



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA DE  
ELEMENTOS FILTRANTES DE LA  
EMPRESA MANN+HUMMEL FILTRATION  
TECHNOLOGY VENEZUELA C.A.**

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



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

**PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA DE ELEMENTOS FILTRANTES DE  
LA EMPRESA MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY  
VENEZUELA C.A.**

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

**Autor:**

Patricia Farfán

**C.I:** 24.014.568

**Tutor:**

Ing. Argenis Ceballos

**San Diego, enero del 2019**



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

FI-I-SE-007-2018-HCR

Valencia, 06 de Noviembre de 2018

Ciudadana:  
Patricia Farfán  
C.I: 24.014.568  
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 06-11-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA DE ELEMENTOS FILTRANTES DE LA EMPRESA MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA C.A.** Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Argenis Ceballos, C.I:16.241.538 y la Ing. Alicia Yánez, C.I.: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo  
Decana de la Facultad de Ingeniería



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

ZS/fr

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por haberme permitido llegar a este punto de mi vida donde he podido cumplir una meta más, el cual es realizar mi trabajo de grado de forma exitosa y graduarme como Ingeniero Industrial.

**A mis padres Nilsa Rodríguez y Jesús Farfán**, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, valores y ejemplo, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Por apoyar mi carrera universitaria en mi casa de estudio “Universidad José Antonio Páez”.

**A mi Novio Rene Thomas**, por estar a mi lado cuando más necesitaba y darme palabras de aliento, darme fuerzas para seguir adelante y seguir luchando por lo que quiero, por creer en mí. Gracias.

**A mis familiares.**

A mis hermanos, primos y tíos, por aconsejarme en los momentos que más los necesité, y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de este trabajo.

**A mi tutor Ing. Argenis Ceballos**, por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de este trabajo de grado.

**A mis amigos**, que me apoyaron y estuvieron a mi lado incondicionalmente en este camino y en el desarrollo de mi Trabajo de Grado: Laura Fandiño, Geraldine Montero, Denyse Ibarra, Fenaldo Volcán, Francisco Lugo, Roberto Rodríguez, por haberme ayudado tanto directa como indirectamente.

**Patricia A Farfán R.**



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

#### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Argenis Ceballos, portador de la cédula de identidad N°16.241.538, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Patricia Alejandra Farfán Rodríguez portadora de la cédula de identidad N° 24.014.568, titulado "PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA DE ELEMENTOS FILTRANTES DE LA EMPRESA MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA C.A." Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los días del mes de Diciembre del 2018.

Ing. Argenis Ceballos.  
C.I.: V-16.241.538

## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>pp.</b>
LISTADO DE FIGURAS.....	xi
LISTADO DE TABLAS.....	xii
LISTADO DE GRAFICOS.....	xiii
LISTADO DE CUADROS.....	xiv
RESUMEN INFORMATIVO.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### **CAPÍTULO**

#### **I EL PROBLEMA**

1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificación del problema.....	7
1.5 Alcance.....	8

#### **II MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes.....	9
2.2 Bases teóricas.....	11
2.2.1 Análisis de la operación.....	11
2.2.2 Mejoramiento continuo.....	11
2.2.2.1 Beneficios y ventajas.....	13
2.2.3 Diagrama de Pareto.....	14
2.2.3.1 Beneficios del Diagrama de Pareto.....	15
2.2.3.2 Elaboración de un Diagrama de Pareto.....	16
2.2.4 Tormenta de ideas.....	16
2.2.4.1 Procedimiento de aplicación.....	17
2.2.5 Lean Manufacturing.....	18
2.2.5.1 Principios del Sistema Lean.....	19

2.2.6 Concepto de desperdicio y valor añadido.....	20
2.2.7 Métodos para la reducción de desperdicios.....	29
2.2.8 Diagrama Causa y Efecto.....	30
2.2.8.1 Pasos para elaborar un diagrama causa y efecto.....	32
2.2.9 Productividad.....	32
2.2.10 Calidad.....	32
2.3 Términos Básicos.....	33

### **III MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Tipo de investigación.....	35
3.2 Diseño de la investigación.....	35
3.3 Nivel de la Investigación.....	36
3.4 Población y Muestra.....	36
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
3.6 Fases Metodológicas.....	37

### **IV RESULTADOS**

4.1 Fase I, Diagnostico de la situación actual del proceso de fabricación en la línea de Elementos Filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A.....	38
4.1.1 Descripción de las maquinas involucradas en el proceso productivo de la Línea tres (3) de Elementos Filtrantes en la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela C.A.....	38
4.1.2 Descripción del proceso productivo de la Línea (3) de Elementos Filtrantes en la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela C.A.....	43
4.1.3 Resultados de la entrevista no estructurada realizada durante el estudio.....	44
4.1.4 Diagnóstico mediante la observación directa de las posibles causas que influyen en el porcentaje de productos no conformes.....	45
4.1.5 Revisión Documental.....	47

4.1.5.1 Generación de producto no conforme en la línea de elementos filtrantes.....	48
4.1.6 Resumen de las debilidades encontradas.....	51
4.2 Fase II, Análisis de las debilidades encontradas que generan el producto no conforme en la línea de elementos filtrantes.....	52
4.2.1 Técnica de los 5 Por qué (análisis de causa raíz basado en preguntas).....	56
4.2.2 Clasificación de las causas encontradas mediante el diagrama Causa efecto.....	58
4.2.3 Aplicación de la Técnica del Grupo Nominal (TGN) para ponderar las debilidades encontradas.....	61
4.2.4 Diagrama de Pareto.....	63
4.2.5 Resumen de Oportunidades de Mejora.....	65
4.3 Fase III, Diseño de un plan de mejoras que conduzcan a la reducción del producto no conforme de la Línea de Elementos Filtrantes.....	65
4.3.1 Propuesta de entrenamiento al personal de la línea de elementos filtrantes.....	65
4.3.2 Propuesta de inspecciones de calidad en el almacén de materia prima.....	66
4.3.3 Propuesta de área para el almacenamiento de los elementos filtrantes.....	67
4.3.4 Propuesta adecuación del Sistema de Bombeo para estabilizar el dosificado de resina.....	69
4.4 Fase IV, Evaluación económica de la propuesta mediante la razón costo – beneficio.....	72
4.4.1 Costos asociados a las propuestas planteadas.....	72
4.1.2 Relación Costo – Beneficio.....	76
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>81</b>

## ANEXOS

ANEXO A. Entrevista no estructurada realizada al personal.....	83
ANEXO B. Instrucción de medición de la cantidad de resina.....	87
ANEXO C. Instrucción de almacenamiento de elementos.....	89
ANEXO D. Plano de un elemento filtrante.....	91
ANEXO E. Manejo, almacenamiento, preservación y empaque de productos...	93
ANEXO F. Asistencia Nomina Diaria.....	98
ANEXO G. Formato propuesto de materia prima.....	104
ANEXO H. Plano de la estructura metálica.....	106
ANEXO I. Muestreo en el dosificado de resina.....	108

## LISTADO DE FIGURAS

### CONTENIDO

FIGURA	pp.
1 Plisadora del papel filtrante.....	39
2 Plisadora del papel filtrante.....	39
3 Horno de Pre-curado.....	40
4 Cortadora del Papel filtrante.....	40
5 Selladora de fuelles, Clipping Machine.....	41
6 Dosificadora.....	41
7 Cadena Transportadora.....	42
8 Horno de Gelado.....	42
9 Horno de Curado.....	43
10 Diagrama de Flujo de Proceso Elementos III.....	44
11 Exceso de resina en la tapa elemento inferior.....	48
12 Mal apariencia del elemento filtrante.....	48
13 Cadena transportadora oxidada.....	48
14 Diagrama Causa y Efecto del aumento del producto no conforme.....	58
15 Zona de almacenaje actual vs Zona de almacenaje propuesto.....	68
16 Estructura metálica propuesta.....	69

17 Sistema de Bombeo Propuesto.....	71
-------------------------------------	----

## **LISTADO DE TABLAS**

### **CONTENIDO**

TABLA	pp.
1 Incidencias de las debilidades encontradas.....	50
2 Histórico de producto no conforme en la línea (3) de elementos filtrantes.....	52
3 Unidades Producidas Vs Unidades de Producto no Conforme desde Julio hasta septiembre.....	53
4 Costo del producto no conforme en la línea de elementos.....	54
5 Posibles causas de la generación del producto no conforme.....	55
6 Ponderaciones de la Técnica del Grupo Nominal.....	61
7 Resultados de las ponderaciones de la TGN.....	63
8 Jerarquización de las causas que generan producto no conforme.....	63
9 Plan de capacitación y desarrollo.....	66
10 Costos de la Capacitación al Personal.....	73
11 Tiempo de Capacitación.....	73
12 Costos totales de implementación del plan.....	73

## **LISTADO DE GRÁFICOS**

### **CONTENIDO**

GRAFICO	pp.
1 Unidades Producidas Vs Unidades de Producto no Conforme desde Julio hasta Septiembre.....	5
2 Comportamiento del histórico de producto no conforme.....	52
3 Comportamiento del producto no conforme.....	55

4 Diagrama de Pareto.....	64
5 Comportamiento de la bomba.....	69
6 presión de Trabajo.....	72

## LISTADO DE CUADROS

### CONTENIDO

CUADROS	pp.
1 Resumen de la Entrevista no estructurada realizada al personal involucrado en el proceso productivo.....	45
2 No conformidades.....	50
3 Causas a considerar en la aplicación de la Técnica de Grupo Nominal.....	56
4 Nomenclatura de los participantes en la TNG.....	57
5 Matriz de las causas raíz en la línea tres (3) de elementos filtrantes....	61
6 Actividades para el entrenamiento de los trabajadores.....	63
7 Posibles costos asociados a la propuesta 4.3.3.....	71
8 Posibles costos asociados a la propuesta 4.3.4.....	71



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

**PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA DE ELEMENTOS FILTRANTES DE LA  
EMPRESA MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA  
C.A**

**Autor:** Patricia Farfán  
**Tutor:** Argenis Ceballos.  
**Fecha:** Enero de 2019

**RESUMEN**

El presente proyecto de Trabajo de Grado consiste en proponer un plan de mejoras en la línea de elementos filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA C.A., mediante la aplicación de técnicas de la ingeniería industrial, tomando en cuenta la problemática presentada en la unidad de estudio, en la que se hace evidente el alto porcentaje de productos no conformes, esto hace que exista un incremento en los costos. La investigación estuvo enmarcada en una investigación de campo y se ubicó en un nivel descriptiva y documental, la misma consta de cuatro fases para su desarrollo, se diagnosticó la situación actual del porque se genera el producto no conforme en la línea durante el proceso productivo y luego de este, usando técnicas de ingeniería industrial; luego se procedió a analizar las causas que propiciaban el problema, posteriormente se definieron propuestas de mejora basadas en el mejoramiento continuo de la organización, y finalmente se procedió a definir los costos de la implementación de cada una de estas propuestas y evaluarlas económicamente para obtener la relación beneficio – costo así como también la tasa interna de retorno.

