunda área ocupa un espacio aproximado de 27.5 m² reservada para las bobinas de hierro, estando estas almacenadas en paquetes de cinco unidades. En ocasiones, estas áreas se encuentran invadidas por productos en proceso tanto de polímeros como de hierro pulido.

 Departamento de mezclado y secado: Estas máquinas se encuentran próximas entre sí, con una separación de 1 m. En conjunto abarcan un área de aproximadamente 4,5 m², situadas frente del área de inyección, y contiguas al almacén de producto terminado para los productos elaborados en hierro pulido y los cajetines.

 Área de molienda: Se encuentra situada en el fondo del galpón en su parte izquierda, abarcando 4,32 m² en lo que se incluye el molino y el área destinada para el almacenamiento de los sacos contenedores de los productos a procesar.

 Departamento de producción: Esta área se divide en dos zonas en ambos lados de la planta, la primera ubicada en la parte derecha de la planta esta destinada para operaciones de troquelado de las piezas elaboradas en hierro pulido, mientras que la segunda zona situada al lado izquierdo de la planta es empleada para operaciones de inyección de los polímeros.

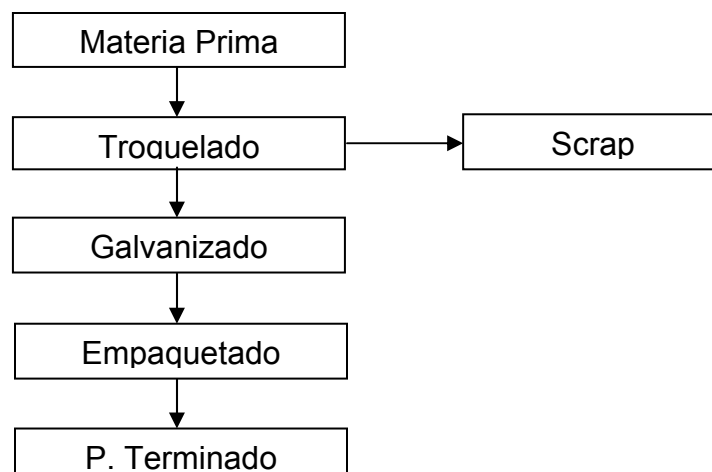
✚ Área de ensamble y embalaje: Se encuentra compuesta por dos mesas, cuyas dimensiones son: (250x150x86) y (241x142x86) cm, sobre las cuales se depositan los productos que requieren ser ensamblados y empaquetados durante la jornada.

✚ Almacén de producto en proceso: Aun cuando se ha asignado un área de 21m² para tal fin, se observa que los productos en procesos se encuentran a lo largo de planta, en áreas de inyección, de ensamble, de troquelado y hasta en áreas de molienda.

✚ Almacén de producto terminado: Se encuentra dividido en dos, un primer cuarto de 17,18m² para los cepillos, situado al lado de los baños y siendo este el único almacén que se encuentra separado físicamente de las otras áreas de trabajo y almacenamiento. Una segunda área corresponde a la de los cajetines y productos elaborados en hierro, situada contigua al portón de entrada a la planta.

3.5) DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS ELABORADOS EN HIERRO PULIDO

Figura N° 3.25 Proceso de Producción de Productos en Hierro



Fuente: Elaboración Propia

Materia Prima: Al igual que en el caso de los polímeros, todo proceso de producción requiere primeramente de la recepción y almacenamiento de la materia prima, la cual es recibida en bobinas empaquetadas de cinco unidades, con pesos de hasta 70 kg por cada rollo.

Troquelado: Esta estación corresponde a la producción de las piezas elaboradas en hierro pulido, a través de máquinas troqueladoras en la que se fijan los moldes necesarios para fabricar un producto determinado y con la ayuda de una devanadora se alimentan las máquinas.

Para realizar cualquier proceso de troquelado debe asegurarse que el molde esté correctamente posicionado, y que además cada una de las partes que integran la máquina no generan un riesgo para el operario, adicionalmente se requiere un tiempo de preparación de 5 minutos aproximadamente, en el cual se verifica la tensión en la máquina y se engrasa el área de los engranajes.

Una vez verificado que existan las condiciones mínimas de seguridad y de normalidad se procede a montar la bobina de hierro en la devanadora correspondiente a la máquina en la que se esté trabajando, para lo cual se realiza el levantamiento de los 70kg de materia prima entre dos operarios.

El operario, una vez que ha preparado su área de trabajo se sienta frente a la troqueladora para ir desplazando manualmente el fleje y a través de un pedal situado en la parte inferior derecha de la máquina activar la misma para que el molde realice el recorrido necesario para estampar las piezas.

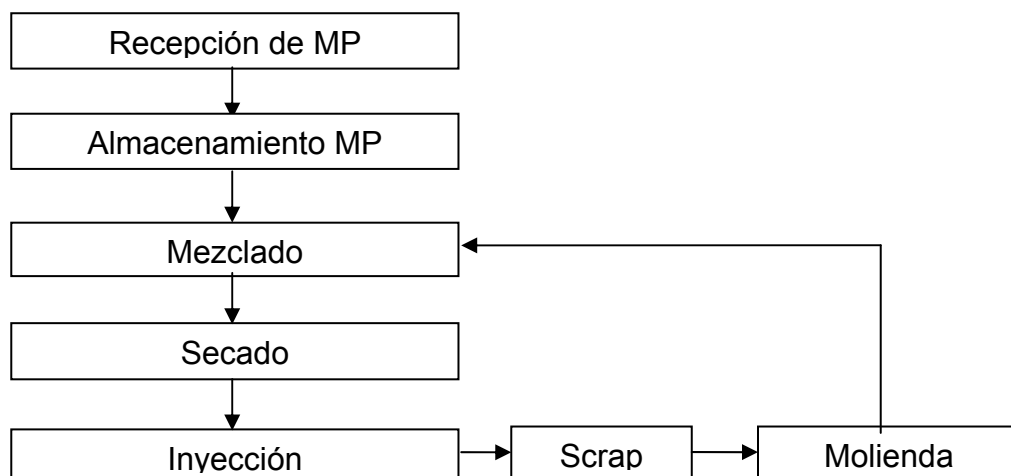
Galvanizado: Es un recubrimiento de químicos que se le realizan a las piezas para generar mayor resistencia a los agentes físicos y dotarlos de una mejor apariencia; esta actividad es externa a las labores realizadas en la empresa consumiendo aproximadamente dos días para ser recibidas una vez que son enviadas a la galvanica.

Empaquetado: Una vez que las piezas son recibidas de las operaciones de galvanizado estas son contabilizadas y empaquetadas en cajas, para ser posteriormente almacenadas.

Producto terminado: Todo producto que ha sido empaquetado se considera como producto terminado y este debe ser almacenado mientras se realizan las negociaciones de despacho.

3.4) DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS ELABORADOS EN POLIMEROS

Figura N° 3.26 Proceso de Producción de Productos en Plástico



Fuente: Elaboración Propia

Área de recepción y despacho: Aquí se realizan actividades de manejo y traslado de material hasta las áreas de almacén de materia prima y desde las áreas de producto terminado, a través de métodos completamente manual para el caso de los sacos de polímeros y métodos de manejo simple por medio de una carrucha para la movilización de los productos terminados y las bobinas de hierro pulido.

En esta área se lleva a cabo la cuantificación de los kilogramos de materia prima que han sido recibidos a través del uso de un peso electrónico, para verificar que cumplan con las cantidades demandadas.

Almacén de materia prima: Destinada principalmente para realizar actividades de almacenamiento sobre paletas, el operario debe depositar los sacos uno sobre otros hasta ocho unidades, equivaliendo aproximadamente a dos metros de altura, debiendo estar agrupados acorde al tipo de material, situación contraria a lo que se evidencia puesto que en la mayoría de los casos son almacenados de forma arbitraria generando un desorden generalizado en el almacén.

En el caso de las bobinas de hierro pulido estas son almacenadas en paquetes de hasta cinco unidades por cada paleta, disponiendo de rumas formadas por una única paleta desaprovechando la altura presente en el galpón. El almacenamiento se lleva a cabo a través de la ayuda de una carrucha que facilita la movilización de los paquetes de bobinas en las zonas destinadas para tal fin.

Adicionalmente se realizan actividades de búsqueda de material al momento de ser solicitados en las estaciones consecutivas a ésta en función de la secuencia de los procesos que se llevan a cabo requiriendo un tiempo aproximado de 5 minutos.

Almacén de requerimientos: Al igual que las áreas diseñadas para el stock de materia prima, producto en proceso y producto terminado, solo se realizan actividades asociadas al manejo y almacenamiento, siendo este el caso de los sacos, cajas, bolsas plásticas que son utilizadas como unidad de empaque para los productos en proceso y productos terminados.

El proceso de almacenamiento se realiza de forma desorganizada y sin un lugar definido para cada tipo de empaque.

Mezclado y secado: Corresponden a los procesos previos necesarios por los que transitan los polímeros antes de la inyección de las piezas; se comienza con la mezcla de 60 kg de materia prima, indistintamente del tipo de plástico que esta sea, con 500gr de colorante negro con la finalidad de dar el aspecto físico requerido. Se emplea alrededor de 7 operaciones para cubrir los 16 sacos que son consumidos al día, invirtiendo un tiempo aproximado de 10 minutos por cada lote, posteriormente al finalizarse una operación de mezclado se procede a depositar el contenido en la secadora, la cual solo tiene capacidad para 15kg con un tiempo requerido de 15 minutos, obligando a cuadruplicar cada operación de mezcla totaliza en un tiempo estimado de 420 minutos para lograr secar la cantidad de kilogramos procesados durante la jornada.

Inyección de polímeros: Es una de las estaciones con mayor número de actividades involucradas, partiendo de la búsqueda y traslado del material desde el área de mezclado y secado hasta esta zona, con el fin de alimentar la máquina por la tolva que se encuentra situada en la parte superior de la misma, para lo cual el operario debe subirse sobre una plataforma de 40 cm x 40 cm, posteriormente se debe estar alerta a los ciclos de producción ya que en el caso de los manguitos y mangos se deben retirar de forma manual, mientras que para los cajetines y las bandejas son suministrados por la máquina de forma automática arrojándolos dentro de las cestas dispuestas en la parte inferior, lo cual también necesita de supervisión para evitar que se obstruya la salida de las piezas.

Cuando se realiza el procesamiento de los mangos para cepillos, se agrega a esta estación la operación de enfriamiento, la cual consiste en

desprender las piezas del molde y depositarlas inmediatamente dentro de los tobos (ocho unidades) que se encuentran dispuestos junto a la máquina de inyección, los cuales deben ser previamente seleccionados y llenados con agua por el operario, estos tienen una capacidad de hasta 100 unidades aproximadamente, sin embargo no se puede permitir almacenar tal magnitud puesto que el agua se calentaría en exceso ya que dichos tobos no son capaces de auto enfriarse, lo cual va generando inconvenientes a medida que se consume la jornada pues las piezas necesitan de mayor tiempo dentro de los tobos.

Existe una rotación respecto a los tobos, estos son dispuestos en dos filas de cuatro unidades y se comienza a llenar por el que este más próximo al operario, una vez que se han almacenado alrededor de 80 unidades lo cual genera un calentamiento del agua lo suficientemente perceptible por parte del operario, lo que le indica que no debe añadirse más piezas al tobo, se procede con el siguiente tobo hasta que se han empleado las ocho unidades y se comienza a retirar las piezas que se encuentran en el primer tobo que ha sido llenado, estas piezas se depositan en cestas para escurrir el agua y posteriormente ser almacenadas en las áreas destinadas para los productos en proceso.

Molienda: Es una operación que se lleva a cabo con la finalidad de reciclar los productos que se consideran defectuosos, y que por tanto son triturados por medio de un molino para posteriormente ser incorporados nuevamente al proceso de producción

Se incluye actividades de manejo y almacenamiento, ya que los sacos donde son contenidas las piezas fuera de especificaciones deben ser

trasladados desde el área de inyección, y estas son almacenada en espera de acumular el volumen suficiente como para proceder a la operación de molienda.

Ensamble y embalaje: Forman parte de las últimas operaciones del proceso de producción, en ellas se realizan al igual que en las otras estaciones actividades de manejo, puesto que el operario debe dirigirse desde el área de producto en proceso hasta las mesas de trabajo para arrojar sobre estas las piezas a ser ensambladas y posteriormente empaquetarlas en cajas o bolsas plásticas, dependiendo del producto.

Todo el proceso de ensamble y embalaje se realiza completamente manual, las piezas que deben ser adheridas a otras se realizan a través de pegamentos líquidos y son almacenadas temporalmente sobre la mesa para esperar que seque el pegamento, aunque en el caso exclusivo de los manguitos estos se colocan dentro de una pequeña prensa que ejerce presión sobre ambos lados para que se peguen más rápidamente

Almacén de producto en proceso y almacén de producto terminado: En estas áreas resaltan las actividades de traslado y posicionamiento de los productos, no se utiliza ningún equipo de manejo de material salvo el caso de los ponchos de manguitos y cajetines en proceso para los cuales se emplea una carrucha.

Al igual que en las mayorías de las áreas y estaciones de trabajo los procesos de traslado y almacenamiento de materiales y productos se llevan a cabo de forma manual.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Realizar un estudio de la situación actual a través de los criterios del análisis operacional permite identificar de forma preliminar los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento, pudiendo originarse un método mejor para realizar el trabajo, simplificando los procedimientos operacionales y el manejo de materiales y haciendo más efectivo el uso del equipo generando un aumento en la productividad.

Es importante resaltar que a través de la experiencia de los profesionales en el área se ha determinado que prácticamente todas las operaciones pueden mejorarse si se estudian suficientemente, lo que evidencia la importancia que tiene el implementar el análisis de las operaciones para detectar las fallas presentes desde la recepción de los materiales hasta el despacho de los productos.

4.1) ANÁLISIS OPERACIONAL:

Para este análisis solo se consideran aquellos criterios sobre los cuales se han detectado inconvenientes a lo largo de la planta correspondiendo estos a: la finalidad de la operación, materiales, procesos de manufactura; preparación, equipos y herramientas, manejo de materiales, distribución en planta y el principio de economía de los movimientos.

 **Finalidad de la operación:** En la planta son ineludibles las actividades llevadas a cabo en las áreas de: recepción y despacho,

almacenes de materia prima, de requerimientos, de producto en proceso y producto terminado generando la necesidad de realizar mejoras en cuanto al manejo de materiales para permitir el cumplimiento de las tareas exigidas de forma más eficiente y llevar a cabo la finalidad de la operación correspondiente a cada una de las áreas mencionadas.

De igual forma, es importante plantear mejoras en el proceso de enfriamiento de los mangos para cepillos ya que esta operación es indispensable para asegurar la calidad del producto; por ello debe brindarse al operario equipos que permiten el incremento de la productividad y que permitan tener posturas cómodas y fáciles de adoptar al momento de realizar la actividad.

Así mismo, siendo indispensable los procesos de secado y mezclado es importante combinar ambas actividades ya que permitiría la eliminación del cuello de botella representado por la secadora implicando una disminución en los recursos utilizados en cuanto a tiempo y número de operaciones. Este cuello de botella es generado por la discrepancia existente entre la cantidad de kilogramos y tiempo requerido en cada una de las actividades, ya que para el secado se procesan alrededor de 60 kg en un tiempo estimado de 10 minutos mientras que en la secadora es necesario cuadruplicar el número de operaciones con un consumo de 15 minutos en cada una de ellas para poder procesar los 60kg de materia prima que han sido mezclados.

Área de recepción y despacho: La descarga y el traslado de material hacia los almacenes de materia prima y de requerimientos deben ser mejoradas a través de equipos o herramientas que faciliten dicha tarea en

tiempo y esfuerzo exigido, ya que estas se llevan a cabo de forma manual, obligando al operario a realizar movimientos de quinto orden incrementando la propensión al cansancio y a la fatiga, conllevando a una disminución de la productividad.

