



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORA EN EL SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES  
EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REJILLAS PEATONALES DE ACERO  
“GRATING”**

**CASO: REMECA, C.A.**

**Tutor Académico:**

Gómez, Ezequiel

**Autores:**

Materazzi, María G.

C.I.: 19.756.433

Muñoz, Paula M.

C.I.: 18.241.771

Bárbula, noviembre de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTAS DE MEJORA EN EL SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES  
EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REJILLAS PEATONALES DE ACERO  
“GRATING”**

**CASO: REMECA, C.A.**

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

Línea de Investigación: Innovación Tecnológica

**Tutor Académico:**

Gómez, Ezequiel

**Autores:**

Materazzi, María G.

C.I.: 19.756.433

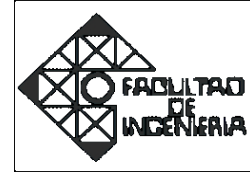
Muñoz, Paula M.

C.I.: 18.241.771

Bárbula, noviembre de 2012



Universidad de Carabobo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial



### CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “PROPUESTAS DE MEJORA EN EL SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REJILLAS PEATONALES DE ACERO “GRATING” CASO: REMECA, C.A.”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación Innovación Tecnológica del Departamento de Métodos, presentado por los Bachilleres Materazzi María, C.I. 19.756.433 y Muñoz Paula, C.I. 18.241.771 a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado, por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día jueves 29 de noviembre de 2012, a las 8:30 am, para que los autores lo defendieran en forma pública, lo que éste hizo, en el Salón “Sala de Conferencias”, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Pregrado.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, el 29 de noviembre de 2012, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Tutor, Prof. Ezequiel Gómez.

Firma del Jurado Examinador

Prof. Ezequiel Gómez

Presidente del Jurado

Prof. María Angélica Salama

Miembro del Jurado

Prof. Andrés Giménez

Miembro del Jurado

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por regalarme la salud y la fortaleza para asumir los retos y sobre todo por poner en mi camino a personas admirables que contribuyeron de diversas maneras en el cumplimiento de este logro.

A mis padres quienes con el ejemplo han inculcado en mí la herramienta más valiosa para conseguir mis metas, la perseverancia. Gracias a ustedes por el apoyo incondicional y la Fe en mí.

A mis hermanos, por la compañía cerca o lejos y sobre todo por la paciencia que siempre han tenido con su hermana menor.

A mi familia porque con su ánimo cualquier obstáculo se vuelve fácil de superar, o al menos más divertido.

A mis fieles amigos, porque han demostrado que los momentos buenos y los malos son mejores si se comparten.

A René, un profesor inspirador que me contagió la curiosidad por la lectura, no existe un mejor regalo.

A mi compañera de tesis y sobre todo mi amiga a través de los años, Paula, gracias por asumir este compromiso conmigo y por todo lo que me has enseñado sin darte cuenta.

A nuestro tutor académico, Ezequiel Gómez por guiarnos con paciencia a través de este aprendizaje.

Al personal de la empresa Remeca, C.A por abrirnos las puertas y confiar en nosotras como profesionales.

A todo el personal de la Universidad de Carabobo, especialmente a los docentes que con dedicación contribuyeron en mi formación.

**María Gabriela Materazzi R.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por la salud que me brindas para enfrentar cada reto de la vida con ánimo, gracias por todas las experiencias que colocas en mi camino.

A mis padres, que de maneras tan diferentes me enseñan todos los días a ser una persona responsable y dedicada, la constancia es la clave para llegar a cumplir los sueños, los quiero.

A mi querido hermano, gracias por todo tu apoyo y por brindarme ánimo para seguir adelante, este momento también te pertenece.

A Julio César, gracias por creer en mí, tus palabras siempre en el momento indicado y por permitirme ser yo cuando estoy contigo.

A mí adorada familia, cerca o lejos pero siempre presentes en mi vida, los quiero y admiro, sencillamente gracias por siempre estar.

A mis amigos, por compartir los momentos difíciles, los tragos amargos de la vida se pasan mejor si estas acompañado de personas queridas.

A mí querida compañera de tesis "Mate", gracias por la paciencia y la dedicación en este proyecto, pero sobretodo por los años de amistad que cosechamos durante esta etapa, que sean muchos más.

A Jeniree, tantas experiencias y retos que juntas hemos logrado, gracias por todos estos años de amistad incondicional y por toda la ayuda prestada para este proyecto.

A toda la familia Cardoza y el personal de la empresa Remeca C.A, por abrirnos las puertas y por la confianza que depositaron en nosotras.

A nuestro tutor Ezequiel Gómez, por ser nuestro guía en el camino de esta experiencia.

A los profesores de la Universidad de Carabobo, que dentro o fuera del salón de clases dejaron plasmadas sus enseñanzas.

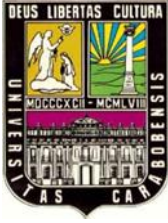
**Paula María Muñoz U.**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO I.</b> .....	<b>7</b>
<b>EL PROBLEMA</b> .....	<b>7</b>
<b>I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>7</b>
<b>I.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	<b>11</b>
<b>I.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>11</b>
I.3.1 Objetivo general .....	11
I.3.2 Objetivos específicos.....	12
<b>I.4 JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>I.5 ALCANCE</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II.</b> .....	<b>15</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>II.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>II.2 BASES TEÓRICAS</b> .....	<b>16</b>
II.2.1 Manejo de materiales .....	16
<b>II.2.2 Logística</b> .....	20
II.2.3 Concepto de almacenaje.....	20
II.2.4 Mejoras Continuas.....	22
II.2.5 Control visual.....	23
<b>II.2.6 Análisis sistemático de manejo de materiales (SHA)</b> .....	24
II.2.7 Diagrama causa-efecto .....	29
II.2.8 Diagrama de Pareto.....	30
<b>II.3 BASES LEGALES</b> .....	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO III.</b> .....	<b>33</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>33</b>
<b>III.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>33</b>
<b>III.2 UNIDAD DE ANÁLISIS</b> .....	<b>34</b>
<b>III.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> .....	<b>34</b>
III.3.1 Fuentes de información directa .....	35
<b>III.3.2 Fuentes de información indirecta</b> .....	35

<b>III.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>36</b>
<b>III.5 FASES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>37</b>
III.5.1 FASE I: Descripción y Diagnóstico de la situación actual de la empresa. ....	37
III.5.2 FASE II. Análisis de la situación actual.....	37
III.5.3 FASE III. Propuestas de mejora .....	38
III.5.4 FASE IV. Impacto económico de las propuestas de mejora .....	38
<b><i>CAPÍTULO IV.....</i></b>	<b>40</b>
<b><i>DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</i></b>	<b>40</b>
<b>IV.1 DEFINICION DEL AREA EN ESTUDIO .....</b>	<b>40</b>
<b>IV.2 PRODUCTO.....</b>	<b>44</b>
<b>IV.3 MATERIALES.....</b>	<b>47</b>
IV.3.1 Descripción de los Materiales.....	48
<b>IV.4 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....</b>	<b>50</b>
IV.4.1 Equipos y Herramientas de Procesos.....	50
IV.4.2 Equipos de Manejo de Materiales.....	53
<b>IV.5 ÁREA DE TRABAJO.....</b>	<b>55</b>
<b>IV.6 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES PRODUCTIVAS.....</b>	<b>56</b>
<b>IV.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ÁREA DE PROCESOS DE LA EMPRESA REMECA, C.A. ....</b>	<b>60</b>
IV.6.1 Descripción de cargos del personal del área de procesos, REMECA, C.A.....	60
<b><i>CAPÍTULO V.....</i></b>	<b>64</b>
<b><i>ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</i></b>	<b>64</b>
<b>V.1 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO .....</b>	<b>64</b>
V.1.1 Variables que fundamentan el diagrama Causa-Efecto.....	66
V.1.2 Priorización .....	66
<b>V.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>68</b>
<b>V.6 DIAGRAMA DEL PROCESO.....</b>	<b>71</b>
<b>V.7 FLUJO DE ENTRADA – FLUJO DE SALIDA .....</b>	<b>74</b>
<b>V.8 ANÁLISIS DE LAS RUTAS .....</b>	<b>76</b>
<b>V.10 DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS .....</b>	<b>82</b>
<b><i>CAPÍTULO VI.....</i></b>	<b>85</b>
<b><i>PROPUESTAS DE MEJORA.....</i></b>	<b>85</b>

<b>VI.1 REDISTRIBUCION DE LA PLANTA .....</b>	<b>85</b>
VI.1.1 Redistribución de áreas de almacén.....	85
VI.1.2 Secuencia de operaciones y flujo de materiales.....	90
<b>VI.2 NORMALIZACION DEL SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES ENTRE OPERACIONES .....</b>	<b>91</b>
VI.3 SISTEMA DE ELEVACION PARA REJILLAS.....	94
<b>VI.4 ACCESORIO PARA MONTACARGAS .....</b>	<b>97</b>
<b>VI.5 DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE UN TRASLADO EN ALAMBRON TORSIONADO Y PRODUCTO TERMINADO .....</b>	<b>99</b>
<b><i>CAPÍTULO VII.....</i></b>	<b><i>108</i></b>
<b><i>ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO .....</i></b>	<b><i>108</i></b>
<b>VII.1 ESTIMACION DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LAS PROPUESTAS DE MEJORA.....</b>	<b>108</b>
VII.1.1 Re-distribución de la planta.....	108
VII.1.1.5 Parada de planta planificada.....	111
VII.1.2 Accesorio para montacargas.....	112
VII.1.3 Dispositivo de traslado de alambón torsionado y producto terminado .....	113
VII.1.4 Stock de reposición de piezas.....	113
<b>VII.2 ESTIMACION DE AHORROS ASOCIADOS AL PLAN DE MEJORA.....</b>	<b>114</b>
VII.2.1 Ahorros Cuantitativos.....	114
VII.2.1.1 Ahorros percibidos por la re-distribución de planta .....	114
VII.2.1.2 Ahorros percibidos por estandarización del accesorio del montacargas.....	115
<b>VII.2.1.3 Ahorros estimados con la implementación de un Dispositivo de traslado de alambón torsionado y producto terminado .....</b>	<b>116</b>
VII.2.1.4 Ahorros asociados a la utilización del espacio vertical .....	117
VII.2.2 Ahorros Cualitativos .....	118
<b>VII.3 ESTIMACION DE LOS COSTOS MENSUALES.....</b>	<b>118</b>
<b>VII.4 EVALUACION ECONÓMICA DEL PROYECTO .....</b>	<b>119</b>
<b><i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i></b>	<b><i>121</i></b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>121</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>123</b>
<b><i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</i></b>	<b><i>125</i></b>



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTAS DE MEJORA EN EL SISTEMA DE MANEJO DE  
MATERIALES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE REJILLAS  
PEATONALES DE ACERO “GRATING”**

**CASO: REMECA, C.A.**

**Autores:**

**Tutor académico:**

Ing. Ezequiel Gómez

Materazzi, María G.

Muñoz, Paula M.

**RESUMEN**

El presente Trabajo Especial de Grado se desarrolló en la empresa Remeca, C.A en Valencia teniendo como propósito principal el planteamiento de mejoras orientadas hacia la reducción de desperdicios en el sistema de manejo de materiales asociado al proceso de fabricación de rejillas peatonales de acero. La investigación parte del diagnóstico de la situación actual estudiando y describiendo las debilidades halladas en el sistema a través de la observación directa. Una vez detectadas las fallas relacionadas con el objeto de estudio, se realiza el análisis sistemático de manejo de materiales determinando las variables que afectan el sistema y el grado de incidencia de cada una con el fin de analizar los resultados y llegar a la causa raíz de las debilidades. Finalmente como parte de las propuestas de mejora se plantea la redistribución de la planta y el uso de sistemas que eliminen el manejo de materiales manual y permitan ahorros cuantitativos para la empresa, mejorando el uso de los recursos y realizando un aporte al plan de mejora continua de la misma, alcanzando de esta manera los objetivos propuestos en el presente trabajo.

Palabras Clave: Mejoras, Manejo de Materiales, Remeca C.A.

## INTRODUCCIÓN

Remeca, C.A es una empresa dedicada a la fabricación de productos metalmecánicos, especialmente de rejillas de acero con una trayectoria de 14 años en el mercado Venezolano. Cuentan con la certificación de la norma ISO 9001-2008 por lo que se invierte tiempo y recursos en la búsqueda de las mejoras continuas de los procesos, orientadas a contribuir con ese plan de mejoras continuas se pretende estudiar a fondo el sistema de manejo de materiales en la línea de producción de rejillas peatonales de la empresa a través del Análisis Sistemático de Manejo de Materiales (SHA), abarcando variables de incidencia en el mismo como los equipos utilizados, la distribución de la planta y los métodos de manipulación de materia prima y producto terminado.

El presente Trabajo Especial de Grado tiene como propósito plantear propuestas pertinentes que conlleven a la reducción de desperdicios asociados al sistema de manejo de materiales y mejorar la eficiencia del mismo.

Para el lograr los objetivos planteados se desarrollaron los siguientes capítulos:

Capítulo I: Plantea la situación problemática que se pretende estudiar en función de la observación directa, se establece el objetivo principal y específicos que se persiguen mediante el desarrollo de la investigación, así como también la justificación, el alcance y las limitaciones del proyecto.

Capítulo II: Se presentan las teorías en las cuales se fundamento el estudio, haciendo la debida referencia a los autores responsables.

Capítulo III: Explica la metodología empleada mediante el tipo y nivel de la investigación, la unidad de análisis, las fuentes y técnicas de recolección de información conjuntamente con sus técnicas de procesamiento y análisis, además de las fases que siguió la investigación.

Capítulo IV: Consiste en la descripción detallada de la situación actual de la empresa definiendo el proceso, equipos y herramientas utilizados, mano de obra calificada, el área donde se desarrollan las actividades, las características del producto terminado y la materia prima.

Capítulo V: Se aplicó la metodología SHA con el fin de identificar y cuantificar los desperdicios existentes relacionados al sistema de manejo de materiales y las causas que lo originan.

Capítulo VI: Se proponen las alternativas que fomentan la disminución de los desperdicios presentes en el sistema de manejo de materiales profundizando en los diseños.

Capítulo VII: se determina la factibilidad económica de las propuestas planteadas y la tasa interna de retorno. Además se presentan las conclusiones del trabajo, las recomendaciones que se sugieren para la posible implementación de este proyecto y la bibliografía utilizada.

## **CAPÍTULO I.**

### **EL PROBLEMA**

#### **I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el área industrial se procura invertir recursos en el análisis y evaluación de los sistemas de producción y los procedimientos que se llevan a cabo en las empresas, el resultado de esta evaluación es el diagnóstico de la situación actual de las operaciones en estudio y su función es darle solución a determinados problemas así como también prevenir situaciones que podrían representar un inconveniente en el futuro; plantear métodos alternativos de trabajo y perseguir la mejora general del área sometida a evaluación.

Esto representa un reto para cualquier ente que se disponga a analizar y utilizar la información obtenida con el fin de retroalimentarse ya que los que están en la búsqueda de mejoras continuas, deben tomar en cuenta que aunque los métodos actuales sean apropiados y hagan de la empresa un ente productivo y competitivo, se puede incursionar en una forma más adecuada de realizar las operaciones con el propósito de percibir beneficios asociados a la minimización de desperdicios y costos de las operaciones inherentes a los procesos pero que no agregan valor a las expectativas que tiene el cliente sobre el producto final.

Remeca, C.A es una empresa destinada a la fabricación de rejillas peatonales, también conocidas como “Rejillas Grating” las cuales representan aproximadamente el 90% de su producción total quedando el porcentaje restante a la línea de abrazaderas industriales, rejillas vehiculares y peldaños normalizados, esta industria cuenta con un galpón de 1.600

metros cuadrados sobre los cuales está distribuida la maquinaria que interviene en una serie de procesos de transformación del acero que dan origen a su gama de productos terminados, cuenta con la certificación internacional ISO 9001, uno de los compromisos adquiridos al momento de recibir esta certificación es la revisión anual del proceso y el reajuste del mismo orientado hacia la mejora continua y la búsqueda de la calidad.

Es ante esta premisa que la eliminación de desperdicios asociados con el sistema de manejo de materiales que se lleva a cabo en todo el proceso de fabricación de rejillas peatonales, tomando en cuenta las diferentes etapas y elementos que intervienen en la producción de las mismas desde la descarga, almacenaje de materia prima, pasando por la clasificación y resguardo del producto terminado hasta su posterior despacho, requieren de un análisis exhaustivo que deje en evidencia aquellas actividades englobadas en el sistema de manejo de materiales que se alejan de la eficiencia y productividad, de manera que se comprendan, reconozcan y desarrollen las oportunidades de mejora.

Desde hace poco menos de un año la empresa Remeca, C.A está manejando volúmenes mayores de materia prima dada la escasez de pletinas de acero al carbono en el país. Deben pedir cuando consigan, cantidades suficientes que permitan abastecer el inventario hasta la próxima fecha de orden programa, con el fin de no interrumpir el proceso de producción y así no verse afectados por aumentos de precios inesperados.

Es por esto que el espacio antes destinado a las funciones de almacén se volvió insuficiente, se apilan los atados de pletinas uno encima de otro en diferentes rumas sobre el piso sin seguir un proceso normalizado, afectado así el flujo de los operarios en el área de producción y generando recorridos innecesarios ya que generalmente el área de almacén está

copada, por lo que el operario ejecuta un re-trabajo almacenando transitoriamente en sitios improvisados por unos días, para después pasar la materia prima al área definitiva cuando esta se desocupe.

Los productos en proceso y terminados tampoco tienen una ubicación que se considere fija debido a que ninguno de los productos está debidamente identificado, por lo que se percibe confusión en el ambiente de trabajo al momento de la recepción, almacenamiento, selección de la materia prima a usar y despacho de la mercancía ya que el montacarguista no reconoce rápidamente donde ubicar los productos.

Por políticas de los proveedores y aunado a la incertidumbre actual sobre los despachos de acero, no se tiene control sobre las horas y fechas de recepción de materia prima, ya que mientras haya disponibilidad de material esta operación puede llegar a realizarse en promedio 6 veces al día con una duración de aproximadamente una hora y media por descarga, en cada descarga los atados se transportan uno a uno desde el único portón del galpón, recorriendo una distancia de aproximadamente 30m hasta el área de almacenaje, esta operación repetitiva y la falta de designación de espacio planteada con anterioridad, traen consigo pérdidas de tiempo y sobre recorridos tanto del material como del operario que maneje el montacargas infringiendo así con un principio fundamental del manejo de materiales, el principio del “peso muerto”. Esta operación es considerada riesgosa ya que por el peso de la unidad de carga, la longitud, el área estrecha por la cual transitan y la altura a la cual el montacargas debe transportar las pletinas, estas se balancean de forma inestable hasta la zona de almacenaje, exponiendo al montacarguista y a los operarios cuyos puestos de trabajo se encuentran en las adyacencias del pasillo principal, a cualquier riesgo asociado a esta operación. Si bien se sabe que la planta no se detiene durante las múltiples recepciones de materia prima diarias, existe una

desmejora en el rendimiento de los trabajadores pues desvían su atención y reducen la velocidad en sus labores, para estar prevenidos durante esta operación, generando retrasos y re-trabajo de piezas.

Otras de las operaciones también relacionadas al manejo de materiales que muestran debilidades son los traslados de las pletinas del proceso corte al de troquelado y del troquelado a las mesas de conformación respectivamente. En la primera, después del corte arrojan al piso las pletinas, por lo que los operarios del troquelado deben recogerlas, transportarlas en un dispositivo con ruedas al que denominan “carro de carga” y realizan esa operación de carga y descarga entre el dispositivo, el piso y el troquel más de tres veces sucesivas.

En el segundo traslado de las pletinas desde el troquel hasta las mesas de conformación y soldadura, los dos soldadores las recogen del piso en grupos de 10 y las trasladan sobre sus hombros a la mesa de conformación, esta operación se realiza en promedio 112 veces al día generando a su vez una operación de retorno excesivo.

Las situaciones críticas descritas anteriormente están estrechamente relacionadas al incremento en el volumen de insumos manejados y de la producción, que ha puesto en descubierto las debilidades del sistema de manejo de materiales demostrando que se transgreden los siguientes principios fundamentales del mismo: Principio de la planificación, Principio del flujo de materiales al no tener una secuencia de operaciones y distribución que minimice el manejo de materiales, Principio de la simplificación ya que no se combinan o eliminan movimientos innecesarios, Principio del tamaño unitario al manejar una unidad de carga reducida a causa de una serie de restricciones que se tienen y por último el Principio de la seguridad pues hay operaciones en las que no se garantiza un manejo seguro para los materiales y empleados involucrados. Es por esto que se

considera necesario formular mejoras que estén orientadas a minimizar aquellas operaciones que no agregan valor, a los recorridos y las operaciones de riesgo repetitivas que son inevitables con la distribución actual de la planta, debido a que esta no da cabida a planteamientos de rutas diferentes por lo que se considera necesario redefinirla, para adaptarla eficientemente a la realidad actual de la empresa y a un sistema de manejo de materiales rediseñado que minimice los desperdicios aumentando así la productividad, ya que se tomarían en consideración las variables que afectan el proceso de producción, para así poder dar una respuesta pertinente ante las necesidades del mercado buscando de esta forma ser más competitivos y brindar un mejor ambiente laboral.

## **I.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué mejoras podrían realizarse en el sistema de manejo de materiales de la empresa Remeca, C.A tomando en cuenta los recientes cambios en las condiciones del proceso, de tal manera que se reduzcan los desperdicios que inciden indirectamente en los costos?

## **I.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **I.3.1 Objetivo general**

Proponer mejoras en el sistema de manejo de materiales de la línea de rejillas peatonales de acero en la empresa Remeca, C.A., orientado a la disminución de los desperdicios detectados en el mismo.

### **I.3.2 Objetivos específicos**

- Describir la situación actual en las actividades del proceso de fabricación de rejillas peatonales relacionadas con el manejo de materiales.
- Analizar las variables que influyen en el funcionamiento del sistema de manejo de materiales.
- Proponer mejoras que incrementen la eficiencia y productividad del sistema.
- Evaluar el impacto económico de las propuestas de mejora planteadas.

### **I.4 JUSTIFICACIÓN**

La empresa Remeca, C.A. adquiere el compromiso de mejorar las diferentes áreas de sus procesos continuamente, con el objetivo de ser más competitiva en el mercado y apegarse a los lineamientos de la norma iso9001, es por esto que el presente trabajo contribuiría a la búsqueda constante de la calidad, ya que plantea un estudio detallado de los aspectos problemáticos que se observan, con el fin de entender las causas y favorecer en la mejora de los métodos de manejo de materiales, gestión de almacenamiento y las técnicas en los cuales se apoyan los procedimientos llevados a cabo en el almacén.

El desarrollo de este Trabajo Especial de Grado es un aporte que se suma a las contribuciones hechas a lo largo del tiempo por los alumnos de la Escuela de Ingeniería Industrial, en el cual se plasman los conocimientos obtenidos durante la carrera universitaria y se intenta retribuir a esta casa de estudio, a los profesores y demás involucrados en esta etapa educativa, el

aprendizaje que se adquirió. Además de servir de apoyo para futuros trabajos de investigación.

Esta investigación permite consolidar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería industrial y representa la primera experiencia laboral por lo tanto constituye una importante fuente de aprendizaje, para las tesis ya que brinda la posibilidad de culminar el último requisito para optar por el título de Ingeniero Industrial.