**Descriptor:** producto no conforme, plan de mejoras, reducción.

## INTRODUCCIÓN

MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA C.A. consolidada en el año 2016 con la compra de la Affinia Venezuela C.A. es el mayor fabricante, y líder en el mercado venezolano en tecnología de filtración de aceite, aire y combustible para vehículos de pasajeros, autobuses, camiones, maquinaria fuera de carretera unidades estacionarias y marítimas. Posee 150 años de conocimientos técnicos sobre filtración. Esta empresa transnacional es la encargada de la manufacturación de filtros industriales y automotrices de marca WIX y su planta en Venezuela está localizada en la ciudad de Valencia del Estado Carabobo, específicamente en la avenida Ernesto Branger con avenida Iribarren Borges, zona industrial Sur II.

MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA C.A. tiene muchos procesos en sus diferentes líneas, una de esas líneas es la línea de elementos filtrantes, la cual posee un alto índice de desperdicio del producto no conforme en su proceso funcional, siendo este mayor al límite permitido en el plan de producción, es por esto que surge la presente investigación “PLAN DE MEJORAS EN LA LINEA DE ELEMENTOS FILTRANTES DE LA EMPRESA MANN+HUMMEL FILTRATION TECHNOLOGY VENEZUELA C.A.” la cual tiene como finalidad dar a conocer los resultados obtenidos de la utilización de herramientas de ingeniería industrial aplicadas al área de estudio.

Considerando el orden de ideas, este proyecto se encuentra estructurado por capítulos, donde de manera organizada, se plasma el área estudiada, enfocando las causas y efectos del objeto de estudio, y las posibles conclusiones y recomendaciones presentadas para el caso.

Así mismo, el capítulo I describe: el Planteamiento del Problema, las interrogantes de los investigadores, las cuales han sido convertidas en acciones investigativas, de donde se desprenden el objetivo general y los objetivos específicos y finaliza con la exposición de la justificación.

Seguidamente, se presenta el Capítulo II: donde se desarrolla el marco teórico, donde se describen todos los hallazgos documentales y bibliográficos que

guardan relación directa con la temática; es así cómo se presentan los antecedentes de la investigación y las bases teóricas, estas últimas permiten el entendimiento teórico de todo lo relacionado con el proyecto, proporcionando los datos necesarios para la elaboración de la propuesta.

Así mismo, se describe el Capítulo III: El cual hace referencia al marco metodológico, donde se define el tipo de investigación, la población, la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis de datos.

Por otra parte, el Capítulo IV: Es donde se dan los resultados, se analizan y se toma un plan de acción y se plantean las propuestas de mejoras.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

En principio, los sistemas de producción involucran un conjunto de actividades que se realizan previamente a la fabricación de un producto y metas que la organización se propone alcanzar, esta engloba las previsiones inherentes a la elaboración de planes estratégicos eficaces, a través de distintos planes de control y acción en las áreas pertinentes según sea necesario, logrando así que la empresa tenga un buen desempeño.

Aunado a esto, la Mejora Continua es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto o servicio; siendo aplicada en la mayoría de las veces de manera directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción y aumentar su productividad obteniendo la misma o mejor calidad del producto, dado que los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera contar con sistemas que le permita mejorar y reducir los desperdicios ya sean en tiempo, en espacio útil, recorridos y material.

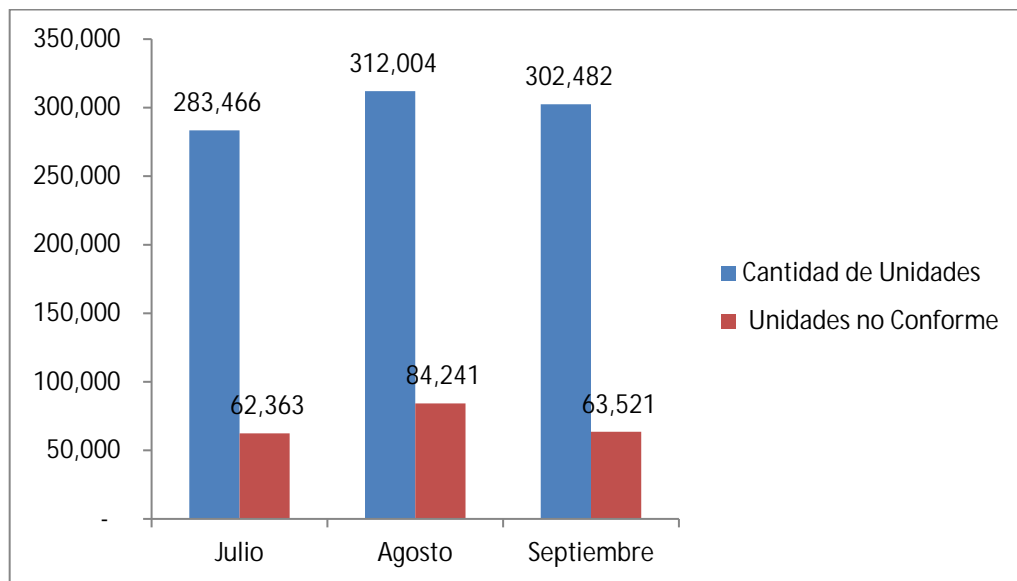
Además de impactar directamente las líneas de producción, una de las principales ventajas de tener un sistema establecido de Mejora Continua es que todos los trabajadores que participan en el proceso tienen la capacidad de proponer mejoras (lo que hace que se identifiquen más con su trabajo) y se tiene la garantía de que la fuente de información es de primer nivel, ya que quien plantea el problema y propone la mejora conoce el proceso dado que lo realiza todos los días en su jornada laboral. La empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A., es el mayor fabricante, y líder en el mercado venezolano en tecnología de filtración de aceite, aire

y combustible para vehículos. Fue fundada en 1939 por John Doan “Jack” Wicks y Paul G. Crawshaw, está ubicada en la avenida Iribarren Borges, Valencia 2003, Carabobo. Es una organización encargada de diseñar y manufacturar filtros automotrices e industriales, comprometida en promover la calidad, mejorando continuamente sus procesos, así como la participación, capacitación y motivación de su personal, cómo una manera de asegurar la confiabilidad de sus productos y servicios.

Ahora bien, una de las principales áreas de producción, es la de elementos filtrantes, la cual consta de tres líneas de fabricación: las líneas de elementos (1) y (2) se encuentran paradas actualmente y la línea de elementos (3) la cual su proceso comienza con la requisición de materia prima por parte de producción mediante el supervisor, comienza plisado de papel filtrante, pasa por el horno para su curado sale de este y pasa hacer cortado a cuantos números de pliegues lo indique la hoja de diseño del filtro. Progresivamente pasa a la máquina Clipping Machine para colocarle el clip metálico quien es el que une los dos extremos del papel, luego viene el ensamble (los componentes para el ensamble son, dos tapas de acero, un tubo central y el papel filtrante, que forman parte de la fabricación de los filtros de aceite), esta tiene la función de ensamblar el elemento filtrante, las tapas y el tubo central empleando adhesivos que garanticen una sólida presurización y un acabado estético de calidad.

El adhesivo empleado en estas líneas de producción es la resina, la cual es un fluido tixotrópico químicamente reactivo dado que sus propiedades químicas y mecánicas reaccionan a la temperatura, humedad, al calor y nivel de esfuerzos constantes al cual es sometido, lo que conlleva un estudio minucioso del proceso para su buena aplicación.

En la línea de elementos filtrantes (3), es importante indicar que durante sus operaciones se genera desperdicio por material no conforme, para poder entender mejor, la gráfica evidencia un aproximado de la producción de elementos filtrantes vs cantidad de elementos filtrantes no conforme.



**Grafico 1:** Unidades Producidas Vs Unidades de Producto no Conforme desde Julio hasta Septiembre.

**Fuente:** Farfán P. *Elaborado con los datos aportados por MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A. (2018)*

En el grafico anterior, se observa un alto porcentaje de producto no conforme, es por ello que la gerencia necesita de forma inmediata un plan de mejoras que permita la reducción de estos, hasta niveles que sean aceptables para la empresa, y que no represente una gran pérdida al final del ciclo productivo. En todo proceso de producción se debe cumplir que la entrada de la cantidad de materia prima al proceso concuerde con la cantidad de unidades de producto terminado; teniendo en cuenta el límite establecido de producto no conforme, el cual, por más óptimo que se encuentre el proceso siempre existirá.

La empresa tiene un límite de perdidas establecido del 8% de producción de toda la planta; sabiendo que la planta labora de lunes a viernes, dos turnos, cada uno de 8 horas. De esta manera, el control de producto no conforme en la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A, resulta indispensable para lograr la meta de producción. Actualmente se presenta una situación en la cual este supera el límite establecido para la planificación de la producción, observándose que en el mes de julio se obtuvo 22%, en agosto 27% y en septiembre

21%, dando como resultado un promedio aproximado de pérdidas en producto no conforme de 23% en el trimestre (julio-agosto-septiembre), esto representa para la empresa un aproximado en USD de 93.076,82 con la tasa Dicom de \$1.33.

Es de resaltar, que ha traído como consecuencia perdida de material, aumento de costos y pérdida de beneficios, lo que no es favorable para la empresa, ya que se dejan de producir unidades de producto terminado y esto afecta directamente a la productividad de la organización. Es por ello que se hace necesario un estudio que permita detectar los factores que generan el aumento de producto no conforme, con el fin de analizarlos y así plantear mejoras que permitan la reducción de los mismos, para evitar la pérdida de tiempo y desperdicio de mano de obra, para así garantizar un ambiente de trabajo agradable, y de esta manera lograr el cumplimiento de lo especificado en la búsqueda de la máxima eficiencia y calidad en la operatividad del mismo.

## **1.2. Formulación del Problema**

Considerando lo antes expuesto se da la siguiente interrogante ¿Cómo se puede reducir la cantidad de producto no conforme con el fin de aumentar la eficiencia del proceso en la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela C.A?

## **1.3. Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Proponer un plan de mejoras en la línea de elementos filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela C.A.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual del proceso de fabricación en la línea de elementos filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A, a través de la observación directa, entrevista no estructuradas, revisión documental y análisis operacional.
- Analizar las debilidades encontradas que generan el producto no conforme en la línea de elementos filtrantes, a través del diagrama de Pareto, diagrama causa y efecto, tormenta de ideas entre otros.

- Diseñar un plan de mejoras que conduzcan a la reducción del producto no conforme de la línea de elementos filtrantes, basado en el análisis realizado
- Evaluar costo - beneficio del plan de mejora propuesto.

#### **1.4. Justificación de la Investigación**

En las empresas se manifiestan problemas de diferentes índoles entre los que sobresalen el manejo de los costos, problemas de producción, transporte, planificación y organización, lo cual trae como consecuencia perdida de material, disminución en la producción y aumento de los costos. La empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A., no es la excepción, es por ello que se hace relevante, dentro del marco de la mejora continua de la productividad, la realización de esta investigación para determinar las causas que están generando que el producto no conforme actualmente en el proceso de producción supere los límites establecidos por la empresa.