Estas actividades de manejo de materiales son inevitables pues cada proceso de fabricación necesita de una recepción de los materiales empleados y del despacho de los productos terminados, más sin embargo pueden ser disminuidas a través de los equipos correctos que permitan incrementar el número de unidades por cada movilización disminuyendo el número de traslados necesarios.

Almacén de materia prima: La operación de apilamiento de los sacos de polímeros deben ser sustituidas por métodos de almacenamiento que permitan trabajar en función del FIFO eliminando las posibles condiciones de humedad generadas en la planta por la disposición de los sacos sobre paletas, adicionalmente brindar al operario condiciones de seguridad y una disminución en la propensión al cansancio y a la fatiga que pueden generarse al momento de posicionar los sacos, constituyen una mejor alternativa para cumplir con la finalidad de la operación.

El almacenamiento de la materia prima es una operación imposible de eliminar por tanto que disponer de dispositivos que permitan disminuir el espacio empleado para tal fin genera un incremento en la productividad con relación a este recurso

Almacén de requerimientos: La falta de racks y equipos de almacenamiento son las principales causas del desorden generalizado en

esta área, la inexistencia de una separación física entre los sacos, cajas, tobos y bolsas plásticas que son depositadas en este almacén incrementan el tiempo necesario para la búsqueda y traslado de los mismo hacia las estaciones en las que son solicitados.

El tiempo se traduce en costo, por ello no pudiendo eliminar la actividad de almacenamiento de materiales es indispensable mejorar los métodos actuales para realizar un mejor aprovechamiento de los recursos, en los que se incluye el espacio necesario para el almacenamiento.

Mezclado y secado: Al no poder tener control sobre la posible humedad con la que son adquiridos los sacos de polímeros las operaciones de secado no pueden ser eliminadas, más sin embargo deben plantearse alternativas que combinen dicha actividad con la de mezclado, incrementado la productividad en la planta, a través de la reducción de los recursos requeridos en cuanto al número de operaciones y el tiempo invertido en cada una de ellas, ya que por cada operación en la que se mezcla el material se debe cuadruplicar la operación de secado.

Podría cambiarse de proveedor y eliminar por completo la operación de secado sin embargo la gerencia considera que son más rentables las propuestas asociadas a la combinación de las operaciones de mezclado y secado, ya que el material que es recibido se genera de un proceso de reciclado disminuyendo los costos de materia prima.

Enfriamiento de los mangos para cepillos: Siendo esta operación indispensable para que las piezas procesadas no se deforman es importante realizar modificaciones en el método y los equipos empleados, ya que existe

un consumo significativo de 20 minutos aproximadamente para las actividades de búsqueda, llenado y posicionamiento de los tobos.

Adicionalmente, el calentamiento progresivo del agua desfavorece el enfriamiento de los mangos, ya que los tobos no tienen la propiedad de enfriarse por sí solos, lo más conveniente es diseñar un mecanismo que permita recircular el agua manteniéndola fresca y disminuir las unidades utilizadas, ya que estas ocupan un área de 3,12 m² aproximadamente invadiendo el almacén de producto en proceso y dificultando el tránsito por el área de inyección.

Otro aspecto sobre el cual se considera necesario la mejora en los equipos empleados es que los tobos tienen una altura de 0,57 m lo que implica movimiento de lateralización del tronco por parte del operario quien se sienta de frente a la máquina y quedando a su costado izquierdo los tobos.

Almacén de producto en proceso y producto terminado: Siendo dos almacenes situados en zonas diferentes y destinadas para el almacenamiento de unidades completamente distintas ambas requieren modificaciones en cuanto al método y los equipos empleados.

Para el almacenamiento de productos en proceso el empleo de una carrucha no resulta el equipo más eficiente, ya que genera complicaciones para los dos operarios que al momento de manipular los ponchos y posicionarlos sobre la unidad de transporte realizan movimientos de quinto orden, lateralización del tronco y sobre esfuerzos debido a las dimensiones y pesos del mismo, por esta razón se puede considerar adicionalmente que las

unidades de almacenamiento son erróneas, ya que si se dividiese la carga en unidades más pequeñas se facilita el transporte y almacenamiento del mismo.

En cuanto al almacenamiento de productos terminados el no disponer de racks y equipos aptos para la manipulación de los mismos dificulta el cumplimiento de la finalidad de la operación, complica las actividades que debe realizar el operario e incrementa el área necesaria para almacenar todas las unidades de productos terminados.

 **Materiales:** Aún cuando debería tenerse un estricto control sobre el material recibido, resulta un tanto difícil llevarlo a cabo, ya que los sacos de polímeros que se obtienen como desechos de procesos realizados por las comercializadoras, y quienes aseguran las propiedades mínimas necesarias para el cumplimiento de los estándares de calidad en los productos, presentan inconvenientes asociados a la humedad en la mayoría de los casos y sobre los cuales no se hacen responsables, sin embargo la empresa considera que mantener una operación interna de secado resulta más rentable que cambiar de proveedor, y mucho más que trabajar con material virgen. Por esta razón debe realizarse las modificaciones necesarias en cuanto a las operaciones internas ya que es evidente que no se pueden realizar modificaciones asociadas al material.

 **Proceso de manufactura:** Entre las operaciones de mezclado, secado e inyección no ocurre la sincronización de las entregas entre estas, provocando una acumulación de inventarios entre las estaciones de mezclado y secado y un aumento en las demoras durante la inyección de los polímeros, a consecuencia de la operación de secado identificada como la

operación cuello de botella, ya que esta cuadruplica la operación de mezclado y requiere mayor tiempo de procesamiento.

 **Preparación, equipos y herramientas:** El tiempo requerido en preparación de los equipos se traducen en una disminución de la productividad, siendo el caso para el procesamiento de los mangos para cepillos en el que se invierten alrededor de 20 minutos para la búsqueda, llenado y posicionamiento de los tobos, adicionalmente el tener que utilizar de ocho unidades de enfriamiento involucra un aumento en los recursos requeridos para cumplir con la actividad.

No disponer de equipos y herramientas que faciliten las distintas tareas que se requieren realizar interfieren en un incremento de la productividad, por ello es conveniente realizar sustituciones en los actuales equipos siendo el caso de los tobos y de la carrucha, ya que esta última no resulta la más eficiente para la manipulación de los ponchos al generar condiciones propensas al cansancio y a la fatiga.

 **Manejo de materiales:** Los inconvenientes en el manejo de materiales se resumen en las largas distancias entre las estaciones consecutivas, teniendo como ejemplo los 17,5 m entre el punto de recepción de la materia prima hasta el almacén de la misma, lo que incrementa el tiempo necesario para llevar a cabo las actividades de traslado estimado en 4 min., además la carencia de equipos que faciliten tales labores agrava los problemas de manejo, generando un impacto significativo en los costos, ya que la mayor parte del tiempo se invierte en la movilización de materiales y productos a lo largo de la planta sin agregar valor alguno.

Es conveniente recordar que el principio predominante que hay que tener presente es que cuanto menor sea la cantidad de materiales manipulada manualmente, tanto mejor se maneja el material por ende debe diseñarse nuevos métodos y equipos para el manejo de materiales que permitan incrementar la productividad.

 **Distribución en planta:** Factores como la carencia de delimitación entre las diferentes áreas y las identificaciones físicas correspondientes, desencadenan inconvenientes para el fácil acceso visual a las estaciones de trabajo, así como también la inexistencia de caminerías y la falta de espacio entre las áreas de almacenamiento conllevan a invasiones periódicas entre estos, inconveniente que es generado también por el desaprovechamiento de la altura de la que dispone la planta, y que en conjunto resultan riesgos para la seguridad de los operarios así como un incremento en el tiempo necesario para cumplir con las actividades de traslado y almacenamiento a consecuencia del desorden generalizado presente en las distintas áreas.

La incorrecta distribución en planta como consecuencia de una mala planificación ha generado que el almacén de productos terminados se divida en dos áreas situadas a unos 15 metros de separación lo que complica el despacho de las órdenes de compra incrementando el tiempo requerido en la preparación de los mismos.

Aún cuando la actual distribución corresponde a una distribución por procesos, ya que se agrupan las máquinas y equipos de acuerdo a procesos y funciones similares, no existe un correcto flujo de los materiales y productos entre las operaciones, generado por la disposición de las máquinas que obligan a realizar sobre recorridos y movimientos que no

corresponden ni a patrones horizontales ni verticales, sino que por el contrario reflejan una especie de mala combinación entre ambos, impidiendo la movilización del personal bajo condiciones de seguridad.

Es evidente la necesidad de realizar una distribución en planta en la que se pueda cumplir con los principios de facilidad y simplificación total del proceso de producción, minimizar el costo de manejo de materiales, minimizar el tiempo total de producción, utilización más eficiente del espacio físico y lograr seguridad y satisfacción para los operarios, ya que todos estos factores se encuentran afectados por la actual distribución.

 **Principio de economía de los movimientos:** El principal problema relacionado a la economía de los movimientos es la repetitividad entre actividades que implican movimientos de quinto orden y lateralización del tronco, evidenciados en los procesos de enfriamiento de los mangos para cepillos, en las que se disponen los ochos tobos en filas de cuatro unidades al costado del operario y este al retirar las piezas de las máquinas debe inclinar su tronco para depositar las piezas sobre los tobos de 57cm de alto.

Sustituir los tobos por un método más eficiente para el enfriamiento de los mangos no solo genera efectos positivos sobre la productividad, sino que brindara las condiciones necesarias para que el operario realice el trabajo de forma más fácil y con menor fatiga.

En función de los criterios anteriormente detallados se identifican problemas en cuanto al manejo de materiales, incorrecta distribución en planta, y la existencia de una operación de cuello de botella en la secadora, problemas de almacenamiento y limitaciones en el método de enfriamiento

de los mangos para cepillos, por tanto se decide complementar el análisis por medio de diagramas de causa-efecto para los últimos cuatro problemas mientras que se aplicara el análisis del SHA para los métodos de manejo de materiales y por ultimo un análisis del SLP para los inconvenientes asociados a la distribución en planta.

4.2) ANÁLISIS DE LOS DIAGRAMAS DE ISHIKAWA

Estos diagramas son aplicados con la finalidad de complementar el análisis de las operaciones y englobar a través de causas primarias cada uno de los factores que generan los problemas asociados al proceso de enfriamiento de los mangos para cepillos, sistema de almacenamiento de los polímeros y de la distribución en planta.

Deformación de los mangos para cepillos:

Para este problema se identificaron como causas primarias el método, el espacio físico, los equipos y el material, cada uno de ellos involucrando al menos una causa secundaria.

Método: La preparación de los tobos es una de las principales causas que generan problemas en el método de enfriamiento de los mangos para cepillos ya que la búsqueda, llenado y disposición de estos, junto a las máquinas de inyección consumen un tiempo significativo de 20 minutos, en el que el operario realiza movimiento de quinto orden para levantar y depositar los tobos en el lugar requerido, adicionalmente la constante lateralización del tronco al momento de retirar los mangos para depositarlos en los tobos incrementan las posibilidades de sufrir fatiga.

Es por esta razón que se considera al proceso de enfriamiento un tanto engorroso al involucrar actividades anexas a la finalidad de la operación.

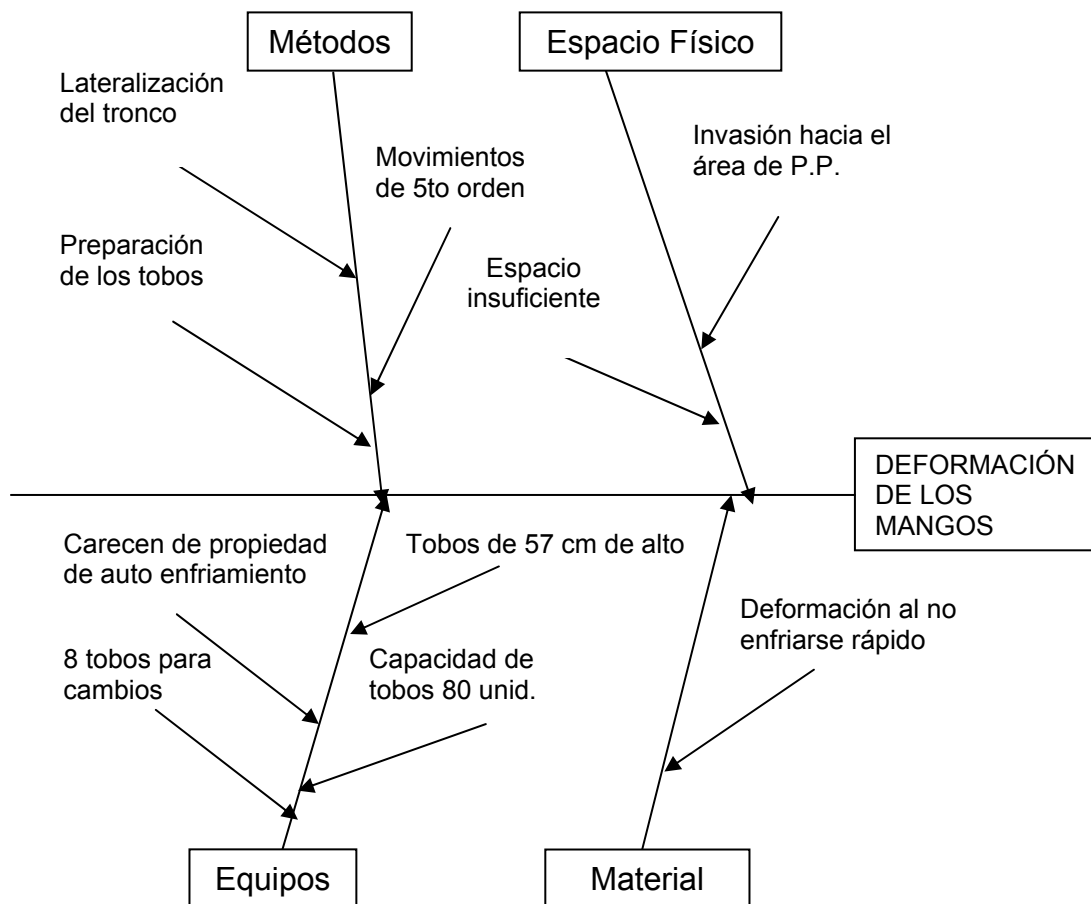
Espacio físico: El espacio destinado para colocar los tobos es muy pequeño lo que provoca invasión en el área de producto en proceso generando el desorden en ambas áreas, adicionalmente se impide el libre tránsito hacia las áreas del sanitario y de ensamble, lo que puede considerarse como posibles riesgos para los operarios ya que pueden sufrir caídas leves.

Equipos: Los tobos no resultan ser el equipo más eficiente ya que aún cuando se disponen de ocho unidades no son suficientes para abarcar la totalidad de las piezas procesadas ya que estos no poseen la propiedad de auto enfriamiento, lo que genera que a medida que la jornada avanza el agua comienza a calentarse y ya no se brinda el mismo impacto de enfriamiento que en las primeras piezas procesadas por lo que solo se permiten almacenar alrededor de 70 piezas.

Otro factor desfavorable, es que los tobos son de 57 cm de alto lo que implica movimientos de dorso flexión por parte del operario incrementando la propensión al cansancio y la fatiga, adicionalmente las ocho unidades deben ser posicionadas y llenadas con agua de forma manual convirtiendo a la actividad de enfriamiento un tanto engorrosa para con el operario ya que debe realizar estas actividades extras para cumplir con la operación de enfriado.

Material: El polímero empleado para el procesamiento de los mangos se deforma a altas temperaturas, por ello se requiere que una vez que las piezas han sido retirada de la máquina se depositen inmediatamente en los tobos para no generar piezas defectuosas, sabiendo que no se puede realizar mejoras en el material es importante tomarlo en consideración para las posibles propuestas ya que genera inconvenientes en cuanto al método de enfriamiento.