## **I.5 ALCANCE**

La investigación se lleva a cabo en la empresa de la rama metalmecánica Remeca, C.A ubicada en la Zona Industrial Municipal Norte de Valencia y abarca exclusivamente sistema de manejo de materiales en la fabricación de rejillas peatonales de acero contemplado como un proceso que se lleva a cabo paralelo a la producción y en donde cada una de sus operaciones tienen como fin proveer de recursos a las diferentes etapas de manufactura y de esta manera alcanzar los niveles de producción establecidos. Se plantea un proyecto en donde las mejoras incluyan la adecuación del sistema de manejo de materiales, redistribución de planta, revisión de los métodos de almacenamiento, adaptándose a los volúmenes que se manejan actualmente de insumos y producción, para así ajustar el sistema a los cambios de variables externas que tienen incidencia en las actividades que se realizan en la empresa y de esta manera incrementar la eficiencia.

Con las mejoras planteadas se busca engranarlas a las políticas de la organización y dar soluciones a las condiciones actuales, fomentar un ambiente laboral agradable y reducir los desperdicios, sin embargo la

implementación de estas mejoras es responsabilidad de la empresa y queda a discreción de la misma llevar a cabo las recomendaciones propuestas.

## **CAPÍTULO II.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **II.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo de la investigación es necesario consultar y realizar una revisión documental a trabajos cuyos contenidos tengan relación con el objeto de estudio los cuales servirán de apoyo para sustentar los análisis y conclusiones descritas en el trabajo especial de grado.

Arana y Caruci (2010). Este Trabajo Especial de Grado tuvo como objetivo principal proponer mejoras a la gestión de almacenes de la empresa MADEAL C.A para incrementar la productividad de los mismos. Se utilizó la filosofía 5'S y ESIDE para reducir la sobresaturación de la zona de almacenaje en general ya que se presentaba dificultad para encontrar y sacar productos y la circulación del personal en las zonas. Se detectaban paradas momentáneas en la producción para organización y operaciones de recepción y despacho en el almacén por lo que se implementaron entre las mejoras la redistribución de los almacenas que se sometieron a estudio. Este estudio se consultó por la similitud en los problemas abordados, las semejanzas en el área de estudio en la cual se desarrollan sus propuestas de mejora y los fundamentos teóricos de las mismas.

Perales (2008) desarrolla un trabajo donde se propone una política de inventarios que logra disminuir los inventarios promedios en un 25 %, también consigue reducir los pedidos sin despachar en un 85%, se aplica la filosofía FIFO presentando una disminución de pérdidas monetarias asociadas a esta razón. Además se plantea una redistribución de planta, con

estanterías identificadas de forma correspondiente disminuyendo los recorridos innecesarios a los trabajadores en un 12%.

Mediante el desarrollo del presente trabajo se plantea, al igual que Perales, la redistribución de la planta como uno de los métodos de reducción de desperdicios, también se utilizan herramientas que han sido previamente empleadas en el trabajo al que se hizo referencia como la normalización visual, identificando los productos e insumos por clasificación para la reducción de los recorridos y el uso eficiente del tiempo de trabajo.

Dávila y González. (2006). Esta investigación tiene como finalidad el aprovechamiento óptimo de los espacios físicos del almacén con el propósito de minimizar los costos relacionados con el manejo de materiales y garantizar la seguridad laboral. Se considera útil consultar la investigación citada puesto que hace énfasis en la mejora de las actividades referentes al manejo al manejo de materiales mediante aplicaciones de herramientas de la ingeniería industrial.

## **II.2 BASES TEÓRICAS**

### **II.2.1 Manejo de materiales**

Gómez, E. y Rachadell, F. (2003). “Es el arte y la ciencia del movimiento, empaçado y almacenamiento de sustancias en cualquier de sus formas.”

Burgos, F. (2005). “El manejo de materiales puede definirse como el arte y la ciencia que involucra el movimiento, empaque y almacenamiento de cualquier sustancia. Esta definición toma en cuenta desde la partícula más

pequeña hasta la mayor unidad que pueda ser movida. Empacada y/o almacenada hacia cualquier sitio por cualquier medio”.

### **II.2.1.1 Manejar materiales**

Manejar materiales 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 materiales incluye condiciones de movimiento, lugar, cantidad, tiempo y espacio.

### **II.2.1.2 Propósito del manejo de materiales**

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

### **II.2.1.3 Fundamentos básicos del manejo de materiales**

- Manejo: son aquellos productos, sustancias o cosas que son movidas, transportadas o físicamente reubicadas.
- Movimientos: se refiere a desplazamientos que ejecuta alguien y/o algo para el transporte de los materiales, utilizando si es necesario equipos, contenedores y/o personal calificado

- Métodos: se refieren a todo aquello que está relacionado con los procedimientos y sistemas de trabajo utilizados en el movimiento y almacenaje de los materiales.

#### **II.2.1.4 Aspectos relacionados a la mejora y diseño de los sistemas de materiales.**

Según Burgos, F. (2005). Los aspectos que deben tomarse en cuenta para mejorar y diseñar un sistema de manejo de materiales son:

- Planificar todas las actividades de manejo de materiales y almacenamiento para obtener la eficiencia máxima de operación en forma global.
- Disponer la secuencia de operaciones y la distribución en planta de tal manera que se optimice el flujo de materiales.
- Simplificar el manejo reduciendo, eliminando o combinando movimientos innecesarios y/o equipos.
- Utilizar la gravedad.
- Utilizar al máximo el equipo disponible.
- Siempre que sea posible, mecanizar el manejo.
- Seleccionar el equipo a usar considerando todos los aspectos relacionados con los materiales, el tipo de movimiento y el método a utilizar.
- Estandarizar los métodos de manejo, así como también los tipos y tamaño de los equipos.
- Utilizar los métodos y equipos que proporcionen la mayor versatilidad.
- El equipo debe permitir un manejo eficiente y en condiciones que proporcionen el máximo de seguridad.

### **II.2.1.5 Beneficios de las aplicaciones de las técnicas de manejo de materiales.**

De acuerdo con los autores Rachadell, F. y Gómez, E. (2003).

- Reducción de costos: El costo de una operación puede reducirse por la eliminación de manejo innecesario o repetitivo y por la integración de pasos de manejo de materiales con el flujo de materiales a través de la planta.
- Reducción de la mano de obra: Buenas prácticas de manejo de materiales, evitan el excesivo esfuerzo manual y generalmente reducen la mano de obra a niveles mínimos necesarios.
- Mayor seguridad: Reduciendo la mano de obra y las tareas manuales inseguras se mejora la seguridad total de una operación. Sistemas mecanizados equipados con interruptores de seguridad pueden reducir accidentes durante las operaciones.
- Incremento de la capacidad productiva: El manejo de materiales puede incrementar la capacidad de fábrica con el uso eficiente del espacio disponible para el trabajo y el almacenamiento, promoviendo el efectivo control de inventario aumentando la capacidad mediante el uso de equipo mecanizado.
- Reducción de desperdicio: Mejoras de manejo de materiales en proceso, mejora la calidad del producto, minimiza los daños al mismo reduce los desperdicios. Un eficiente manejo reduce el desperdicio y las pérdidas de materiales mediante un eficiente control de inventario.
- Mejora servicio a los clientes: Mejores método de manejo, ayudan a servir a los clientes más eficientemente, asegurando que sus suministros lleguen a tiempo, en la cantidad requerida con daños mínimos.

- Mayor productividad: efectivo manejo de materiales incrementa la productividad de los empleados, mejora la utilización de la máquina y ayuda a la empresa a ser más competitiva.

## **II.2.2 Logística**

El Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), (2005). Ha definido la logística como “la parte del proceso de la gestión de la cadena de suministros encargada de planificar, implementar y controlar de forma eficiente y efectiva el almacenaje y flujo directo e inverso de los bienes servidos y toda la información relacionada con estos, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el propósito de cumplir con las expectativas del consumidor”

## **II.2.3 Concepto de almacenaje**

Según Machado, J. (2004), el almacenaje es “la etapa en la cual los materiales son colocados en el sitio adecuado en el almacén, para posteriormente ser despachados al lugar de uso o consumo. Este involucra manejo de materiales, control, conservación de los mismos y sobre todo, una rápida y eficiente capacidad de despacho”.

### **II.2.3.1 Principios en el área de almacenamiento**

Según Rosales, R (1998), es necesario que se cumpla:

- Colocar los artículos de mayor demanda más al alcance de las puertas de recepción y entrega para reducir recorrido y tiempo de trabajo.

- Primera entrada, primera salida, para evita que los artículos de permanezcan mucho tiempo en almacén sin ser entregados, por cuanto la llegada de nuevas remezas condenan la existencia de antiguas a continuar en almacén mientras las nuevas son despachadas.
- Reducir las distancias que recorren los artículos así como el personal. Esta es una manera de reducir los costos de la mano de obra.
- Reducir movimientos y maniobras. Cada vez que se mueve una mercancía hay una ocasión más para estropearla.
- Prohibir la entrada al área del almacén a personal extraño a él.
- Controlar las salidas de mercancía del área de almacenamiento a través de documentación adecuada.
- Llevar registros de existencias al día.
- Eliminar el papeleo superfluo.
- Reducir el desperdicio de espacio, diseñando la estantería con divisiones a la medida de lo que se almacena.
- El área ocupada por los pasillos respecto a la totalidad del área de almacenamiento, debe representar un porcentaje tan bajo como lo permitan las condiciones de operación
- El pasillo principal debe recorrer a lo largo del almacén. Los transversales perpendiculares al principal, deben permitir el fácil acceso a los casilleros, bastidores o pilas independientes de artículos.
- El punto de recepción debe estar ubicado en el extremo del pasillo principal y el punto de distribución en el opuesto.
- Si el espacio es muy limitado o critico por el crecimiento de sus operaciones, puede pensarse en lo siguiente:
  - ✓ Un nuevo diseño de estantería, de tipo flexible, que aproveche mejor el espacio existente.
  - ✓ Una mejor ubicación de los medios de almacenamiento: estantes, tarimas, entre otros.

- ✓ Una distribución y colocación de la mercancía que permita ahorrar espacio por el sistema de almacenamiento diversificado.
- ✓ Un aprovechamiento del espacio cubico con el diseño de entre pisos o estantería de varios niveles sobrepuestos.
- Reducción de pasillos con la utilización de sistemas de estanterías móviles o en bloques
- Eliminación del almacenamiento de cosas obsoletas o extrañas al almacén.
- Reducción de sistemas y formulas en el estudio de control de inventarios.

#### **II.2.4 Mejoras Continuas**

La mejora continua, es la búsqueda permanente de medios para el mejoramiento de los procesos para agregar valor a los productos o servicio. Según Nava, V. y Jiménez, A. (2003), la mejora continua se tiene que dar comparando el desempeño de la propia organización a través del tiempo y luego compararse con los competidores, lo que permitirá la evolución.

Para lograr la mejora continua se debe tener en cuenta una serie de pasos:

- Planificar: se deben establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir los resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y demás partes de interés.
- Hacer: implementar los procesos o mejoras que se tratan de implementar.
- Verificar: realizarle seguimiento y medir los procesos luego que los mismos sean aplicados

- Actuar: No es más que tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

### **II.2.5 Control visual**

Un control visual es cualquier medio de comunicación usado en el entorno de trabajo que proporciona la información de cómo se debe realizar las operaciones. Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color numérico y muy fácil de ver. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales.

Cuando sucede esto, solo hay un sitio para cada cosa, y se podrá decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

Los controles visuales se usan como forma de proporcionar información tales como:

- Ubicación de los materiales
- Cantidad de elementos
- Procedimiento estándar para hacer algo
- Estatus del trabajo en curso
- Rutas de tránsito de la fábrica o de los almacenes
- Información referente a seguridad dentro de las instalaciones.

## **II.2.6 Análisis sistemático de manejo de materiales (SHA)**

### **II.2.6.1 Lo Básico del SHA**

Manejo de Materiales es manejar materiales, o más completamente, materiales, productos, artículos, sustancias o cosas que tienen que ser movidas, transportadas o físicamente relocalizadas.

Estos movimientos involucran algo o alguien que físicamente haga el movimiento. Esto generalmente requiere un tipo o sistema de movimiento, gente o equipos, con que mover los materiales, y la unidad de carga a mover. Estos elementos definen el: “Método de Manejo”.

Como resultado de esto, los fundamentos básicos del Manejo de Materiales y por lo tanto, la base sobre la cual depende cualquier análisis de manejo son: MATERIALES, MOVIMIENTOS Y MÉTODOS.

### **II.2.6.2 Definición**

El análisis sistemático de manejo es una metodología organizada y universalmente aplicada para desarrollar cualquier proyecto de manejo de materiales. Está formado por:

- Estructura de Fases.
- Patrón de Procedimientos.
- Conjunto de Convenciones.

### **II.2.6.3 Las Cuatro Fases de SHA**

- I. Integración Externa.
- II. Plan Global de Manejo.

III. Plan Detallado de Manejo.

IV. Instalación.

#### **II.2.6.4 Elementos Claves**

P Productos o Materiales.

Q Cantidad.

R Rutas y Trayectorias.

S Servicios de Soporte.

T Tiempo y Frecuencia.

#### **II.2.6.5 Patrón de Procedimientos del SHA**

Como habíamos visto anteriormente, el Manejo de Materiales está basado en materiales, movimientos y métodos. El análisis que estos elementos requieren, involucran determinar qué materiales se van a mover, qué movimientos deben hacerse y establecer un método práctico y económico para lograr esta tarea.

La parte analítica para hacer un plan de manejo se inicia con el estudio de los materiales. Esto se hace mediante una “Clasificación de Materiales” basada en sus características físicas, cantidades, frecuencias de acceso y otro tipo de requerimientos de control especiales.

Antes de que podamos analizar o visualizar completamente los movimientos, necesitamos de un plan Layout (Distribución física de la maquinaria y equipo) dentro del cual nuestros métodos de manejo operarán, posteriormente se podrá hacer un “Análisis de Movimientos” adecuado.

El siguiente paso consiste en visualizar estos movimientos. Aquí nuestros análisis es transformado a imágenes o planos que nos dan una idea más general de la situación analizar. Igualmente esta fase auxilia con una gráfica de distancia – vs.- intensidad de flujo para determinar la carga de trabajo dentro de las áreas productivas o no productivas de la empresa.

Antes de que podamos dar una solución final, necesitamos tener un conocimiento profundo de los métodos de manejo de materiales. Esto se puede lograr mediante planes de manejo preliminares que involucren al sistema, equipo y unidad de transporte (y su recipiente). Es aquí donde toda la información y análisis realizados deben ser conjuntados y transformados en métodos físicamente factibles. Realmente lo que debemos hacer es un número de posibilidades lógicas preliminares, que serán nuestras alternativas de solución.

b) Variación del costo con respecto a la intensidad de flujo. El costo total se divide en “costo fijo” y “costo variable”.

Con base en los costos anteriores, se tienen cuatro grupos de equipo de Manejo de Materiales:

- Equipo de manejo simple: Equipo barato con altos costos variables. Equipo diseñados para recoger y depositar rápidamente pero no adecuado para largos acarreos.
  - ✓ Úsese para cortas distancias y bajas intensidades.
- Equipo de manejo complejo: Equipo costoso con bajos costos variables. Equipo diseñado para recoger y depositar rápidamente pero no adecuado para largos acarreos.
  - ✓ Úsese para cortas distancias y altas intensidades.

- Equipo simple para transporte: Equipo barato con altos costos variables. Equipo diseñado para largos acarreos, pero con pobres características para recoger y depositar rápidamente.
- ✓ Úsese para largas distancias pero poca intensidad.
- Equipo complejo para transporte: Equipo costoso pero bajos costos variables (costo directo de operación), equipo para largos acarreos, pero con pobres características para recoger y depositar rápidamente.
- ✓ Úsese para largas distancias y altas intensidades.

### **II.2.6.6 Unidad de carga**

El término unidad de carga significa la condición del material cuando se mueve, de ser material individual implica el conjunto de productos que deben ser agrupados con el fin de facilitar su manejo.

- A granel: Es la más simple y económica manera para mover materiales, pero requiere que el material no se dañe, destruya o cause algún peligro en los alrededores. Usualmente se mueve en grandes cantidades.
- Individualmente: Se utiliza frecuentemente cuando los artículos son grandes, de forma irregular, susceptible a daños o fácilmente manipulado. Existen pocos tipos de equipo adecuados para manejo individual. No requiere gastos extras de inversión como recipientes, empaque y desempaque, retorno de recipientes vacíos, etc.
- En recipientes: Cuando artículos individuales se agrupan para formar una unidad inteligente para utilizar tambores, cajas, etc. Estas unidades de carga dan protección a los artículos y reducen el costo por unidad movida. Su gran beneficio es en reducir los costos de recoger y depositar. Las unidades de carga se estandarizan en forma y dimensiones para ahorrar costos en los puntos terminales y simplifica la clasificación de materiales,

requiriendo además menor equipo (o diferentes tipos) de manejo de materiales.

#### **II.2.6.7 Métodos de Manejo de Materiales**

Un equipo específico, trabajando con una unidad de carga específica y siguiendo un patrón de movimientos que constituyen un sistema, es un Método. La combinación de diferentes métodos planeados forma integrada es un Plan.

1. La intensidad total y el trabajo de transporte total involucrados en el análisis (Esquina inferior derecha).
2. Información adicional, como número de piezas específicas involucradas en cada movimiento.

#### **II.2.6.8 Sistemas de Movimientos**

- a) Directo. Los materiales se mueven separadamente y directamente de origen a destino.
- b) Indirecto. Los materiales se mueven conjuntamente de una a diferentes áreas sobre la misma trayectoria y con el mismo equipo (tipo de canal y tipo central, anillo).

#### **II.2.6.9 Principios de Costo de Manejo de Materiales**

1. Principio de distancia: a menos distancia, menor el costo del movimiento.

2. Principio de cantidad: a mayor cantidad, menor costo por unidad movida.

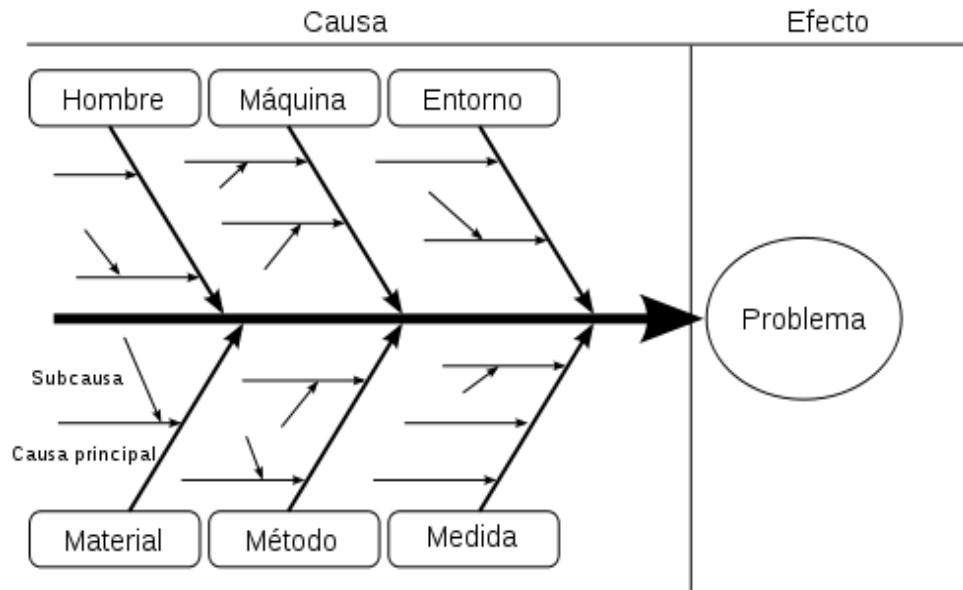
Cuando se mueven pocos materiales sobre una distancia larga indica una pobre distribución, que podría solucionarse cambiando la distribución.

### **II.2.7 Diagrama causa-efecto**

El diagrama causa – efecto es la representación de varios elementos (causa) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado Diagrama de Ishikawa o 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.

El Diagrama de causa y efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del Diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar las posibles causas.

Para lograr esto, se realizan sesiones de lluvia o tormentas de ideas que son encaminadas a lograr el conocimiento común antes mencionado, los miembros pueden aportar libremente sus ideas sobre el problema o tema a tratar por lo que resulta una buena técnica para los equipos de calidad de cualquier nivel de la empresa, pues permite la reflexión y conciencia sobre el problema.



**Figura N° 1. Ejemplificación del Diagrama Causa-Efecto**  
 Elaborado por: Galgano, A. (1995). Las siete herramientas de la calidad.

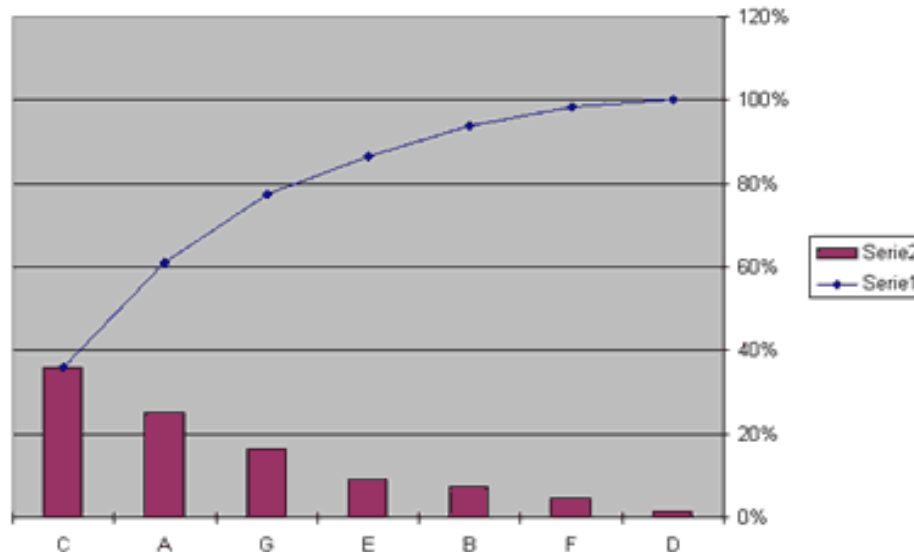
## II.2.8 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es herramienta importante para efectuar mejoras. Lleva el nombre de diagrama de Pareto por el economista Wilfrido Pareto quien descubrió que el 20% de las personas controlaba el 80% de la riqueza de Italia entre muchas otras distribuciones.

A principios de los años 50, el Dr. Joseph Juran descubrió la evidencia para la regla “80-20” en una gran variedad de observaciones.

Un gráfico Pareto es utilizado para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar.

El diagrama contiene barras verticales en el cual se distribuyen los datos en orden de magnitud decreciente de izquierda a derecha.



**Figura N 2. Ejemplificación del Diagrama de Pareto**

Elaborado por: Galgano, A. (1995). Las siete herramientas de la calidad)

### II.3 BASES LEGALES

Debido a que en el presente se realizara una propuesta de mejora que traerá beneficios ergonómicos en un puesto de trabajo, es necesario contemplar los reglamentos y normas establecidas en la LOPCYMAT, 2012; en el Título V: de la higiene, la seguridad y la ergonomía. Específicamente en sus artículos 56 y 60 que establecen lo siguiente.

“Artículo 56: son deberes de los empleadores y empleadoras, adoptar las medidas necesarias para garantizar a los trabajadores y trabajadoras condiciones de salud, higiene, seguridad y bienestar del trabajo, así como programas de recreación utilización del tiempo libre, descanso y turismo social e infraestructura para su desarrollo en los términos previstos en la Ley

y en los tratados internacionales suscritos por la República, en las disposiciones legales y reglamentarias que se establecieron, así como en los contratos individuales de trabajo y en las convenciones colectivas.”