Siendo una organización de alcance mundial, tiene la necesidad de realizar todas las actividades de manera productiva, a fin de que les permita mantenerse en los primeros lugares del mercado, compitiendo con otras organizaciones e incluso, entre las mismas sucursales de la organización en diferentes países, lo cual aumenta su motivación por mejorar continuamente la calidad de los productos y, respectivamente, todo lo que su fabricación implica. Además, pretende generar una transformación cultural, orientándola hacia una mejora continua y de calidad en todos sus procesos. Adicionalmente, dar base para comenzar en otros procesos y fomentar al personal a mejorar e innovar para obtener mejores resultados. Aunado a esto se busca ampliar la aplicación de las herramientas provistas por la ingeniería industrial en los espacios donde se requiera implementar mejoras en los entornos laborales.

Así mismo, el plan de mejora diseñado servirá de base para ser aplicado en la reducción de producto no conforme, en otras líneas, y como herramienta de apoyo en posibles mejoras; tomando en cuenta que para la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A., es de gran valor la mejora continua para el cumplimiento de sus objetivos organizacionales, trayendo

como beneficios el aumento de la productividad, aumento de la calidad de los productos, fluidez en el proceso, disminución de costos de producción y mejoras en la competitividad de la empresa por aprovechar mejor sus recursos.

### **1.5. Alcance de la Investigación.**

Esta investigación se llevará a cabo en la línea (3) de elementos filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A., ubicada en la avenida Iribarren Borges, Valencia 2003, Carabobo, con el fin de reducir el producto no conforme. Comprende las fases de análisis, y evaluación de la situación actual del proceso y lograr detectar las fallas para realizar un conjunto de propuestas de mejoras y tomar las medidas necesarias para solucionar tales problemas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

El presente capítulo tiene como finalidad asegurar la consistencia de la investigación a través de un marco conceptual que contempla los antecedentes de trabajos realizados por otros investigadores, las bases teóricas y la definición de términos. Según Sabino, C. (2002): “El cometido que cumple el marco teórico es el de situar a nuestro problema dentro de un conjunto de conocimientos (..) de tal modo que permiten orientar la búsqueda que ofrezca una conceptualización adecuada a los términos que utilizamos” (p.69)

#### 2.1 Antecedentes

Según Sabino, C. (1990), define como “todos aquellos trabajos de investigación que preceden al que se está realizando. Son relacionados con el objeto de estudio presente en la investigación que se están haciendo” (p.89).

A continuación se presentan los antecedentes donde se consultaron las distintas teorías y textos que pudieran fortalecer la investigación y lograr en la misma un soporte en cada uno de los términos utilizados.

Liendo R. (2013), Presentó un Informe de pasantías para optar al título de ingeniero industrial en la Universidad José Antonio Páez, titulado: “**Proponer plan de mejora para la reducción de pérdida de fosfato en el área de fabricación de crema de Colgate- Palmolive Venezuela C.A.**” El objetivo de esta investigación basó en un plan de mejoras cuyo fin era disminuir las pérdidas de fosfato en el área de fabricación de crema dental, a través de herramientas de la ingeniería industrial. Este informe se enmarcó en una investigación de campo, en la cual evidenció pérdidas de materia prima durante la carga defosfato, fallas en el control de PLC, descalibración de equipos, entre otros, y de esta manera el autor pudo realizar un plan de mejoras en el proceso, obteniendo como resultado, una notable reducción de costos. Entre los principales aportes de esta investigación, se encuentran las diferentes alternativas

presentadas por el autor para la reducción de desperdicios y la factibilidad de su posible implementación, mediante los diagramas de Ishikawa y Pareto, encontrando las causas que generan tales pérdidas y mejorando ésta problemática.

Así mismo, Gil J. (2012), en la Universidad José Antonio Páez, presento una investigación titulada: **Propuesta de un plan de mejoras para la disminución de los desperdicios generados en el proceso productivo de variables de filtros combinados en la empresa Cigarrera Bigott planta Valencia**. Su principal objetivo fue disminuir pérdidas en el producto terminado basándose en conceptos y técnicas relacionados con el mejoramiento continuo, desperdicio y el análisis de modos de efectos y fallas. Metodológicamente fue un estudio de carácter cuantitativo y el tipo de investigación proyecto factible, con el apoyo de un estudio de campo. Concluyendo que gracias a la aplicación de la herramienta de análisis de modo y efectos de fallas, en la realización del trabajo, obtuvo beneficios de gran utilidad para prevenir averías, disminuir o eliminar fallas de equipos al 3% en todas las fases del proceso y de esta manera reducir desperdicios.

El trabajo de grado anteriormente expuesto, sirvió de guía en la manera de cómo tratar el problema de desperdicio en un proceso productivo, aportando conocimientos de cómo debe procederse al usar herramientas de mejora continua que permiten detectar fallas en los equipos que generan producto no conforme.

Por último, Bohorquez E. (2012 e) presento en la Universidad José Antonio Páez, con el título **“Propuesta de un plan de mejoras, para reducir el Desperdicio de la tela engomada en el área de armado camión-convencional de la empresa Bridgestone de Venezuela C.A”**. Su objetivo es reducir los desperdicios y para ello se plantearon la necesidad de realizar una evaluación de los elementos que conforman parte del proceso, con la finalidad de determinar las causas por las cuales se desechan actualmente una mayor cantidad de tela en esta área. Establecer una metodología que le permitiera al departamento de recuperación de materiales controlar este aumento excesivo del desperdicio de tela engomada. Este trabajo se toma como recomendación para el desarrollo del plan

de mejoras para la minimización de desechos generados en el proceso productivo de amado de camión convencional.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Análisis de la Operación**

Según Burgos (2005), “es un procedimiento empleado para investigar las actividades que agregan o no valor a una tarea, con la finalidad de tratar de eliminar o reducir al mínimo aquellas que no agregan valor y mejorar aquellas que lo agreguen, buscando la eliminación de toda forma de desperdicio.”

### **2.2.2 Mejoramiento Continuo**

Aguilar (2010), señala que la mejora continua:

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

James Harrington (1993), para él mejorar un proceso, significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo cambiar depende del enfoque específico del empresario y del proceso.

Abell, D. (1994), da como concepto de Mejoramiento Continuo una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado.

El mejoramiento continuo es una herramienta que actualmente es fundamental para todas las empresas, porque les permite renovar los procesos de producción, lo cual hace que estén en constante actualización. Además proporciona a las organizaciones mayor eficiencia y competitividad, fortalezas que le ayudarán a permanecer en el mercado. Para la aplicación del mejoramiento es necesario que en la organización exista una buena comunicación entre todos los órganos que la conforman. La expresión kaizen viene de las palabras japonesas

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

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

Al desarrollo de este metodo han contribuido autores como Masaaki Imai, Ishikawa, Taguchi, Kano, Shigeo Shingo y Ohno. El éxito que esta metodología ha adquirido en la actividad empresarial deviene justamente de la incitación a mejorar los estándares, sean niveles de calidad, costes, productividad o tiempos de espera. Además dicha metodología permite establecer estándares más altos y las empresas japonesas como Toyota, Hitachi o Sony fueron desde los años 80 un buen ejemplo del mejoramiento continuo de los estándares productivos.

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

cooperación trabajadores- administración y disciplina en el lugar de trabajo, entre otros.

#### **2.2.2.1 Beneficios y Ventajas**

Es un sistema de mejora continua e integral que comprende todos los elementos, componentes, procesos, actividades, productos e individuos de una organización. No importa a que actividad se dedique la organización, si es privada o pública, y si persigue o no beneficios económicos, siempre debe mejorar su performance a los efectos de hacer un mejor y más eficiente uso de los escasos recursos, logrando de tal forma satisfacer la mayor cantidad de objetivos posibles. A la hora de inventariar las ventajas y beneficios en la implementación y puesta en práctica del sistema kaizen cabe apuntar las siguientes:

- Reducción de inventarios, productos en proceso y terminados.
- Disminución en la cantidad de accidentes.
- Reducción en fallas de los equipos y herramientas.
- Reducción en los tiempos de preparación de maquinarias.
- Aumento en los niveles de satisfacción de los clientes y consumidores.
- Incremento en los niveles de rotación de inventarios.
- Importante caída en los niveles de fallas y errores.
- Mejoramiento en la autoestima y motivación del personal.
- Altos incrementos en materia de productividad.
- Importante reducción en los costes.
- Mejoramiento en los diseños y funcionamiento de los productos y servicios.
- Aumento en los beneficios y rentabilidad.
- Menores niveles de desperdicios y despilfarros. Con su efecto tanto en los costes, como así también en los niveles de polución ambiental, entre otros.
- Notables reducciones en los ciclos de diseño y operativos.
- Importantes caídas en los tiempos de respuestas.
- Mejoramiento en los flujos de efectivo.
- Menor rotación de clientes y empleados.

- Mayor y mejor equilibrio económico-financiero. Lo cual trae como consecuencia una mayor solidez económica.
- Ventaja estratégica en relación a los competidores, al sumar de forma continua mejoras en los procesos, productos y servicios. Mediante la mejora de costos, calidad, diseño, tiempos de respuesta y servicios a los consumidores.
- Mejora en la actitud y aptitud de directivos y personal para la implementación continua de cambios.
- Acumulación de conocimientos y experiencias aplicables a los procesos organizacionales.
- Capacidad para competir en los mercados globalizados.
- Derribar las barreras o muros interiores, permitiendo con ello un potente y auténtico trabajo en equipo.
- Capacidad para acomodarse de manera continua a los bruscos cambios en el mercado (generadas por razones sociales, culturales, económicas y políticas, entre otras).

### **2.2.3 Diagrama de Pareto**

Según Maneiro y Mejías (2009), Un histograma de ocurrencias por categoría (en el cual las categorías están ordenadas por el número de ocurrencias) se denomina comúnmente como un gráfico, diagrama o carta de Pareto. Se basa en el principio 80- 20; el 20% de las causas representan el 80% de las ocurrencias. Aunque en principio fue representado por el economista Wilfredo Pareto (1848-1923) en términos de distribución de la riqueza, su aplicación en el área de ingeniería y calidad se le atribuye a Joseph Juran (1904-2008).

El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor del impacto negativo sobre la calidad. Si enfocamos nuestra atención en estos

pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad.

#### **2.2.3.1 Beneficio del Diagrama de Pareto:**

- Al identificar y analizar un producto o servicio para mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.
- Al analizar las diferentes agrupaciones de datos (ejemplo: por producto, por segmento del mercado, área geográfica, etc.)
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).
- Cuando los datos puedan agruparse en categorías.

Por otro lado, también se empleará el Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas cómo lo son; calidad de los procesos, los productos y servicios.

Este tipo de herramienta permite un análisis participativo mediante grupos de mejora o grupos de análisis, que mediante técnicas como por ejemplo la lluvia de ideas, sesiones de creatividad, y otras, facilita un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema, con lo que puede ser posible la solución del mismo.

### **2.2.3.2 Elaboración de un Diagrama de Pareto**

Paso 1. Formar dos columnas con los nombres de los defectos y su respectiva frecuencia. Luego ordenar las frecuencias de los datos comenzando por la de mayor valor.

Paso 2. Una vez ordenados, construir la columna de frecuencia y frecuencia acumulada.

Paso 3. Ahora se construye el gráfico. (Maneiro y Mejías, 2009).

### **2.2.4 Tormenta de Ideas**

Según Arraez A (2012), una de las técnicas de creatividad más usadas y bastante efectiva es el "Brainstorming", o tormenta de ideas, y sus diferentes variantes. Esta técnica es recomendable en muchos casos y puede combinarse con otras muchas.