Figura N° 4.1 Diagrama de causa efecto en la deformación de los mangos



Fuente: Elaboración Propia



Mala distribución en planta:

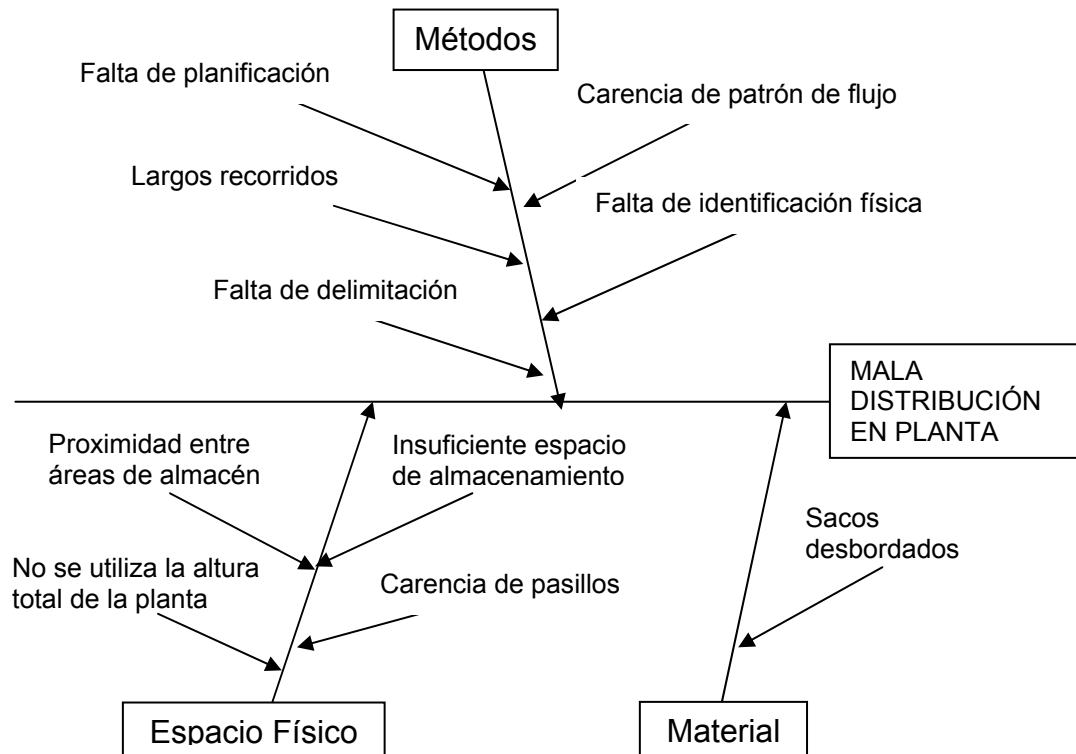
Método: La falta de planificación ha provocado que la disposición de las maquinarias y equipos sea tal que no permitan un patrón de flujo de los materiales a lo largo de las estaciones que conforman el proceso de producción, generando inconvenientes asociados al método empleado en la distribución en planta por la falta de identificación y delimitación de los espacio físicos dificultando el fácil acceso visual a las distintas áreas de trabajo y ocasionando riesgos para el operario, ya que este puede sufrir lesiones físicas leves al tropezarse con elementos mal ubicados; adicionalmente los largos recorridos ocasionan un incremento en el tiempo invertido para el traslado de los materiales y productos a lo largo de la planta.

Espacio: Las causas asociadas a éstas son el poco espacio disponible para los productos tanto en procesos como terminados así como los materiales que requieren ser almacenados.

Adicionalmente, la inutilización del espacio cubico desfavorece a la distribución en planta actual así como la proximidad entre los almacenes provocando invasión entre estos y un desorden generalizado.

Material: Los inconvenientes asociados a este factor que generan el problema de distribución en planta se resumen en los sacos de materia prima que se desbordan a lo largo de la planta, a consecuencia del método de apilamiento empleado en los distintos almacenes de materia prima así como para los productos en proceso.

Figura N° 4.2 Diagrama de causa efecto de la mala distribución en planta



Fuente: Elaboración Propia

🚧 Incorrecto sistema de apilamiento de los polímeros:

Método: El disponer de un método completamente manual sin equipos de soporte genera inconvenientes para el apilamiento de los sacos sobre paletas, que si bien 25 kg no se consideran un peso relevante como para catalogarse de peso excesivo es difícil una vez que la ruma ha alcanzado más del metro y medio de altura, ya que el operario requiere de un mayor esfuerzo para posicionarlos, razón por la cual no se cumple con el criterio del FIFO ya que este incrementaría el tiempo requerido en las actividades de almacenamiento, generando posibles condiciones de

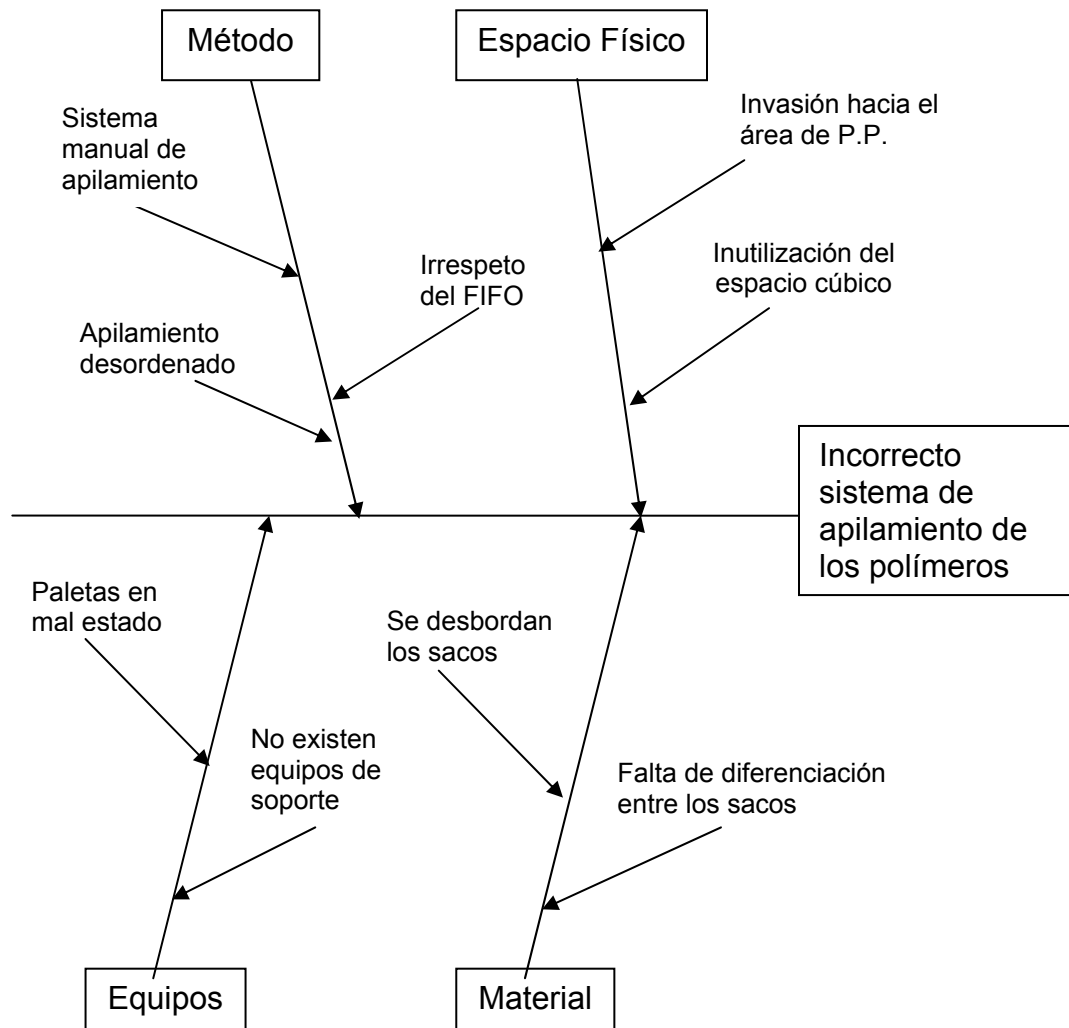
humedad en el material al no existir rotación del mismo y encontrarse depositados por largos periodos en la base de la ruma

Espacio físico: Al no disponerse de sistemas de almacenamiento que permitan aprovechar el espacio cubico del área reservada para los sacos de polímeros se crea la necesidad de disponer de una mayor área para abarcar el total de kg a almacenar, y al estar carente de este se generan los problemas de invasión hacia las áreas contiguas lo que puede ocasionar posibles lesiones físicas por tropiezos.

Equipos: Las paletas empleadas para colocar las rumas de materia prima se encuentran en mal estado lo que contribuye a la inestabilidad de las mismas y se produce el desborde de los sacos, ocasionando condiciones de desorden a lo largo del almacén. Adicionalmente estas paletas no se encuentran identificadas de forma alguna que permita diferenciar entre un producto y otro.

Material: El que la materia prima sea recibida en sacos y con pesos de 25 kg dificulta el sistema de apilamiento, pues el operario requiere manipular unidad por unidad para poder disponerlos sobre las rumas, y a medida que esta gana altura se complica la disposición de los sacos por parte de los operarios ya que estos realizan un mayor esfuerzo físico, adicionalmente los sacos no tienen una identificación clara del tipo de material al que pertenecen y por ende se almacenan indistintamente del que este sea lo cual incrementa el tiempo necesario para la búsqueda una vez que son requeridos en los departamento de producción.

Figura N° 4.3 Diagrama causa efecto del incorrecto sistema de apilamiento de los polímeros



Fuente: Elaboración propia

4.3) ANÁLISIS SISTEMÁTICO DEL MANEJO DE LOS MATERIALES

Con la finalidad de utilizar las herramientas de forma más eficiente y simplificar el estudio se decide realizar el análisis del SHA solo al área

correspondiente a los polímeros ya que ésta ha sido identificada como la zona con mayor inconveniente en cuanto al manejo de materiales ocupando alrededor del 80% de la planta tanto a nivel físico como en el número de operaciones y operarios requeridos.

 PASO 1: Análisis P-Q y clasificación de los materiales:

A consecuencia de que los productos son elaborados en contra pedido, es necesario realizar una primera tabla en la que se listen cada uno de ellos indicando la cantidad de unidades en que son procesadas diariamente y la cantidad de días que se emplean al mes para la producción de los mismos (Ver Tabla N° 4.1) mientras que una segunda tabla permite cuantificar la cantidad aproximada de unidades procesadas al mes por cada producto terminado (Ver Tabla N° 4.2)

Tabla N° 4.1 Frecuencia de Producción Productos Plásticos

PRODUCTO	CANTIDAD (Unid./día)	FRECUENCIA (día/mes)
Manguitos	1.200	10
Mangos	1.400	8
Bandejas	700	12
Cajetines O.	2.400	4
Cajetines R	2.600	6

Fuente: Elaboración Propia

Es importante recordar que en conjunto los mangos y bandejas conforman un producto terminado correspondiente a los cepillos

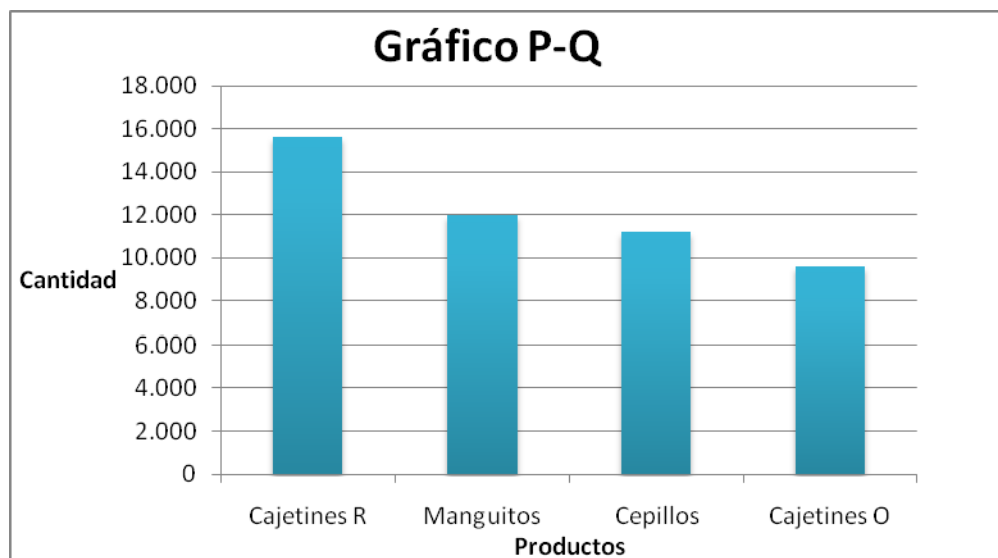
Tabla N° 4.2 Cantidades Promedios al Mes

PRODUCTO	CANTIDAD (mes)
Manguitos	12.000
Cepillos	11.200
Cajetines O.	9.600
Cajetines R	15.600

Fuente: Elaboración Propia

En base a los datos suministrados (Ver Tabla N° 4.2) se procede a realizar un gráfico de barras que permita visualizar cuales son los productos con mayor demanda y de esta manera realizar una conclusión preliminar en relación a cual o cuales serian los método de manejo más conveniente.

Gráfica N° 4.1 P-Q de los productos elaborados en plástico



Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar de forma preliminar, en función de la representación gráfica de los productos y cantidades, que existe una relación entre el número de unidades procesadas mensualmente de cajetines R y cajetones O ya que duplica la producción del mismo, por lo que las futuras propuestas de mejoras tendrían que ir abocadas al principio de adaptabilidad de los equipos y herramientas, con el propósito de realizar un mejor aprovechamiento de los recursos relacionados al manejo de materiales

Para cumplir con las cifras anteriormente suministrada hay una serie de materiales involucrados en el proceso que son agrupados en cinco familias, las cuales han sido clasificadas en función de la unidad de transporte y almacenamiento con la que se trabajan. Un primera tabla permite visualizar los tipos de familia y sus características (Ver Tabla N° 4.3) mientras que una segunda tabla se emplea para listar cada uno de los productos y materiales que se movilizan a lo largo de planta con la finalidad de indicar la clase a la que pertenecen. (Ver Tabla N° 4.4)

Tabla N° 4.3 Clasificación de las familias

CLASE DE MATERIAL		CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS TÍPICOS
DESCRIPCIÓN	IDENTIFICACIÓN DE LA CLASE		
Sacos	A	64x50x20	MP
Ponchos	B	D= 115cm; H= 150cm	P.P
Cestas	C	(59x39x23) cm	P.P
Bolsas Plásticas	D	50x34x20cm 46x30x21cm	P.T
Tobos	E	D=39cm; H=57cm	Enfriamiento.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 4.4 Clasificación de los Materiales

MATERIALES		Unid.	CARACTERÍSTICAS		Clase
			Tamaño (cm)	Forma	
1	ABS	Sacos	64x50x20	Rectangular	A
2	Poliestireno	Sacos	64x50x20	Rectangular	A
3	Colorante	Sacos	64x50x20	Rectangular	A
4	Mangos en proceso	Cestas	59x39x23	Rectangular	C
5	Bandejas en procesos	Cestas	59x39x23	Rectangular	C
6	Cepillos	Bolsas	50x34x20	Rectangular	D
7	Manguitos en proceso	Ponchos	ø= 115; H = 150	Cilíndrico	B
8	Manguitos PT	Sacos	64x50x20	Rectangular	A
9	Cajetines en proceso	Ponchos	ø= 115; H = 150	Cilíndrico	B
10	Cajetines PT	Bolsas	46x30x21	Rectangular	D
11	Tobos de agua	Tobos	ø= 39; H = 57	Cilíndrico	E
12	Sacos de scrap	Sacos	64x50x20	Rectangular	A
13	Bolsas plásticas	Bolsas	50x34x20 46x30x21	Rectangular	D
14	Cestas	Cestas	59x39x23	Rectangular	C

Fuente: Elaboración Propia



PASO 2: Identificación de las rutas:

En función del punto de carga y descarga en que se moviliza un material o producto entre estaciones de trabajo consecutivas se han identificado 13 rutas (Ver Tabla N° 4.5) tomándose en consideración desde

que el material es recibido hasta que el producto terminado es despachado. No siendo suficiente con esta identificación de las rutas para los posteriores análisis se suministra información referente a las distancias existentes entre los puntos que conforman cada ruta.