“Artículo 60: El empleador o empleadora deberá adecuar los métodos de trabajo así como las maquinas, herramientas y útiles utilizados en el proceso de trabajo a las características psicológicas, cognitivas culturales y antropométricas de los trabajadores y trabajadoras. En el sentido, deberá realizar los estudios pertinentes e implantar los cambios requeridos tanto en los puestos de trabajo existentes como al momento de introducir nuevas maquinarias, tecnológicas o métodos de organización del trabajo a fin de lograr que la concepción del puesto de trabajo permita el desarrollo de una relación armoniosa entre el trabajador o la trabajadora y su entorno laboral.”

## **CAPÍTULO III.**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **III.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

De acuerdo con las definiciones y conceptos Hernández, S.; Fernández, C. y Baptista, L. (2006) y en concordancia con los objetivos planteados en este trabajo de investigación, este se encuentra dentro de la clasificación de proyecto factible pues está definida como la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo vial, cuyo propósito es la solución de problemas y satisfacción de necesidades, que en este caso estarían referidas a propuestas de mejoras enfocadas en el sistema de manejo de materiales y la redistribución de la planta.

Para la elaboración del presente trabajo especial de grado se debe recolectar información de tipo documental referente a las propuestas de mejoras aplicadas con anterioridad a procesos y problemáticas similares a las estudiadas, la investigación documental está definida por la UPEL (2006) como el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos. La originalidad del estudio se refleja en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, recomendaciones y, en general el pensamiento de los autores.

También se define a la investigación de campo como el análisis sistemático de problemas en la realidad con el propósito de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas, efectos, o predecir su ocurrencia. Los datos de interés serán

recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios. Sin embargo se aceptan también estudios sobre datos censales o muestrales no recogidos por el estudiante siempre y cuando se utilicen los registros originales con los datos no agregados. Para la realización de este proyecto factible se vuelve necesaria la utilización de ambos tipos de investigaciones para de esta manera manejar la información necesaria y utilizarla como base para la solución de las problemáticas encontradas.

### **III.2 UNIDAD DE ANÁLISIS**

Se evalúa la línea de producción de rejillas peatonales de acero en la empresa Remeca C.A, tomando como objeto de estudio el sistema de manejo de materiales asociado a dicho proceso.

### **III.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recolección de la información constituye una etapa importante en todo proyecto, esta determina la precisión con la que se puede entender y explicar la situación presente de los sistemas estudiados. Para la obtención de la información se debe seleccionar apropiadamente la serie de técnicas e instrumentos a ser utilizados dependiendo de las características de la muestras y el fin de la investigación, de esto dependerá la calidad de la información recolectada la cual tiene gran incidencia en las fases subsiguientes del proyecto.

Para la obtención de la información se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de datos definidas por Rodríguez, E. (2003):

### III.3.1 Fuentes de información directa

- **Revisión documental:** Es necesario revisar trabajos previos a este cuyos alcances, objetivos, o problemáticas sean similares. También es importante la documentación de los conceptos y metodologías relacionadas al manejo de materiales para seguir un lineamiento y determinar cuáles son aplicables a este caso en particular. La información es extraída de textos, manuales, archivos, diagramas de proceso, trabajos especiales de grado, entre otros.
- **Observación:** Se realiza un proceso de observación de fuente directa teniendo contacto con el proceso en el cual se reunió información visual no procesada sobre las características de los materiales, la secuencia de los procesos, la seguridad en la industria, distribución en planta, etc. para hacer un levantamiento concreto del estado actual.

### III.3.2 Fuentes de información indirecta

- **Entrevistas no estructuradas:** Estas representan la interacción directa del investigador con su objeto de estudio mediante los individuos a fin de obtener testimonios orales, sin embargo la información que proporcionan viene de su interpretación por lo que está procesada y es subjetiva. Se considera pertinente la realización de entrevistas informales a los gerentes y operarios para recolectar las opiniones y experiencias con respecto a los métodos de trabajo y las condiciones laborales ya que estos manejan de forma práctica y detallada la información referente a las actividades diarias de producción.

La importancia de utilizar las tres técnicas de recolección mencionadas recae en que estas se apoyan entre sí y permiten obtener información balanceada. Por un lado la observación proporciona los datos objetivos necesarios para

que el proyecto se base en realidades y tenga carácter científico, por otro lado recoger las opiniones de los empleados tiene una incidencia positiva en el trabajo de investigación pues a partir de los juicios de los trabajadores se recauda información más detallada que es emitida desde el contacto diario y de cerca con el proceso. Estas técnicas junto con la revisión de la información, publicaciones y metodologías existentes permiten establecer los lineamientos que orientan el presente trabajo especial de grado y sirven de apoyo para la conceptualización y posterior solución de las situaciones problemáticas planteadas.

#### **III.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la obtención de la información a partir de fuentes primarias se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección de datos:

- Grabaciones de voz de los trabajadores entrevistados informalmente durante las visitas guiadas para documentar con detalle los testimonios y descripciones de las condiciones de trabajo.
- Registros fotográficos para hacer constar las características de los equipos de manejo de materiales y las condiciones de los almacenes en cuanto a espacio y cualidades.
- Listado general de los productos y materia prima que se maneja con sus especificaciones y volúmenes.
- Plano del layout actual de la planta con el fin de determinar zonas, distancias, rutas y recorridos dentro de la empresa.
- Formatos de la metodología “Systematic Handling Analysis” (SHA) para realizar el correspondiente levantamiento de la información en la fase de condiciones actuales de manejo de materiales.

### **III.5 FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

Con el fin de llevar a cabo el presente Trabajo Especial de Grado y lograr los objetivos planteados en la investigación, se desarrollaron las siguientes etapas:

#### **III.5.1 FASE I: Descripción y Diagnóstico de la situación actual de la empresa.**

- 1- A través de visitas a la planta se observan las actividades relacionadas al área de producción y almacén.
- 2- Se realizan entrevistas al gerente y operarios involucrados con los procesos para conocer con detalle las condiciones y métodos que utilizan para efectuar las operaciones regulares.
- 3- Se efectúan observaciones más rigurosas de campo para analizar y establecer un juicio con respecto a sistema de manejo de materiales y las variables influyentes en su eficiencia.
- 4- Se cuantifican aquellas variables de las cuales se tenía información suficiente como cantidades, espacio, tiempo y equipos para manejar registros numéricos que agudizaran el entendimiento del estatus presente de la empresa.
- 5- Se realiza una lista de problemas potenciales para clasificarlos de acuerdo a su importancia, causas, efectos y métodos de solución con el fin de establecer prioridades y encontrar un enfoque de trabajo.

#### **III.5.2 FASE II. Análisis de la situación actual**

Se realiza un estudio y análisis de todas las actividades relacionadas al manejo de materiales en el proceso de rejillas peatonales y cada uno de sus

elementos con el fin de determinar las causas que originan los problemas existentes. Para esta fase se desarrollarán los siguientes pasos de la metodología:

- 1- Recolección y análisis de información, con gran parte de la información recopilada en la primera fase.
- 2- Alcance del estudio.
- 3- Identificación de los desperdicios presentes.
- 4- Cuantificación de los desperdicios presentes.
- 5- Análisis de los desperdicios presentes.

### **III.5.3 FASE III. Propuestas de mejora**

Una vez conocidos los problemas, sus causas y consecuencias en el desempeño del proceso se generan y diseñan alternativas de mejora a los problemas planteados pretendiendo que se adecúen a las políticas de la empresa, respondan a las necesidades detectadas en el estudio y se adapten favorablemente a los retos del entorno con el fin de cumplir eficiente con los objetivos planteados inicialmente. Se considera importante garantizar la factibilidad técnica de las propuestas planteadas para que se haga un aporte real y su posible implementación contribuya efectivamente en la mejora continua del sistema.

### **III.5.4 FASE IV. Impacto económico de las propuestas de mejora**

Se evalúa la factibilidad económica de las alternativas propuestas tomando en cuenta los costos asociados a la inversión, se determina el

tiempo de recuperación de la misma como parámetro para medir la viabilidad de la implementación del proyecto.


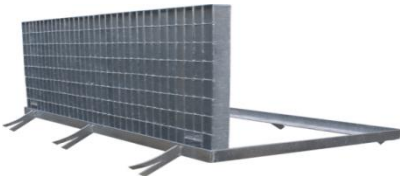


## CAPÍTULO IV

### DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

#### IV.1 DEFINICION DEL AREA EN ESTUDIO



**REMECA, REJILLAS Y METALES, C.A.** es una organización manufacturera venezolana de carácter privado, dedicada al área metalmecánica. Para efectos de este análisis su producción se puede dividir a gran escala en Estructuras Especiales que son productos hechos bajo especificaciones del cliente y Productos Estándares como los listados a continuación, para los cuales las especificaciones están normalizadas por esta razón se presenta un catálogo de todos los productos fabricados por la empresa

**Tabla N° 1. Tipos de las rejillas fabricadas**

Tipo de Rejilla	Imagen
Rejillas peatonales	
Rejilla vehicular modelo rem-170	
Peldaños para escaleras	
Rejilla vehicular convencional tipo INOS	

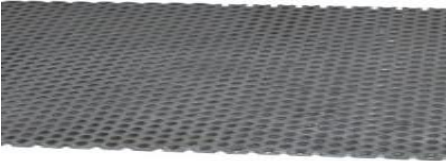

Elaboración: Propia.

**Tabla N° 2. Tipos de soporterías para la sujeción de rejillas**

Tipo de Soportería	Imagen
Métodos para sujeción de rejillas	
Pernos y anclajes	

Elaboración: Propia.

**Tabla N° 3. Tipos de Mallas y láminas**

Tipo de Malla	Imagen
Láminas perforadas	
Malla expandida	

Elaboración: Propia.

**Tabla N° 4. Tipos de abrazaderas industriales**

Tipo de Abrazadera	Imagen
REM-10	
REM-11	
REM-12	
REM-20	
REM-30	
REM-40	
REM-50	
REM-60	
REM-70	

Elaboración: Propia.

**Tabla N° 5. Índices de producción mensual**

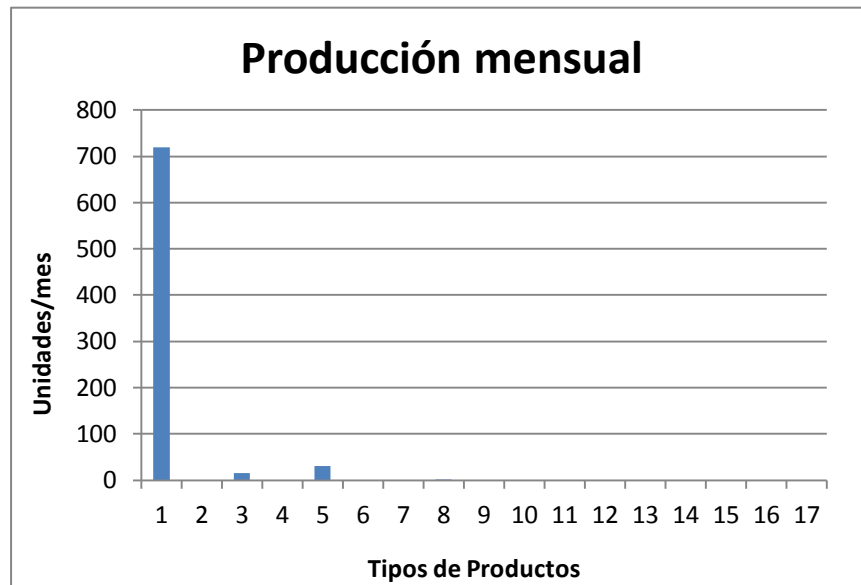
	<b>Producto</b>	<b>Producción mensual</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Rejillas peatonales	720	93,99%
2	Rejilla vehicular modelo rem-170	0	0,00%
3	Peldaños para escaleras	15	1,96%
4	Rejilla vehicular convencional tipo INOS	0	0,00%
5	Métodos para sujeción de rejillas	30	3,92%
6	Pernos y anclajes	0	0,00%
7	Láminas perforadas	0	0,00%
8	Malla expandida	1	0,13%
9	REM-10	0	0,00%
10	REM-11	0	0,00%
11	REM-12	0	0,00%
12	REM-20	0	0,00%
13	REM-30	0	0,00%
14	REM-40	0	0,00%
15	REM-50	0	0,00%
16	REM-60	0	0,00%
17	REM-70	0	0,00%
	<b>TOTAL</b>	<b>766</b>	<b>100,00%</b>

Elaboración: Propia

La Tabla N° 5 muestra la relación entre los volúmenes de producción de los diferentes productos en Remeca, C.A., estos valores se estimaron promediando los registros que se llevan correspondientes a los últimos 6 meses. En ella se aprecia que la empresa a pesar de que tiene una amplia gama de productos, concentra actualmente su producción en cuatro de ellos, con porcentajes de contribución muy dispersos, esto se debe a que la organización trabaja contra pedido por lo que su producción depende en gran medida de las exigencias del mercado y los pedidos que procedan. Esta recopilación de información tiene como fin obtener el porcentaje de contribución de cada producto en la producción total y tomar este dato como

índice para seleccionar el área crítica y fundamentar la decisión de delimitar la investigación.

La Figura N° 3 es una representación gráfica de los niveles de producción mensual.



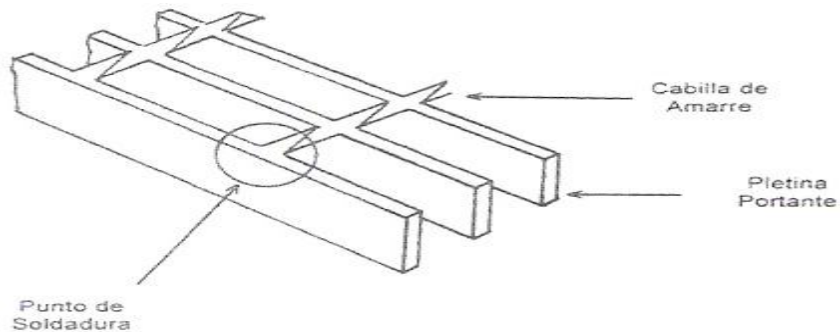
Elaboración: Propia.

## IV.2 PRODUCTO

Las rejillas peatonales de acero (Grating) representan más del 90% de la producción total de la empresa Remeca, C.A. es por esto que se toma dicho proceso productivo como área crítica para efectos de estudio. En Remeca, C.A este tipo de rejillas se hace contra pedido, en donde la orden de compra emitida por el cliente y aprobada por el departamento administrativo activa el proceso de producción.

Las rejillas peatonales están conformadas por pletinas de acero como elemento portante y barras cuadradas torsionadas como elemento de amarre

(Figura N°4). Cada intersección existente entre la pletina y la barra, está electro soldada con soldadura “Mig” realizada con alambre de acero al carbono cobrizado que genera resistencia a la tracción y disminuye los residuos en el proceso. La distancia que hay entre ejes de pletina es de 1 3/16” (30mm), esto implica que el espacio entre ambas está determinado por el espesor de las pletinas con las que se fabriquen, todas las especificaciones se rigen bajo las Normas ANSI/NAAMM MBG 531 y MBG 532 de la Asociación Americana de Fabricantes Arquitectónicos de Metal (NAAMM), con el fin de normalizar las características de las mismas en el mercado. Sin embargo la línea de producción se divide a gran escala en rejillas estándares y rejillas hechas a la medida en donde el cliente solicita las características que requiere.

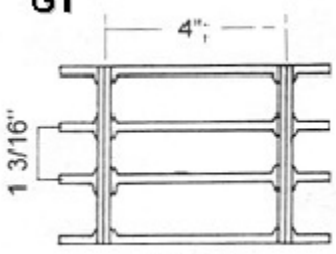
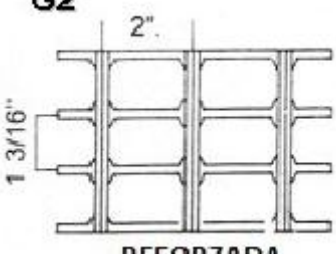
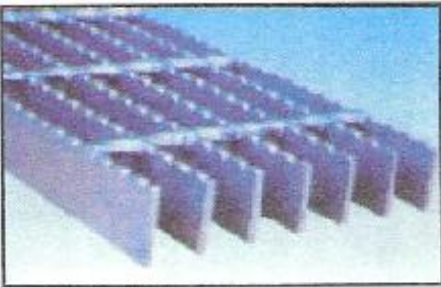
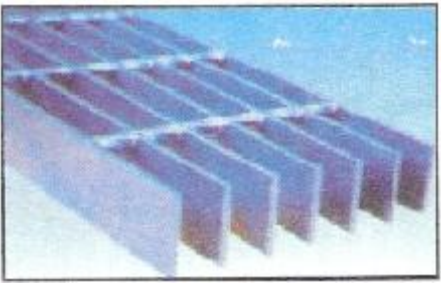


**Figura N° 4. Corte de Rejillas Peatonales**

Elaboración: Remeca, C.A

Las rejillas peatonales estándares tienen una longitud total de 6m y un ancho de 0,91m; el espesor de las pletinas y su altura son los únicos aspectos que varían en este tipo de rejillas dependiendo de los requerimientos del cliente.

**Tabla N° 6. Clasificación de Rejillas Peatonales Estándares**

Clasificación	Tipos	
<b>Por la distancia entre los elementos de amarre.</b>	<b>Normal</b>	<b>Reforzada</b>
	<p style="text-align: center;"><b>G1</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>NORMAL</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>G2</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>REFORZADA</b></p>
<b>Por la superficie de contacto.</b>	<b>Dentada</b>	<b>Lisa</b>
	 <p>Se usa en lugares resbaladizos, evita el deslizamiento, mayor adherencia y seguridad en zonas de derrames de líquido.</p>	 <p>Para instalaciones techadas y horizontales, libre del alcance de las lluvias y agentes deslizantes.</p>
<b>Por su acabado.</b>	<b>Galvanizada</b>	<b>Hierro negro</b>

Elaboración: Propia.




Las rejillas peatonales hechas a la medida además de la serie de clasificaciones de las estándares difieren en longitud, número de paneles, tipo de superficie, deflexión máxima requerida, carga uniforme a soportar,

entre otras especificaciones particulares del cliente que debe ser asesorado por el departamento técnico.

### **IV.3 MATERIALES**

En la Tabla N° 7 se muestran los diferentes insumos utilizados en el proceso productivo para la fabricación de las rejillas peatonales tipo “Grating” definiendo las unidades de carga manejadas para cada uno de ellos y sus características relevantes.

**Tabla N° 7. Insumos del proceso de fabricación de rejillas**

Insumo	Descripción	Unidad de Carga	Kg/Unidad de Carga	Imagen
Pletinas de acero al carbono	Pieza metálica rectangular de espesor reducido.	Atado	1000 Kg	
Alambrón	Cabilla de aluminio de sección cuadrada.	Bobina	100 Kg	
Alambre MIG	Alambre cobrizado para soldar.	Bobina	15 Kg	
Agamix	Mezcla de gas para soldar (Ar-CO <sub>2</sub> )	Bombona	10 m <sup>3</sup>	

Elaboración: Propia

#### IV.3.1 Descripción de los Materiales

- Pletinas de acero al carbono: Las pletinas, como la mayoría de los materiales de acero se comercializan en atados de 6,2 m con un peso de 1000 Kg por lo que la cantidad de pletinas por atado depende del espesor y

masa individual. Estas constituyen el elemento principal de las rejillas, forman la superficie de contacto de la misma y le dan estabilidad. Cada rejilla requiere 31 pletinas para su conformación, estas difieren entre sí en cuanto a su altura y espesor, es por esto que en la tabla N° 7 se aprecian los tipos de pletinas que se manejan en Remeca, C.A con sus dimensiones, pesos unitarios y cantidad de pletinas por atado.

**Tabla N° 8. Tipos de Pletinas de Acero al Carbono.**

<b>Tipo de Pletinas</b>	<b>Peso Unitario</b>	<b>Cantidad pletinas/Atado</b>	<b>Proporción</b>
<b>1"x1/8"</b>	4,00	250	0,234
<b>1"x3/16"</b>	5,95	168	0,435
<b>1/4" x 3/16"</b>	7,35	136	0,265
<b>1/2"x 3/16"</b>	8,93	112	0,066
<b>TOTAL</b>	<b>6,061</b>	<b>176</b>	<b>1,000</b>

Elaboración: Propia

La proporción presentada es la relación de los inventarios de cada tipo de rejilla entre el inventario total, la cual se calculó a través de datos históricos promediando los niveles de inventario de los últimos seis meses. Este porcentaje de contribución de cada tipo de pletina en función de la producción será usado como base de cálculo de los promedios ponderados del peso manejado diariamente, la frecuencia de los movimientos y las distancias recorridas en función del número de repeticiones de las operaciones de manejo de materiales.

- **Alambrón:** Este es el elemento de sujeción de las rejillas, va perpendicular a las pletinas y logra el paralelismo entre ellas además de mantenerlas acopladas, está fabricado de acero al carbono y tiene un espesor 6 mm. El alambrón se maneja inicialmente en bobinas de 440 m con

un peso de 100 Kg en total, en otras etapas del proceso el alambroón se somete a dos cortes de donde se obtienen varas de 6 y 0,91 m respectivamente para proceder a la conformación de las rejillas.






- Alambre MIG: Es un alambre de acero al carbono cobrizado para soldaduras el cual permite el ensamblaje final fijando permanentemente las pletinas con el alambroón. Se manejan presentaciones en bobinas de 25 Kg con un consumo promedio de 30 g de alambre por rejilla.
- Agamix: Es una mezcla de Argón (gas inerte) y Dióxido de carbono comprimidos utilizados en el proceso de soldadura para generar combustión y así fundir el arco metálico MIG y garantizar la unión físico-química de los materiales en las rejillas. Se manejan presentaciones de bombonas de 10 m<sup>3</sup> para alimentar equipos de soldadura y llevar a cabo dicho proceso.

#### **IV.4 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

##### **IV.4.1 Equipos y Herramientas de Procesos**

En la Tabla N° 9 se listan todos los equipos y herramientas que intervienen en el proceso de fabricación de rejillas peatonales tipo “Grating” y en el manejo de materiales del mismo con sus características principales.

**Tabla N° 9. Equipos y Herramientas de Procesos**

Equipos y herramientas	Función	Cant.	Imagen
Prensa de corte	Cortar las pletinas y varas de alambón para obtener la longitud requerida.	2	
Prensa de Troquelado	Efectuar las ranuras a lo largo de las pletinas.	4	
Mesa de conformación	Mantener las piezas durante la estructuración de la rejilla y dar la distancia correspondiente.	8	
Torsionadora	Generar torque sobre el alambón para incrementar su resistencia.	1	
Alicates de presión	Sujetar los extremos del alambón mientras es torsionado.	2	

### Continuación Tabla N° 9. Equipos y Herramientas de Procesos


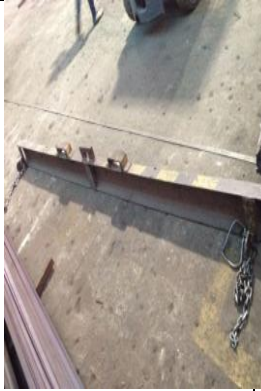
Martillo	Fijar las pletinas y varas de alambrón sobre la mesa de conformación.	8	
Máquina de soldar	Colocar puntos de soldadura entre pletinas y alambrón.	8	
Equipo de soldadura	Proveer de electricidad y dosificar la mezcla de gas a la máquina de soldar.	8	
Esmeril	Remover las protuberancias de soldadura de los bordes de las rejillas.	2	
Discos de Esmeril	Consumible del esmeril.	15	

Elaboración: Propia




#### IV.4.2 Equipos de Manejo de Materiales

En Tabla N° 10 se describen detalladamente los equipos con los cuales se lleva a cabo el manejo y manipulación de materiales pretendiendo con esto conocer las capacidades y características de los dispositivos de mayor relevancia en el presente estudio.