Comenzó en el ámbito de las empresas, aplicándose a temas tan variados como la productividad, la necesidad de encontrar nuevas ideas y soluciones para los productos del mercado, encontrar nuevos métodos que desarrollen el pensamiento creativo a todos los niveles. Pero pronto se extendió también al ámbito académico con el fin de crear cursos específicos que desarrollen la creatividad.

La lluvia de ideas es una técnica de creatividad en grupo. Los miembros del grupo aportan, durante un tiempo previamente establecido el mayor número de ideas posibles sobre un tema o problema determinado. Interesa, en primer lugar, la cantidad de ideas; conviene que los aportes sean breves, que nadie juzgue ninguna, que se elimine cualquier crítica o autocrítica y que no se produzcan discusiones ni explicaciones.

El Brainstorming, es una técnica de creatividad, y como tal su objetivo fundamental es idear una solución a un determinado problema, o mejorar las soluciones existentes. Los supuestos teóricos en los que se basa el Brainstorming, y que lo hacen diferente de otros métodos de creatividad existentes son:

- Aplazar el juicio y no realizar críticas, hasta que no agoten las ideas, ya que actuaría como un inhibidor. Se ha de crear una atmósfera de trabajo en la que nadie se sienta amenazado.

- Cuantas más ideas se sugieren, mejores resultados se conseguirán: "la cantidad produce la calidad". Las mejores ideas aparecen tarde en el periodo de producción de ideas, será más fácil que encontremos las soluciones y tendremos más variedad sobre la que elegir.
- La producción de ideas en grupos puede ser más efectiva que la individual.
- Asociacionismo: se pone en juego la imaginación y la memoria de forma que una idea encadena y trae a otra. Las leyes que contribuyen a asociar las ideas son:
  - Semejanza: Con analogías o metáforas.
  - Oposición: nos da ideas que conectan dos polos opuestos mediante la antítesis, la ironía
  - Durante las sesiones, las ideas de una persona, serán asociadas de manera distinta por cada miembro, y hará que aparezcan otras por contacto

#### **2.2.4.1 Procedimiento de Aplicación**

**1. Presentación de la sesión de tormenta de ideas:** la sesión debe comenzar con una explicación de la tarea, de sus objetivos, del procedimiento a seguir y de la duración de la sesión de trabajo.

**2. Generación de ideas:** el tema se muestra de manera visible en una pizarra, soporte o pantalla, de modo que no haya dudas sobre el mismo. Hay que asegurar que se ha comprendido correctamente por parte de todos los participantes. Es aconsejable que esté planteado en forma de pregunta. Es conveniente establecer un objetivo sobre el número de ideas a alcanzar. Como mínimo, proponer que se produzcan 40 ó 50 ideas para un grupo en torno a 6 personas. Está demostrado que el objetivo tiene a cumplirse.

**3. Mejora de ideas:** el papel dinamizador del facilitador es aquí crítico. Una vez expuestas todas las ideas, es preciso asegurarse de que han sido comprendidas. Para ello se revisarán, preguntando a los participantes si hay dudas o se quiere hacer algún comentario. Se aplica la combinación, la reelaboración, la síntesis de una o más ideas.

**4. Evaluación:** la evaluación de las ideas puede hacerse en la misma sesión de tormenta de ideas en un momento posterior. Resultado de la evaluación es la

reducción de la lista de ideas hasta un número en el que es factible trabajar con ellas, siendo el voto individual para la selección de las ideas finales es el mejor método para predecir las ideas de éxito. En este sentido es imprescindible contar con un procedimiento estructurado, como el de Votación Múltiple. Sobre la mecánica de la expresión de ideas, hay dos formatos:

**Estructurado:** este mecanismo está indicado cuando el facilitador no posee mucha experiencia o se presume que puede surgir una participación desequilibrada (algunos participantes producen un número de ideas muy superior al de los demás). De este modo se establece un balance que permite la intervención equilibrada de todos los miembros.

**No estructurado:** es el método habitual. Se expresan las ideas según van surgiendo en la mente de cada participante. En este caso el facilitador deberá prestar especial atención a que la participación sea completa y las aportaciones razonablemente repartidas.

### **2.2.5 Lean Manufacturing**

Hernández (2013). Señala que el Lean Manufacturing: “Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios” (p.11).

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

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

“Tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, kanban, kaizen, heijunka, jidoka, etc.), que se desarrollaron

fundamentalmente en Japón. Los pilares del lean manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios. (p. 01)”.

#### **2.2.5.1 Principios del Sistema Lean**

Según Hernández J. (2013), Además de la casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificando los principios sobre los que se fundamenta el Lean Manufacturing. Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
- Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

A estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y técnicas a usar:

- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie.
- Utilizar sistemas “Pull” para evitar la sobreproducción.
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.

- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos.

### **2.2.6 Concepto de Desperdicio y Valor Añadido**

Hay E (2013), asegura que: “Las únicas actividades que agregan valor son las que producen una transformación física del producto.” (p.11).

Según Hernández J. (2013), muchos de los principios enunciados anteriormente están en consonancia con los objetivos que persiguen la práctica totalidad de las empresas industriales. En principio puede parecer una lista de buenas intenciones pero surge inmediatamente la pregunta de cómo realmente pueden llevarse a la práctica. Para ello Lean Manufacturing propugna un cambio radical cultural. Este cambio consiste en analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos de “valor añadido” y “despilfarro”.

Un ejemplo de este cambio es la forma en la que Lean mide la eficiencia y productividad de los sistemas de fabricación. Las empresas usan los indicadores de productividad como medida clave del rendimiento de sus procesos pero si las mediciones se realizan sobre lo que hacemos, sin plantearnos si está o no bien hecho, si tiene o no “valor”, es muy probable que las cifras camuflen todo el potencial de mejora de competitividad y costes de nuestro sistema. El valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar las materias primas del estado en que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente esté dispuesto a comprar. Entender esta definición es muy importante a la hora de juzgar y catalogar nuestros procesos. El valor añadido es lo que realmente mantiene vivo el negocio y su cuidado y mejora debe ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva.

La empresa Toyota, en su metodología Justo a Tiempo, define los desperdicios como: “Todo lo que sea distinto a la cantidad mínima de equipo,

materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”.

En la metodología de Lean Manufacturing, un desperdicio: “Se considera como todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal, tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio”

Para Liker y Meier. (2006), dentro del concepto de Lean Manufacturing, se identifican siete tipos de desperdicios, estos ocurren en cualquier clase de empresa o negocio y se presentan desde la recepción de la orden, hasta la entrega del producto. Adicionalmente, se considera un octavo tipo de desperdicio especial que da origen a lo que Lean se llama siete mas un tipo de desperdicios. A continuación se explica cada uno de ellos:

**Sobreproducción:** Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes.

a) Características:

- Gran cantidad de stock.
- Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipos sobredimensionados.
- Tamaño grande de lotes de fabricación.
- Falta de equilibrio en la producción.
- Ausencia de plan para eliminación sistemática de problemas de calidad.
- Equipamiento obsoleto.
- Necesidad de mucho espacio para almacenaje.

b) Causas posibles:

- Procesos no capaces y poco fiables.
- Reducida aplicación de la automatización.
- Tiempos de cambio y de preparación elevado
- Respuesta a las previsiones, no a las demandas.
- Falta de comunicación.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Flujo pieza a pieza (lote unitario de producción).
- Implementación del sistema pull mediante kanban.
- Acciones de reducción de tiempos de preparación SMED.
- Nivelación de la producción.
- Estandarización de las operaciones.

**Transporte:** Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o productos terminados hacia y desde el almacenamiento.

a) Características

- Los contenedores son demasiado grandes difíciles de manipular.
- Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.
- Los equipos de mantenimiento circulan vacíos por la planta.

b) Causas posibles:

- Layout obsoleto.
- Gran tamaño de los lotes.
- Procesos deficientes y poco flexibles.
- Programas de producción no uniformes.
- Tiempos de preparación elevados.
- Excesivos almacenes intermedios.
- Baja eficiencia de los operarios y las máquinas.
- Reproceso frecuentes.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.

- Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
- Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
- Reordenación y reajuste de las instalaciones.

**Tiempo de espera:** Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono. Los procesos mal diseñados pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo. Por ello, es preciso estudiar concienzudamente cómo reducir o eliminar el tiempo perdido durante el proceso de fabricación.

a) Características:

- El operario espera a que la máquina termine.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.
- Paradas no planificadas.
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.
- Tiempo para ejecutar reproceso.
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente.
- Un operario espera a otro operario.

b) Causas posibles:

- Métodos de trabajo no estandarizados.
- Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
- Desequilibrios de capacidad.
- Falta de maquinaria apropiada.
- Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.
- Producción en grandes lotes.
- Baja coordinación entre operarios
- Tiempos de preparación de máquina /cambios de utillaje elevados.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
- Layout específico de producto. Fabricación en células en U.
- Automatización con un toque humano (Jidoka).

- Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
- Adiestramiento polivalente de operarios.
- Sistema de entregas de proveedores.
- Mejorar en manutención de la línea de acuerdo a secuencia de montaje.

**Sobre-procesamiento o procesos inapropiados:** Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

**Exceso de inventario:** Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa. El almacenamiento de productos presenta la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos hasta el punto que los expertos han denominado al stock la “raíz de todos los males”.

Desde la perspectiva Lean, los inventarios se contemplan como los síntomas de una fábrica ineficiente porque:

- Encubren productos muertos que generalmente se detectan una vez al año cuando se realizan los inventarios físicos. Se trata de productos y materiales obsoletos, defectuosos, caducados, rotos, etc., pero que no se han dado de baja.
- Necesitan de cuidados, mantenimiento, vigilancia, contabilidad, gestión, etc.
- Desvirtúan las partidas de los activos de los balances. La expresión “inversión en stock” es un error, porque no ofrecen retribución sobre las inversiones y, por tanto, no pueden ser considerados como tales en ningún momento.
- Generan costes difíciles de contabilizar: deterioros en la manipulación, obsolescencia de materiales, tiempo empleado en la detección de errores, incremento del lead time con posible

insatisfacción para clientes, mayor dependencia de las previsiones de ventas, etc.

El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo. El mantenimiento de almacenes permite mantener los problemas ocultos pero nunca los resuelve.

a) Características

- Excesivo espacio del almacén.
- Contenedores o cajas demasiado grandes.
- Rotación baja de existencias.
- Costes de almacén elevados.
- Excesivos medios de manipulación (carretillas elevadoras, etc.).

b) Causas posibles:

- Procesos con poca capacidad.
- Cuellos de botella no identificados o fuera de control.
- Tiempos de cambio de máquina excesivamente largos.
- Previsiones de ventas erróneas.
- Sobreproducción.
- Reproceso por defectos de calidad del producto.
- Problemas e ineficiencias ocultas.

b) Acciones Lean para este tipo de despilfarro

- Nivelación de la producción.
- Distribución del producto en una sección específica.
- Sistema JIT de entregas de proveedores.
- Monitorización de tareas intermedias.
- Cambio de mentalidad en la organización y gestión de la producción.