Tabla N° 4.5 Hoja de Rutas

RUTA	PUNTO DE CARGA	PUNTO DE DESCARGA	DISTANCIA (m)
1	Recepción	Almacén de MP	17,5
2	Almacén MP	Mezclado	15,5
3	Mezclado	Secado	1
4	Secado	Inyección	12
5	Inyección	Molino	15
6	Molino	Mezclado	18
7	Inyección	Almacén PP	9,5
8	Almacén PP	Ensamble	5
9	Ensamble	Empaquetado	0
10	Empaquetado	Almacén PT1	10
11	Empaquetado	Almacén PT2	18,5
12	Almacén PT1	Despacho	19
13	Almacén PT2	Despacho	4

Fuente: Elaboración Propia



PASO 3: Análisis del Gráfico Intensidad - Distancia:

Es necesario seleccionar primeramente la nomenclatura (Ver Tabla N° 4.6) sobre la cual se clasificarán la intensidad de las rutas para realizar el análisis correspondiente.

Los criterios considerados para la asignación del tipo de relación en cada ruta radican en la importancia que tienen estas para la producción, es decir, el porcentaje de veces en que se emplea la ruta para cada producción diaria, teniendo como ejemplo la ruta número uno que va desde almacén de materia prima a mezclado asignándose una relación de tipo A ya que todo el material procesado durante la jornada debe desplazarse por esta, mientras que en casos como la ruta cinco se le asigna una relación de tipo U puesto que solo alrededor del 0,5% del material que se procesa en inyección se dirige hacia la operación de molino. (Ver Tabla N° 4.7)

Tabla N° 4.6 Definición de los Tipos de Relación

TIPO DE RELACIÓN		DEFINICIÓN
A	4	Alta cantidad anormal
E	3	Alta cantidad especial
I	2	Cantidad importante
O	1	Cantidad ordinaria
U	0	No importante

Fuente: Elaboración Propia

En el presente estudio se evidencia que en consecuencia de los largos recorridos y la alta intensidad con la que son utilizadas las rutas existe una deficiente distribución en planta y que los equipos de manejo deberían corresponder a equipos complejos de transporte, sin embargo partiendo de que la distribución en planta es incorrecta, es recomendable realizar un análisis más profundo en relación a esta problemática antes de elaborar cualquier propuesta de mejora para el manejo de materiales pues de lo contrario no se implementarían de forma eficiente los equipos (Ver Gráfico N° 4.2).

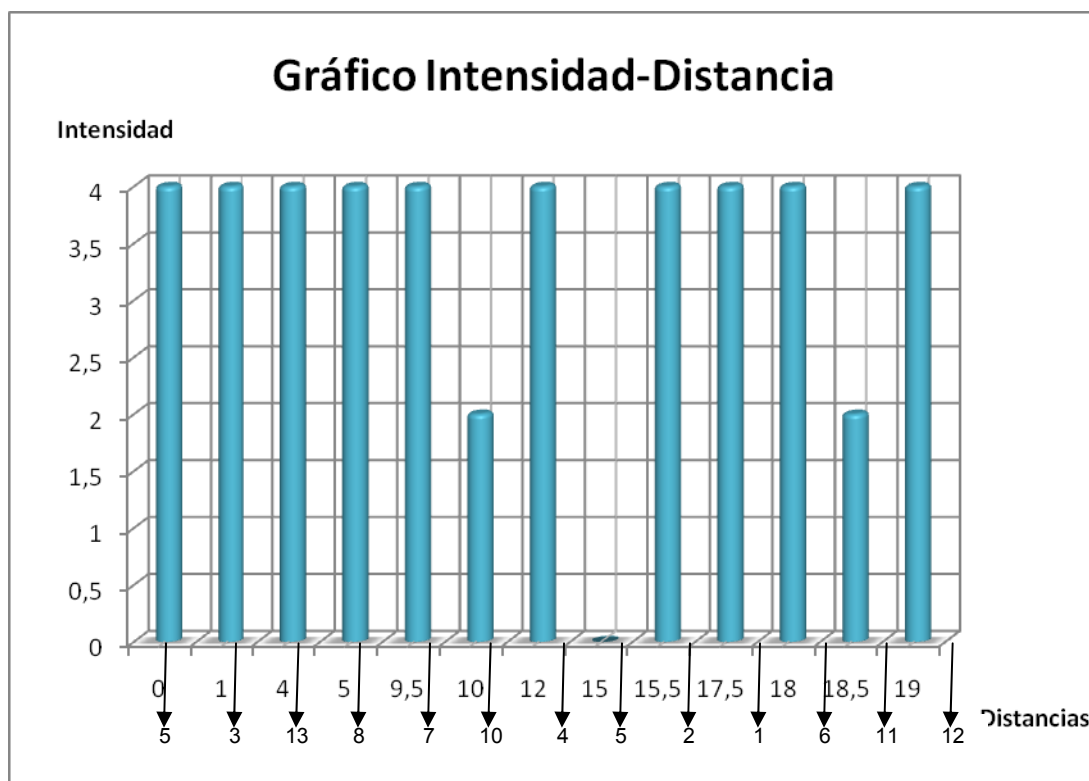
Tabla N° 4.7 Tipo de Relación para cada Ruta

RUTA	DISTANCIA (m)	TIPO DE RELACIÓN	COLOR
1	17,5	4	Azul rey
2	15,5	4	Vinotinto
3	1	4	Azul marino
4	12	4	Purpura
5	15	0	Marrón
6	18	4	Verde Grama
7	9,5	4	Sepia
8	5	4	Naranja
9	0	4	Gris
10	10	2	Negro
11	18,5	2	Rosa
12	19	4	Verde claro
13	4	4	Rojo

Fuente: Elaboración Propia

La columna correspondiente al color de cada ruta es empleada para la posterior representación sobre un layout de todas las rutas.

Gráfico N° 4.2 Intensidad-Distancia



Fuente: Elaboración Propia

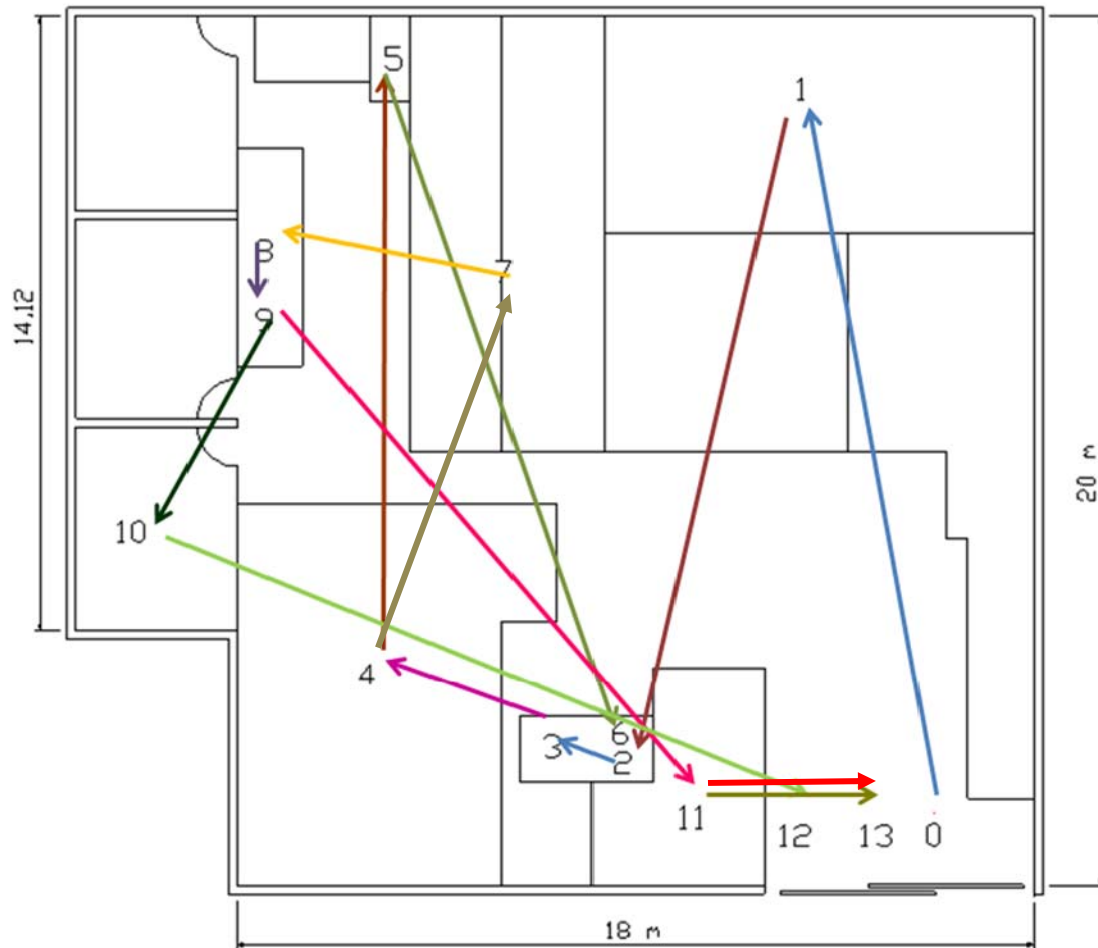


PASO 4: Visualización de los movimientos:

El representar sobre un layout de la planta las rutas, señalizadas por colores (Ver tabla N° 4.7) permite visualizar de forma simple los inconvenientes presentes sobre el manejo de materiales en relación a las distancias recorridas entre los puntos de carga y descarga correspondientes a cada una de dichas rutas (Ver Figura N° 4.4)

Esta visualización de los movimientos permite tomar en consideración factores claves que deben ser prevenidos para las propuestas futuras que deberán ser diseñadas en función de la nueva instalación.

Figura N° 4.4 Rutas



Fuente: Elaboración Propia

 PASO 5: Conocimiento y comprensión de los métodos de manejo de materiales:

No resulta necesario listar todas las rutas e indicar los métodos y equipos de transporte empleados para cada una de ellas, pues a lo largo del análisis de la situación actual se ha especificado que los métodos de manejo son completamente manuales y solo en el caso de los ponchos se emplea la ayuda de una carrucha, y con la complementación del análisis del gráfico intensidad distancia se comprueba que estos sistemas no son los correctos, pero habiendo detectado un problema de distribución en planta no se pueden generar propuestas de mejoras debiendo finalizarse el presente análisis y continuar con un análisis de la distribución en planta.

4.4) ANÁLISIS DEL PROCESO SISTEMÁTICO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA:

Siendo el SHA la herramienta de análisis que permite plantear las alternativas en cuanto a una correcta distribución en planta, se realiza el estudio tomando en consideración las dos ramas de producción presentes en la empresa, la de polímeros y la de hierro, ya que es indispensable para la redistribución considerar todos los elementos presentes en la planta.



Análisis Producto-Cantidad:

Mediante un gráfico de barras se representan los diferentes tipos de productos que se fabrican en la empresa con sus cantidades correspondientes con el propósito de determinar cuáles de ellos son los de mayor demanda, lo cual resulta un punto clave para definir el tipo de distribución en planta requerida. (Ver Grafico N° 4.3)

Para el Gráfico P-Q se listan los productos en una tabla indicando las unidades en las que son fabricadas y la frecuencia con la que se realizan, (Ver Tabla N° 4.8) ya que son procesadas un porcentaje de veces al mes en consecuencia de la disponibilidad de las máquinas, las órdenes de compra recibidas, la variabilidad de los productos y el espacio disponible para el almacenamiento.

Tabla N° 4.8 Frecuencia de Producción

PRODUCTO	CANTIDAD (Unid./día)	FRECUENCIA (día/mes)
Manguitos	1.200	10
Mangos	1.400	7
Bandejas	700	13
Cajetines O.	2.400	4
Cajetines R	2.600	6
Abrazadera ½´	10.000	5
Abrazadera ¾´	10.000	5
Abrazadera 1 ½´	10.000	2
Abrazadera 1´	10.000	2
Varillas	20.000	5
Uñitas	30.000	1

Fuente: Elaboración Propia

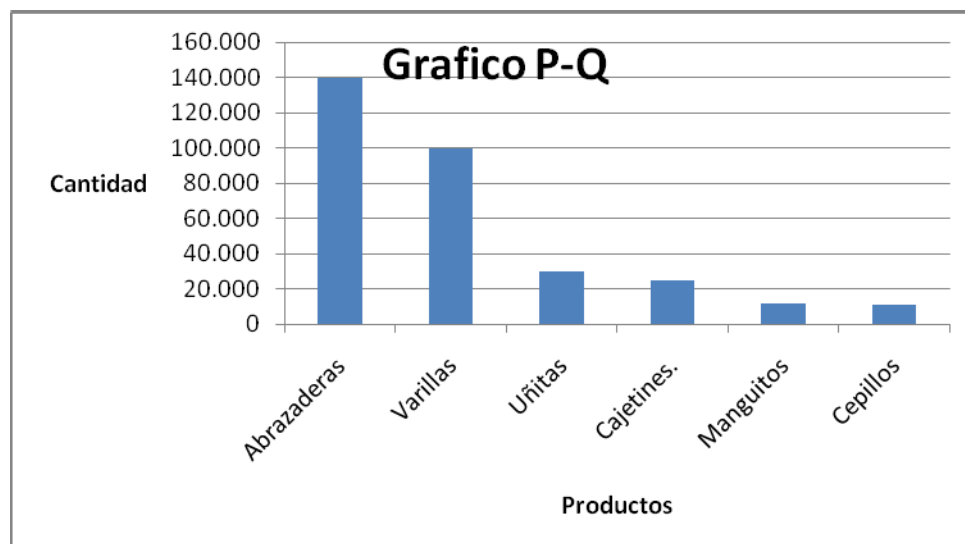
Observando que los productos pueden ser agrupados en familias se procede a realizar una tabulación con estas y sus cantidades mensuales para obtener un mismo patrón de comparación al graficar P-Q (Ver Tabla N° 4.9).

Tabla N° 4.9 Unidades Producidas al Mes

PRODUCTO	CANTIDAD (mes)
Manguitos	12.000
Cepillos	9.800
Cajetines.	25.200
Abrazaderas	140.000
Varillas	100.000
Uñitas	30.000

Fuente: Elaboración Propia

Grafico N°: 4.3 P-Q de los Productos



Fuente: Elaboración Propia

A través del gráfico Producto-Cantidad y en función de la características de los procesos de fabricación se observa que los productos troquelados en hierro tienen una gran demanda mientras que los productos elaborados en polímeros se mantienen muy parejos entre sí, sin embargo, en un análisis preliminar se puede concluir que la distribución en planta vendría acorde a una distribución por proceso, ya que cada rama de productos requieren los mismos procesos y en el mismo orden de secuencia.

Es importante resaltar que este análisis se ha realizado en función de las capacidades de procesamiento de las maquinarias y una estimación de los días establecidos para la fabricación de productos, ya que son valores variantes puesto que la empresa trabaja en contra pedido y se produce en función de dichos pedidos



Cuantificación del flujo de materiales entre departamentos:

Habiendo analizado con anterioridad la relación entre productos y cantidad se hace innecesario una cuantificación detallada del flujo de materiales entre departamentos, ya que ha sido señalado que la cantidad de material a movilizar entre los procesos se mantienen igual para todos los productos elaborados en plástico mientras que los productos troquelados requieren de las mismas estaciones.



Análisis del chart de relaciones entre actividades:

Este permitirá a través de un método cualitativo indicar la importancia relativa entre estaciones de trabajo, mediante una nomenclatura preestablecida que permite asignar un valor a cada relación según su grado de importancia (Ver Tabla N° 4.10).