**Tabla N° 10. Equipos de Manejo de Materiales**

Equipos y herramientas	Función	Cant.	Dimensiones (m)	Capacidad	Imagen
Montacargas	Trasladar atados de pletinas, bobinas de alambroón y producto terminado.	1	A=1,2 L=2,38 H=2,085	2 Ton	
Accesorio de montacargas	Asegurar las pletinas en el montacargas para su traslado.	1	A=3,3 L=0,9 H=0,22	1 Ton	

**Continuacion Tabla N° 10. Equipos y Herramientas Manejo de Materiales**

Carro de transporte 1	Trasladar pletinas.	4	A=0,37 L=5,1 H=0,94		
Carro de transporte 2	Trasladar rejillas.	3	A=0,60 L=1,20 H=0,90	1 Rejilla	
Carretilla industrial	Transportar las bombonas de Agamix.	3	A=0,9 H=1,60	2 Bombonas	

Elaboración: Propia

- Montacargas: La empresa dispone de un montacargas para descargar los atados de pletinas y llevarlos hasta alguna de las áreas habilitadas como

almacén de materia prima, y también para cargar las rejillas peatonales al camión, por la única puerta disponible para la entrada y salida de material.

Por otro lado el montacargas también es utilizado para transportar desde las distintas áreas de almacenaje los atados uno a uno hacia el área de la cortadora, para llevar las bobinas de alambón a la torsionadora y para tomar las rejillas peatonales conformadas del área del limpieza y posicionarlas en el área de producto terminado.

- Accesorio de montacargas: Dispositivo creado por los ingenieros de planta de la empresa Remeca C.A, con el fin de facilitar y salvaguardar el traslado individual de los atados de pletinas en cualquier momento en el que sea necesario moverlos de lugar.
- Carro transporte 1: Es el mecanismo utilizado para desplazar las barras torsionadas y las pletinas cortadas a 6 m hasta el área de la Troqueladora, los carros tipo 1 deben ser cargados de pletinas ordenadas en ocho grupos de diez cada uno y luego ser trasladados.
- Carro transporte 2: Equipo utilizado para movilizar las rejillas soldadas hacia el área de limpieza y posteriormente servir de apoyo para realizar el esmerilado.
- Carretilla industrial: Equipo utilizado para llevar del área de almacén las bombonas que contienen la mezcla de Agamix utilizado para la soldadura de las rejillas una vez cada dos días.

#### **IV.5 ÁREA DE TRABAJO**

La empresa Remeca, C.A cuenta con un galpón de dimensiones 80 m de largo, 20 m de ancho aproximadamente y una altura útil de 6,5 m, en esa superficie disponible para el trabajo están distribuidas las más de 17 áreas y 22 máquinas con las que se llevan a cabo sus procesos productivos. Las

diferentes operaciones realizadas se despliegan a ambos lados de un pasillo principal de aproximadamente 3,10 m de ancho que recorre a lo largo la planta y tiene una longitud de 72 m, por el cual se desarrolla todo el flujo de materiales y paso peatonal entre estaciones dada sus dimensiones y accesibilidad, considerándose la columna vertebral en cuanto a rutas se refiere. El galpón cuenta con 2 portones de acceso del exterior uno de 3,5 m de ancho destinado al ingreso peatonal y de misceláneos a la planta y otro de 6,40 m el cual por sus dimensiones es utilizado para la descarga de materia prima y carga de producto terminado en los camiones respectivos, ambos portones están bordeados perimetralmente por un pasillo a la intemperie el cual permite el paso de vehículos y facilita la interacción con los camiones. Posee una salida de emergencia y una en el área libre más desfavorable es de 6,50 m. La temperatura del galpón es alta y cuenta con escasa ventilación natural, la iluminación también baja y puede llegar a perturbar la vista de las personas laborando a cierta hora del día.

#### **IV.6 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES PRODUCTIVAS**

El manejo de materiales ocurre cada vez que un material o producto terminado es transportado de un lugar a otro, es un procedimiento inherente a los procesos productivos y del cual no se puede prescindir, es por esto que a continuación se describe el proceso de fabricación de rejillas peatonales haciendo énfasis en los detalles que permitan conocer el área, equipos, procedimientos y métodos de manipulación de los materiales que se llevan a cabo para alimentar las diferentes etapas del proceso productivo y que se realizan paralelamente al mismo.

El proceso de fabricación comienza con la búsqueda de las pletinas y alambrón en el almacén de materia prima, en donde el supervisor realiza la

requisición de material en concordancia con la orden de fabricación emitida por el departamento de operaciones, de esta manera realiza los recorridos correspondientes para abastecer de insumos a cada una de las estaciones de trabajo y activar la producción.

- **CORTE**

Una vez que el montacarguista deja el material requerido sobre la mesa de corte, el operador desliza manualmente una a una las pletinas e inicia el proceso de corte a través del cual se obtienen las pletinas del largo requerido, después de procesada individualmente la pletina es deslizada a través de la máquina de corte cayendo en el piso en el área final del proceso.

- **TORSIÓN**

Simultáneamente se realiza el proceso de torsión, el cual consiste en generar torque a través de una máquina torsionadora a un rollo de alambón para incrementar la resistencia de la misma generando varas de alambón de 6 m de largo, posteriormente se llevan a la estación de corte para obtener varas de 0,91 m que serán colocadas perpendicular a la serie de pletinas paralelas entre sí para dar amarrare transversalmente a las mismas.

- **TROQUELADO**

El operario de troquelado conjuntamente con el de corte, recogen las pletinas del piso en la estación de corte y las trasladan utilizando un vehículo de transporte manual, luego las procesa una a una en la troqueladora donde se realizan las ranuras en las cuales se insertarán las cabillas torsionadas; este proceso se realiza de la misma manera que el proceso de corte y las pletinas procesadas se depositan en el piso. De ser dentada la rejilla el proceso de troquelado se extiende a lo largo de cada una de las pletinas.

- **CONFORMACIÓN**

Una vez que se obtienen ambos sub productos del proceso de corte, dos ayudantes buscan las pletinas y cabillas necesarias manualmente alzándolas sobre sus hombros y recorriendo 35 m con el material auestas para fijarlas, sobre la mesa de conformación que no es más que un molde que sostiene cada una de las partes mientras se le da la estructura final a la rejilla y asegurando el paralelismo entre pletinas y cabillas respectivamente para proceder a soldar.

- **SOLDADURA**

El soldador designado se encarga de colocar puntos de electro-soldadura en cada intersección de cabilla y pletina de tal manera que se refuerce la unión entre ellas, posteriormente se desmonta la rejilla de la mesa de conformación y se desliza a un segundo carro de transporte manual contiguo paralelo a la misma, en donde se acumula producto en espera de pasar a limpieza.

- **LIMPIEZA DE REJILLAS**

Los ayudantes entregan las rejillas en el área de limpieza haciendo uso del carro de carga número dos, las rejillas permanecen sobre este durante la operación de limpieza en donde el operario pasa el esmeril por los bordes laterales de las rejillas para eliminar las protuberancias causadas por restos de soldadura acumulados a los lados de la pieza, obteniendo así el producto terminado a la espera de que el montacarguista lo retire y proceda a almacenarlo en el área de producto final donde se mantienen tanto las rejillas que van a ser galvanizadas como las que permanecerán el hierro negro.

- **DESCARGA Y ALMACENAJE DE MATERIA PRIMA**

Paralelo al proceso de producción de rejillas peatonales se efectúa descarga de materia prima en los respectivos vehículos de transporte, este procedimiento es netamente de manejo de materiales y constituye la operación de esta naturaleza que consume más tiempo y somete en mayor medida a riesgos ocupacionales a los trabajadores directa o indirectamente involucrados en dicho procedimiento.

La descarga de materia prima es dirigida por el supervisor de producción quien después de diversos trámites logísticos se dispone a trasladar las pletinas recibidas cuya unidad de carga máxima es un atado por viaje, dada la relación peso y altura a la cual se debe transportar el material. Haciendo uso del montacargas recorre el pasillo principal en su totalidad que va por todo lo largo del galpón hasta el área de almacenaje principal la cual tiene una capacidad máxima de almacenaje de 160 atados, cuando el área llega a su capacidad máxima los atados de pletinas se van apilando en las adyacencias del proceso de producción de forma paralela a las máquinas en grupos de 15 atados aproximadamente hasta llenar el área y finalmente se pasa al área dispuesta para el producto final y limpieza de rejillas donde, de ser necesario, también se almacenan atados de pletinas de acero al carbono.

- **ALMACENAJE DE PRODUCTO TERMINADO**

Para llevar a cabo esta operación de manejo de materiales el montacarguista recorre el pasillo principal en su totalidad con el montacargas hasta llegar al área de esmerilado al otro extremo del galpón, donde levanta las rejillas terminadas del carro de carga número dos y las traslada hasta las diferentes áreas de producto terminado según haya disponibilidad de las mismas.

#### IV.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ÁREA DE PROCESOS DE LA EMPRESA REMECA, C.A.

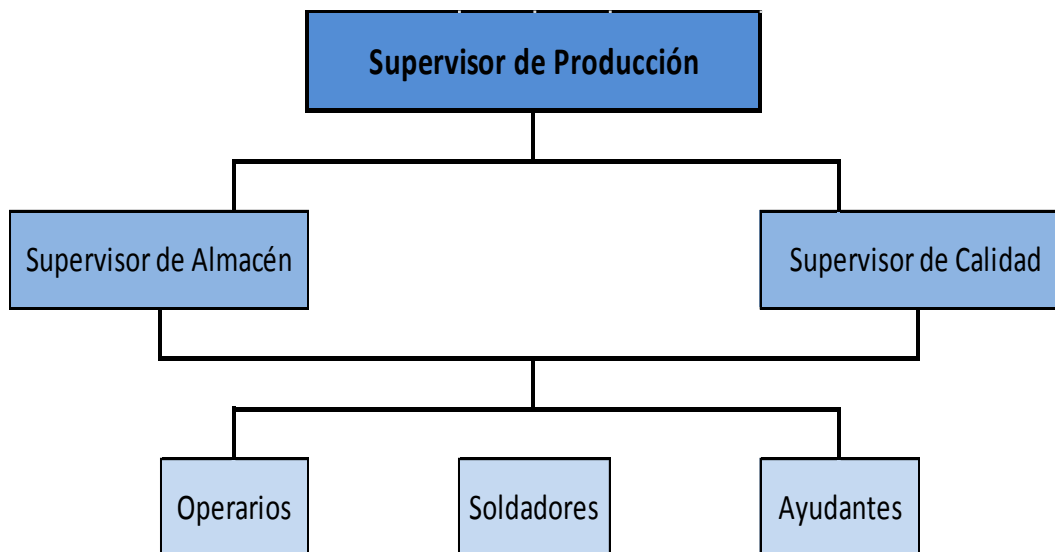


Figura N°5. Esquema del organigrama del área de procesos de Remeca,C.A.

Elaboración: Propia.

##### IV.6.1 Descripción de cargos del personal del área de procesos, REMECA, C.A

- **Supervisor de producción:** Las actividades constituidas en el cargo son supervisar al personal, sustituir y/o rotar al personal de producción a su cargo, elaborar requisiciones de materiales y/o equipos en ausencia del gerente de operaciones, solicitar materia prima al almacén para el proceso productivo, enviar materiales para proceso a terceros., planificar y controlar la producción de nuevos productos según los requerimientos de los clientes e igualmente la producción diaria, controlar la ordenes de producción y de inventario de rejillas en hierro negro y galvanizadas, dar las instrucciones de trabajo.

- **Supervisor de almacén:** El supervisor de almacén tiene autoridad para elaborar requisiciones de materia y/o equipos, recepción de materiales a proveedores y despachos de productos terminados a los clientes. Debe realizar despachos de materiales e insumos al departamento de producción, registrando cada salida de material, hacer inventario físico cuando sea requerido por el departamento el departamento de contabilidad (mensual, trimestral /o anual), para conocer la existencia de productos y las inversiones que deben hacerse para adquirir los faltantes.
- **Supervisor de calidad:** Las responsabilidades abarcan aplicar un plan de mejora continua al sistema de gestión de la calidad que permita optimizar el proceso- control, conjuntamente con la gerencia de operaciones, realizar planes de seguimiento y auditorías a los proveedores y clientes, tiene autoridad para la elaboración de requisición de materiales y/o equipos, ejecutar auditorias de calidad internas dos veces al año, aprobar o rechazar materiales, productos terminados y/o parar el proceso cuando vea productos de mala calidad o en condiciones inseguras y amonestar al personal que incumpla con las normas de seguridad, higiene y ambiente.
- **Operario:** Persona encargada de operar las maquinas que se le sean asignadas, según procedimientos establecidos, debe chequear regularmente el funcionamiento y notificar de ser necesario cualquier falla, llevar registro de producción diaria y hacer mantenimiento preventivo o general a las máquinas y equipos. Los operarios de la empresa Remeca, C.A deben trasladar las piezas de un área de trabajo para la continuidad del proceso.
- **Soldador:** Los soldadores de la empresa deben realizar el proceso de soldadura a las rejillas grating, peldaños y otros productos, registrar la

producción diaria, cumplir con el programa de mantenimiento preventivo a su equipo, evitando así posibles fallas y paradas en el proceso productivo.

- **Ayudante:** personal de la empresa encargado de facilitar los traslados de lo producto y materiales a la siguiente estación de trabajo. Auxiliar a los operarios y soldadores en cualquier actividad requerida para garantizar la producción.

**TABLA N° 11. Análisis de la situación actual**

PRODUCTOS		INSUMOS	
Rejillas peatonales de acero.		Pletinas de acero al carbono Alambrón Alambre MIG Agamix	
CLIENTE		PROVEEDOR	
Almacén de Producto Terminado.		Almacén de Materia Prima.	
ACTIVIDADES			
<pre> graph LR     CP[Corte de Pletinas] --&gt; T[Troquelado]     T --&gt; CR[Conformación de Rejillas]     TB[Torsión de Barras] --&gt; CB[Corte de Barras]     CB --&gt; CR     CR --&gt; S[Soldadura]     S --&gt; E[Esmerilado]         </pre>			
RECURSOS			
Mano de Obra		Equipos y Herramientas	Espacio
Supervisor / montacarguista	1	Prensa de corte	Lay Out de la planta. (Ver Anexos)
Soldador	8	Prensa de Troquelado	
Operario	6	Mesa de conformación	
Ayudante	2	Torsionadora	
		Llave	
		Martillo	
		Máquina de soldar	
		Equipo de soldadura	
		Esmeril	
		Discos de Esmeril	
		Montacargas	
		Accesorio de montacargas	
		Carro de transporte 1	
		Carro de transporte 2	
		Carretilla industrial	

Elaboración: Propia

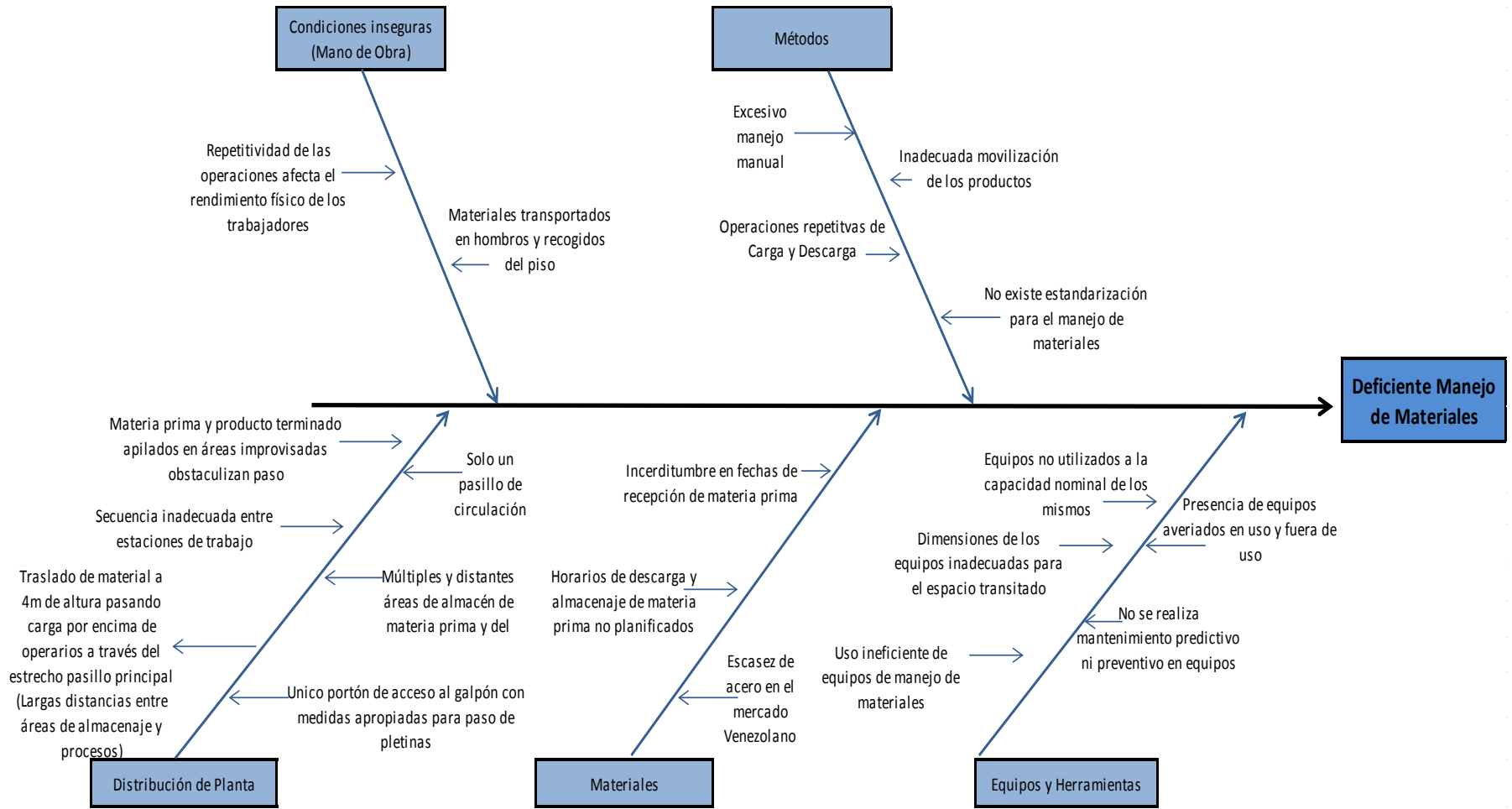
## **CAPÍTULO V.**

### **ANÁLISIS CRÍTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **V.1 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO**

Con el fin de ampliar la visión de las posibles causas de las deficiencias en el sistema de manejo de materiales y enriquecer su análisis, se realizó un diagrama de Causa-Efecto en donde se evidencia gráficamente el efecto en estudio (Deficiente manejo de materiales) en función de una serie de variables escogidas que inciden directa e indirectamente en el mismo, permitiendo determinar así las causas raíces que le dan criticidad a las variables, con este propósito se sostuvo una reunión con el personal del área de procesos de la empresa Remeca, C.A obteniendo como resultado una serie de variables y sub-causas que condujeron a la estructuración del siguiente diagrama (Figura N° 6).

**Figura N° 6. Diagrama de Causa – Efecto**



### V.1.1 Variables que fundamentan el diagrama Causa-Efecto

A continuación se describen las variables utilizadas en la elaboración del diagrama de Causa-Efecto, mostrando de esta manera la interpretación que se les dan de acuerdo con su comportamiento y relación con las actividades productivas.

- **Condiciones inseguras:** Se consideran aquellas acciones o situaciones que por su naturaleza representan un peligro a la integridad física de las personas relacionadas directa o indirectamente a cierta operación productiva.
- **Métodos:** Suponen las diferentes formas de manipulación y propósitos por los cuales se moviliza el material de un lugar a otro enfocándose y profundizando en el cómo se maneja.
- **Distribución de planta:** Se refiere a la ubicación de los equipos de trabajo y demás áreas de procesos, así como también el arreglo entre ellos establecido en función de la secuencia y necesidades del proceso productivo.
- **Materiales:** Se refiere a los insumos que se manejan en la empresa y pasan a formar parte del producto final, en gran medida las recepciones dependen del entorno, aquellas variables externas que inciden en el proceso productivo y sobre las cuales se tiene poco o ningún control como la escasez y precios de insumos, demanda del mercado, etc.
- **Equipos y Herramientas:** Son aquellos equipos y herramientas utilizados en la manipulación de los materiales con la función de alimentar los procesos y mantener el flujo entre ellos.

### V.1.2 Priorización

Para establecer las variables de mayor impacto prevaleció la experiencia de las personas que trabajan en la línea y el contacto que tienen día a día con aquellas situaciones problemáticas referentes al sistema de manejo de materiales que allí se presentan, aunado a esto se aportó la observación crítica y subjetiva de las investigadoras con el fin de analizar una a una las causas que recogían los

criterios de los presentes en la reunión, para finalmente convenir que las variables principales y críticas serían la distribución de la planta, los equipos y herramientas utilizados y los métodos con los cuales se manipulan los materiales, considerando la incidencia de las variables definidas en el efecto en estudio, para sustentar lo anteriormente señalado se presentan los siguientes valores.

**Tabla N° 12. Contribución de las Sub-Causas respecto las deficiencias del Sistema de Manejo de Materiales**

<b>Variable</b>	<b>Cantidad de Sub-Causas</b>	<b>Cantidad de Sub-Causas Acumuladas</b>	<b>Porcentaje de contribución Unitario %</b>	<b>Porcentaje de Contribución Acumulada %</b>
Distribución de planta	6	6	30,00%	30,00%
Equipos y herramientas	5	11	25,00%	55,00%
Métodos	4	15	20,00%	75,00%
Materiales	3	18	15,00%	90,00%
Condiciones inseguras	2	20	10,00%	100,00%

Elaboración: propia.

A través del análisis del diagrama de Ishikawa obtenido en donde se contemplan las experiencias y opiniones de los empleados y gerencia de la empresa Remeca, C.A. respecto a las debilidades del sistema de manejo de materiales se efectuó la tabla planteada para cuantificar el grado de contribución de cada sub causa respecto al problema principal. De esta manera se puede concluir que la mayor contribución en las debilidades del sistema de manejo de materiales es la distribución de la planta, incidiendo en un 30% de las causas planteadas, en segundo lugar se tiene los equipos y herramientas y por último los métodos utilizados, los cuales en total acumulan el 75% de las sub-causas totales observadas y documentadas.

## **V.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

La Tabla N° 13 agrupa las características de los diversos materiales y productos que se manejan en Remeca, C.A abarcando las transformaciones que sufren durante el proceso productivo ya que cambian a su vez las unidades de carga y el método de manejo de los mismos, la importancia de estas consideraciones inciden principalmente en los cálculos de las frecuencias, pesos diarios manejados y rutas que permitirán cuantificar los desperdicios y profundizar el análisis de las deficiencias del sistema de manejo de materiales.