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

a) Características:

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Planificación inconsistente.
- Calidad cuestionable.
- Flujo de proceso complejo.
- Recursos humanos adicionales necesarios para inspección y reproceso.

b) Causas posibles:

- Movimientos innecesarios.
- Proveedores o procesos no capaces.
- Errores de los operarios.
- Formación o experiencia de los operarios inadecuada.
- Técnicas o utillajes inapropiados.

Proceso productivo deficiente o mal diseñado.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Autonomatización con toque humano (Jidoka).
- Estandarización de las operaciones.
- Implantación de elementos de aviso o señales de alarma (andon).
- Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
- Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
- Implantación mantenimiento preventivo.
- Aseguramiento de la calidad en puesto.
- Producción en flujo continuo
- Control visual: Kanban, 5S y andon.

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

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

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

La eliminación de desperdicios presenta resultados inmediatos en la reducción del costo, aumento de la productividad, organización del área de trabajo, entre otros. Sin embargo, generalmente se presentan problemas con el mantenimiento de los mejoramientos alcanzados, esto sucede debido a que no se implementa un sistema que en el largo plazo sea capaz de mantener y adaptar la empresa a nuevos cambios en el entorno. No se debe cometer el error de confundir desperdicio con lo necesario, es decir, cuando identificamos una operación o proceso como desperdicio, por no añadir valor, asociamos dicho pensamiento a la necesidad de su inmediata eliminación y eso nos puede crear confusión y rechazo.

Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, aunque no tengan un valor añadido. En este caso estos despilfarros tendrán que ser asumidos. Si las empresas actúan en la línea de la eliminación de los despilfarros dispondrán de la herramienta más adecuada para mejorar sus costes. Precisamente Lean surgió cuando las empresas ya no podían vender productos a partir del cálculo de sus costes, fueran los que fueran, más un porcentaje de incremento por beneficios. Con el pensamiento Lean, la estructura de precios se fundamenta en la ecuación simple:

$$\text{Coste} = \text{Precio de mercado} - \text{Beneficio}$$

En un planteamiento Lean se parte del precio que el mercado está dispuesto a pagar y del beneficio que se desea obtener para afrontar la minimización de costes combinando, reduciendo o eliminando tantas actividades sin valor añadido como sea posible. Las organizaciones cuentan con un enorme potencial para reducir costes y ofrecer mejores productos a los clientes si simplifican o eliminan las actividades de valor reducido.

En el entorno Lean, la eliminación sistemática del desperdicio se realiza a través de tres pasos que tienen como objetivo la eliminación

sistemática del despilfarro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido y que recibe el nombre de Hoshin (Brújula):

- Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de nuestros procesos.
- Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.
- Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

La idea fundamental del Hoshin es buscar, por parte de todo el personal involucrado, soluciones de aplicación inmediata tanto en la mejora de la organización del puesto de trabajo como en las instalaciones o flujos de producción. Uno de los puntos clave del éxito del sistema se encuentra en la implicación de todo el personal, empezando por la dirección y terminando en los operarios.

### **2.2.7 Métodos para la reducción de desperdicios**

Según el departamento de Conservación Ambiental de Tennessee, 1999, los métodos para lograr la reducción de desperdicios se dividen convenientemente en dos tipos básicos: La reducción de la fuente y el reciclaje. La reducción de la fuente es cualquier acción que reduzca la cantidad de basura que sale de un proceso. Las medidas de reducción de la fuente incluyen:

- Modificaciones al equipo o a las tecnologías.
- Modificaciones a los procesos o a los procedimientos.
- Reformulación o reajuste de productos.
- Sustitución de materias primas y mejoras en control de la economía doméstica, del mantenimiento, del entrenamiento o de inventario.
- El reciclaje es el uso, la reutilización o la recuperación de desperdicio, dentro o fuera de sitio, después de que se genere. Los métodos de reciclaje incluyen:

- Reutilización de un desperdicio para retrasar la compra de un producto comercial nuevo.
- Remover los contaminantes de una desperdicio para permitir su reutilización y
- Reclamar componentes útiles dentro de un material de desperdicio.

### **2.2.8 Diagrama Causa y Efecto o Diagrama de Ishikawa**

Chase R., Robert J., y Aquilano N; (2002), sostiene que un Diagrama de Causa y Efecto facilita recoger las numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema. Se trata de una técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia. Cuando se ha identificado el problema a estudiar, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia. El Diagrama de Causa y Efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema.

Cuando se estudian problemas de fallas en un proceso, éstas pueden ser atribuidas a múltiples factores. Cada uno de ellos puede contribuir positiva o negativamente al resultado. Sin embargo, algún de estos factores pueden contribuir en mayor proporción, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor proporción. Para resolver esta clase de problemas, es necesario disponer de un mecanismo que permita observar la totalidad de relaciones causa-efecto.

El Diagrama de Causa y Efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.
- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal.
- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos del eje horizontal. Este tema se sugiere encerrarse con un rectángulo. Es

frecuente que este rectángulo se dibuje en el extremo derecho de la espina central.

- Líneas o flechas inclinadas que llegan al eje principal. Estas representan los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio.
- A las flechas inclinadas o de causas primarias llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias. Estas se conocen como causas secundarias.

El Diagrama de Causa y Efecto debe llevar información complementaria que lo identifique. La información que se registra con mayor frecuencia es la siguiente: título, fecha de realización, área de la empresa, integrantes del equipo de estudio. Clasificación de las causas primarias:

**Causas debidas a los equipos:** En esta clase de causas se agrupan aquellas relacionadas con el proceso de transformación de las materias primas como las máquinas y herramientas empleadas, efecto de las acciones de mantenimiento, obsolescencia de los equipos, cantidad de herramientas, distribución física de estos, problemas de operación, eficiencia, entre otros.

**Causas debidas al método:** Se registran en esta espina las causas relacionadas con la forma de operar el equipo y el método de trabajo. Son numerosas las averías producidas por estrelladas de los equipos, deficiente operación y falta de respeto de los estándares de capacidades máximas.

**Causas debidas al factor humano:** En este grupo se incluyen los factores que pueden generar el problema desde el punto de vista del factor humano. Por ejemplo, falta de experiencia del personal, salario, grado de entrenamiento, creatividad, motivación, pericia, habilidad, estado de ánimo, entre otros.

#### **2.2.8.1 Pasos para elaborar un Diagrama Causa y Efecto**

1. Definir claramente el efecto o síntoma cuyas causas han de identificarse.
2. Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una línea gruesa central apuntándole.

3. Usar Brainstorming o un enfoque racional para identificar las posibles causas.
4. Distribuir y unir las causas principales a la recta central mediante líneas de 70°.
5. Añadir sub-causas a las causas principales a lo largo de las líneas inclinadas.
6. Descender de nivel hasta llegar a las causas raíz (fuente original del problema).
7. Comprobar la validez lógica de la cadena causal.
8. Comprobación de integridad: ramas principales con, ostensiblemente, más o menos causas que las demás o con menor detalle.

### **2.2.9 Productividad**

Para Martínez (2007) la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos -humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado.

Según Ahumada L. (1987). La productividad, también conocido como eficiencia es genéricamente entendida como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

### **2.2.10 Calidad**

Arenas, P. (2006), dice que sus orígenes se remontan a 1949, cuando la Unión of Japaneces Scientistsan Engineers (JUSE) creó un comité formado por diferentes escuelas, ingenieros y funcionarios preocupados por la mejora de la productividad, y por aumentar la calidad de vida. Es una filosofía que se caracteriza por prevenir y, por ello, reducir drásticamente todos los costos de no calidad y está basada en principios, entre los cuales se encuentran la

orientación al cliente, las mejoras continuas y el trabajo en equipo, también es una estrategia administrativa dentro del movimiento de calidad que considera e interrelaciona aspectos técnicos, humanos y materiales a través de un enfoque de sistemas, integración, estrategias y mejora continua.

### **2.3 Definición de Términos Básicos**

**Producción:** se denomina así a la elaboración de un producto mediante el trabajo.

**Calidad:** Carlos López (2001). Es el nivel de excelencia que la empresa ha logrado alcanzar para satisfacer a su clientela. Representa al mismo tiempo, la medida en que se logra dicha calidad. Es la característica que se atribuye a todas aquellas cosas que representan excelencia, eficacia y efectividad.

**No Conformidades:** Ileana Pérez (2004). De acuerdo a la definición en la norma NC ISO 9000: 2005, una no conformidad es el incumplimiento de un requisito.

**Operario:** se denomina operario a toda persona, tanto hombre como mujer que ejecuten una tarea, generalmente de carácter técnico y es retribuida mediante el pago salarial.

**Producto no Conforme:** se denomina producto no conforme a los resultados de un proceso que no cumple los requisitos.

**Proceso:** Gutiérrez, A. y Salazar, M. (2008). Se puede definir como una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados. Un proceso es un conjunto de tareas lógicamente relacionadas que existen para conseguir un resultado bien definido dentro de un negocio; por lo tanto, toman una entrada y le agregan valor para producir una salida.

**Productividad:** Gutiérrez, A. y Salazar, M. (2008). Es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

**Planificación:** Cortes (1998). Es el proceso de definir el curso de acción y los procedimientos requeridos para alcanzar los objetivos y metas. El plan establece lo que hay que hacer para llegar al estado final deseado"

**Línea de Producción:** Gutiérrez, A. y Salazar, M. (2008). Es un área dentro de la cual se manufactura los asientos de acuerdo al modelo de vehículo. En cada línea existe una configuración de máquinas herramientas y personal diseñada para la producción de los modelos correspondientes.

**Desperdicio:** Edward J. Hay (2003). Todo lo que sea distinto a los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas, y mano de obra necesarios para agregar valor al producto.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Según Balestrini (2002), los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigadores que proponen la formulación de modelos, sistemas entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer.

De esta forma, el presente trabajo está orientado bajo la modalidad de proyecto factible, ya que consiste en elaborar un plan de mejoras para dar una posible solución y así disminuir el producto no conforme en la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A., en pro de solventar el problema ya mencionado.

#### **3.2 Diseño de la Investigación**

La elaboración de este trabajo se basó en una investigación de campo. Sabino C. (2002), señala que:

“En las investigaciones de campo los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Estos datos, obtenidos directamente de la experiencia empírica, son llamados primarios, denominación que alude al hecho de que son datos de primera mano, originales, producto de la investigación en curso sin intermediación de ninguna naturaleza. Cuando, a diferencia de lo anterior, los datos a emplear han sido ya recolectados en otras investigaciones y son conocidos mediante los informes correspondientes nos referimos a datos secundarios, porque han sido obtenidos por otros y nos llegan elaborados y procesados de acuerdo con los fines de quienes inicialmente los obtuvieron y manipularon.” (p.64)

### **3.3 Nivel de la Investigación**

Arias F (2006) reseña que la investigación descriptiva: “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.” (p.20-25).

### **3.4 Población y Muestra**

#### **3.4.1 Población**

Maneiro N y Mejías A (2010), se refieren a la población como “la totalidad de las observaciones o información, que caracteriza un fenómeno respecto del cual se desea realizar un estudio” (p. 19). Para este caso de estudio surge la necesidad de definir una población finita, la cual se define como las líneas de elementos filtrantes uno (1), dos (2) y tres (3).