Tabla N° 4.10 Tipo de Relación

VALOR	RELACIÓN
A	Proximidad absolutamente necesaria
E	Aproximación especialmente importante
I	Aproximación importante
O	Aproximación normal
U	Proximidad sin importancia
X	Proximidad no recomendable

Fuente: Libro de plantas industriales Gómez y Núñez (1990)
(Aspectos técnicos para el diseño)

Es necesario realizar primeramente una lista de todas las actividades involucradas incluyendo departamentos, áreas, operaciones o auxiliares y comprobando la cobertura y terminología aplicada a estas actividades (Ver Tabla N° 4.11). Se requiere adicionalmente de ciertos criterios para una asignación objetiva de los valores de relación entre las distintas actividades que se llevan a cabo sin importar la rama a la que pertenezcan, entre los cuales se pueden nombrar los siguientes:

-
- *Flujo de materiales
 - *Utilización de mismos equipos y servicios
 - *Compartir personal
 - *Frecuencia de contacto
 - *Contacto personal

Tabla N° 4.11 Actividades que se llevan a cabo en la Planta

NÚMERO	ACTIVIDAD
1	Almacenamiento de MP
2	Mezclado -Secado
3	Inyección
4	Molienda
5	Almacenamiento de P.P
6	Ensamble-Embalaje
7	Almacenamiento de PT1
8	Almacenamiento de PT2
9	Troquelado
10	Galvanizado y scrap
11	Almacenamiento de los requerimientos
12	Reparación de moldes
13	Pesado de los sacos
14	Esmerilado
15	Recepción y despacho
16	Almacenamiento de herramientas

Fuente: Elaboración Propia

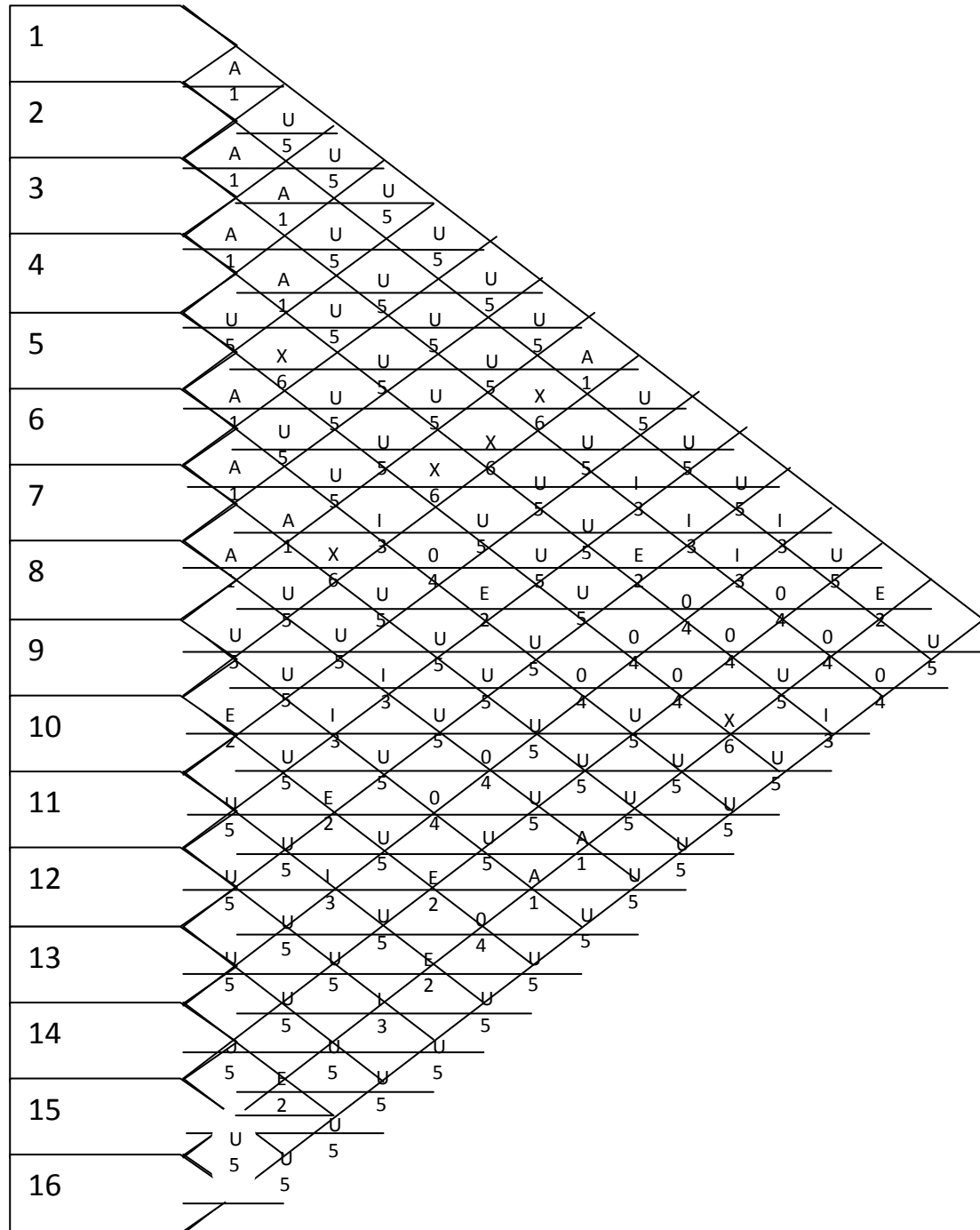
Una vez que se ha listado todas las actividades y se ha determinado la nomenclatura en base a la cual se identifica la importancia de proximidad se procede a vaciar la información en el chart de relaciones de actividades, necesitando adicionalmente adicionar el motivo sobre el cual se le ha asignado el valor de la proximidad a través de números:

- 1: Áreas que requieren ser secuenciadas con la menor distancia posible
- 2: Áreas que requieren ser secuenciadas
- 3: Áreas que guarden relación pero la distancia no es tan primordial
- 4: Áreas que sirven de soporte en ocasiones particulares.
- 5: No guardan relación
- 6: Entorpecimiento entre actividades

Para el análisis del diagrama de relación de actividades se emplea la representación a través de colores facilitando la visualización e interpretación de esta aún cuando la cantidad de actividades involucradas es de 16, adicionalmente se incorpora información relacionada al área establecida para cada una de ellas.

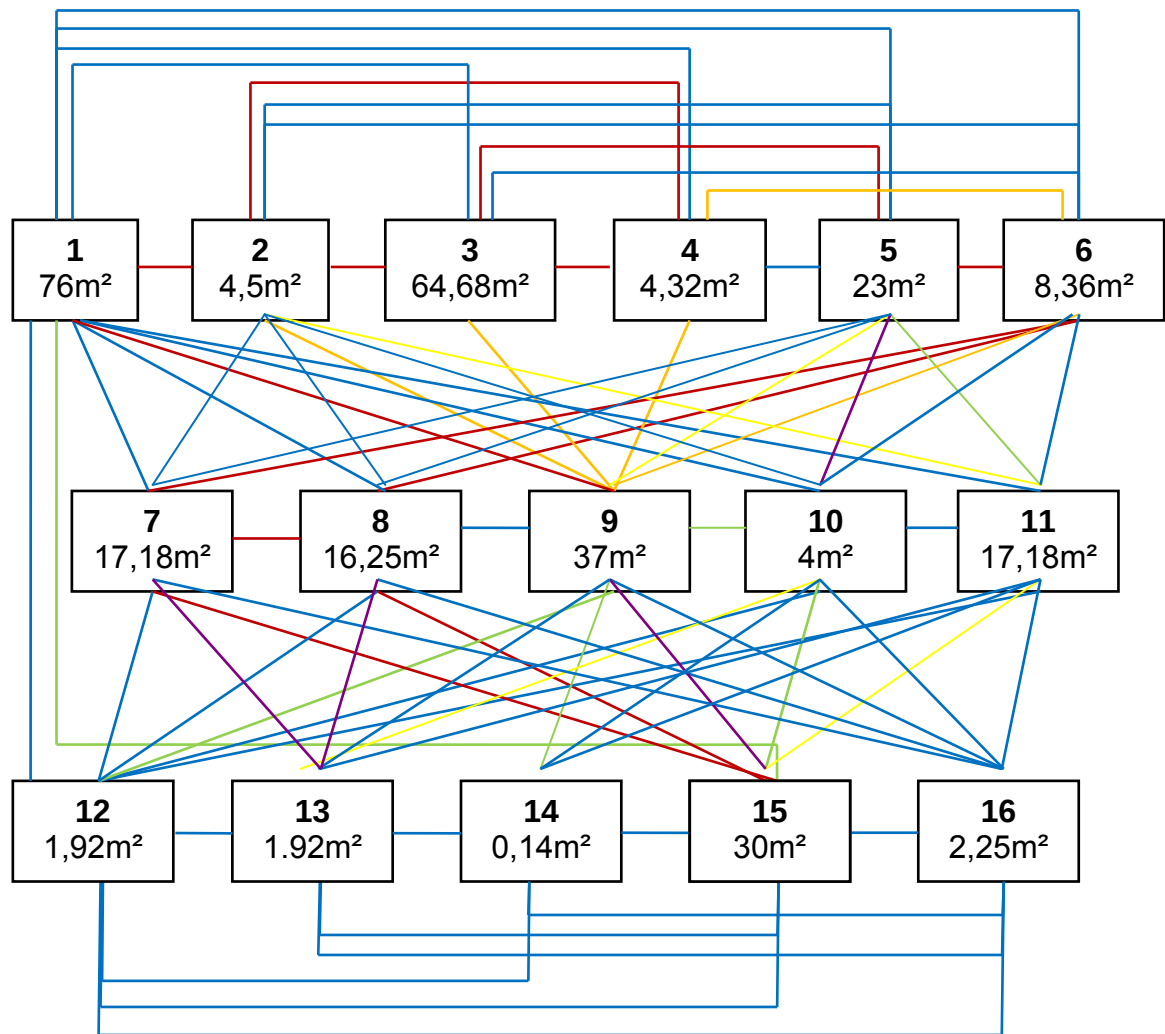
- A: Rojo
E: Verde
I: Amarillo
O: Purpura
U: Azul
X: Naranja

Figura N° 4.5 Chart de Relación de Actividades



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 4.6 Análisis del Diagrama de Relaciones:



Fuente: Elaboración Propia



Determinar necesidades de espacio:

Partiendo del análisis P-Q en el que se observa que los productos elaborados en hierro son los que presentan la demanda más elevada en relación a las dos ramas de producción se podría deducir que estos

requieren de mayor espacio para abarcar los inventarios de materia prima y producto terminado necesarios para cubrir la demanda, sin embargo no resulta del todo cierto, puesto que los productos elaborados en plástico son los que tienen mayor número de operaciones y mayor porcentaje de productos en procesos, a consecuencia de las políticas adoptadas por la empresa y por condiciones propias de la producción obligando a la disposición de altos inventarios de productos en espera de sus partes para el posterior ensamble.

En base a lo anterior, las necesidades de espacio son determinadas en función del número de operaciones requeridas, el volumen de materia prima para almacenar, de los productos en proceso e inventarios de productos terminados, así como también las áreas destinadas para los servicios sanitarios, bebederos y comedor.

Previo a la tabulación de las actividades y sus áreas requeridas es importante comprender que los problemas asociados a la invasión y el desorden identificados inicialmente como consecuencias de la falta de espacio no necesariamente implican la ampliación de las áreas de trabajo existente sino que por el contrario debe diseñarse propuestas de almacenamiento que permitan optimizar los recursos presentes en la planta, por lo tanto, los metros cuadrados designados en la lista para cada una de las actividades son estimados en función de la actual distribución en planta y de las dimensiones del galpón con el propósito de tener un valor de referencia sobre el cual diseñar la distribución de la nueva planta, siendo esta de 10.05 m de ancho x 32.60m de largo

Tabla N° 4.12 Áreas Requeridas

Departamento/Estación	Área requerida m²
Almacén de MP	76
Mezclado -Secado	4.5
Inyección	64.68
Molino	4.32
Almacén de P.P	30
Ensamble-Embalaje	8.36
Almacén de PT1	17.18
Almacén de PT2	16.25
Troquelado	37
Galvanizado y scrap	4
Almacén de requerimientos	17,18
Mesas de apoyo	1.92
Peso electrónico	0.42
Esmeril	0.14
Área de recepción y despachos	30
Burro-Closet	2.25
Baños	17.50
Comedor	9

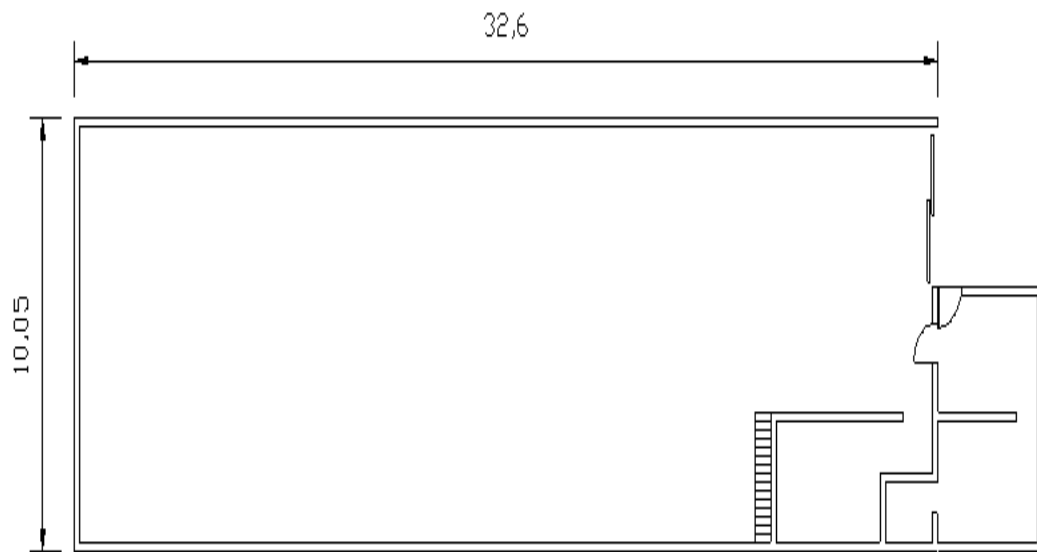
Fuente: Elaboración Propia



Layouts alternativos:

En base a que el diseño de la distribución en planta debe ser referida a la nueva instalación adquirida por la empresa, y deseando brindar una propuesta que involucre a todas como un conjunto, se limite este punto a indicar las dimensiones de la nueva planta para posteriormente señalar la distribución en planta correspondiente a la implementación de todas las propuestas planteadas.

Figura N° 4.7. Vista de planta



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

PROPUESTAS DE MEJORAS

Todas las propuestas planteadas se encuentran vinculadas de forma directa con la distribución en planta seleccionada como la más conveniente en función de las delimitaciones de la nueva instalación, tanto las dimensiones como las características propias de cada diseño han sido enfocadas a un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles para el incremento de la productividad; así mismo se tomó en consideración la disposición de un montacargas que posee la empresa, el cual se encuentra inutilizado actualmente a consecuencia de la incorrecta distribución en planta y los sistemas de almacenamiento empleados.

5.1 TOLVAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE LOS POLÍMEROS

El principal criterio sobre el cual se considera indispensable el diseño de tolvas es la reducción en el espacio destinado para el almacenamiento de los polímeros a través del aprovechamiento de la altura de la planta e incrementando la cantidad de kg depositados, así como también la facilidad de establecer identificaciones y delimitaciones a cada una de las áreas en las que se almacenan los dos tipos de polímeros con los que se procesa, conllevando de forma inmediata al orden necesario y a un fácil acceso visual; adicionalmente permite adoptar el FIFO como principio de almacenamiento eliminando las posibles condiciones de humedad en el material producidas por los largos periodos en las que están dispuestas sobre paletas.

Para el cálculo de las dimensiones y características de la tolva se hizo necesario listar una serie de propiedades del material y estimar la cantidad en que este se desea almacenar, razón por la cual se esquematiza mediante, una tabla, información relacionada al tamaño, la fluidez y la abrasividad, siendo estas dos últimas representadas a través de números en tanto que el tamaño es representado a través de una letra. (Ver Tala N° 5.1)

Tabla N° 5.1 Características del Material

Características del material	
Tamaño	C: Granular
Fluidez	2: Fluido
Abrasividad	7: Medianamente abrasivo
Densidad	600 kg / m ³
Θ	1.1 (37.5)= 41.25

Fuente: Elaboración Propia

Partiendo del hecho de que la empresa almacena alrededor de 6.000 kg/mes de cada uno de los dos polímeros, se calcula el equivalente en toneladas métricas para el posterior cómputo de los valores necesarios en el diseño de las tolvas. Se realiza un único diseño que será utilizado para las dos tolvas requeridas.