Tabla N° 13. Características de los materiales

Materiales		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS						OTRAS CARACTERÍSTICAS	
		Tamaño			Forma	Peso (Kg)	Temperatura Rigidez Mezcla	Cantidad por Unidad Transportada	Cantidad/día
		( m )							
		Ancho	Largo	Altura					
1	Pletinas de acero al carbono	0,3	6,18	0,2	Atado	1000	Flexible	176 Pletinas	7 Atados
2	Pletinas cortadas	0,019	6	0,004	Unidad	6,06	Flexible	10 Pletinas	1116 Pletinas
3	Alambrón	0,7	0,7	0,26	Bobina	100	-	2 Bobina	6 Bobinas
4	Alambrón torsionado	0,006	6	0,006	Vara	1,37	Flexible	10 Varas	416 Varas
5	Alambrón cortado	0,006	0,91	0,006	Vara	0,22	-	15 Varas	2494 Varas
3	Alambre MIG	0,21	1000	0,17	Bobina	25	-	1 Bobina	0,5 Bobina
4	Agamix	0,24	0,24	1,6	Bombona	45	-	1 Bombona	0,5 Bombona
5	Rejillas	0,91	6	0,019	Unidad	223,2	-	1 Rejilla	36 Rejillas

Elaboración: Propia

En el caso particular del material número uno, Pletinas de acero al carbono, se estima la cantidad diaria manejada tomando en cuenta tanto las cifras de pletinas requeridas para la producción de 36 rejillas peatonales por día, como la cantidad de atados que se almacenan en las áreas de materia prima diariamente partiendo de un promedio de recepciones de materiales y cantidades almacenadas en cada descarga calculado a través de los datos históricos de recepciones en los últimos seis meses. Es importante mencionar como característica que ninguno de estos recursos son nocivos por si mismos para las personas o equipos y tampoco presentan una temperatura, rigidez o mezcla que requiera un control extra de verificación durante su manipulación que sea relevante para el estudio.

La unidad en la cual se va a describir el material se mantuvo en Kg para unificar el criterio y facilitar la comparación entre productos. Las dimensiones revelan que a excepción de las pletinas y alambroń cortado, los demás materiales podrían representar un manejo más sencillo por lo compacto que son.

Pareando la forma en la que se maneja cada uno de los materiales con el peso de dicha presentación, se evidencia la relación del traslado en función de la masa, variable que generalmente viene asociada a capacidades de equipos o personas es por esto que considera importante comparar las unidades de carga que se manejan actualmente en la empresa con la capacidad de los equipos de manejo de materiales para verificar si son las ideales y de no serlo dar con la causa de la inconsistencia entre estas dos variables. En el caso del atado de pletinas se observa que a pesar de que se cuenta con un montacargas de 2000 Kg, el peso transportado es de 1000 Kg sugiriendo una subutilización del equipo mencionado que en este caso está motivada al traslado inseguro de un número mayor de pletinas a través del estrecho pasillo principal de la planta y recorriendo una larga distancia hasta el área de almacenaje. En el caso de las bobinas de alambroń, estas se trasladan en una unidad de carga de 2 bobinas metálicas que van insertadas en las uñas del montacargas, la falta de un accesorio adecuado

para el traslado de ese material genera una unidad de carga ineficiente ya que incrementa el número de viajes y metros recorridos para realizar esa operación.

Las varas de alambión, las pletinas cortadas y las rejillas terminadas son las menores unidades de carga que se manipulan, es importante mencionar que el manejo de materiales en todos los casos es manual o semi-automatizado dependiendo de la estación de la que provengan, es por esto que las capacidades físicas de los operarios aunadas a la flexibilidad de la materia prima que se maneja limitan la cantidad de unidades que se trasladan simultáneamente. Por último las rejillas conformadas y soldadas se transportan individualmente a la estación de esmerilado pero en este particular se debe a que la longitud del carro número dos es inferior a la rejilla conformada por 4 m generando inestabilidad de la carga si se apila más de una rejilla sobre el carro. El método de manipulación del material en este caso condiciona también la unidad de carga, pues la rejilla se desliza sobre la mesa de conformación para caer sobre el carro de transporte y con la rejilla encima queda de la misma altura que la mesa de conformación, haciendo imposible deslizar otra rejilla sobre él.

El manejo de unidades de carga ineficientes impacta primeramente aumentando frecuencia de las operaciones necesarias para trasladar determinado material o producto al lugar deseado, la repetitividad de estas operaciones es un desperdicio en metros recorridos y tiempo alejando al sistema de manejo de materiales de la eficiencia.

## **V.6 DIAGRAMA DEL PROCESO**

El sistema de manejo de materiales por si solo es un proceso que generalmente se lleva a cabo paralelo a los procesos productivos de la empresa, esto con la finalidad de garantizar el abastecimiento de insumos en cada una de las etapas de fabricación y almacenamiento momentáneo o definitivo de los productos, en el momento indicado, en las cantidades necesarias y al menor costo

posible. El manejo de materiales es indispensable para la productividad de cualquier empresa y cuando no se ejecuta correctamente es costoso, la clave es determinar qué tan eficientemente se llevan a cabo las actividades que la componen, es por esto que la elaboración de un estudio minucioso del sistema de manejo de materiales permite determinar las deficiencias presentes, por lo anteriormente planteado y debido a la amplia influencia que posee el sistema de manejo de materiales en la empresa Remeca C.A, con respectó a todas las operaciones de fabricación de las rejillas peatonales y para efectos de la presente investigación se define el proceso en estudio como el sistema de manejo de materiales detallando todas las secuencias e implicaciones que lo constituyen. En la Tabla N° 14 se despliega la información recolectada mediante la observación directa para la elaboración del Diagrama del Proceso.

**Tabla N° 14. Diagrama del Proceso**

**DIAGRAMA DEL PROCESO**

RESUMEN							
	Actual		Propuesto		Diferencia		
	No	Tiempo	No	Tiempo	No	Tiempo	
○ Operaciones	10						
⇒ Transportes	18						
□ Inspecciones	-						
D Demoras	-						
▽ Almacenajes	2						
Distancia recorrida	675,10 mts.		mts.		mts.		
Tiempo total	31,26 min.						

Nombre del proceso: Manejo de materiales para la fabricación de rejillas peatonales

Hombre [ X ] Material [ ]  
 Se inicia en :  
 Termina en : Materazzi Maria y Muñoz Paula  
 Hecho por: 16/10/2012  
 Fecha:

No.	ÁREA	DESCRIPCIÓN DE METODO	Operación	Carga y Descarga	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	DISTANCIA (m)	UNIDAD DE CARGA (Kg)	TIEMPO (min)
1	Corte	Recorrido para solicitar pletinas en área de almacenaje	○	○	⇒	□	D	▽	56,7	-	0,600
2		Carga y aseguramiento de pletinas en accesorio de montacarga	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	1000	1,330
3		Traslado de pletinas en montacarga	○	○	⇒	□	D	▽	40	1000	1,000
4		Recorrido para solicitar alambrrn en torsionadora	○	○	⇒	□	D	▽	37,5	-	0,130
5		Carga manual de alambrrn torsionado	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	2,5	1,040
6		Traslado manual de alambrrn torsionado	○	○	⇒	□	D	▽	37,5	2,5	0,110
7		Descarga y posicionamiento de alambrrn torsionado en prensa de corte	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	100	0,433
8	Troquelado	Recorrido para solicitar pletinas troqueladas	○	○	⇒	□	D	▽	33,8	-	0,210
9		Carga de dispositivo de traslado manual	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	40	7,800
10		Traslado de pletinas troqueladas	○	○	⇒	□	D	▽	37,5	320	0,600
11	Conformación	Recorrido para solicitar pletinas troqueladas	○	○	⇒	□	D	▽	22	-	0,510
12		Carga manual de pletinas troqueladas en hombros	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	28	0,877
13		Traslado manual de pletinas troqueladas	○	○	⇒	□	D	▽	34,4	28	0,867
14		Recorrido para solicitar alambrrn cortado	○	○	⇒	□	D	▽	19,7	-	0,450
15		Carga manual de alambrrn cortado	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	5,7	0,693
16	Traslado manual de alambrrn cortado	○	○	⇒	□	D	▽	34,4	5,7	0,380	
17	Torsionado	Recorrido para solicitar alambrrn en área de almacenaje	○	○	⇒	□	D	▽	55	-	1,000
18		Carga de alambrrn en montacarga	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	100	3,780
19		Traslado de rollos de alambrrn en montacarga	○	○	⇒	□	D	▽	45	100	0,780
20		Descarga y posicionamiento del rollo de alambrrn en torsionadora	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	100	1,310
21	Esmerilado	Recorrido para solicitar rejillas en mesa de conformación	○	○	⇒	□	D	▽	12,4	-	0,123
22		Carga de dispositivo de traslado manual	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	223,15	1,200
23		Traslado de rejillas a esmerilado	○	○	⇒	□	D	▽	24,5	223,25	0,666
24	Producto Terminado	Recorrido para solicitar rejillas terminadas	○	○	⇒	□	D	▽	60,6	-	0,622
25		Traslado de rejillas a área de almacenaje de producto terminado	○	○	⇒	□	D	▽	13	223,5	0,667
26		Almacenaje de producto terminado	○	○	⇒	□	D	▽	N/A	223,5	0,417
27	Materia Prima	Recorrido para solicitar materia prima en portón de acceso a la	○	○	⇒	□	D	▽	63,3	-	0,650
28		Carga y aseguramiento de pletinas en accesorio de montacarga	○	●	⇒	□	D	▽	N/A	1000	1,330
29		Traslado de pletinas a área de almacenaje de materia prima	○	○	⇒	□	D	▽	47,8	1000	0,756
30		Descarga y Almacenaje de la materia prima en almacén	○	○	⇒	□	D	▽	N/A	1000	0,930

Elaboración: propia.

## V.7 FLUJO DE ENTRADA – FLUJO DE SALIDA

La eliminación de rutas o minimización de la distancia recorrida por el flujo de materiales entre cada una de las estaciones del proceso productivo de rejillas es fundamental para mejorar el sistema de manejo de materiales de la empresa, es por esto que se analizaron las rutas básicas del proceso por medio del Diagrama flujo de entrada-flujo de salida.

En la tabla adjunta se observan el lugar de origen y el punto de llegada de los materiales, incluye características determinantes como el peso de la carga transportada que condicionan y/o limitan las técnicas utilizadas y el número de veces que se debe realizar el recorrido para cumplir con la producción establecida, también se visualiza la transformación que va sufriendo la materia prima hasta convertirse en el producto terminado. Se observa la entrada de dos materias primas fundamentales en el proceso de producción, el alambión y las pletinas de acero al carbono y las operaciones que los van transformando. Cabe destacar que los materiales trasladados no tienen grandes cantidades de desperdicio pero si cambia la forma física del material lo que condiciona la manera y las cantidades a trasladar de una estación a la siguiente.

Tabla N° 15. Diagrama de Flujo del Proceso

Descripción del producto	Flujo de salida			Operación	Flujo de salida			Descripción del producto
	prom. Kg	max. Kg	Desde		Hacia	prom. Kg	max. Kg	
Atados de pletinas de acero al carbono	1000	1000	Almacén materia prima	Cortar pletinas	Prensa de Corte	320	1000	Pletinas cortadas a 6 m
Pletinas cortadas	320	500	Prensa de Corte	Troquelar pletinas	Prensa de Troquelado	320	500	Pletinas troqueladas
Rollos de alambón	100	100	Almacén materia prima	Torsionar y cortar el alambre	Torsionadora	100	100	Cabillas torsionadas de 6 m
Cabillas torsionadas de 6 m de largo	100	100	Torsionadora	Cortar cabillas	Prensa de corte	5,7	8	Varas de 0,91 m
Varas de 0,91 m de largo	5,7	8	Prensa de corte	Estructurar y soldar rejillas	Conformación	1	1	Rejillas soldadas
Pletinas troqueladas	28	35	Prensa de Troquelado	Estructurar y soldar rejillas	Conformación	1	1	Rejillas soldadas
Rejillas soldadas	223,3	223,3	Conformación	Limpieza	Esmeril	223,3	223	Rejillas soldadas y listas
Rejillas soldadas listas	223,3	223,3	Esmeril	Posicionar las rejillas	Almacén de producto terminado	223,3	223	Rejillas soldadas y listas
Atados de pletinas de acero al carbono	1000	1000	Portón de Carga y Descarga	Descargar	Almacén materia prima	1000	1000	Atados de pletinas de acero al carbono

Elaboración: Propia

En el diagrama Flujo de Entrada – Flujo de Salida se encuentran reflejadas las unidades en kilogramos que entran y salen de cada uno de los procesos productivos por vez que estos son ejecutados, se puede apreciar la diferencia existente entre los kilogramos que salen del área de la cortadora con respecto a la cantidad entrante, esto exigido a que los operarios encargados de realizar el traslado a la siguiente operación deben tomar en grupos de 10 las pletinas cortadas en promedio ocho veces, dependiendo del espesor de la pletina que se esté manipulando varia la cantidad de grupos, ya que los kilogramos que pueden ser transportados dependen de la capacidad del carrito tipo 1.

La unidad de carga manipulada entre estaciones varía según el medio o la técnica de transporte, en el traslado manual de pletinas troqueladas y en el de las varas torsionadas los kilogramos son considerablemente menores a lo que se vienen manejando hasta ese momento en el proceso, ya que son los operarios quienes cargan sobre sus hombros estos materiales, la cantidad de rejillas manipuladas desde que son conformadas hasta ser almacenadas en el almacén de producto terminado es uno, por el peso de las mismas se necesitan equipos como el carro de transporte N° 2 cuyas limitaciones inciden en la cantidad.

## **V.8 ANÁLISIS DE LAS RUTAS**

Es relevante determinar las rutas que siguen los empleados para realizar sus funciones dentro de la planta y garantizar el flujo de materiales entre los diversos procesos, esto con el fin de hacer seguimiento tanto al material como a la persona que lo maneja para analizar la eficiencia del manejo de materiales en función de las distancias y la frecuencia con la cual se requiere recorrerlas además del peso del material movilizado en dichas rutas. En la tabla N° 16 se sintetiza la información planteada con anterioridad y se realiza un diagrama de Distancia - Intensidad que permita determinar qué tan adecuada es la distribución de la planta actual visualizando la incidencia de la misma en los metros recorridos y kilogramos transportados al día.

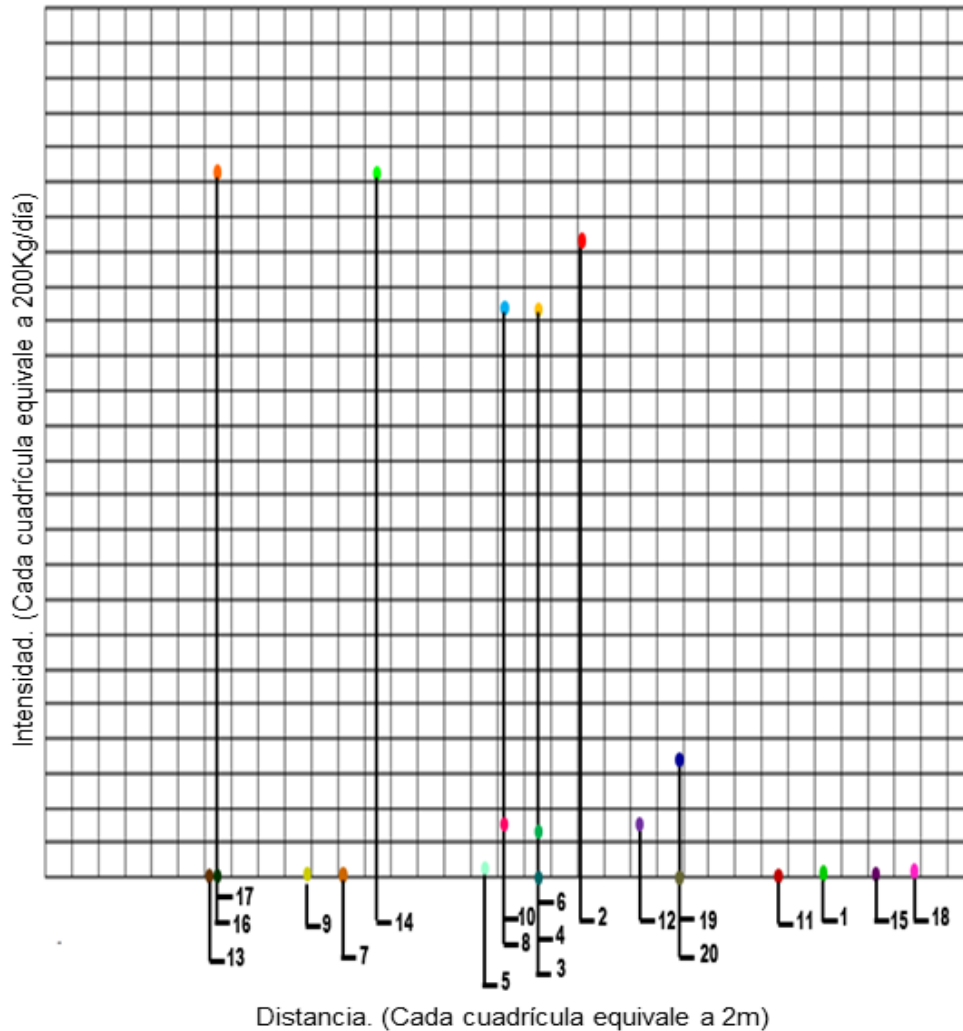
Tabla N° 16. Diagrama Distancia – Intensidad

**Diagrama Distancia-Intensidad**

Planta: Remeca, C.A

Proyecto: Propuestas de mejora en el Sistema de Manejo de Materiales

Elaborado por: Materazzi y Muñoz



N°	Color	Ruta	Intensidad del Flujo (Kg/Día)	Metros	Frecuencia del recorrido/Día	Metros /Día
1	●	Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima	0	56,7	4	226,8
2	●	Área de almacenaje de materia prima - Prensa de Corte	7000	40	7	280
3	●	Prensa de Corte - Torsionadora	0	37,5	42	1575
4	●	Torsionadora - Prensa de Corte	575,4	37,5	42	1575
5	●	Prensa Troqueladora - Prensa de Corte	0	33,8	14	473,2
6	●	Prensa de Corte - Prensa Troqueladora	6361,6	37,5	14	525
7	●	Estación de ayudantes - Prensa de Troquelado	0	22	56	1232
8	●	Prensa de Troquelado - Mesa de Conformación	6361,6	34,4	112	3852,8
9	●	Estación de ayudantes - Prensa de Corte	0	19,7	42	827,4
10	●	Prensa de Corte - Mesa de Conformación	739,2	34,4	84	2889,6
11	●	Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima 4	0	55	1	55
12	●	Área de almacenaje de materia prima 4 - Torsionadora	600	45	3	135
13	●	Estación de ayudantes - Mesa de Conformación	0	12,4	36	446,4
14	●	Mesa de Conformación - Área de Esmerilado	8038,8	24,5	36	882
15	●	Área de montacargas - Área de Esmerilado	0	60,6	12	727,2
16	●	Área de Esmerilado - Área de almacenaje de Producto Terminado	8038,8	13	36	468
17	●	Área de almacenaje de Producto Terminado - Área de Esmerilado	0	13	36	468
18	●	Área de montacargas - Portón de Carga y Descarga	0	63,3	1	63,3
19	●	Portón de Carga y Descarga - Área de almacenaje de Materia Prima	1563,1	47,8	7	334,6
20	●	Área de almacenaje de Materia Prima - Portón de Carga y Descarga	0	47,8	7	334,6

En el diagrama se puede apreciar que la mayoría de las rutas más largas a su vez son las que presentan mayor intensidad, esta lejanía entre estaciones en las cuales el flujo de materiales es mayor sugiere que existe una ineficiente distribución de la planta, es importante recalcar que el manejo de materiales en esas rutas que se podrían considerar críticas es semi-automatizado, es decir que se utiliza un equipo de transporte de movilización manual para trasladar el material (Ver Tabla N° 17). Es importante señalar también que una de las intensidades mayores con 6.361 Kg/Día corresponde a la manejada en la ruta 8, a lo largo de esta ruta la manipulación de las pletinas desde la estación de troquelado hasta las mesas de conformación se realiza manualmente entre dos ayudantes quienes sin apoyo de un dispositivo las trasladan en hombros, esto se debe a que resulta incomodo para los ellos ingresar con el dispositivo de transporte hacia la estación de troquelado por las dimensiones del mismo y por la carencia de un pasillo secundario que dé acceso a la prensa troqueladora, por esta razón solo ingresan los dos ayudantes a realizar la carga de las pletinas requeridas, esto evidencia que la distribución de los espacios actualmente no favorece un flujo correcto y secuencial del material en las diferentes operaciones.

A través del gráfico de Distancia - Intensidad también se puede observar una serie de rutas en el eje de las abscisas cuya intensidad es cero, se considera importante representar esas rutas en el diagrama mencionado pues aunque se recorren sin carga son igual de necesarias para garantizar el traslado pertinente del material de un lugar a otro y cuatro de esas rutas son los recorridos más largos realizados durante el día, incidiendo en los metros recorridos diariamente y señalando una deficiente distribución de planta.

En la Tabla N° 17 se plantean los puntos de partida y llegada del material para ver el alcance de cada ruta, y respecto a la misma se señalan los equipo que se utilizan para manejar el material, los metros recorridos y la cantidad de veces al día que se recorre dicha ruta.

**Tabla N° 17. Hoja de Rutas**

<b>N°</b>	<b>Lugar de Carga</b>	<b>Ruta</b>	<b>Lugar de Descarga</b>	<b>Equipo</b>	<b>Recorrido /día</b>	<b>Metros/ Día</b>
1	Área del montacargas	Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima	Área del montacargas	Montacargas	4	226,8
2	Área de almacenaje de materia prima	Área de almacenaje de materia prima - Prensa de Corte	Prensa de Corte	Montacargas	7	280
3	Prensa de Corte	Prensa de Corte – Torsionadora	Torsionadora	-	42	1575
4	Torsionadora	Torsionadora - Prensa de Corte	Prensa de Corte	-	42	1575
5	Prensa Troqueladora	Prensa Troqueladora - Prensa de Corte	Prensa de Corte	Carro de carga N° 1	14	473,2
6	Prensa de Corte	Prensa de Corte - Prensa Troqueladora	Prensa Troqueladora	Carro de carga N° 1	14	525
7	Estación de ayudantes	Estación de ayudantes - Prensa de Troquelado	Prensa Troqueladora	-	56	1232
8	Prensa Troqueladora	Prensa de Troquelado - Mesa de Conformación	Mesa de Conformación	-	112	3852,8
9	Estación de ayudantes	Estación de ayudantes - Prensa de Corte	Prensa Corte	-	42	827,4
10	Prensa Troqueladora	Prensa de Corte - Mesa de Conformación	Mesa de Conformación	-	84	2889,6
11	Área del montacargas	Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima 4	Área de almacenaje de materia prima 4	Montacargas	1	55

**Continuación Tabla N° 17**

12	Área de almacenaje de materia prima 4	Área de almacenaje de materia prima 4 – Torsionadora	Torsionadora	Montacargas	3	135
13	Estación de ayudantes	Estación de ayudantes - Mesa de Conformación	Mesa de Conformación	Carro de carga N° 2	36	446,4
14	Mesa de Conformación	Mesa de Conformación - Área de Esmerilado	Área de Esmerilado	Carro de carga N° 2	36	882
15	Área del montacargas	Área de montacargas - Área de Esmerilado	Área de Esmerilado	Montacargas	12	727,2
16	Área de Esmerilado	Área de Esmerilado - Área de almacenaje de Producto Terminado	Área de almacenaje de Producto Terminado	Montacargas	36	468
17	Área de almacenaje de Producto Terminado	Área de almacenaje de Producto Terminado - Área de Esmerilado	Área de Esmerilado	Montacargas	36	468
18	Área del montacargas	Área de montacargas - Portón de Carga y Descarga	Portón de Carga y Descarga	Montacargas	1	63,3
19	Portón de Carga y Descarga	Portón de Carga y Descarga - Área de almacenaje de Materia Prima	Área almacenaje de Materia Prima	Montacargas	7	334,6
20	Área almacenaje de Materia Prima	Área de almacenaje de Materia Prima - Portón de Carga y Descarga	Portón de Carga y Descarga	Montacargas	7	334,6
<b>Total</b>						<b>17370,9</b>

Elaboración: Propia

A través del análisis de la hoja de rutas se constata que más de 6900 metros son recorridos diariamente sin carga, lo cual representa el 40% de los metros totales recorridos al día. En el 50 % de las rutas se realiza un manejo de materiales automatizado haciendo uso del montacargas, mientras que en el 50% restante se evidencia manejo manual y semi-automatizado, sin embargo estos últimos tipos de manejo generan el 82% de los metros recorridos apuntando hacia desperdicios en unidades de distancia. Es importante destacar que como consecuencia de este alto porcentaje de manejo de materiales manual y semi-automatizado se ve afectada la productividad del trabajo, ya que los operarios deben detener las actividades que ejecutan en las estaciones asignadas para realizar los transportes de materiales a las estaciones sub-siguientes. Según los principios de manejo de materiales lo indicado es determinar el lugar y momento adecuado para realizar el traslado y de esta forma minimizar la ausencia de los operarios en sus puestos de trabajo.