#### **3.4.2 Muestra**

Arias F, (2006) define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83). Siguiendo dicha idea, se tomó como objeto de estudio o muestra la línea tres (3) de elementos filtrantes, la cual es el caso de estudio.

### **3.5 Técnicas de Recolección de Datos**

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

#### **3.5.1 Observación Directa**

Según Tamayo (2001), “La técnica de observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger mediante su propia observación a través de esta se puede determinar las faltas en lo que respecta al desempeño de sus funciones así como las causas que lo origina”. Ésta técnica se empleara y servirá de apoyo para el conocimiento del problema y así comenzar la búsqueda de la solución.

### **3.5.2 Revisión Documental**

Arias (2006), lo define como “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o páginas electrónicas”. (p.27). por medio de esta técnica se obtendrá información a través de documentos que contienen datos y puedan ser utilizados dentro de la investigación.

### **3.5.3 Entrevistas no estructurada**

La Torre M (2007), asegura que:

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

Las entrevistas serán aplicadas al personal que labora en el área, tales como, técnicos, ayudantes y supervisores, para así lograr obtener información de la situación actual y algunas propuestas de mejoras por parte del personal que labora en la línea.

## **3.6 Fases Metodológicas**

### **Fase I Diagnostico de la situación actual del proceso de fabricación en la línea de elementos filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A.**

- Se realizara un estudio, mediante entrevistas no estructuradas, observación y revisión documental con el fin de conocer el proceso de fabricación de elementos filtrantes y así identificar las fallas y sus consecuencias.
- Se realizaran entrevistas no estructuradas al personal que labora en el área, para conocer su opinión, ampliar la información y obtener propuestas de mejora de su parte.
- Se realizara una revisión documental para cuantificar las pérdidas generadas durante el periodo de análisis.

- Finalmente se priorizaran las fallas encontradas en el proceso para intentar reducir las mismas.

**Fase II, Análisis de las debilidades encontradas que generan el producto no conforme en la línea de elementos filtrantes.**

- Se realizara una clasificación de las causas que generan el producto no conforme producidas por la línea tres (3) de elementos filtrantes a través del diagrama causa y efecto
- Se analizara cada causa, basado en el diagrama causa- efecto.
- Se hará una jerarquización de las fallas a través de la técnica del grupo nominal, para obtener y estudiar opciones de mejora a las más críticas del proceso.
- Finalmente se establecerá un resumen de oportunidades de mejoras a fin de corregir aquellas fallas que tienen mayor influencia en la línea tres (3) de elementos filtrantes.

**Fase III, Diseño de un plan de mejoras que conduzcan a la reducción del producto no conforme de la línea de elementos filtrantes.**

Luego de haber identificado las principales fallas del proceso y haber establecido las oportunidades de mejoras referentes a la reducción de producto no conforme durante el proceso operativo de la línea tres (3) de elementos filtrantes, se procederá a plantear propuestas para cada una de ellas, mediante la aplicación de técnicas de ingeniería industrial.

**Fase IV, Evaluación económica de la propuesta mediante la razón costo – beneficio.**

En esta fase se determinarán los costos asociados a los requerimientos de la propuesta, mediante:

- La realización de un presupuesto de inversión de la propuesta planteada.
- Una evaluación de beneficio que se podría obtener una vez implementada la propuesta.
- Establecer la relación costo- beneficio que tendría la propuesta planteada.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

En este capítulo se presentan el análisis y los resultados alcanzados luego de finalizar el plan de trabajo diseñado para hallar una propuesta de mejora para la reducción de producto no conforme de la Línea Tres (3) de Elementos Filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A., utilizando para ello herramientas de ingeniería industrial.

#### **4.1. Fase I, Diagnostico de la situación actual del proceso de fabricación en la línea de Elementos Filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A.**

La finalidad de esta fase es identificar la situación actual de los procesos realizados en la línea de elementos filtrantes, mediante la observación directa y la revisión documental de registros suministrados por la empresa además la aplicación de la entrevista semi-estructurada al personal encargado del área y de dicha línea.

La línea tres (3) de elementos filtrantes está destinada a la producción del elemento para los filtros de aceite, su función es de retener partículas contaminantes que se encuentran en el motor a través de un medio filtrante que se encuentra en la parte interna del filtro, que puede ser de celulosa o de material sintético o una mezcla de ambos

##### **4.1.1 Descripción de las maquinas involucradas en el proceso productivo de la Línea tres (3) de Elementos Filtrantes en la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela C.A.**

Los equipos anteriormente mencionados se detallan a continuación:

- **Plisadora:** esta máquina realiza los pliegues correspondientes para realizar los fuelles de cada elemento filtrante y está compuesta por rodillo moldeador de los pliegues, soporte para rollo de alimentación del papel, contador de pliegues y marcador que definirá el punto de corte.

El operador ingresa el número de pliegues que requiere el elemento filtrante en el contador y presiona el botón de inicio para que la plisadora empiece la operación, cuando los pliegues alcanzan el número ingresado en el contador, el marcador que es una pistola en spray, proporciona la marca de corte que definirá el tamaño de los fuelles. (Ver Figura 1 y 2).



**Figura 1:** Plisadora del papel filtrante  
Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel.



**Figura 2:** Plisadora del papel filtrante  
Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel.

- **Horno de Pre-Curado del papel:** Este horno calienta al papel en un corto tiempo, dándole las propiedades necesarias para que los pliegues no se separen y los fuelles soporten la manipulación en el momento de sellarlos. (Ver Figura 3)



**Figura 3:** Horno de Pre-curado

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel

- **Cortadora de Papel:** Máquina que corta los fuelles en su respectiva marca. El operario ingresa el pliegue que se va a cortar para separar los fuelles (el pliegue previamente marcado), dentro del espacio designado para que, al accionar la máquina, esta active un mecanismo que pasa con una hoja de metal afilada y corta el pliegue separando los fuelles. (Ver Figura 4)



**Figura 4:** Cortadora del Papel filtrante

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel.

- **Selladora de Fuelles:** esta máquina sella los fuelles con un clip de acero para que en el elemento no se cree bypass, es operada por un trabajador que introduce los fuelles en un herramental que se divide en herramental

de soporte, herramental complementario de guía y herramental extra, que sostiene el pliegue cortado de manera vertical (Ver Figura 5)



**Figura 5:** Selladora de fuelles, Clipping Machine.

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel.

- **Cadena Transportadora:** esta permite el traslado de manera automática de los fuelles y los elementos por el área de ensamblaje. (Ver Figura 6).



**Figura 6:** Cadena Transportadora

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel.

- **Dosificadora:** existen dos máquinas de este tipo, las cuales se encargan de dosificar las tapas de los elementos filtrantes: una dosifica la tapa superior y la otra la inferior, para así hacer más productivo el procedimiento. Siguiendo lo anterior, esta máquina es operada por operadores los cuales ubican las tapas (inferior o superior), y accionan la máquina para que así ella dosifique la resina dentro de las tapas, la dosificación se controla

mediante un temporizador que el operario debe calibrar previamente al empezar una producción. (Ver Figura 7)



**Figura 7:** Dosificadora

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel.

- **Horno de Gelado:** esta máquina se presenta después del dosificado y sub-ensamble de la tapa elemento superior (TES), calienta el elemento de manera que la resina cambie sus propiedades físicas, dando características de maleabilidad de una goma (gelado), para así facilitar el sub-ensamble de la tapa elemento inferior (TEI). (Ver Figura 8).



**Figura 8:** Horno de Gelado.

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel.

- **Horno de Curado:** Esta máquina se presenta al final de la Línea Tres de Elementos Filtrantes, calienta los elementos de manera de que la resina se solidifique y que el papel filtrante se caliente de tal forma que active las propiedades químicas para el filtrado. (Ver Figura 9).



**Figura 9:** Horno de curado.

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel.

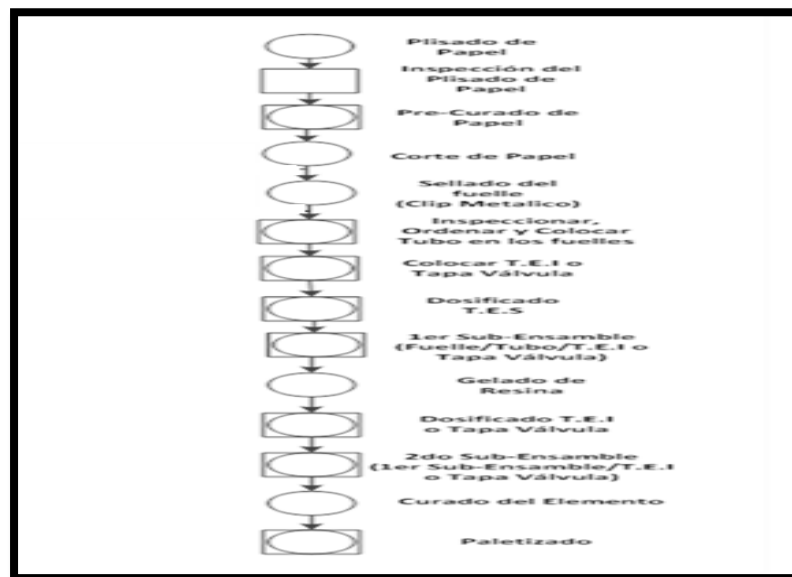
#### **4.1.2 Descripción del proceso productivo de la Línea (3) de Elementos Filtrantes en la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela C.A.**

El proceso productivo de la línea de elementos filtrantes inicia con la llegada de la materia prima (papel, resina, tapas, espirotubo, acero), empezando se encuentra la plisadora que produce los pliegues y define los fuelles que con ayuda de la cadena transportadora pasa al horno de pre-curado con una temperatura y velocidad especificada en los parámetros de los elementos que se van a producir los cuales al salir del horno, pasan por una cortadora de papel, donde un operador corta el papel plisado en fuelles, los cuales pasan de un operador a la Clipping Machine, sellando los fuelles con un clip de acero, luego los estos caen sobre la cadena transportadora donde otro operador levanta y ordena los fuelles en filas de 3 unidades, luego otro operador inserta el tubo central o espirotubo dentro de los fuelles.

Seguidamente otro operador le coloca la tapa elemento inferior (TEI) para así facilitar el sub-ensamble de la tapa elemento superior (TES), así mismo otro operador dosifica las tapa elemento superior (TES) y las ordena al frente de las filas de los fuelles para así facilitar la operación de sub-ensamble de los fuelles y el tubo central con la TES que realiza el siguiente operador, luego de esto, pasa por el horno de gelado para que la resina tome dureza o cambie al estado sólido y

se adhiera a los componentes y así facilite el sub-ensamble de la tapa elemento inferior (TEI).

Así mismo, luego que salen del horno dos operadores proceden a dosificar y sub-ensamblar la (TEI) para que así ya todos los componentes ensamblados pasen por el horno de curado pasando a la temperatura y velocidad especificada, por último los elementos pasan a ser paletizados y dependiendo del programa de producción pasan a ser almacenados o al proceso de engargolado y luego a pintura, para así convertirse en el producto final requerido que es un filtro. Su función es de retener partículas contaminantes que se encuentran en el motor a través de un medio filtrante que se encuentra en la parte interna del filtro, que puede ser de celulosa o de material sintético o una mezcla de ambos. Para un mejor entendimiento se anexa el siguiente diagrama de operaciones de la línea de elementos filtrantes. (Ver Figura 10).