TM: 6000 Kg/mes → 1 TM = 1000 Kg 6000 Kg = 6 TM/mes

Se toma en consideración la necesidad de brindar facilidad al momento de retirar la materia prima para depositarla dentro del bombo razón por la cual se selecciona arbitrariamente un diámetro interno de 2 m y un diámetro de la boca de salida de 0.3 m para la tolva, ya que este último es la

abertura necesaria para verter el contenido dentro del bombo una vez que es posicionado debajo de dicha boca. Los cálculos necesarios son realizados en función de ecuaciones tipo:

$$X = D/2 - d/2$$

$$\text{Tg } \theta = H1 / X \rightarrow H1 = \text{Tg } \theta * x$$

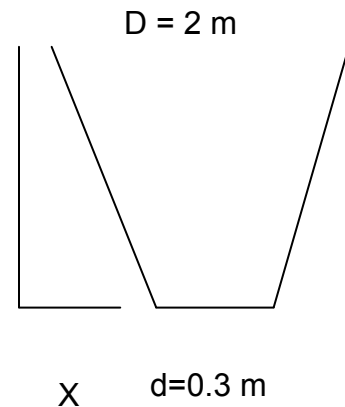
$$V1 = \left(\frac{H1}{3} \right) * (AD + Ad + \sqrt{Ad + AD})$$

$$V_{\text{req.}} = V1 + V2$$

$$V2 = \pi * D^2 * H2 / 4 \rightarrow H2 = (4 * V2) / (\pi * D^2)$$

$$HT = H1 + H2$$

$$HT < 2D$$



Todos los datos obtenidos con la aplicación de las ecuaciones para el diseño de las tolvas de sección circular son listados en una tabla para su fácil visualización (Ver tabla N° 5.2)

En base a los datos tabulados se han diseñado las tolvas con capacidad de almacenamiento de 6.000kg de materia prima en un área de 4m², abarcando un total de 8m² para los 12.000kg que se percibe mensualmente en la planta produciendo un incremento en la productividad al tomar como recurso de comparación el área destinada para el depósito del material. Para promover el orden y la fácil visualización de los dos tipos de material se les asigna un color para cada tolva con el propósito de realizar una diferenciación notoria entre estos. (Ver Figura N° 5.1).

Tabla N° 5.2 Dimensiones de la Tolva

Dimensión	valor
H1	0.74 m
V1	1.23 m ³
V req.	10 m ³
V2	8.77 m ³
H2	2.81 m
HT	3.55 m

Fuente: Elaboración Propia

En el método actual de almacenamiento se disponen de 23 m² que han sido reducidos a 8 m² con la propuesta planteada, con la finalidad de visualizar de forma más simple el incremento de la productividad asociado a la disminución del área se utiliza una tabla para mostrar la información correspondiente. (Ver Tabla N° 5.3)

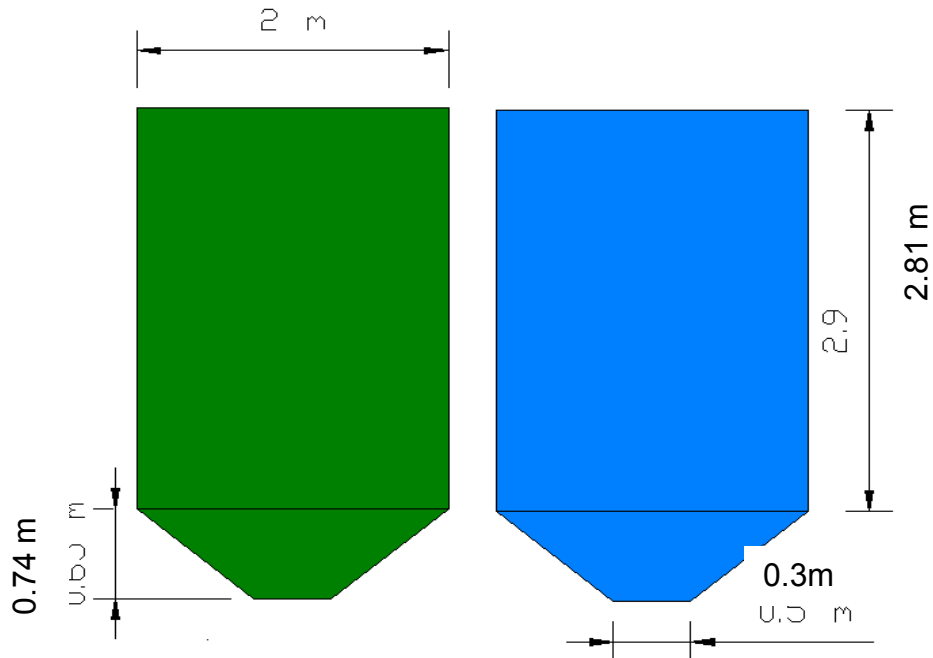
Tabla N° 5.3 Productividad de los Métodos de Almacenamiento de Polímeros

Sistema	Productividad
Actual	247,42kg/m ²
Propuesta	1.333,33kg/m ²

Fuente: Elaboración Propia

Este incremento en la productividad equivale a un 438.89%, al almacenar la misma cantidad de materia prima y disminuyendo el área requerida.

Figura N° 5.1 Vista de frente de las Tolvas para los Polímeros



Fuente: Elaboración Propia

5.3 ELEVADORES DE CANGILONES PARA ALIMENTAR LAS TOLVAS:

Los elevadores de cangilones son los dispositivos más económicos para suministrar la materia prima hacia las tolvas, son más fáciles de diseñar y tienen una mayor durabilidad por ser elaborados en metal, adicionalmente no requieren de esfuerzo físico por parte de los operarios, abarcando un área aproximada de 0.6 m² que es adicional al área destinada para el almacenamiento de la materia prima.

Al igual que para el diseño de las tolvas, se necesita listar una serie de información relacionada al equipo y el material a movilizar. (Ver Tabla N° 5.4)

Tabla N° 5.4. Características de los Cangilones

Cap. total	55 ton / hr
dimensiones	14 x 8 ''
espaciamiento	18''
velocidad	250 pies / min.
Ton. Ref.	0.00348 Ton / hr
Peso especifico	67.56 Lb / pie ³

Fuente: Elaboración Propia

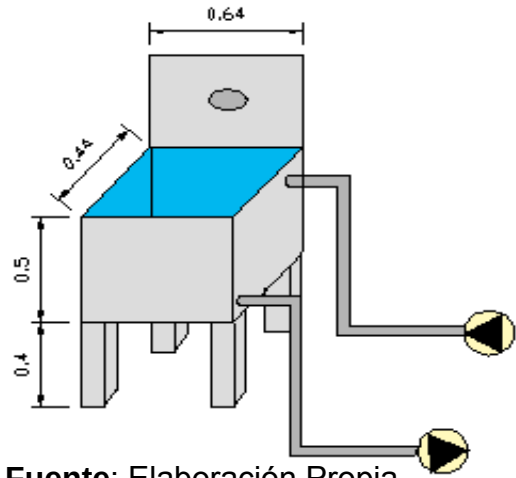
5.3 DISPOSITIVO DE ENFRIAMIENTO PARA MANGOS:

Con la finalidad de facilitar la operación de enfriamiento para los mangos se ha diseñado un dispositivo rectangular de: (64x44x90) cm sobre cuatro bases situadas en los vértices de la estructura, acoplándosele una tubería por la parte inferior de la cavidad contenedora del agua para dirigir el liquido hacia el chiler de la máquina de inyección con el propósito de enfriarla, mientras que una segunda tubería es acoplada en la parte superior del prototipo por medio de la cual se vierte sobre las piezas el agua procedente del chiler; en la parte interior de la estructura rectangular se dispone de la cesta que una vez que ha almacenado un total de 80 unidades esta debe ser sustituida por una nueva. (Ver Figura N° 5.2)

El diseño que solo abarca un total de 0.28 m² genera un aumento en la productividad ya que tanto el área requerida como la cantidad de litros necesarios son menores a los utilizados en el sistema actual, adicionalmente

las dimensiones del dispositivo imposibilita los movimientos de quinto orden. Todos estos beneficios son tabulados en un cuadro comparativo para visualizar de forma más fácil las mejores del dispositivo con respecto al método actual. (Ver Tabla N° 5.5)

Figura N° 5.2. Equipo de Enfriamiento de Mangos



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.5. Cantidad de Área y Litros de Agua Utilizados.

	Área (m ²)	Agua (L)
Sistema actual	1.22	120
Sistema propuesto	0.28	20

Fuente: Elaboración Propia

El acrecentamiento en la productividad se evidencia al aplicar la ecuación correspondiente al dividir los 1400 mangos que se procesan aproximadamente durante la jornada entre los recursos empleados, siendo en este caso el área y los litros de agua empleados, valores que se observan de forma más detallada a través de una tabla (Ver Tabla N° 5.6).

Tabla N° 5.6. Productividad en relación al Área y los Litros de Agua Utilizados

	Productividad (unid./ m²)	Productividad (unid. / L)
Sistema actual	1.147.5	11.67
Sistema propuesto	5.000	70

Fuente: Elaboración Propia

El dispositivo de enfriamiento genera un incremento de la productividad en un 335,73 % al disminuir el área requerida como recurso empleado y en un 499,88 % al disminuir los litros de agua como recurso empleado.

5.4 BOMBO SECADOR:

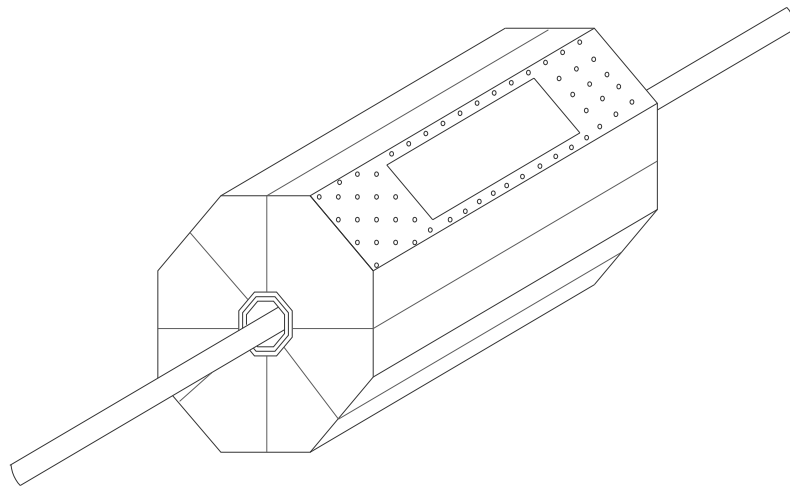
Aprovechando la estructura del bombo se decide proponer la colocación de resistencias en siete de las ocho caras, para producir el calor necesario que permita eliminar la humedad presente en el material, mientras se lleva a cabo la operación de mezclado, consumiendo un tiempo de 15 minutos para cada 60 kg de materia prima procesado; con la incorporación de un termostato que permita graduar la temperatura a la requerida.

El principio de funcionamiento del bombo se conserva, un cuerpo geométrico de ocho caras y dos costados, que gira en torno a un eje central (Ver Figura N° 5.3) dentro del cual se deposita el material a ser mezclado por una compuerta ubicada en el centro de una de las caras y siendo retirado por la parte inferior del equipo disponiendo de un saco en la abertura para verter

el contenido, las modificaciones se limitan en el acoplo de las resistencias en la parte externa del bombo, unidas por cuerpo octagonal con un centro de cobre recubierto por un aislamiento de cerámica situados a los dos costados del dispositivo.

Con la finalidad de dar salida al vapor que se produce durante el calentamiento se realizan orificios de 2 mm de diámetro en la cara en la que se encuentra la tapa. Este diseño evidencia la disminución significativa que existe en comparación del método actual en que se requiere 70 minutos para obtener 60 kg de materia prima mezclado y seco.

Figura N° 5.3. Bombo secador



Fuente: Elaboración Propia

Al bombo se le adicionaran cuatro ruedas para poder desplazar este hasta el área de almacenamiento, y tendrá sujetadores para evitar el movimiento mientras que se encuentra en operaciones.

El aumento de la productividad en el área de secado y mezclado se obtiene al combinar en un mismo equipo ambas operaciones, disminuyendo en un 78,57 % el tiempo necesario para secar y mezclar 60 kg de materia prima lo que se traduce en un incremento del 365,12 % en la productividad.

5.5 RACKS PARA PRODUCTOS TERMINADOS Y PRODUCTOS EN PROCESOS:

Al proponer los racks como sistemas de almacenamiento para los productos tanto en proceso como terminados se tiene como objetivo principal el aprovechamiento del espacio cúbico almacenando la máxima cantidad posible, ya que dadas las circunstancias de inestabilidad con la que se adquieren las materias primas las políticas adoptadas hacen referencia a un alto volumen de estos, sin embargo, se recomienda reestructurar dicha política estableciendo la menor cantidad de productos en proceso pero incrementando la de productos terminados facilitando el almacenamiento de estos en espacios más reducidos y seguros en el caso particular de los productos en procesos que deben ser situados en áreas adyacentes a ensamble y embalaje.

Con la finalidad de identificar los racks y facilitar el acceso a áreas destinadas para estos, se le asigna un color de acuerdo al tipo de producto a almacenar. Lo cual conlleva un mejor ordenamiento de los artículos (Ver Tabla N° 5.7)

Los racks están diseñados para almacenar en cada uno de sus compartimientos una paleta de (1.10 x 1.10 x 0.10), siendo sobre estas donde se depositan en rumas de productos, mientras que los racks para el almacén de productos en proceso se diseñan en función de las cestas de

(0.59 x 0.39 x 0.23) sobre las que se depositan las unidades. Con el propósito de simplificar los cálculos se representa mediante una tabla las dimensiones, color, y cantidades de almacenamiento para cada tipo de rack (Ver Tabla N° 5.7)

La implementación de los racks genera un incremento en la productividad tomando la producción constante y disminuyendo los recursos empleados correspondiendo a las áreas destinadas para el almacenamiento, este aumento puede visualizarse a través de una tabla donde se listan los departamentos involucrados con las áreas actuales y las propuestas indicando la productividad asociada. (Ver Tabla N° 5.8)

Tabla N° 5.7. Características de los racks.

Producto a almacenar	Dimensiones racks	del Cantidad de compartimientos	Color del racks	Total de unidades
Abrazaderas varillas	(5.75 x 1.10 x 4.92)	20	Verde	960
Cepillos	(9.2 x 1.10 x 4.50)	48	Azul	864
Cajetines	(4.6 x 1.10 x 4.68)	24	Rojo	432
Mangos	(3.69 x 0.44 x 1.68)	18	Amarillo	36
Bandejas	(4.92 x 0.44 x 1.68)	24	Naranja	48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.8. Productividad asociada a los sistemas de almacenamiento de los productos en proceso y producto terminado al disminuir las áreas.