## **V.10 DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS**




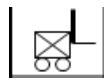












El resumen de métodos refleja todos los elementos que definen las técnicas de manejo de materiales, el tipo de movimiento, el equipo de manejo utilizado por la empresa entre los cuales se encuentran el carrito de transporte tipo 1 y tipo 2, y la unidad de carga.

Las rutas utilizadas y el método de manejo de materiales empleado en cada una de ellas, permite determinar en cuales rutas los trabajadores trasladan los materiales utilizando alguno de los carritos de transporte, el montacargas o manualmente. Permite identificar en cada una de las rutas las estaciones de trabajo que para cada ocasión son de salida y en otras de entrada, si transportan material al realizar la ruta o si por el contrario infringen con el principio de peso muerto. Adicionalmente, en la tabla se especifica el personal responsable encargado de ejecutar las operaciones de manejo de materiales en cada una de las rutas descritas.

**Tabla N° 18. Resumen de Métodos**

<b>RUTA</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>UT</b>	<b>Leyenda</b>	<b>Responsable del recorrido</b>
Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima			-		Montacarguista
Área de almacenaje de materia prima - Prensa de Corte				1 Atado	Montacarguista
Prensa de Corte - Torsionadora			-		Operario de corte
Torsionadora - Prensa de Corte				10 Varas Torsionadas	Operarios de torsionado y corte
Prensa Troqueladora - Prensa de Corte			-		Operario de corte
Prensa de Corte - Prensa Troqueladora				80 Pletinas	Operarios de troquelado y corte
Estación de ayudantes - Prensa de Troquelado			-		2 Ayudantes
Prensa de Troquelado - Mesa de Conformación				10 Pletinas	2 Ayudantes
Estación de ayudantes - Prensa de Corte			-		2 Ayudantes
Prensa de Corte - Mesa de Conformación				40 Alambrones Cortados	2 Ayudantes
Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima 4			-		Montacarguista
Área de almacenaje de materia prima 4 - Torsionadora				2 Bobinas de alambón	Montacarguista
Estación de ayudantes - Mesa de Conformación			-		2 Ayudantes

**Continuación Tabla N° 18. Resumen de Métodos**

Mesa de Conformación - Área de Esmerilado				1 Rejilla	2 Ayudantes
Área de montacargas - Área de Esmerilado			-		Montacarguista
Área de Esmerilado - Área de almacenaje de Producto Terminado				1 Rejilla	Montacarguista
Área de almacenaje de Producto Terminado - Área de Esmerilado				1 Rejilla	Montacarguista
Área de montacargas - Portón de Carga y Descarga			-		Montacarguista
Portón de Carga y Descarga - Área de almacenaje de Materia Prima				1 Atado	Montacarguista
Área de almacenaje de Materia Prima - Portón de Carga y Descarga			-		Montacarguista

Elaboración: propia.

Después de realizar el análisis de los datos recolectados en la tabla anterior, se estima que más del 50% de las rutas descritas asociadas al proceso de manejo de materiales infringen con el principio de “peso muerto”, por lo cual se considera necesario reducir la relación de transporte sin carga, incluyendo los movimientos ejecutados por el montacargas sin material. También se concluye que todas las rutas son de tipo directo y se observa que las cargas unitarias transportadas no están normalizadas.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTAS DE MEJORA**

#### **VI.1 REDISTRIBUCION DE LA PLANTA**

Esta propuesta contempla la movilización de los equipos, herramientas, áreas de almacenaje y demás áreas productivas con el fin de obtener espacios con dimensiones y puntos de acceso que se adecúen apropiadamente a los volúmenes de producción e insumos que se manejan en la actualidad en la empresa, tomando en cuenta la incidencia que esto tiene en la forma en la cual se manipulan los materiales, el flujo de los mismos, los recorridos que los empleados deben realizar para garantizar las cantidades de insumos necesarios en el momento prudente y en las estaciones que los requieran. Esto tiene como objetivo mejorar los métodos de manejo de materiales de la empresa a través de una eficiente utilización del área de trabajo que permita reducir desperdicios asociados a los metros recorridos para el traslado de los materiales y el tiempo invertido en el mismo.

##### **VI.1.1 Redistribución de áreas de almacén**

Se establecen 3 áreas de almacenaje fijas las cuales estarán ubicadas en las adyacencias del portón principal y frente al mismo, la distribución garantiza el acceso directo a las zonas en función de las dimensiones del montacargas para facilitar las operaciones de descarga, almacenaje y requerimientos de materia prima y producto terminado. Esta ubicación elimina la operación insegura que representaba el traslado de los atados de pletinas a través de largas distancias pasando por encima de las estaciones de trabajo con la carga en alto hasta llegar a las zonas de almacenaje que debían estar cerca de las estaciones de corte, riesgo que se veía incrementado por la frecuencia de esa operación.

- **Área número 1:** Cuenta con una superficie total de 184 m<sup>2</sup> destinada únicamente al almacenaje de materia prima, incluye 4 zonas de pletinas contribuyendo al aumento de su área de almacenamiento disponible y efectiva en un 21%, estas zonas están dispuestas en pares habilitando así 3 puntos de acceso cómodos para que el montacarguista maniobre y retire la cantidad de pletinas solicitadas.

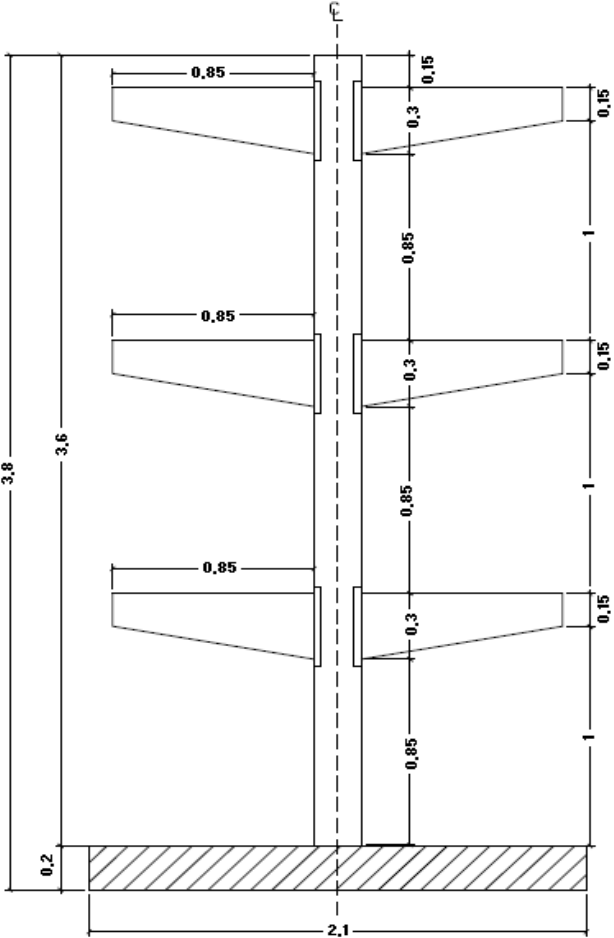
Se adiciona una zona de almacenaje de alambón incursionando en el uso y aprovechamiento del espacio vertical mediante la implementación de 2 estanterías de acero diseñadas especialmente para la disposición de bobinas en acantilado a ambos lados de cada repisa (Ver Figura N° 8), aumentando así la capacidad de almacenamiento de 52 a 144 bobinas en total e incrementando el área disponible en un 38%. Para diseñar y dimensionar estos anaqueles se toman en cuenta aspectos que influyen en la capacidad total de la estructura siguiendo los pasos y recomendaciones que el proveedor muestra en su sitio web, la longitud de cada viga que soporta las bobinas está ideada para agrupar 3 de ellas y la distancia que separa cada brazo permite que el montacargas emplee un solo movimiento para tomar con las horquillas las 6 bobinas que se almacenan en 2 brazos, triplicando de esta forma la unidad de carga que se tenía y reduciendo la frecuencia de esa operación a una al día.

- **Área número 2:** Está destinada a almacenar materia prima en una extensión total de 44,1 m<sup>2</sup> sin presentar obstáculos, tiene amplio acceso para el montacargas quedando convenientemente ubicada frente al portón para la reposición de pletinas de acero y frente a las prensas de corte facilitando el paso para aprovisionar esa etapa productiva.

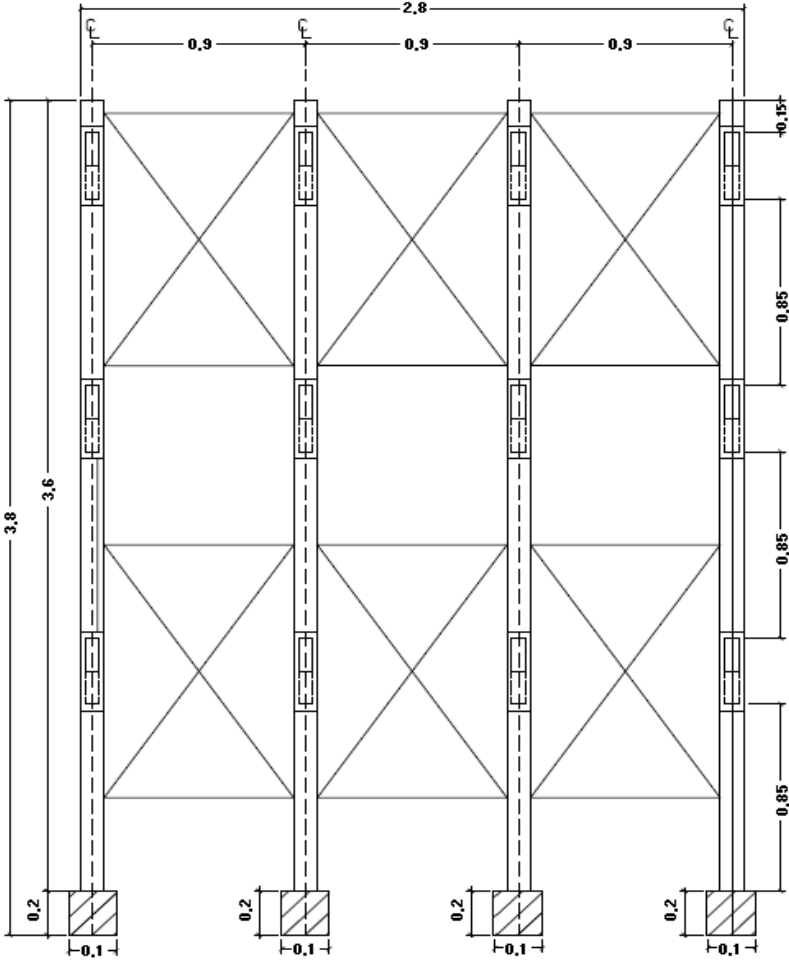
- **Área número 3:** Contiene el producto terminado apilado listo para el despacho al cliente o la galvanizadora, está ubicada al costado del portón y se despliega en 54,4 m<sup>2</sup> incrementando el área aprovechable para el almacenaje de rejillas en un 34%.

Se delimitan las áreas efectivas disponibles para el almacenamiento, de manera tal que la materia prima y el producto terminado cuenten con espacio suficiente para agruparlos y manejarlos sin interferir el uno con el otro, despejando la planta de obstáculos y facilitando el flujo del material y las personas de forma segura a través del área de producción.

FIGURA N° 6. ESTANTERÍAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE ALAMBRÓN



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

**Tabla N°19. Especificaciones de la estantería para el almacenamiento del alambrón.**

Ítem	Descripción	Cant.	Capacidad Max (kg)	Capacidad requerida (kg)	Dimens. (mm)
1	Estantería Heavy Duty para almacenamiento de bobinas en acantilado	2 Unidades	14400	7200	2800x3600
	Base	4	-	-	200x35x3
	Columna	4	-	-	200x35x3
	Brazo	24	-	-	90x5x8
	Viga diagonal 1	12	-	-	40x40x5
	Viga diagonal 2	12	-	-	40x40x4

Elaboración: propia.

**Figura N°7. Estantería para el almacenaje de bobinas de alambrón.**



### **VI.1.2 Secuencia de operaciones y flujo de materiales**

- Uno de los aspectos limitantes para la distribución de la planta es la estación de limpieza del producto terminado ya que es la última del proceso de producción y no se puede colocar secuencialmente con las demás operaciones porque el esmeril utilizado para limpiar genera un ruido superior a los 80 decibeles, lo cual imposibilita las comunicaciones dentro de la zona de oficias que queda contigua a la estación de conformación de rejillas.
- La máquina torsionadora es la más cercana a su respectivo almacén de insumos (4 m), se ubica en el medio de las dos prensas de corte por su importante precedencia para esa operación. Para trasladar las varas de alambón torsionado, es imprescindible el uso de un dispositivo de transporte manual que apoye el manejo de las mismas hasta la operación de corte.
- Las prensas de corte pasan a estar próximas a las nuevas áreas de almacenamiento porque la operación de corte es una de las primeras en realizarse, se ubican a escasos metros de las áreas de materia prima para reducir los recorridos inherentes al traslado de los materiales. A partir de esto se generan dos líneas de fabricación paralelas entre sí quedando con dos arreglos de maquinaria idénticos a ambos lados del pasillo principal, estos llevan la secuencia de las actividades de producción y el flujo entre estaciones pasa a ser por producto, permitiendo normalizar el manejo de materiales entre operaciones productivas.

## **VI.2 NORMALIZACION DEL SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES ENTRE OPERACIONES**

Para este fin se diseñó un sistema móvil de rodillos de transporte (Ver Figura N° 9), que permite que el material se deslice de un área a otra sin que el operario se desvíe de sus funciones para recoger el material del piso y procesarlo, eliminando también el traslado manual, los recorridos de los operadores y los dispositivos de carga que se utilizaban en esta actividad. El sistema se adapta en las dos líneas de producción por igual, la primera etapa consta de 2 mesas independientes de rodillos transportadores de 6 m de largo con 4 soportes con ruedas de cada lado, estas mesas bifurcan el flujo del material desde la prensa de corte hacia las dos prensas de troquelado permitiendo deslizar las pletinas y varas de alambón cortadas de una operación a la siguiente. Después del proceso de troquelado, se tiene la segunda etapa del sistema diseñado, que consta de 4 mesas como las anteriormente mencionadas para permitir otra ramificación del producto en proceso con el fin de alimentar las 2 mesas de conformación por cada prensa de troquelado.

Desde la perspectiva de los operarios el material fluye aguas abajo después de cada operación a través de los rodillos transportadores, sin embargo en los dos soportes de cada extremo de la mesa se adaptan ruedas acanaladas que garantizan su desplazamiento transversal a través de rieles fijos al suelo, permitiendo que el operario de corte vaya colocando la cantidad de producto procesado en la mesa y al finalizar realice el suministro a la operación siguiente deslizando la estructura de rodillos transportadores horizontalmente.

Este diseño contempla el paralelismo entre máquinas, se proveen las dimensiones necesarias tomando en cuenta las medidas de los equipos y las distancias entre estaciones en función del material que va pasando por cada una de ellas, asimismo se estipula una capacidad total de soporte del sistema mayor a la requerida (Ver Tabla N° 20), con el propósito de incrementar la unidad de carga entre las fases de producción en un 34%, de forma segura tanto para el material

como para las personas involucradas en su manipulación. La implementación de este sistema haría más eficiente el flujo del material permitiendo a los operarios intercalar el paso del mismo entre las 2 máquinas subsiguientes según sean los requerimientos, conllevando a que el suministro sea más oportuno.

**Tabla N°20. Especificaciones del sistema móvil de rodillos de transporte**

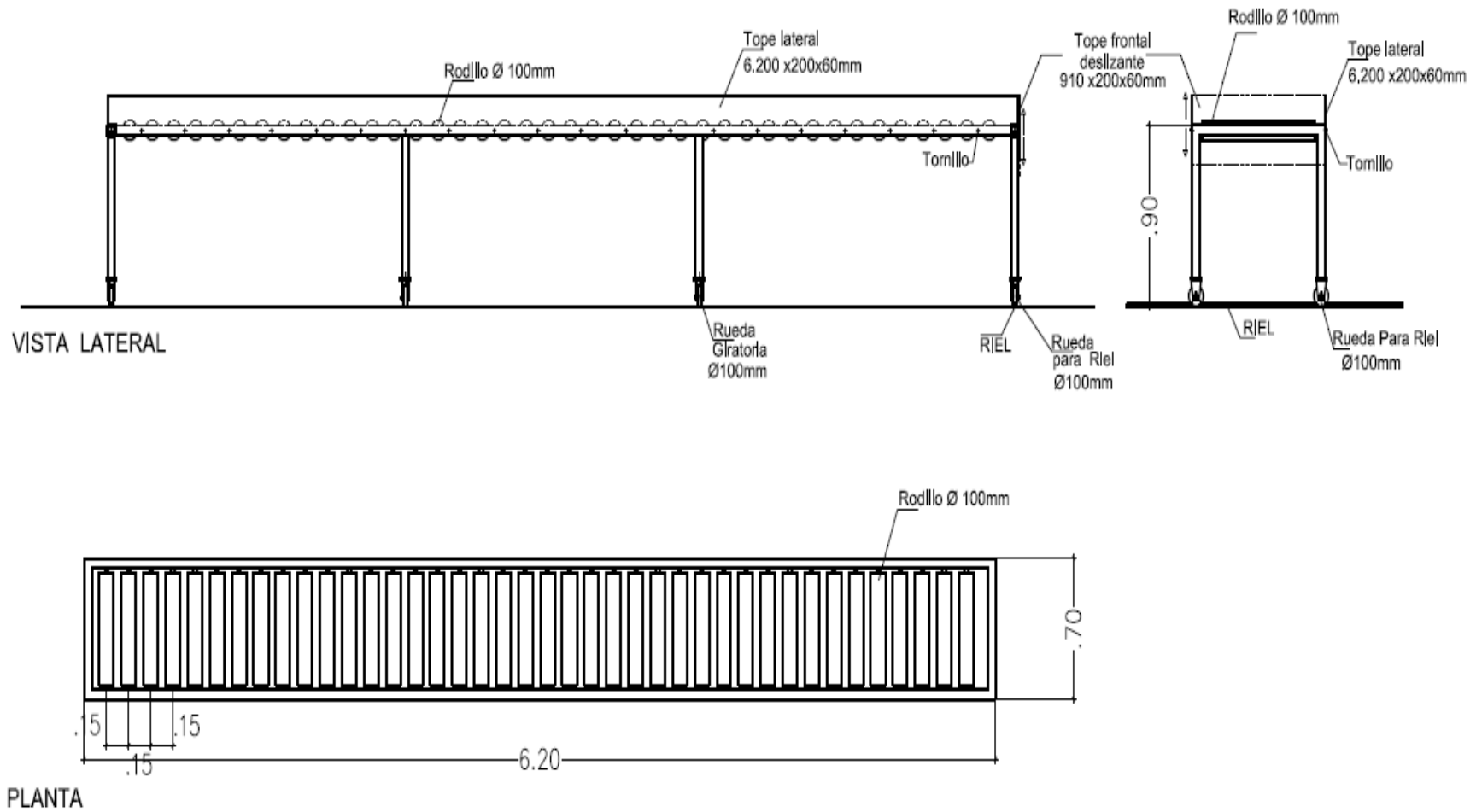
Ítem	Descripción	Cantidad unidades	Capacidad Max	Capacidad requerida	Dimensiones WxL (m)	Marca
1	Mesas de rodillos transportadores	6	600 kg	448 kg	0,7x6,20	Shandong Boxing 3hope Metalwork
	Rodillos por Mesa	42	-	448 kg	Ø 0,10	
	Suministro y Colocación de Rieles de acero	4	-	-	8,1x6,20	
	Suministro y Colocación de Topes de acero	8	-	-	0,7x0,3	

Elaboración: propia

**Figura N° 8. Sistema de móvil de rodillos de transporte**



Figura N° 9. Sistema Móvil de Rodillos de Transporte.



### VI.3 SISTEMA DE ELEVACION PARA REJILLAS

Una vez que se finaliza la conformación de las rejillas se requiere el traslado de las mismas hasta el área de limpieza de producto terminado, para esta operación se diseñó un sistema de elevación eléctrico que permite tomar firmemente el producto terminado y llevarlo a la altura requerida para apilar rejillas sobre el carro de transporte.

El sistema consta de dos polipastos móviles que se deslizan horizontalmente sobre una viga para asistir la descarga de rejillas en las cuatro mesas de conformación por línea, tienen una capacidad máxima individual de media tonelada, asumiendo el soporte de una rejilla a la vez por polipasto para tener una holgura de 250 Kg considerando que las cargas no estarán uniformemente distribuidas en la estructura de soporte del galpón. Este sistema está orientado a aumentar la unidad de carga en el traslado del producto hacia el área del esmeril, ya que permite apilar más de una rejilla por vez en el carro de transporte.

**Tabla N°21. Especificaciones de Elevación para Rejillas.**

Ítem	Descripción	Cantidad	Cap. Max	Cap. Requerida	Dimen. WxL	Suministro	Marca
1	Polipasto eléctrico de cadena	4 Unidades	0,5 ton	0,25 ton	600x350 (mm)	3-Phase/ 220V/30Hz	HH-B electric chain hoist
	Motor de desplazamiento	4	0,2 Kw	-	-	-	
	Motor de elevacion	4	0,8 Kw	-	-	-	
	Longitud de la cuerda	4	-	-	8 metros	-	

Elaboración: Propia.