**Figura 10:** Diagrama de Flujo de Proceso Elementos III

Fuente: Departamento de Ingeniería Mann+Hummel.

#### 4.1.3 Resultados de la entrevista no estructurada realizada durante el estudio.

Se entrevistó al personal que labora y están encargados de la línea de elementos filtrantes (supervisor, operadores de la línea, mecánico, asegurador de calidad) ver anexo A; para obtener sus opiniones referentes a las causas que generan el producto no conforme en la línea, esto con el fin de tener otro punto de

vista, recopilar las fallas que ellos consideran más importantes así como también recomendaciones para mejorar el proceso productivo y minimizar las debilidades del proceso que existen actualmente. A continuación se anexa un resumen de las opiniones más comunes (Ver Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Resumen de la Entrevista Estructurada realizada al personal involucrado en el proceso productivo.

¿Por qué cree usted que se genera el producto no conforme durante y después del proceso de producción??	¿Qué mejoras propondría para reducir el producto no conforme?
1) Falta de inspección por parte del asegurador de calidad. 2) No se tiene un área asignada para almacenar el producto terminado de la línea, en ocasiones no se tiene envoplast para una mejor preservación del producto. 3) Exceso de resina en las tapas. 4) Materia prima proveniente de almacén con defectos.	1) Colocar las paletas en un solo lugar y obligatoriamente con envoplast. 2) Sistema de bombeo para controlar la variación del dosificado. 3) Jornada de capacitación a los operadores que trabajan en la línea. 4) Mejorar el control de calidad de los materiales provenientes de materia prima y también durante el proceso de fabricación de los elementos filtrantes.

Fuente: P. Farfán. (2018)

Gracias a la entrevista estructurada realizada al personal involucrado en el proceso productivo de la línea de elementos filtrantes (Ver Anexo A), se pudo recopilar información de las causas que los mismos consideran principales en la generación de producto no conforme en dicha línea.

#### **4.1.4 Diagnóstico mediante la observación directa de las posibles causas que influyen en el porcentaje de productos no conformes.**

Al observar el proceso la Línea Tres (3) de Elementos Filtrantes, se encontraron debilidades durante y después del proceso productivo. Los más influyentes fueron:

- Exceso de resina en las tapas elementos por variación en el dosificado de resina.
- Mal ensambles de elementos por parte de los operadores, clip metálicos altos (crea inclinación del elemento) operadores no están alerta de los defectos que no son aceptados.

- El operador no cumple a cabalidad con las actividades asignadas. Se pudo observar que hay falta de motivación en el personal.
- El área asignada para colocar y preservar los elementos filtrantes que no serán utilizados durante el día está mal ubicada.
- Manipulación inadecuada del elemento filtrante y sus partes por descuido de todo el personal vinculado en esta área.
- Interrupciones en el proceso por parte del personal (operador guía, dosificador, asegurador de calidad) para pesar la cantidad en gramos de resina que contienen las tapas, después de haber realizado la puesta punto.
- Desorden y suciedad alrededor de la línea de producción, se encuentran materiales que no se les da uso y otros que no se utilizan de manera inmediata.
- Oxidación de la cadena transportadora, causante de rayas y manchas en las tapas.
- En el área destinada para la preservación y almacenamiento de Elementos se observo paletas mal envueltas, mal preservadas, se caen, se golpea, están expuestos a cualquier agente externo que lo deteriora.

Estas debilidades antes mencionadas, ocasionan disminución de la productividad de la empresa y disminución de la calidad del producto, ya que el nivel estándar permitido por la empresa no debe superar el 8% de pérdidas.

Mediante la observación directa se pudo obtener un registro fotográfico el cual muestra las deficiencias en el área. Se encontró evidencia de Elementos mal preservados, expuestos al ambiente, sin un area asignada para su correcto almacenaje, también en el area que destinaron para su almacenaje se observaron paletas mal envueltas, mal preservados, rotos y caidos a permitiendo una oxidación temprana y deterioro bajo estas condiciones, esto se muestra en la Cuadro 2.



Elementos Filtrantes mal preservados, expuestos al ambiente



Elementos sin un área asignada para su correcto almacenaje



Paletas de elementos filtrantes mal preservados, mal distribuidos.



Elementos filtrantes caídos, mal envueltos.

**Cuadro 2:** Evidencias encontrados alrededor de la línea tres (3) de elementos filtrantes y en el galpón de filtros de aire.

**Fuente:** Farfán. P.



**Figura 11:** Exceso de resina en la tapa elemento inferior.  
**Fuente:** Farfan. P.



**Figura 12:** Mal apariencia del elemento filtrante.  
**Fuente:** Farfan. P.



**Figura 13:** Cadena transportadora oxidada.  
**Fuente:** Farfan. P.

Como se muestra en las evidencias (Cuadro 3) el área destinada al almacenamiento del producto terminado de la línea tres (3) de elementos filtrantes entorpece el paso y el trabajo de los operadores en el galpón de filtros de aire, obstaculiza el empaque de la línea de aire industrial.



**Cuadro 3:** Evidencias de la línea de elementos tres (3).  
**Fuente:** Farfan. P.

**Tabla 1.** Incidencias de las debilidades encontradas.

OBSERVACIONES					
LINEA EN ESTUDIO:	Linea tres (3) de Elementos Filtrantes				
Jornada Laboral:	8 horas				
Descripción	N° de incidencia día 1	N° de incidencia día 2	N° de incidencia día 3	N° de incidencia día 4	Promedio de incidencias total
Manipulación inadecuada del elemento filtrante y sus partes por descuido de todo el personal vinculado en esta área.	148	125	113	104	29.00%
Interrupciones en el proceso por parte del personal (operador guía, dosificador, asegurador de calidad) para pesar la cantidad en gramos de resina que contienen las tapas, después de haber realizado la puesta punto.	176	150	126	98	32.19%
Oxidación de la cadena transportadora, causante de rayas y manchas en las tapas.	19	27	15	21	4.88%
El operador no cumple a cabalidad con las actividades asignadas. Se pudo observar que hay falta de motivación en el personal.	112	184	155	122	33.93%
Total	455	486	409	345	100%

Fuente: Farfán. P.

#### 4.1.5 Revisión Documental.

Se realizó una revisión de los registros y procedimientos de la organización, esto ayudó a visualizar y a sustentar las debilidades encontradas de las posibles causas que generan el producto no conforme.

Aunado a esto, la organización cuenta con una instrucción de medición con la finalidad de llevar un control de la cantidad de resina dosificada en las tapas, donde el asegurador del área es el encargado de esa actividad por lo que basado en la observación que se realizó y tomando en cuenta la entrevista al personal se puede decir que no se está incumpliendo con los procedimientos descritos por el departamento de ingeniería (ver anexo B), ya que se observó mucha interrupción en el proceso por parte del personal (operador guía, dosificador, asegurador de

calidad) para pesar la cantidad en gramos de resina que contienen dichas tapas. Otra de las instrucciones con la cual la línea debe cumplir es con las instrucciones de almacenamiento de elementos filtrantes (Ver Anexo C) ya que se tiene una manipulación inadecuada del elemento filtrante y sus partes.

La cantidad de resina en las tapas se puede apreciar en el plano del elemento (ver anexo D) donde especifica que lleva y cuanto lleva de cada material a utilizar, esto con la finalidad de que el operador como todo el personal vinculado a esa área pueda visualizar como, qué medidas y qué cantidad lleva de cada componente.

Seguidamente, se observo elementos mal envueltos en el área donde se almacenan, lo que hace que se caigan, se golpeen y están expuestos a agentes externos que lo deterioran. No se está cumpliendo con los procedimientos descritos por el departamento de ingeniería. (Ver Anexo E).

Además se da a conocer el registro de la asistencia de la nómina daría de los operadores que trabajan en la línea tres (3) de elementos filtrantes para apreciar si el nivel de ausentismo puede contribuir a la generación del producto no conforme. (Ver Anexo F).

#### **4.1.5.1 Generación de producto no conformé en la línea de Elementos Filtrantes.**

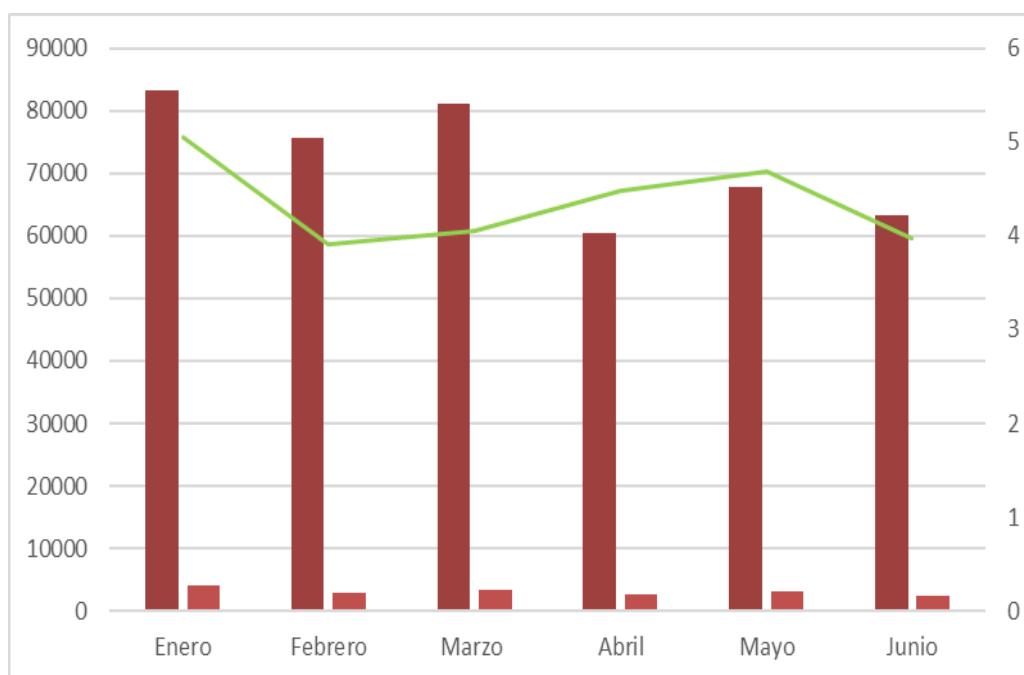
Como ya se mencionó en capítulos anteriores, en todo proceso productivo se debe cumplir que la entrada de la cantidad de materia prima coincida con la salida de la cantidad de unidades de producto terminado; teniendo en cuenta un margen de mermas y desperdicios, los cuales, por óptimo que se encuentre el proceso siempre existirá. Los siguientes datos que se presentaran a continuación son los registros de producción de las cuales se obtienen el porcentaje de desperdicio y su equivalente en costo USD para la empresa. A continuación, se anexa datos adquiridos en la revisión documental de los meses Enero a Junio (2018) para ver el comportamiento del desperdicio con respecto a la producción.