Almacén	Área	Área	Productividad	Productividad
---------	------	------	---------------	---------------

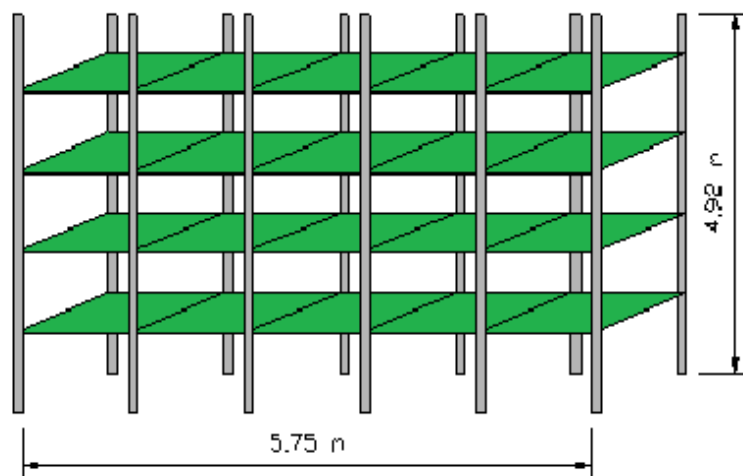
		A m ²	B m ²	A (unid/m ²)	B (unid/m ²)
Producto terminado		33.43	21.51	67.48	104.88
Producto en proceso		21	8.66	4	9.69

Fuente: Elaboración Propia

El aumento de la productividad en producto terminado es de 155.43 % y el de producto en proceso es de 242.25 %

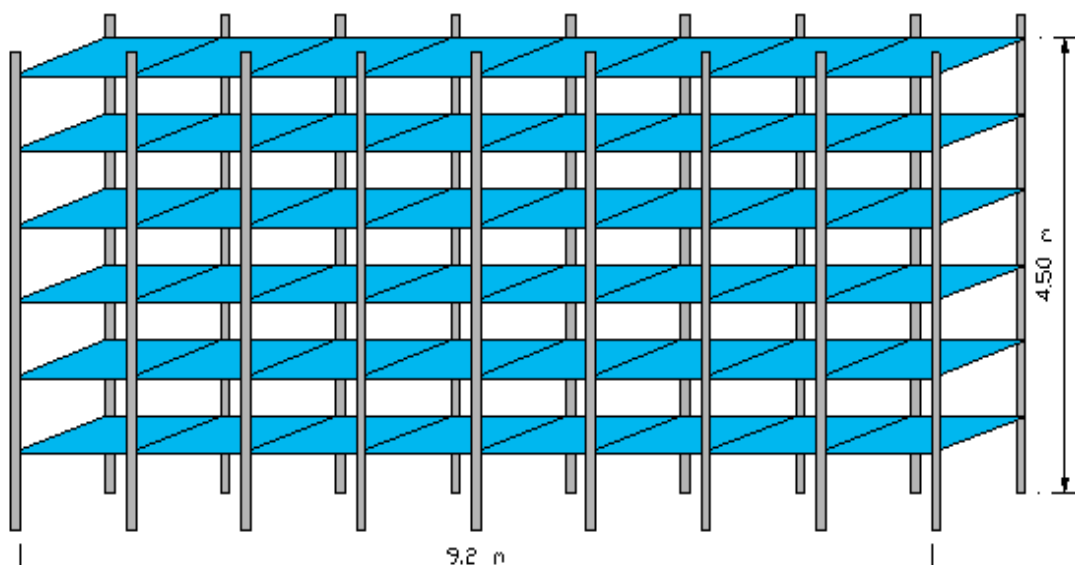
Los racks son ilustrados con el propósito de eliminar cualquier duda en relación al diseño de estos. (Ver Figuras N° 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8)

Figura N° 5.4. Rack para producto terminado de abrazaderas y varillas



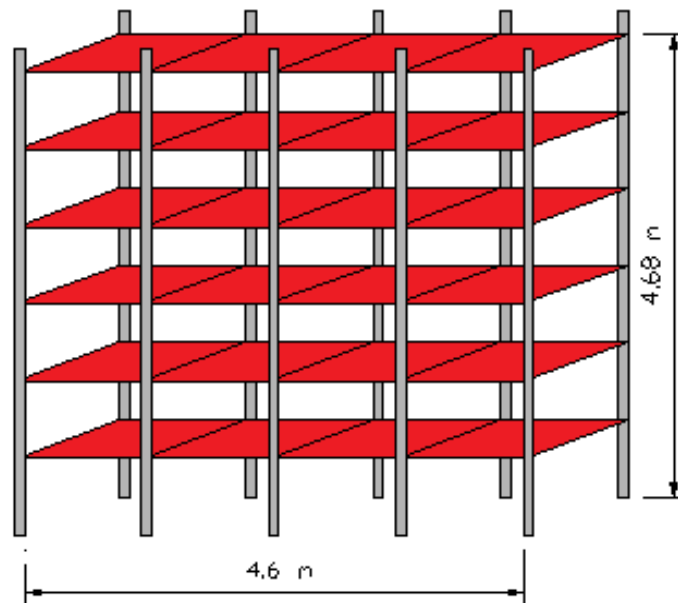
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.5. Rack para producto terminado de cepillos



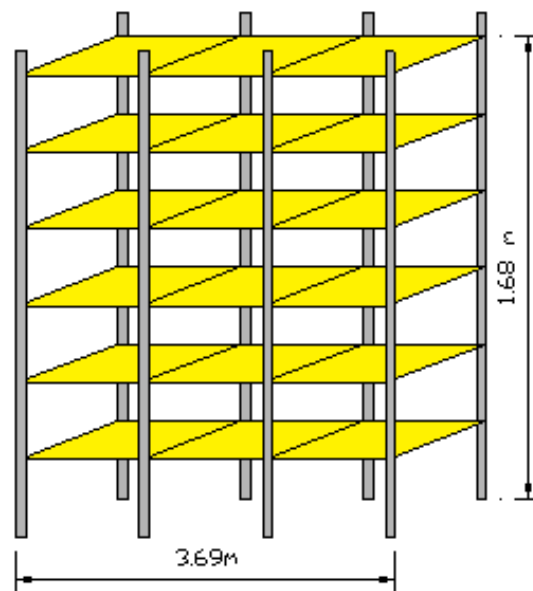
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.6 Rack para producto terminado de cajetines



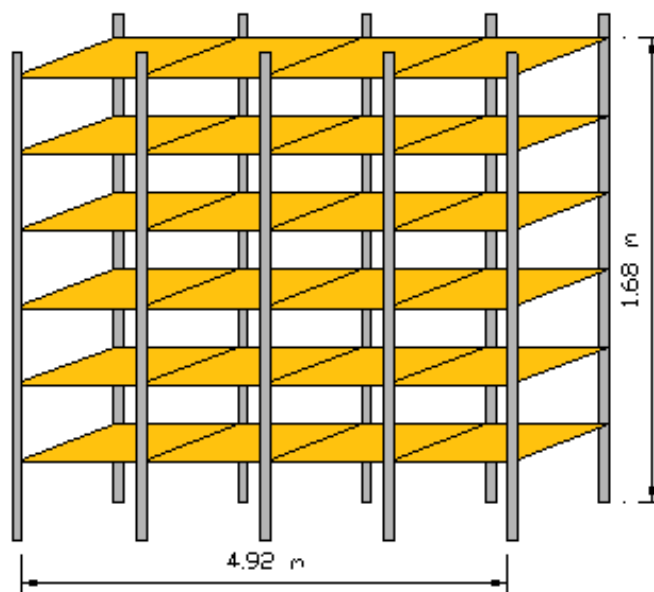
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.7 Rack para producto en proceso de mangos



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.8. Rack para producto en proceso bandejas



Fuente: Elaboración Propia

5.6 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA:

No habiendo diseñado alternativas en cuanto a la distribución de la nueva planta por medio de la aplicación del SLP se ha decidido plantear como propuesta una que maximice el área disponible en función del conjunto de propuestas dotando de un flujo en forme de “U” para los productos elaborados en plástico, disminuyendo el recorrido entre estaciones consecutivas, implantando el orden, así como la delimitación e identificación para cada una de las área de trabajo incluyendo almacenes.

La distribución en planta diseñada ha sido elaborada tomando en consideración el crecimiento futuro de la misma a implementar el montacargas que posee la empresa y que se encuentra actualmente inutilizado, por lo que se han establecidos espacios mínimos requeridos que permitan la circulación del equipo de manejo.

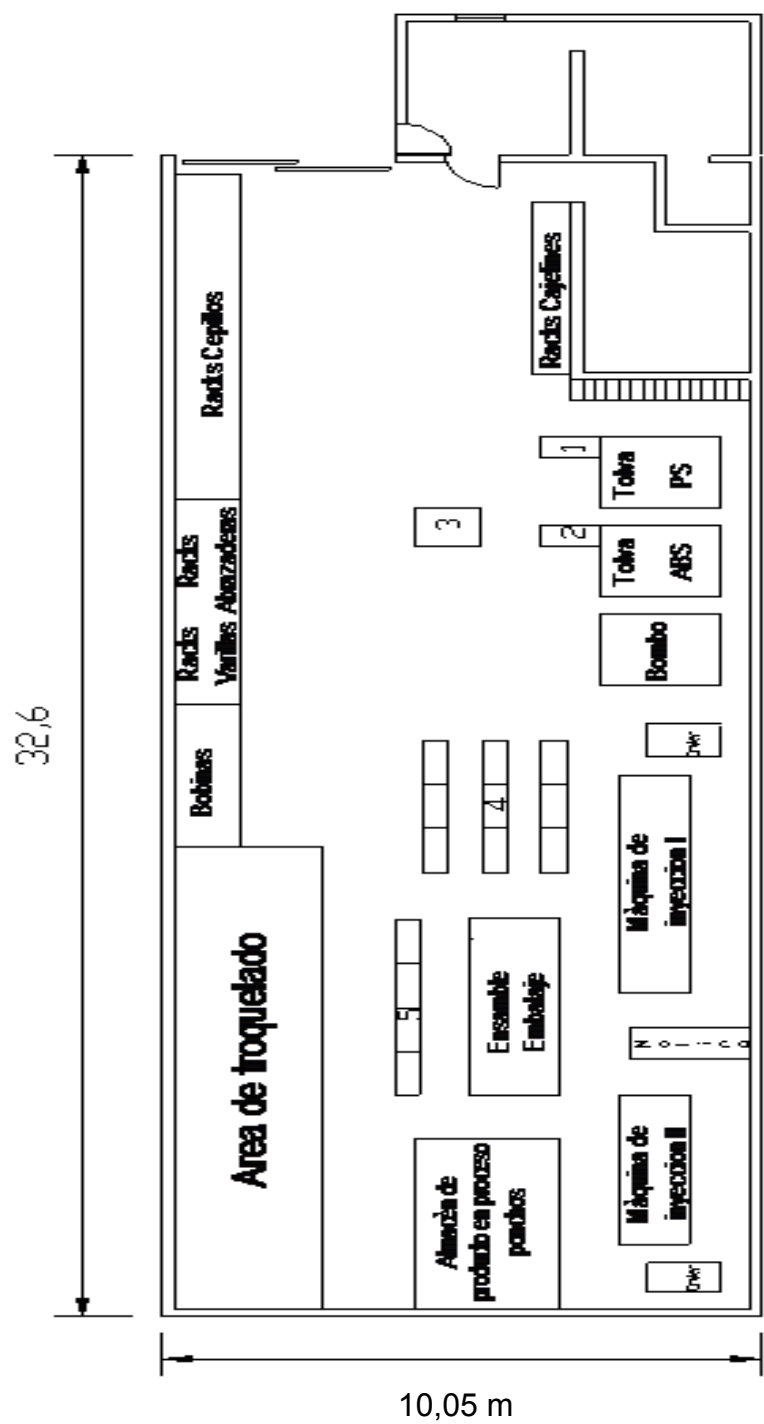
Tabla N° 5.9 Metros actuales y propuestos para la distribución en planta.

Ruta	Partida	Llegada	Actual (m)	Propuesta (m)
1	Recepción	Almacén de MP	17,5	12,05
2	Almacén MP	Mezclado	15,5	2,67
3	Mezclado	Secado	1	0
4	Secado	Inyección	12	3.44
5	Inyección	Molino	15	1,17
6	Molino	Mezclado	18	0
7	Inyección	Almacén PP	9,5	3.06
8	Almacén PP	Ensamble	5	1,2
9	Ensamble	Empaquetado	0	0
10	Empaquetado	Almacén PT1	10	18,83
11	Empaquetado	Almacén PT2	18,5	11,85

12	Almacén PT1	Despacho	19	7,60
13	Almacén PT2	Despacho	4	12,38

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5.9 Propuesta de Distribución en Planta



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI

FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO:

La empresa al tomar la decisión de mudar sus instalaciones a una nueva planta ha designado un monto específico para las mejoras de cada una de las áreas identificadas como las más críticas y sobre las cuales se han diseñado las propuestas, razón por la cual el ahorro generado por cada una de ellas será calculado en base a la diferencia entre el dinero destinado y el costo real en caso de ser implementados.

6.1) Propuesta de mejora para el almacenamiento de los polímeros

Los montos estimados en relación a la fabricación de las tolvas y elevadores de cangilones han sido calculados según referencias internacionales obtenidas vía web a consecuencia de la dificultad al contactar proveedores nacionales, sin embargo estos costos se consideran por encima de los que se podrían adquirir en caso de ser realizados en el interior del país.

Tabla N° 6.1 Costo de los métodos de almacenamiento para polímeros

PROPUESTA	MONTO (Bs.)	CANTIDAD	TOTAL (Bs.)
Tolva de Almacenamiento	4.300	2	8.600
Elevador de Cangilones	7.740	2	15.480
Total			24.080

Fuente: Ver anexo A.1

En cuanto a los costos de mano de obra e instalación la alta de gerencia de la empresa la conforma el grupo familiar, por lo que a la hora de plantear cada una de las propuestas nos especificaron que los mismos son

costos que la empresa absorberá, hemos venido trabajando desde el T.E.L. y siempre nos han acotado eso. En lo único que se incluye costos de mano de obra e instalación está referido a la mudanza como tal de la empresa.

Habiendo destinado la empresa un total de 32.000 Bs. para la implementación de las mejoras en el área de almacenamiento de polímeros se cuantifica un ahorro de 7.920 Bs, ya que se estima un monto total de 24.080 Bs.

La implementación de las tolvas en conjunto con los cangilones disminuye el número de movilizaciones necesarias para identificar y trasladar 60 kg de materia prima desde el almacén hacia el área de mezclado implicando menos tiempo invertido lo que genera un ahorro monetario en las horas hombres utilizadas en comparación al método actual de almacenamiento. (Ver tabla N° 6.2).

Tabla N° 6.2 Tiempos y costos requeridos para movilizar 60 kg de M.P.

Método	N° operaciones	Min/operación	Bs/min.	Bs./ 60 Kg
Actual	3	7	0.101	2.121
Propuestas	1	1	0.101	1.101

Fuente: Elaboración Propia

Recordando que se procesan alrededor de 420 kg de materia prima durante la jornada, este dato debe ser considerado para la estimación del ahorro en Bs/día en relación a la disminución del número de movilizaciones por incrementar la cantidad de kg manipulados (Ver tabla N° 6.3).

En base a lo anterior el ahorro anual por la implementación de las tolvas y cangilones es de 1.713,6 Bs/año, valor que se obtiene al multiplicar el ahorro diario por 420 días laborados al año.

Tabla N° 6.3. Ahorro Diario al Implementar la Propuesta

Método	Bs/kg	Kg/día	Bs/día
Actual	0.03535	420	14.847
Propuesto	0.01835	420	7.707
Ahorro			7.14

Fuente: Elaboración Propia

6.2) Propuesta de mejora para el enfriamiento de los mangos de palustra.

Los costos asociados a la fabricación del dispositivo son listados en una tabla con la finalidad de desglosar cada uno de los elementos requeridos en el diseño. (Ver Tabla N° 6.4)

Aún cuando el costo total estimado es de 2.005 Bs este monto se reduce a 1.170 Bs ya que la propuesta excluye la adquisición de la bomba y el serpentín al acoplar las tuberías a la bomba y chiler de la máquina inyectora generando un ahorro total de 830 ya que se disponían de 2.000 Bs.