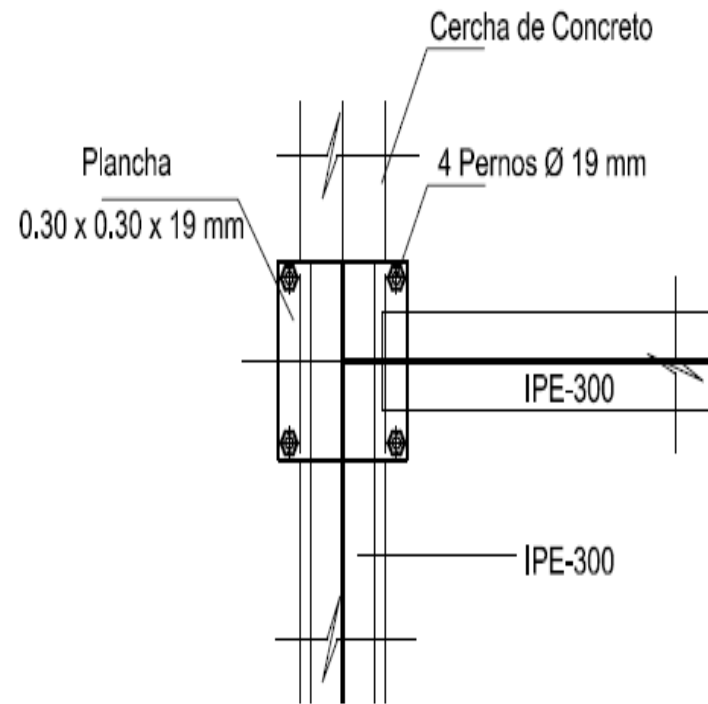
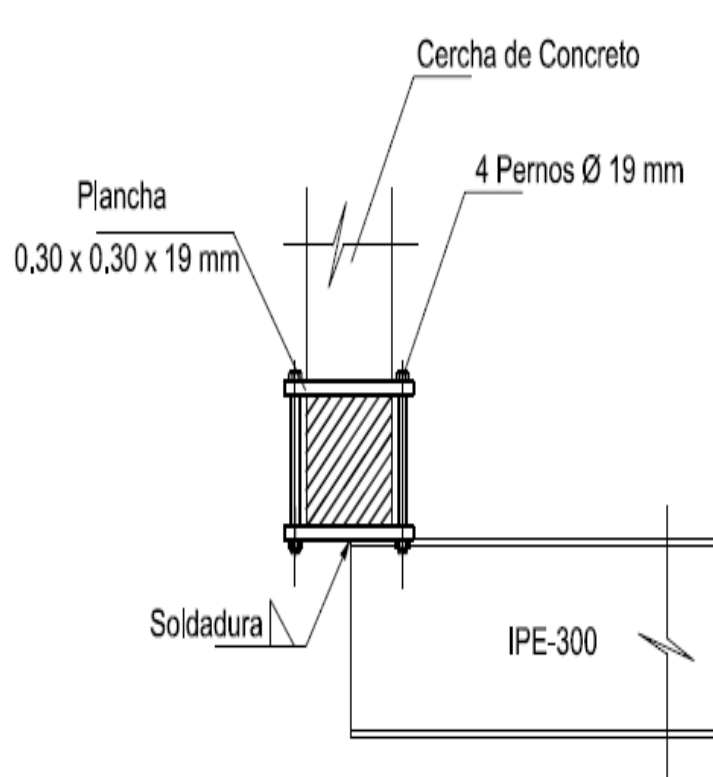
**Figura N°10. Sistema de Elevación de Rejillas (Polipasto).**



### **VI.3.1 Estructura de soporte y movilidad del sistema de elevación para rejillas**

Para la implementación de este sistema es necesario realizar transformaciones en la estructura del galpón, con el fin de garantizar el soporte de las cargas a las cuales se van a someter las cerchas, por esta razón se obtuvo asesoría de un ingeniero civil que calculó la disposición y especificaciones de las vigas que van a sostener y permitir la libre movilidad de los dos polipastos requeridos en cada línea de producción, sujetas a una capacidad de soporte de una tonelada entre ambas.

Figura N° 10. Soporte del Polipasto.



APOYO PARA SOSTENER PERFILES DE SOPORTE DEL POLIPASTO

#### **VI.4 ACCESORIO PARA MONTACARGAS**

Se plantea la procura de un accesorio de montacargas que se adapta directamente a la torre de elevación del mismo, sustituyendo la plataforma que soporta las horquillas, sin embargo el accesorio cuenta con horquillas con las mismas dimensiones y características que las originales del montacargas por lo que no perdería la versatilidad en sus funciones. La implementación de este accesorio permite el transporte de los atados de pletinas de una forma segura ya que cuenta con dos partes fundamentales, las horquillas que dan soporte a las mismas y un garfio que permite el agarre y la estabilidad de la carga al momento de manejar el material, para abrir y cerrar la garra del accesorio este cuenta con un cilindro hidráulico de 3000 PSI que se adapta al sistema de mando del montacargas para ser accionado por el operador. La abertura máxima del accesorio es de 145 cm lo cual permite el traslado del producto terminado sin problemas y la abertura mínima de 30 cm de diámetro garantiza el traslado de carga de 1 atado a la vez si es necesario.

Al implementar el uso de un accesorio más robusto que el anterior se estaría incrementando la seguridad en el traslado de pletinas, lo cual trae como consecuencia una duplicación de la unidad de carga manejada en el almacenaje y traslado de la materia prima a las diferentes áreas de la planta, teniendo en cuenta que la capacidad de carga del montacargas es de 2 toneladas. El otro de los fines que se persigue con esta modificación es cumplir con el principio de la normalización de los equipos de manejo de materiales, las características de este accesorio admiten el uso del mismo para el traslado de las bobinas de alambón y del producto terminado sin dificultades.

**Figura N°11. Accesorio de Montacargas.**



**Tabla N°22. Especificaciones del Accesorio de Montacargas.**

Ítem	Descripción	Cantidad	Capacidad	Dimensiones	Marca
1	Accesorio de garfio para montacargas	1	2 ton	107x 122 cm	Arrow Material Handling Products
	Cilindro hidráulico	1	3000 PSI	-	
	Brazo de garfio	1	-	145 cm	

Elaboración: Propia.

## **VI.5 DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE UN TRASLADO EN ALAMBRON TORSIONADO Y PRODUCTO TERMINADO**

En vista de que las medidas del carro que traslada las rejillas conformadas hacia el área de limpieza tiene dimensiones que imposibilitan el transporte de más de 1 rejilla a la vez, se diseña un dispositivo cuya capacidad y dimensiones sean apropiadas para el traslado de 6 unidades de producto terminado (1,4 ton). Con esto se busca estandarizar los equipos de manejo de materiales, por lo que se diseñó una unidad de traslado capaz de manejar las varas de alambón torsionadas requeridas en los procesos de corte y las rejillas hacia el área de limpieza. Para ello se requiere una estructura tubular de sección cuadrada, con soportes laterales que den rigidez y distribuyan espacialmente la carga a la cual estará sometido constantemente el diseño, el mecanismo de desplazamiento del dispositivo consta de cuatro ruedas multidireccionales que faciliten la movilidad una vez que se maneje el vehículo con peso.

El traslado de las varas de alambón se realizaba de forma manual, operación que era limitada por la longitud y flexibilidad del material manejado, por lo tanto se aumenta la capacidad de carga de 10 a 210 varas por recorrido y siendo consecuente con las mejoras planteadas y la re-distribución de la planta, se satisface a su vez la necesidad de un dispositivo que permita trasladar eficientemente una cantidad de rejillas acorde a las que se generan en las líneas de producción respondiendo a las nuevas capacidades que se manejan.

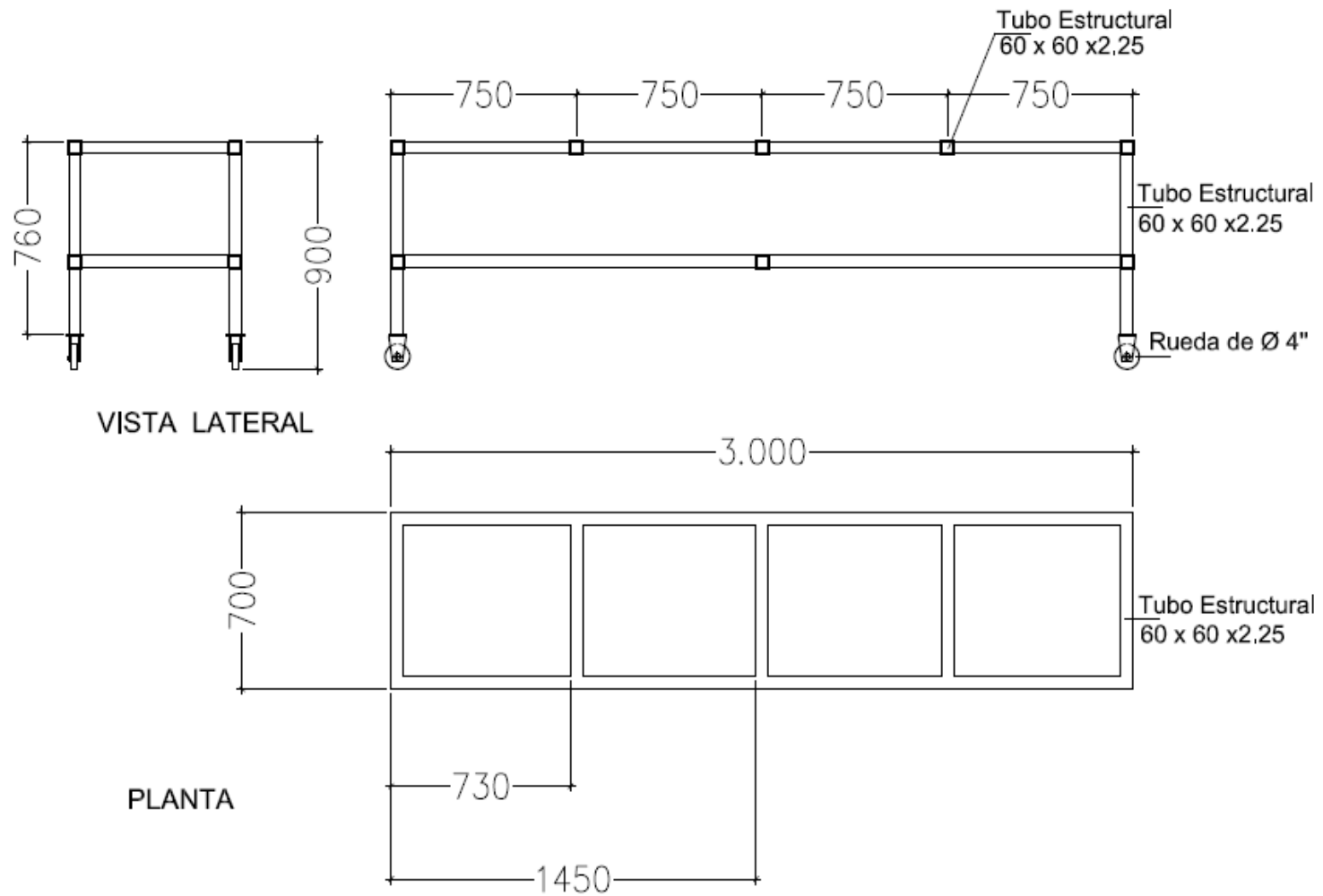
**Tabla N°23. Especificaciones del Dispositivo de Traslado de alambrón Torsionado y Producto Terminado.**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Capacidad Max</b>	<b>Capacidad Requerida</b>
1	Ruedas de giratorias de acero	20 Unidades	4 "	4 ton	1,4 ton
2	Suministro e instalación de Tubos de acero Serie Pesada de sección cuadrada	845 Kg	2"		
3	Tornillos, tuercas y otros	-			

Elaboración: Propia.

Figura N°12. Dispositivo de traslado de alambión torsionado y producto terminado.

Esc. 1=25



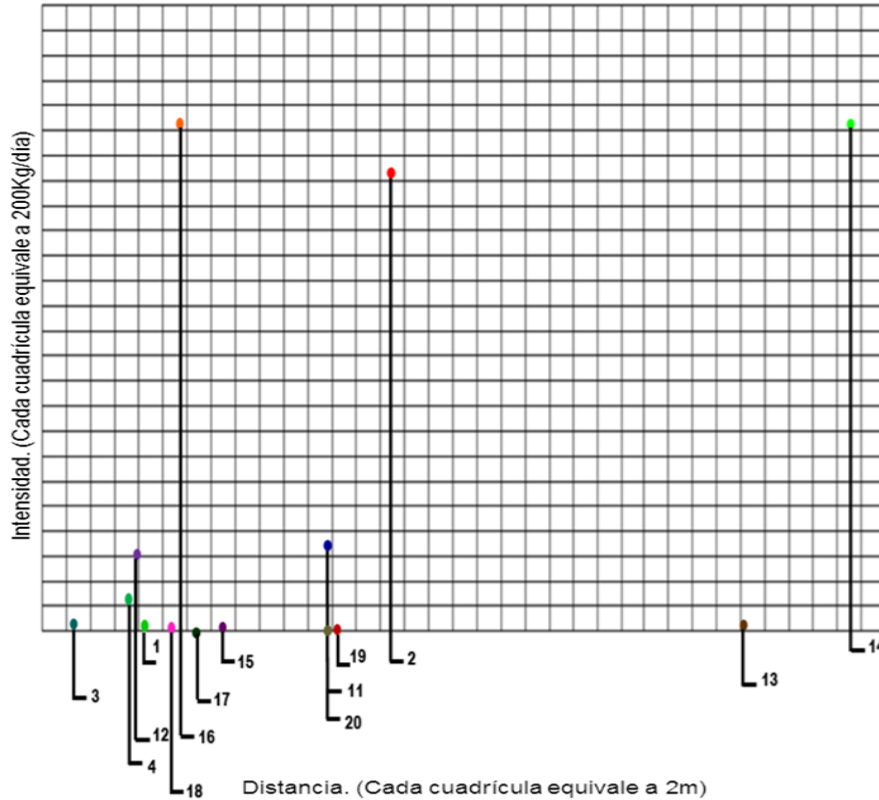
**Tabla N°24. Diagrama Distancia-Intensidad.**

**Diagrama Distancia-Intensidad Propuesto**

Planta: Remeca, C.A

Proyecto: Propuestas de mejora en el Sistema de Manejo de Materiales

Elaborado por: Materazzi y Muñoz




















N°	Color	Ruta	Intensidad del Flujo (Kg/Día)	Metros	Frecuencia del recorrido/Día	Metros /Día
1	●	Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima	0	8.36	4	33.44
2	●	Área de almacenaje de materia prima - Prensa de Corte	7000	27.6	4	110.4
3	●	Estación de ayuda - Torsionadora	0	3	2	6
4	●	Torsionadora - Prensa de Corte	575.4	7.53	2	15.06
5	●	Prensa Troqueladora - Prensa de Corte	0	6.2	0	0
6	●	Prensa de Corte - Prensa Troqueladora	6361.6	6.2	0	0
7	●	Estación de ayudantes - Prensa de Troquelado	0	31.4	0	0
8	●	Prensa de Troquelado - Mesa de Conformación	6361.6	6.2	0	0
9	●	Estación de ayudantes - Prensa de Corte	0	14.8	0	0
10	●	Prensa de Corte - Mesa de Conformación	739.2	12.4	0	0
11	●	Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima # 1	0	24.4	1	24.4
12	●	Área de almacenaje de materia prima # 1 - Torsionadora	600	7.6	1	7.6
13	●	Estación de ayudantes - Mesa de Conformación	0	58.6	8	468.8
14	●	Mesa de Conformación - Área de Esmerilado	8038.8	67.6	8	540.8
15	●	Área de montacargas - Área de Esmerilado	0	15.5	8	124
16	●	Área de Esmerilado - Área de almacenaje de Producto Terminado	8038.8	11.5	8	92
17	●	Área de almacenaje de Producto Terminado - Área de Esmerilado	0	11.5	36	414
18	●	Área de montacargas - Portón de Carga y Descarga	0	11	1	11
19	●	Portón de Carga y Descarga - Área de almacenaje de Materia Prima	1563.1	23.4	4	93.6
20	●	Área de almacenaje de Materia Prima - Portón de Carga y Descarga	0	23.4	4	93.6




Elaboración: Propia

Se realiza el diagrama Distancia-Intensidad para constatar y evaluar los cambios obtenidos con la distribución de planta propuesta, los recorridos destinados al manejo de materiales presentaron una disminución del 88% ubicando los recorridos diarios en un total de 2.034 m. También se observa la eliminación de las rutas N<sup>a</sup> 5 hasta la N<sup>a</sup> 10 que contribuyen con una reducción en los metros recorridos al día en un 10%, lo cual se atribuye principalmente al sistema de cilindros transportadores propuestos. Las frecuencias también presentan una disminución gracias al aumento de la unidad de carga que se manipula entre estaciones y la capacidad de los equipos de manejo, sin embargo las intensidades permanecen constantes ya que estas responden a los requerimientos diarios de insumos del proceso para llegar a los niveles de producción estipulados.

Tabla Nª 25. Tabla de contraste de tiempos invertidos en el manejo de materiales

Nº	Color	Ruta	LAY OUT ACTUAL		Responsables del manejo de materiales en la ruta		LAY OUT PROPUESTO	
			Tiempo Asociado al recorrido (min)	Minutos/Día	Actual	Propuesto	Tiempo Asociado al recorrido (min)	Minutos/Día
1		Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima	0,6	2,4	Montacarguista	Montacarguista	0,088	0,352
2		Área de almacenaje de materia prima - Prensa de Corte	0,42	2,94	Montacarguista	Montacarguista	0,29	1,16
3		Prensa de Corte - Torsionadora	0,6	25,2	Operario de corte	Ayudantes	0,01	0,02
4		Torsionadora - Prensa de Corte	0,6	25,2	Operarios de torsionado y corte	Ayudantes	0,026	0,052
5		Prensa Troqueladora - Prensa de Corte	0,54	7,56	Operario de corte	Sistema de rodillos	0,099	0
6		Prensa de Corte - Prensa Troqueladora	0,6	8,4	Operarios de troquelado y corte	Sistema de rodillos	0,099	0
7		Estación de ayudantes - Prensa de Troquelado	0,076	4,256	2 Ayudantes	Sistema de rodillos	0,1089	0
8		Prensa de Troquelado - Mesa de Conformación	0,55	61,6	2 Ayudantes	Sistema de rodillos	0,099	0

Continuación tabla N°25. Contraste de tiempos invertidos en el manejo de materiales								
9		Estación de ayudantes - Prensa de Corte	0,06	2,52	2 Ayudantes	Sistema de rodillos	0,051	0
10		Prensa de Corte - Mesa de Conformación	0,55	46,2	2 Ayudantes	Sistema de rodillos	0,198	0
11		Área del montacargas - Área de almacenaje de materia prima 4	0,58	0,58	Montacarguista	Montacarguista	0,26	0,26
12		Área de almacenaje de materia prima 4 - Torsionadora	0,47	1,41	Montacarguista	Montacarguista	0,08	0,08
13		Estación de ayudantes - Mesa de Conformación	0,042	1,512	2 Ayudantes	2 Ayudantes	0,23	1,84
14		Mesa de Conformación - Área de Esmerilado	0,39	14,04	2 Ayudantes	2 Ayudantes	1,08	8,64
15		Área de montacargas - Área de Esmerilado	0,64	7,68	Montacarguista	Montacarguista	0,16	1,28
16		Área de Esmerilado - Área de almacenaje de Producto Terminado	0,14	5,04	Montacarguista	Montacarguista	0,12	0,96
17		Área de almacenaje de Producto Terminado - Área de Esmerilado	0,14	5,04	Montacarguista	Montacarguista	0,14	5,04

Continuación tabla N°25. Contraste de tiempos invertidos en el manejo de materiales								
18		Área de montacargas - Portón de Carga y Descarga	0,67	0,67	Montacarguista	Montacarguista	0,11	0,11
19		Portón de Carga y Descarga - Área de almacenaje de Materia Prima	0,51	3,57	Montacarguista	Montacarguista	0,25	1
20		Área de almacenaje de Materia Prima - Portón de Carga y Descarga	0,51	3,57	Montacarguista	Montacarguista	0,25	1
<b>TOTAL</b>			<b>229,388</b>					<b>21,794</b>

Comparando los tiempos relacionados con los recorridos de las rutas planteadas en la distribución de planta actual y la propuesta, se evidencia una disminución del tiempo invertido en el manejo de materiales de un 90% en total. La distribución actual presenta amplias distancias entre operaciones y excesivo traslado manual de material, lo cual se transforma en tiempo empleado ineficientemente, los métodos actuales conllevan a que los operarios de las estaciones realicen gran parte de los recorridos interviniendo directamente en el traslado de materia prima que se requiera en determinado momento por lo cual se ausentan de sus puestos de trabajo en repetidas ocasiones al día acumulando un total de 66,36 minutos dedicados al manejo de materiales en lugar de continuar con las operaciones productivas, con la distribución planteada se elimina en un 100% la intervención de los operarios y soldadores en el manejo de materiales.

## CAPÍTULO VII

### ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Una vez planteadas las propuestas de mejora pertinentes en el sistema de manejo de materiales de la empresa Remeca, C.A. es necesario validar económicamente la inversión en la cual se debe incurrir en caso de llevar a cabo la implementación de las mismas, estas se evaluarán a través de la relación Costo Beneficio y el Tiempo de Pago de la inversión.

#### VII.1 ESTIMACION DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Se presentan los costos inherentes a las mejoras formuladas haciendo referencia según el caso a la procura de los materiales, los costos de instalación, el alquiler de los equipos para la instalación, entre otros. Los precios que se plantean se obtuvieron a través de consultas en línea y el contacto directo con los proveedores.

##### VII.1.1 Re-distribución de la planta

**Tabla N°26. Estimación de costos asociados al servicio de Re-distribución de la planta.**

Ítem	Descripción	Cantidad	Tiempo	Costo Unitario (Bs/Día)	Costo Total (Bs)
1	Alquiler de grúa telescópica	1	4 días	5.100	20.400
2	Alquiler de montacargas de gran capacidad	1	5 días	1.600	8.000
4	Andamios	4	5 días	400	2.000
5	Mano de Obra	6	9 días	1.800	16.200
<b>TOTAL</b>					<b>46.600</b>

Elaboración: Propia.

Estos costos incluyen la rotación de la maquinaria y herramientas que la empresa tiene en posesión con el fin de estructurar el Layout propuesto, para ello se requiere del alquiler de maquinaria pesada que permita la movilización apropiada de los equipos utilizando mano de obra externa capacitada, esta cuadrilla de obreros se encargarán a su vez de las instalaciones menores correspondientes a los dispositivos diseñados y en carácter de ayudantes en las obras civiles, los empleados de Remeca, C.A son fundamentales como apoyo en la realización de todas las actividades programadas además de efectuar la operación de limpieza planificada para culminar con la parada de planta.

#### VII.1.1.2 Redistribución de áreas de almacén

**Tabla N° 27. Estimación de costos asociados a la procura de estantería de gran capacidad que mejore el método de almacenamiento.**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
1	Esterería Heavy Duty para almacenamiento de bobinas en acantilado	2 Unidades	91.000 Bs/Unidad	182.000
2	Insumos varios para la instalación (Tuercas, arandelas, entre otros)	-	-	200
<b>TOTAL</b>				<b>182.200</b>

Elaboración: Propia

#### VII.1.1.3 Sistema móvil de rodillos de transporte

Estimación de costos asociados a la procura de las mesas de rodillos transportadores y el suministro e instalación del sistema de desplazamiento horizontal, tomando en cuenta la mano de obra capacitada que se debe subcontratar para la realizar el corte y montaje del riel.

**Tabla N°28. Estimación de costos de mesas de rodillos e instalación del sistema de desplazamiento horizontal.**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
1	Mesas de rodillos transportadores	12 Unidades	15.000 Bs/Unidad	180.000
2	Suministro y Colocación de Rieles de acero	528,4 Kg	30 Bs/Kg	15.852
3	Suministro y Colocación de Topes de acero	16 Unidades	25 Bs/Unidad	400
4	Insumos varios para la instalación (Tuercas, arandelas, entre otros)	-	-	100
<b>TOTAL</b>				<b>196.352</b>

Elaboración: Propia.