Tabla N° 6.4 Costos asociados a la fabricación del equipo de enfriamiento

REQUERIMIENTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)
Cajón de metal	1	1000	1000
Tuberías ½" PVC	1	30	30
Llaves de paso	2	70	140
Bomba	1	470	470
Serpentín	1	365	365
Total			2005

Fuente: Ver anexo

6.3) Propuesta de mejora para el mezclado y secado de la materia prima

Para el costo de inversión del bombo secador solo se requieren de 7 hileras de resistencias de 1m de largo cada una de ellas, las cuales tienen que ser fabricadas a la medida por empresas especializadas en el área, de un termostato para regular la temperatura, cuatro ruedas y dos discos de centro de cobre con aislamiento de cerámica en la que se unen las resistencias, totalizando un monto obtenido a través de una cotización no oficial realizada al el Ing. Electricista con el que trabaja la empresa. (Ver tabla N° 6.5)

Tabla N° 6.5 Ahorro de Bombo Secador

	Bs
Costo destinado	10.000
Costo estimado	3.320

Fuente: Elaboración Propia

En función de los montos anteriores se obtiene un ahorro de 6.680 Bs., ya que para las mejoras en los procesos de mezclado y secado se logro combinar ambas operaciones en un mismo equipo ya existente, agregándole nuevos elementos que permitieron aprovechar la estructura actual del bombo sin requerir una gran inversión ni de rediseños en la estructura. Adicionalmente se puede generar un ingreso estimado de 8.000 bs al vender la secadora que de ser implementada la propuesta no sería necesaria.

6.4) Propuesta de mejora para el almacenamiento de los productos terminados y productos en proceso

Partiendo de datos obtenidos vía web se obtiene que en promedio el costo de racks metálicos de (0.93x 0.40 x 2) m es de 350 Bs., por lo que se decide estimar los costos de los diseños planteados en base a este valor (Ver Tabla N° 6.6)

El ahorro vinculado a las propuestas para el almacenamiento de los productos en procesos y productos terminados es de 750 Bs., ya que se disponían de 50.800 Bs para el diseño del total de 7 racks.

Tabla N° 6.6 Costos de los racks de productos en proceso y productos terminados

PRODUCTO A ALMACENAR	DIMENSIONES DEL RACKS	CANTIDAD DE RACKS	COSTO UNITARIO (Bs.)	COSTO TOTAL (Bs.)
Abrazaderas varillas	(5.75 x 1.10 x 4.92)	36	350	12.600
Cepillos	(9.2 x 1.10 x 4.50)	60	350	21.000
Cajetines	(4.6 x 1.10 x 4.68)	30	350	10.500
Mangos	(3.69 x 0.44 x 1.68) x 3	4 x 3	350	4200
Bandejas	(4.92 x 0.44 x 1.68)	5	350	1.750
TOTAL				50.050

Fuente: Ver anexos

6.5) PROPUESTA DE MEJORA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA NUEVA PLANTA:

Para implementar la propuesta de la distribución en planta es necesario cubrir los costos asociados a la póliza de las maquinarias durante el traslado, el alquiler de la gandola y montacargas y la disponibilidad de operarios para realizar la mudanza, gastos que fueron estimados en 12.000bs y que son listados en una tabla (Ver tabla N° 6.7).

Tabla N° 6.7 Costos de Mudanza

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	COSTO (Bs.)
Póliza de maquinarias	500 Bs/unid	8 unid.	4.000
Alquiler gangola	1.500 Bs/viaje	4 viajes	3.000
Montacargas	250 Bs/hora	8 hora	4.000
4 operarios	54.825 Bs/día	3 días	657,9
Total			11.657,9

Fuente: Elaboración Propia

El ahorro generado es de 342,1 Bs., sin embargo la empresa posee un montacargas que no es utilizado actualmente, y que ha sido tomado en cuenta para la distribución en planta y las propuestas de almacenamiento, por tanto se considera conveniente no contratar un montacargas sino un operario calificado para manipular el ya existen, costo que se estima en 150 Bs. por día. Por lo tanto el monto real de la mudanza se estima en 7.957,9 con un ahorro de 4.042,1 Bs. al comparar el monto presupuestado por parte de la empresa con el monto obtenido a través de la propuesta.

Todas las propuestas planteadas requieren una inversión monetaria inferior al monto estipulado por la empresa, originando de esta forma un proyecto factible.

CONCLUSIONES

Por medio de la descripción y el análisis de la situación actual se pudo determinar que uno de los principales factores causantes de los problemas es la incorrecta utilización de los recursos y la falta del orden, incrementando el número de actividades improductivas relacionadas al manejo de materiales.

Aun cuando el estudio no se enfoca en la cuantificación de la reducción del costo del manejo de materiales por cada unidad a producir se logró determinar el incremento de la productividad al disminuir los recursos empleados en cuanto a tiempo, espacio y número de movilizaciones requeridas en cada área de estudio.

La propensión al cansancio y la fatiga de los operarios en el proceso de enfriamiento y en la manipulación de los sacos desde el almacén de la materia prima hacia la mezcladora pueden ser disminuidas con la implementación de las propuestas ya que estas facilitan la actividad exigida y disminuyen el número de estas requeridas.

Habiendo calculado el aumento de la productividad a través de la disminución de los recursos empleados pero manteniendo constante la producción se obtiene que el dispositivo de enfriamiento genera un incremento en la productividad en un 335,73 % con respecto al área requerida y en un 499,88 % en relación a los litros de agua necesarios, mientras que las tolvas permiten un incremento del 438,89 % al disminuir el área destinada para estas.

El diseño de la distribución en planta fue realizado tomando en consideración la disposición de un montacargas que posee la empresa y que se encuentra actualmente inutilizado, propuesta a la que se le integro el diseño de racks con hasta 4.92 metros para la mejor utilización del espacio cubico y la designación de colores para la fácil identificación de los productos almacenados. El diseñar tomando en consideración el montacargas permite disminuir el esfuerzo físico requerido por parte del operario e incrementar el número de unidades a movilizar.

El aumento de la productividad en el área de secado y mezclado ha sido cuantificado por medio de la disminución en un 78,57% del tiempo invertido en ambas operaciones lo que equivale a un incremento del 365, 12% al mantener fijo la producción y disminuir los recursos, correspondo en este caso al tiempo invertido.

A manera de concluir, las propuestas planteadas permiten un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, adicionalmente contribuyen al bienestar de os operarios al facilitar las operaciones y movilizaciones implicadas en las jornadas diarias de trabajo.

RECOMENDACIONES

Demostrando que las mejoras generan un menor costo del monto destinado para las mismas y producen aumentos significativos en la productividad se recomienda llevar a cabo las propuestas planteadas.

Las distintas propuestas fueron creadas con la finalidad, de entre otras, a mantener el orden a lo largo de la empresa razón por la cual se recomienda implementar la filosofía de las 9's que además de mejorar la limpieza y organización de los puntos de trabajo permite crear un ambiente adecuado de trabajo.

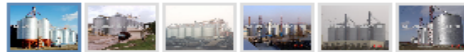
Aun cuando la empresa dota a sus operarios de equipos de protección personal, se recomienda realizar estudios relaciones a la seguridad en el trabajo así como lo referente al área de la ergonomía con la finalidad de resguardar el bienestar del personal.

La implementación de la estandarización en los procesos es recomendable para la eliminación de aquellas actividades que no agregan valor al proceso de producción.

Anexo N° A.1.Costos de silos en china

[Inicio](#) > [Agricultura](#) > [Maquinaria y equipo de granja](#) > [Silos](#) > [Silo de acero](#)

Los Detalles de Productos son traducidos para tu comodidad por medio de herramientas de idioma.
En cuanto a más detalles exatos , haz clic aquí para la versión en inglés.



Silo de acero

Lugar del origen: **Tianjin China**

Precio Fob: **FOB Tianjin US\$ 1000~1000000**

Puerto: **Tianjin**

Condiciones de pago: **L/C,T/T**

Cantidad de orden mínima: **1 Set/Sets**

Capacidad de la fuente: **1000 Set/Sets per Año**

Paquete: **Ninguna caja del embalaje o de madera**

Plazo de expedición: **30 días o 15 días**

Marca: **hxt**

Los silos de acero se hacen de las hojas de acero galvanizing de la inmersión caliente, que son 275g/m2,350g/m2 o 400g/m2, los silos son aviliable diseñar según la petición de los clientes.

Hay refuerzo interior o los refuerzos del exterior en cuerpo del silo, dependen del uso de los granos, si los granos se utilizan como semillas para crecer, nosotros elegirán los refuerzos exteriores para el cliente, encajonan los refuerzos interiores romperán las semillas.

La capacidad de los silos de acero es a partir de 5 toneladas a 10000tons, si la memoria es grande, nosotros

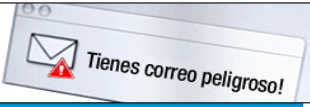
Fuente: www.Htx.en.alibaba.com

Anexo N° A.2. Costo de rack

 [Inscripción](#) [Preguntas](#) [Home](#) [Vender](#) [Mi Cuenta](#) [Mapa del Sitio](#) [Entrar](#)

Navegar	Vender	Buscar	Mi MercadoLibre	MercadoPago	Comunidad	Ayuda
-------------------------	------------------------	------------------------	---------------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------

Buscar: [Ir](#)

¡No permitas que te roben tus datos! 

ESTANTES METÁLICOS

[Servicios](#) → [Mantenimiento del Hogar](#) → [Herrería](#) Artículo: #21454183



[2 Fotos]
Haz clic en la foto para ampliarla

FREDYPD (27) 

Puntaje del vendedor: 27
100% calificaciones positivas (0% negativas)
Miembro desde: 29/10/2007 | [Ver reputación](#)

Zona de cobertura:
Barcelona

Teléfono: (0424)8831242 [ver e-mail](#)
(0281)9902745

Dirección: Av Municipal, sector El Elevado, Al lado de Toyopuerto
Código Postal: 6023
Localidad: Puerto La Cruz Estado: ANZOATEGUI
Frente al Centro Comercial REGINA

Precio: BsF 350.00
Contactar: [Hazle una pregunta al anunciante](#) [Contratar](#)

[Inscríbete gratis aquí](#) [¿Cómo Contratar?](#) [¿Cómo Anunciar?](#) [¿? Ver preguntas](#) [Seguir de cerca este aviso](#) [Enviar este aviso a un amigo](#)

Fuente: www.mercadolibre.com

Anexo N° A.3. Costo de bomba de agua

 [Inicio](#) [Inscribite](#) [Vender](#) [Mi MercadoLibre](#) [Ayuda](#)

[Buscar](#)

[Volver al listado](#) [Electrodomésticos](#) → [Pequeños Electrodomésticos](#) → [Otros](#)



Bomba De Agua Periferica Envio Gratis

Precio actual: **BsF 470⁰⁰** (Artículo nuevo) [Subasta](#)

Ubicación: Yaracuy (Yaracuy)

Finaliza en: 3d 14h (02/05/2010 08:35)

Ofertas: 0

[Ofertar](#)

Tu compra está protegida. [Ver condiciones](#)

Conoce al vendedor

[GGELECTRICMOTORS](#)

Reputación: **Vendedor nuevo**

[Hacer una pregunta al vendedor](#) | Publicación #23722703 - [Denunciar](#)

MercadoLibre no vende este artículo, no fija su precio y no participa en ninguna negociación, venta o perfeccionamiento de operaciones. Sólo se limita a la publicación de anuncios de sus miembros.

Fuente: www.mercadolibre.com

Anexo N° A.4 Costo de serpentín

Pago? ¡MIRA EL NUEVO VIDEO! ▶

[Inicio](#) [Inscríbete](#) [Vender](#) [Mi MercadoLibre](#) [Ayuda](#)

[Volver al listado](#) [Accesorios para Vehículos](#) [Repuestos para Carros](#) [Caja y Transmisión](#) [Cajas](#)



SERPENTINES PARA CAJAS AUTOMATICAS 4 TUBOSCON KITS IMPORTADO

Serpentines Para Cajas Automaticas 4 Tuboscon Kits Importado

Precio: **BsF 365⁰⁰** (Artículo nuevo)

Acepta **MercadoPago** Depósito Bancario - ¿Qué es?

[Caracas](#)

Tu compra está protegida. [Ver condiciones](#)

Conoce al vendedor

INTERMOVIE4

Reputación: [Más Información](#)

[Hacer una pregunta al vendedor](#) | Publicación #20624076 - [Denunciar](#)

MercadoLibre no vende este artículo, no fija su precio y no participa en ninguna negociación, venta o perfeccionamiento de operaciones. Sólo se limita a la publicación de anuncios de sus usuarios.

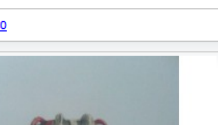
Fuente: www.mercadolibre.com

Anexo N°A.5 Costo de llave de paso ¾"



[Inicio](#)
[Inscríbete](#)
[Vender](#)
[Mi MercadoLibre](#)
[Ayuda](#)

[Volver al listado](#)
[Industrias](#) → [Construcción](#) → [Materiales](#)



Llave De Paso 3/4 Bronce

Precio: **BsF 70⁰⁰** (Artículo nuevo)
Ubicación: Miranda (San Antonio)
Vendidos: 0

Tu compra está protegida. [Ver condiciones](#)

Conoce al vendedor

[SUSYPITA2007](#)
Reputación:[Más Información](#)

Fuente: www.mercadolibre.com

Anexo A.6 Costo de termostato

Publica TU producto

[Inicio](#) [Inscribete](#) [Vender](#) [Mi MercadoLibre](#) [A](#)



[Volver al listado](#) [Industrias -> Construcción](#)



Termostato

Precio: **BsF 129⁹⁹** (Artículo nuevo)

Acepta [MercadoPago](#)   - [¿Qué es?](#)

Ubicación: Carabobo (Valencia)

Vendidos: 2 [¿Qué dijeron sus compradores?](#)

Finaliza en: 3d 10h (03/05/2010 08:10)

Tu compra está protegida. [Ver condiciones](#)

Conoce al vendedor

[EUROFRIO](#) 

Reputación:  [Más información](#)

Fuente: www.mercadolibre.com

BILIOGRAFÍA

Acuña, M. (2002). *Como se elabora el proyecto de investigación*. (6ta edición). Venezuela: Caracas.

Arcay C. (2005). *Guía de Conceptos de Metodología de la Investigación*. Universidad de Carabobo, Bárbula.

Arteaga Y. (2009). *Propuestas de un Plan de Mejoras en el Sistema de Manejo de Materiales para Reducir los Costos de Producción de la Empresa Chrysler de Venezuela*. Universidad de Carabobo.

Burgos, F. (1999). *Ingeniería de Métodos, Calidad-Productividad*. (2da edición). Universidad de Carabobo Valencia, Venezuela.

Cedeño J. y García L. (2006). *Mejoras de los métodos de trabajo en el área de mecanizado de una empresa transformada de aluminio caso: RUDELCA*. Universidad de Carabobo.

De Freitas J. y Morales Yohanna (2009). *Propuestas de Mejoras en los Métodos de Trabajo de una Empresa Fabricante de Muebles para Peluquería Caso: FABRIMPEL C.A.* Universidad de Carabobo.

Feld W. (2001). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques and How to use Them*. St. Luice Press, Boca Raton. Estados Unidos.

Gómez E. y Núñez S. (1990) *Plantas Industriales (Aspectos Técnicos para el Diseño)* Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Gómez E. y Rachadell E. (2003) *Manejo de Materiales*. Universidad de Carabobo

Graterol R. (2005) *Control Estadístico de Proceso (1era edición)* Universidad de Carabobo Valencia-Venezuela.

Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo LOPCYMAT (2005). Asamblea Nacional. *Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo*. República Bolivariana de Venezuela.

Mejía R. y Venniro J. (2009). *Mejora del Sistema de Manejo de Materiales de la Flota de Montacargas Caso: Alimentos Berrios C.A.* Universidad de Carabobo.

Muter R. (1980) *Systematic Handling Analysis*

Niebel B. (1988). *Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos*. Tercera Edición, Editorial Alfaomega.

Parra A. (2009). *Propuestas de mejoras de manejo de materiales en las líneas de latonería y pintura de Chrysler de Venezuela L.L.C.* Universidad de Carabobo.

Patiño M. y Wilson Y. (2006). *Mejoras en los métodos de trabajo en la línea de ensamble de asientos para Explorer U251 en la empresa LEAR DE VENEZUELA C.A.*, Universidad de Carabobo.

Quesada G. (2009, Marzo). *Lean Manufacturing*.
[Revisado el 20 de Noviembre de 2010] de <http://grupokaizen.com>

Rodríguez E. *Ergonomía 1*. (2007). Serie cuadernos de Ingeniería Industrial. Universidad de Carabobo. Venezuela.