#### **VII.1.1.4 Sistema de elevación de rejillas**

Se refleja el costo incurrido en la procura, importación y nacionalización del polipasto como mecanismo de elevación del sistema planteado, mediante un importador establecido en el país.

**Tabla N°29. Costos sistema de elevación de rejillas.**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
1	Polipasto eléctrico de cadena	4 Unidades	8.000 Bs/Unidad	32.000
2	Insumos varios para la instalación (Tuercas, arandelas, entre otros)	-	-	200
<b>TOTAL</b>				<b>32.200</b>

Elaboración: Propia.

#### VII.1.1.4.1 Estructura de soporte y movilidad del Sistema de Elevación para Rejillas

Se estiman los costos asociados a procura del material, el corte de los perfiles, soldadura e instalación de los mismos, todas estas son partidas que se subcontratan.

**Tabla N° 30. Costos estructura de soporte.**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
1	Suministro e instalación de Perfiles de acero IPE-300	2.034 Kg	35 Bs/Kg	71.190
2	Plancha de Acero	1 Kg	35 Bs/Kg	35
3	Pernos	4 Unidades	900 Bs/Unidad	3.600
<b>TOTAL</b>				<b>74.825</b>

Elaboración: Propia.

#### VII.1.1.5 Parada de planta planificada

Se contempla una parada general de la planta con el fin de llevar a cabo la redistribución e instalación apropiada de las mejoras planteadas de tal manera que ese proceso se lleve a cabo de forma segura para los trabajadores y se resguarde la integridad de los equipos.

Para el cálculo de los costos asociados a la parada de planta se determina la cantidad de rejillas que se producirían durante los días destinados a la actividad extraordinaria que se plantea y se toma en cuenta la utilidad neta del 15% del precio de venta que se deja de percibir por dichas rejillas como lucro cesante, esto como un aproximado a la estructura de costos suministrada por la empresa.

$$\text{Costo Parada de Planta 1} = 36 \frac{\text{rejillas}}{\text{día}} \times 9 \text{ días} \times 1.250 \frac{\text{Bs}}{\text{rejilla}} = 405.000 \text{ Bs}$$

Además del costo asociado a los días de la parada de planta, se incurre en un lucro cesante considerando un inusual tiempo de puesta punto de 4 horas para el arranque inicial de las máquinas en las nuevas condiciones y previendo la posibilidad de hacer cualquier ajuste necesario para garantizar el correcto funcionamiento de las operaciones productivas, tomando en cuenta las rejillas que se dejarían de producir en el tiempo programado.

$$\text{Costo Parada de Planta 2} = 5,14 \frac{\text{rejillas}}{\text{h}} \times 2 \text{ h} \cong 10,28 \text{ rejillas} = 10 \text{ rejillas}$$

$$\text{Costo Parada de Planta 2} = 10 \text{ rejillas} \times 1.250 \frac{\text{Bs}}{\text{rejilla}} = 12.500 \text{ Bs}$$

$$\text{Costo Parada de Planta TOTAL} = 417.500 \text{ Bs}$$

### VII.1.2 Accesorio para montacargas

Estimación del costo asociado a la procura, importación y nacionalización del accesorio de montacargas a través de un importador establecido en el país.

**Tabla N° 31. Costo accesorio para montacargas.**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
1	Accesorio de garfio para montacargas	1 Unidad	17.000 Bs/Unidad	17.000
<b>TOTAL</b>				<b>17.000</b>

Elaboración: Propia.

### VII.1.3 Dispositivo de traslado de alambón torsionado y producto terminado

Se especifican los costos asociados a los materiales y mano de obra externa apta para el corte del acero y la fabricación del dispositivo de transporte.

**Tabla N° 32. Costo dispositivo de traslado de alambón y producto terminado.**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
1	Ruedas giratorias de acero de 4 “	20 Unidades	300 Bs/Unidad	6.000
2	Suministro y montaje de Tubos de acero Serie Pesada de sección cuadrada 2”	845 Kg	40 Bs/Kg	33.800
3	Tornillos, tuercas y otros.	-	-	300
<b>TOTAL</b>				<b>39.800</b>

Elaboración: Propia.

### VII.1.4 Stock de reposición de piezas

Se destina un monto de aproximadamente el 1% de la inversión inicial para la procura de piezas principales que puedan presentar fallas o desgastes para constituir un stock de repuestos, de tal manera de facilitar la reparación oportuna del equipo y garantizar su funcionamiento.

**Tabla N° 33. Costo asociado al inventario de repuestos**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs)
1	Ruedas giratorias de acero de 4”.	10 Unidades	300 Bs/Unidad	3.000
2	Suministro de Tubos de acero Serie Pesada de sección cuadrada 2”.	90 Kg	37 Bs/Kg	3.330
3	Tornillos, tuercas y otros.	-	-	300
4	Cadenas de acero para dispositivo de elevación.	5 Unidades	240	1.200
5	Rodillos transportadores	10 Unidades	263	2.630
<b>TOTAL</b>				<b>10.460</b>

Elaboración: Propia

**Costos Totales** = Costo VII.1.1 + Costo VII.1.1.2 + Costo VII.1.1.3 + Costo VII.1.1.4 + Costo VII.1.1.4.1 + Costo VII.1.1.5 + Costo VII.1.2 + Costo VII.1.3 + Costo VII.1.4 = **1.016.964 Bs.**

## VII.2 ESTIMACION DE AHORROS ASOCIADOS AL PLAN DE MEJORA

Se determinan los ahorros que se percibirían con la implementación de las propuestas tomando en cuenta la incidencia de las mismas en la productividad de la empresa.

### VII.2.1 Ahorros Cuantitativos

#### VII.2.1.1 Ahorros percibidos por la re-distribución de planta

Se toman en cuenta los ahorros relacionados a la implementación de los sistemas necesarios para garantizar el flujo de los materiales con la nueva distribución, ya que cada uno de ellos se relaciona entre sí y se idearon para responder funcionalmente a las nuevas necesidades de manejo de materiales con la redistribución planteada.

El sistema de rodillos permite que los operarios de corte y troquelado se limiten a manipular el material desde sus puestos de trabajo recibéndolo y efectuando las operaciones para las cuales están asignados dentro del proceso para posteriormente deslizarlo hasta la operación siguiente, en el caso de los soldadores el sistema de elevación permite que la operación de manejo de materiales consista en recibir el material y luego de conformar las rejillas elevarlas y cargar el dispositivo de transporte junto con el ayudante. Esta distribución elimina la intervención de los operarios en el manejo de materiales erradicando los recorridos de los mismos, de esta manera el tiempo invertido anteriormente para estas labores queda reducido en un 100%, permitiendo la recuperación de ese tiempo para invertirlo en el proceso de fabricación.

- Tiempo actual invertido por los operarios en el manejo de materiales = 1459,9 min/mes.
- Tiempo invertido por los operarios en el manejo de materiales con la propuesta de mejora = 0 min/mes.
- Número de rejillas que se podrían producir en el tiempo recuperado =  $1459,9 \text{ min/mes} * 0,086 \text{ rejillas/min} = 125,55 \cong 125 \text{ rejillas/mes}$ .
- **Ahorro** = 125 rejillas/mes = 4860 Bs/rejillas = 600.000 Bs/mes.

#### **VII.2.1.2 Ahorros percibidos por estandarización del accesorio del montacargas**

Cumpliendo con el principio de estandarización de los equipos de manejo de materiales se planteó un accesorio para el montacargas que permitiese el traslado del material de forma segura y se adaptara eficientemente a los requerimientos de capacidad y métodos de manipulación de las bobinas de alambra y los atados de pletina. Esta mejora en el agarre de la carga y su

correcto almacenamiento trae consigo una disminución en el tiempo de traslado de la materia prima en un 77%, lo cual podría invertirse eficientemente en las demás funciones que actualmente tiene el supervisor que maneja el montacargas además de presentar disponibilidad para cualquier exigencia de tiempo que se presente en una empresa con un plan de mejora continua como lo es Remeca, C.A.

- Tiempo actual invertido por el montacarguista en el traslado de materia prima= 501,6 min/mes
- Tiempo invertido por el montacarguista en el traslado de materia prima con la mejora propuesta = 115,32 min/mes
- Horas hombre del montacarguista recuperadas =  $386,28 \text{ min/mes}^* (1/60 \text{ hora/min}) = 6,44 \text{ hh/mes}$
- **Ahorro** =  $6,44 \text{ hh/mes} * 38,96 \text{ Bs/hh} = 250,9 \text{ Bs/mes}$

### **VII.2.1.3 Ahorros estimados con la implementación de un Dispositivo de traslado de alambón torsionado y producto terminado**

Como consecuencia de la redistribución de la planta la cual disminuye los recorridos y la implementación de este dispositivo que elimina el traslado manual del material además de permitir transportar mayor cantidad de producto terminado y alambón torsionado por ruta, se reduce el tiempo de manejo de materiales por parte de los dos ayudantes que se encargan de dar apoyo en el traslado de recursos para alimentar los procesos de producción en un 92%, este tiempo podría ser utilizado de manera productiva en la empresa persiguiendo la eficiencia del proceso y la búsqueda de mejoras continuas y desde una perspectiva cualitativa abre la posibilidad de rotar en las demás áreas del proceso de producción cuando se requiera fomentando el desarrollo del personal.

- Tiempo actual invertido por los ayudantes en el traslado de materiales = 2.862,86 min/mes
- Tiempo invertido por los ayudantes en el traslado de materia prima con la mejora propuesta = 230,56 min/mes
- Horas hombre de los dos ayudantes recuperadas =  $2.632,3 \text{ min/mes} * (1/60 \text{ hora/min}) = 43,87 \text{ h/mes} * 2 \text{ hombres} = 87,74 \text{ hh/mes}$
- **Ahorro =  $87,74 \text{ hh/mes} * 21\text{Bs/hh} = 1.842,54 \text{ Bs/mes}$**

#### **VII.2.1.4 Ahorros asociados a la utilización del espacio vertical**

La implementación de la estantería pesada de almacenaje permite el aprovechamiento del espacio vertical, incrementando la capacidad de almacenaje de bobinas de alambón que se tiene. Actualmente se cuenta con una capacidad máxima de almacenaje de 52 bobinas en el área dispuesta para tal fin, con esta propuesta se almacenarían 144 bobinas de alambón en dos estanterías de acceso rápido al producto. Si las bobinas se almacenaran de la misma manera, las 144 bobinas ocuparían un área total de 99,7 m<sup>2</sup> en vez de los 11 m<sup>2</sup> efectivos que ocupan las dos estanterías propuestas.

- Área total invertida en el almacenamiento de 144 bobinas utilizando el método actual = 99,7 m<sup>2</sup>
- Área total invertida en el almacenamiento de 144 bobinas haciendo uso de la mejora propuesta = 11 m<sup>2</sup>
- **Estimación ahorro en el alquiler del área requerida para almacenaje =  $88,7 \text{ m}^2 * 25 \text{ Bs/m}^2.\text{mes} = 2.217,5 \text{ Bs/mes}$**

**Ahorro Total = Ahorro VII.2.1 + Ahorro VII.2.2 + Ahorro VII.2.3 + Ahorro VII.2.4 = 604.310,94 Bs/mes.**

## **VII.2.2 Ahorros Cualitativos**

Además de los ahorros monetarios que traerían consigo la reducción de los tiempos, recorridos y el posible incremento en la productividad, se perciben ahorros de tipo cualitativos como consecuencia de la implementación del sistema de rodillos transportadores y la redistribución de la planta lo cual incide en gran medida en el área de seguridad industrial y ergonomía. Estas mejoras eliminan el manejo manual de los materiales y por ende los movimientos de tercer grado antes utilizados para lograr el traslado de las pletinas, alambción y rejillas entre operaciones productivas. Aunado a esto se incrementa altamente la seguridad para la descarga y almacenamiento de materia prima y producto terminado ya que la ruta propuesta del material no someterá a riesgos físicos a los operarios y el accesorio del montacargas le da soporte a la carga para evitar el balanceo sobre el montacarguista.

De continuar con los métodos actuales de manejo de materiales existe una alta probabilidad de que durante una inspección regular del INPSASEL se detecten esas fallas y la empresa incurra en una multa por las condiciones inseguras presentes, la propuesta planteada percibe un ahorro evitando las multas por incumplimiento de la ley y reduciendo el manejo manual del material evita incurrir en indemnizaciones por enfermedades ocupacionales asociadas a hernias, patologías en el manguito rotador o túnel carpiano, entre otras. Es importante tomar en cuenta a su vez el lucro cesante que generaría la clausura temporal de la empresa, en donde se dejarían de producir aproximadamente 36 unidades diarias sin dejar de incurrir en costos asociados al personal y servicios.

## **VII.3 ESTIMACION DE LOS COSTOS MENSUALES**

Como costos mensuales del proyecto de inversión se consideran los costos asociados al mantenimiento de los equipos propuestos para su implementación. Es importante recalcar que los equipos seleccionados son de bajo mantenimiento,

esto se debe principalmente a la ausencia de puntos principales de lubricación, además no son equipos motorizados por lo que no se consideran vibraciones ni puntos de calor y son mecanismos simples estáticos y modificaciones estructurales de hierro altamente resistentes a los efectos del uso y el medio ambiente, por estas razones el mantenimiento preventivo está compuesto fundamentalmente por inspecciones a realizar por los ayudantes, que permitan determinar posibles fallas de los componentes y proceder a la reparación oportuna garantizando el buen funcionamiento y la confiabilidad de los equipos, de igual manera la simplicidad de las partes apunta a un tipo de mantenimiento correctivo de remplazamiento de piezas de ser necesario anualmente o ajustes puntuales para lo cual se toma refleja un costo por inventario de repuestos como parte de la inversión inicial.

En concordancia con los tipos de mantenimiento adecuados para los equipos recomendados, se toma en cuenta el costo mensual por concepto de gastos varios que incluyen tuercas, arandelas y clavos, asimismo se incluye material necesario para engrasar los rodamientos del sistema de elevación y el de transporte.

**Tabla N° 34. Costos de mantenimiento mensuales**

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total (Bs/mes)
1	Insumos varios (Tornillos, tuercas, arandelas, entre otros)	-	-	150
2	Aceite lubricante multiuso en spray	1 Unidad	85 Bs/Unidad	85
<b>TOTAL</b>				<b>235</b>

Elaboración: Propia

#### **VII.4 EVALUACION ECONÓMICA DEL PROYECTO**

La implementación del proyecto planteado genera costos mensuales asociados al mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos que se

proponen adquirir, el cual en relación con la inversión inicial y el ahorro que se percibiría permiten el cálculo del tiempo de pago de la inversión el cual constituye un indicador apropiado para verificar el impacto económico en proyectos en los cuales se espera recuperar el capital invertido a corto plazo, como es el caso de este particular dada la escasa diferencia entre los costos y los ahorros estipulados.

$$TP = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Ahorro} - \text{Costo Mensual}}$$

- **Inversión Inicial = 1.016.964 Bs.**
- **Ahorro Total = 604.310,94 Bs/mes.**
- **Costo Mensual = 235 Bs/mes.**

$$TP = \frac{1.016.964 \text{ Bs}}{604.310,94 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}} - 235 \frac{\text{Bs}}{\text{mes}}}$$

$$TP = 1,68 \text{ mes} * 22 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$TP = 37,04 \text{ días}$$

El tiempo de recuperación de la inversión es de aproximadamente un mes y una semana de trabajo, los costos de la inversión inicial superan al ahorro mensual en aproximadamente un 40% y los costos de mantenimiento no tienen gran incidencia en el resultado final, la contribución más importante en los ahorros y por ende la de mayor incidencia en el tiempo de pago es el ahorro relacionado con el incremento que se espera en la productividad, el cual es consecuencia directa de la redistribución de la planta y las propuestas de mejora que se plantean para sustentar la misma.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Mediante la implementación del análisis Sistemático del manejo de materiales (SHA) en el presente Trabajo Especial de Grado, se logró identificar profundamente la problemática existente de los elementos que conforman el sistema de manejo de materiales de la empresa Remeca C.A, y posteriormente las alternativas de solución que quedan a disposición de la empresa.

- Se describió detalladamente todos los elementos que intervienen ya sea de forma directa o indirecta en el sistema de manejo de materiales actual de la empresa, desde la recepción y depósito de la materia prima hasta el manejo que transcurre de estación de trabajo a estación de trabajo, permitiendo identificar las deficiencias y oportunidades de mejora, de esta manera se concluyó que la mayoría de los problemas son generados por la distribución actual de la empresa, la forma en la que se encuentran posicionadas las maquinas y por consiguiente el flujo de la operaciones, la propuesta contempla la movilización de los equipos, herramientas áreas de almacenaje y demás áreas productivas, que permitan tener un flujo continuo en las operaciones sin paradas y/o ausencias de los trabajadores en sus puestos de trabajo, la propuesta pretende minimizar en un 90% el tiempo y disminuir e incluso en algunos casos eliminar rutas y las intensidades de cada una.

- Se determino la necesidad de disponer de un área de almacenaje para los productos terminados, materia prima y materiales, de esta manera quedaran delimitadas e identificadas todas las áreas de almacén de producto en cualquiera de sus fases en un solo lugar y de manera ordenada, esta disposición de los materiales permite la libre movilización del montacargas y elimina la situación riesgosa del presente en el traslado de las pletinas ya que las actividades productivas y las áreas de almacenaje quedan independientes y separados. Para

facilitar la disposición de las pletinas se diseñó un almacén exclusivo para albergar a dicha materia prima, de igual forma cuenta con características que ayudan a la recolección de las bobinas de manera organizada y con espacio suficiente para que el montacarguista pueda maniobrar sin ningún inconveniente.

- Luego de hacer un Layout con la redistribución de la planta se diseñaron nuevos dispositivos con el fin de mejorar el flujo de las actividades, en primer lugar el diseño de un nuevo dispositivo de transporte de material que se utilizara para transportar las pletinas hacia el área de corte y para las rejillas conformadas a el área de limpieza, así se puede unificar los dispositivos de manejo de materiales.

- Con el diseño de los rodillos transportadores se eliminan el traslado de las pletinas cortadas a 6 m hasta la operación de troquelado y la ausencia en los puestos de trabajo de operarios de las relacionados, con el método propuesto las líneas de producción serán continuas y el traslado será de forma semiautomática, así mismo para aumentar la velocidad de las rejillas que llegan al el área de esmerilado de las pletinas se implementara el uso de un polipasto que permita transportar a los dispositivos de transporte la cantidad de rejillas que vienen de la línea de producción para transportar mayor carga y disminuir la frecuencia de las rutas.

- Los nuevos encargados de realizar los traslados de los materiales son los ayudantes cuyas tareas quedaran delimitas solo al traslado de carrito y movilizar de ser necesario los rodillos de transporte a la línea de troquelado que corresponda, de esta manera se disminuye el tiempo de ocio del personal que no realiza actividades de manufactura dentro de la empresa ya que ahora estarán constantemente vinculados a la producción de las rejillas por medio del manejo de materiales.

- Debido al improvisado accesorio de montacargas utilizado en la empresa que limitada la unidad de carga transportada de las pletinas y las bobinas de alambrón, se concluyo que es necesario el diseño de un accesorio que permita transportar los atados y las bobinas sin necesidad de quitar y poner.

## RECOMENDACIONES

- Implementar las propuestas y alternativas de mejoras para el sistema de manejo de materiales presentes en el trabajo especial de grado.
- Realizar entrenamientos técnicos a todos los operarios involucrados en las propuestas y alternativas de mejora para que se familiaricen con la nueva distribución propuesta y el flujo de las operaciones, de tal manera que se minimice el impacto por el cambio en el trabajo generado por el sistema.
- Una vez implementada la propuesta de mejoras para la distribución de la planta definir un periodo de prueba para evaluar y corregir las situaciones que se presenten, para así solucionarlas con el equipo de trabajo.
- Ejecutar un plan de higiene y seguridad que permita identificar las deficiencias en el área de seguridad y ergonomía que afecten al trabajador, como consecuencia de la implementación de los dispositivos propuestos para el sistema de manejo de materiales, de tal forma que los procedimientos y dispositivos a utilizar se encuentren en concordancia con lo establecido en la ley orgánica del trabajo y los organismos encargados de regular los temas relacionados tales como INPSASEL.
- Desarrollar evaluaciones ergonómicas tanto al sistema actual como al propuesto, mediante métodos de análisis como el NIOSH, REBA, RULA, SNOOK Y CIRIELLO, entre otros, de tal manera que sea factible determinar el nivel de riesgo y las áreas del cuerpo comprometidas en el momento de ejecutar una operación, comparar los resultados obtenidos entre el sistema de manejo de materiales actual y el propuesto, y determinar el ahorro generado por la implementación de la propuesta.

- Realizar un estudio que contemple las condiciones de trabajo a los que se encuentran expuestos los operarios de la empresa, ya que en las múltiples visitas a la misma se observó exposiciones a elevados decibeles ruido y temperaturas, cabe destacar que actualmente el galpón no cuenta con sistema de ventilación apropiado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arana y Caruci (2010). Propuestas de Mejoras para la Gestión de Almacenes de la empresa MADEAL C.A. Trabajo Especial de Grado de Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Burgos, F. (2005). Ingeniería de Métodos, Calidad y Productividad. Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Dávila y González (2006). Mejoras en la logística y distribución en planta del almacén para el material importado CKD. Caso: Empresa automotriz General Motors Venezuela. Trabajo Especial de Grado de Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Galgano, A. (1995). Las siete herramientas de la calidad”
- Gómez, E. y Rachadell, F. (2003). Manejo de Materiales. Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Gómez, E. y Nuñez F. (1966). Plantas industriales. Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Guajardo, E. (2008). Administración de la calidad total. México.
- Hernández, S. y Fernández, C. (2006). Metodología de la Investigación. México.
- Kedefors, R. (2001). Ergonomía. Puestos de Trabajo. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo.
- Machado, J. (2004). Propuesta de mejora del Almacén de Repuestos de Industrias Diana, C.A. Trabajo Especial de Grado de Ingeniería Industrial, Universidad José Antonio Páez. Venezuela.
- Perales, A. (2008). “Diseño de una Propuesta de Distribución, Control y Gestión de Almacén en Confiequipos, C.A”. Trabajo Especial de Grado, Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Rey, F. (2003). Técnicas de resolución de problemas.
- Muther, R. y Haganas, K. (1969). Systematic Handling Analysis. Estado Unidos.

- Rodríguez, E. Ergonomía 1. (2007) Serie cuadernos de Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo. Venezuela.
- Rodríguez, E. (2003). Metodología de la investigación. México.
- Rosales, R. (1998). Manual del Ingeniero de Planta. Primera Edición. México. Disponible en: <http://www.ricoveri.tripod.com.ve>

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Cronograma de actividades de la parada de planta, Remeca C.A.**

Tarea	Duración	Comienzo	Fin
Movilización de equipos para conformación de área de materia prima	1 día	14/01/2013	15/01/2013
Movilización de equipos para conformación de área producto terminado	1 día	14/01/2013	15/01/2013
Lockout de equipos	1 día	15/01/2013	16/01/2013
Movilización maquinaria y posicionamiento en áreas asignadas	3 días	15/01/2013	18/01/2013
Instalación de vigas	3 días	18/01/2013	23/01/2013
Instalación mesas de rodillo	1 día	21/01/2013	22/01/2013
Instalación de polipasto	1 día	21/01/2013	22/01/2013
Instalación estantería Heavy Duty	1 día	21/01/2013	22/01/2013
Limpieza general de áreas	1 dias	23/01/2013	24/01/2013

**Diagrama de Gantt del desarrollo de las actividades para la parada de planta.**