**Tabla 2.** Histórico de producto no conforme en la línea (3) de elementos filtrantes.

Histórico	Unidades Producidas	No Conforme (UNID)	Porcentaje %
Enero	<b>83.214</b>	<b>4.208</b>	<b>5,05</b>
Febrero	<b>75.627</b>	<b>3.011</b>	<b>3,91</b>
Marzo	<b>81.201</b>	<b>3.296</b>	<b>4,05</b>
Abril	<b>60.511</b>	<b>2.715</b>	<b>4,48</b>
Mayo	<b>67.872</b>	<b>3.180</b>	<b>4,68</b>
Junio	<b>63.297</b>	<b>2.522</b>	<b>3,98</b>

**Fuente:** Farfán. P, elaborado con los datos suministrados por el Departamento de Producción.

Como se puede apreciar en el Gráfico 2 con el histórico de unidades producidas vs unidades no conforme se tiene un promedio de 4,36 % de producto no conforme.



**Gráfico 2:** Comportamiento del histórico de producto no conforme.

**Fuente:** Farfán. P, elaborado con los datos suministrados por el Departamento de Producción.

Así mismo, se realizó una revisión de los productos no conformes que se generaron durante Julio-Octubre (2018), es importante destacar que en dichos meses se comenzó la producción para atender el nuevo negocio de exportación, por lo tanto, aumento la producción y como se puede evidenciar también aumento el producto no conforme aunado a esto la materia prima adquirida debido a las condiciones del país ha bajado su calidad. A continuación, se anexa la Tabla 3, esto ayudó a visualizar cual es el porcentaje de pérdidas y las posibles causas que lo generaron en el periodo de estudio, se utilizó como recurso los registros suministrados por el departamento de producción.

**Tabla 3.** Unidades Producidas Vs Unidades de Producto no Conforme desde Julio hasta septiembre.

Mes	N.C	Producción	Cantidad N.C	Porcentaje	Total N.C	Porcentaje Total
Julio	E.R	283466	25569	41%	62363	<b>22%</b>
	F.E		6236	10%		
	M.E		18085	29%		
	D		12473	20%		
Agosto	E.R	312004	34923	56%	84241	<b>27%</b>
	F.E		5613	9%		
	M.E		16838	27%		
	D		11225	18%		
Septiembre	E.R	302482	28687	46%	63521	<b>21%</b>
	F.E		6236	10%		
	M.E		18709	30%		
	D		8731	14%		

**Fuente:** Farfán. P, elaborado con los datos suministrados por el Departamento de Producción.

Analizando la Tabla 3 se tiene un promedio total de pérdida de un 23% en los meses de estudio, se procedió a realizar un cuadro resumen que refleja las causas de las no conformidades que se presentaron en el producto en los meses de estudio (Ver cuadro 4).

**Cuadro 4.** No conformidades.

No Conformidad
Exceso de Resina (E.R)
Materia prima no cumple con las especificaciones (F.E)
Mal ensamble (M.E)
Defectuosos, rotos (D)

**Fuente:** Farfán. P, elaborado con los datos suministrados por el Departamento de Producción.

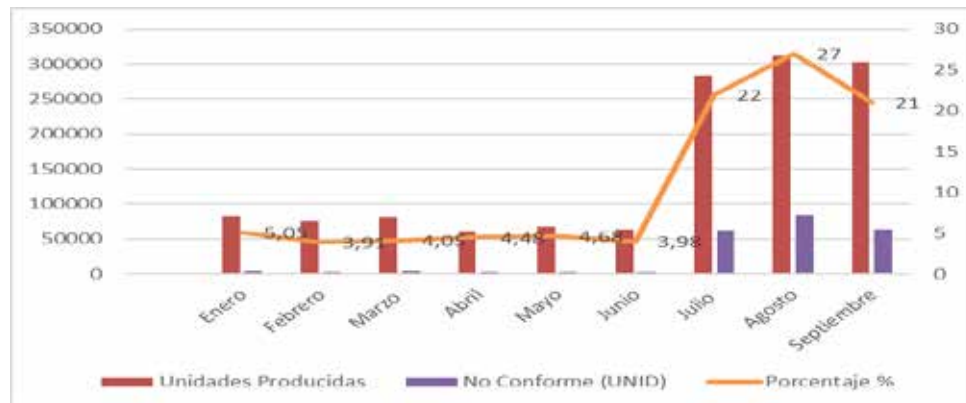
A continuación, se anexa la Tabla 4 donde se puede evidenciar el costo que representa para la empresa el producto no conforme generado por las por las debilidades encontradas en la línea de elementos tres (3). El costo está representado en USD.

**Tabla 4.** Costo del producto no conforme en la línea de elementos.

Histórico	Unidades Producidas	No Conforme (UNID)	Porcentaje %	Costo (USD)
Enero	83.214	4.208	5,05	5.599,11
Febrero	75.627	3.011	3,91	4.006,40
Marzo	81.201	3.296	4,05	4.385,62
Abril	60.511	2.715	4,48	3.612,55
Mayo	67.872	3.180	4,68	4.231,27
Junio	63.297	2.522	3,98	3.355,74
Julio	283.466	62.363	22,00	82.979,44
Agosto	312.004	84.241	27,00	112.090,03
Septiembre	302.482	63.521	21,00	84.161,00
<b>TOTAL</b>				<b>304.421,15</b>

**Fuente:** Farfán. P, elaborado con los datos suministrados por el departamento de producción.

Como se puede evidenciar en la tabla 4, se tiene un acumulativo de 304.421,15 USD. Este desperdicio por material no conforme, a continuación, se anexa el Grafico 3 donde se evidencia el comportamiento del producto no conforme generado en los meses tomados como histórico.



**Gráfico 3:** Comportamiento del producto no conforme

**Fuente:** Farfán. P, elaborado con los datos suministrados por el Departamento de Producción

#### 4.1.6 Resumen de las debilidades encontradas.

Aunado a las técnicas de recolección, se realizó una tormenta de ideas durante una reunión con el personal de ingenieros y técnicos involucrados en el proceso, donde se encontró similitud en las posibles causas detectadas en la observación directa, entrevista al personal y en la revisión documental, fueron las siguientes:

**Tabla 5.** Posibles causas de la generación del producto no conforme.

N°	Posibles causas de la generación del Producto no Conforme.
1	Exceso de resina en las tapas
2	Mal ensambles, clips metálicos altos (inclinación del elemento filtrante).
3	Materia prima proveniente del almacén con defectos.
4	Manipulación inadecuada del elemento y sus partes por descuido de todo el personal vinculado en esta área.
5	El operador no cumple a cabalidad con las actividades asignadas. Se pudo observar que hay falta de motivación en el personal.
6	El área asignada para colocar y preservar los elementos filtrantes que no serán utilizados durante el día está mal ubicada.
7	Interrupciones constantes en el proceso por parte del personal (operador guía, dosificador, asegurador de calidad) para pesar la cantidad en gramos de resina que contienen las tapas, después de haber realizado la puesta punto.

8	Desorden y suciedad alrededor de la línea de producción, se encuentran materiales que no se les da uso y otros que no se utilizan de manera inmediata.
9	Oxidación de la cadena transportadora, causante de rayas y manchas en las tapas.

Fuente: Farfán. P con la información recolectada.

Dichas debilidades que generan producto no conforme proveniente de las distintas áreas competentes del sistema productivo e estudio (área de almacén, sistema de dosificado, entre otros) están soportadas por información genuina proveniente de las mismas y obtenidas a través de la aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial que han hecho posible el análisis y posterior propuesta de mejora.

#### **4.2 Fase II, Análisis de las debilidades encontradas que generan el producto no conforme en la línea de elementos filtrantes.**

Una vez encontradas las causas principales del producto no conforme durante el proceso, a través de la observación directa realizada en las instalaciones de la línea, entrevistas con el personal involucrado dentro y fuera del proceso, también la revisión documental, se logró realizar una clasificación del diagrama causa-efecto en el que luego se fueron analizando cada una individualmente.

##### **4.2.1 Técnica de los 5 Porqué (análisis de causa raíz basado en preguntas)**

La técnica de los 5 Porqué es un método basado en realizar preguntas para explorar las relaciones de causa-efecto que generan un problema en particular. El objetivo final de los 5 Porqué es determinar la causa raíz de un defecto o problema.

Esta técnica se utilizó por primera vez en Toyota durante la evolución de sus metodologías de fabricación, que luego culminarían en el Toyota Production System (TPS). Aunado a esto, se realizó una matriz de las causas con más incidencias y así encontrar la causa raíz y poder tomar acciones de mejora que sean beneficiosas.

**Cuadro 5.** Matriz de las causas raíz de la línea tres (3) de elementos filtrantes.

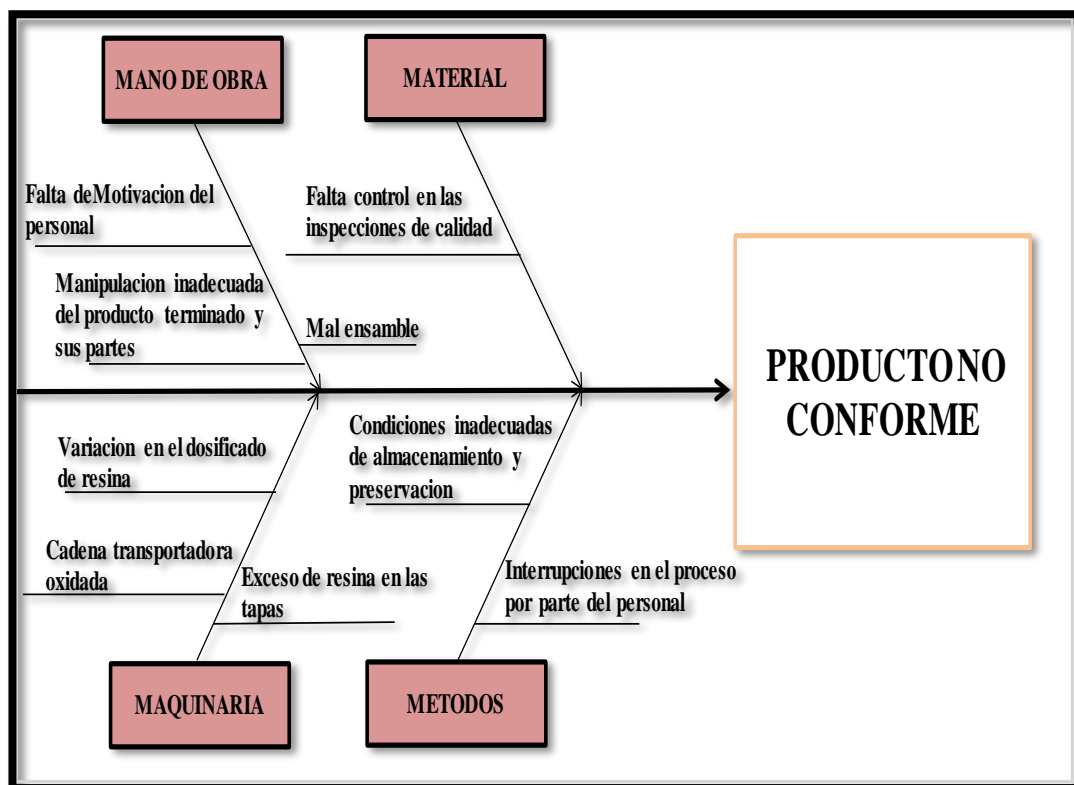
Problema a estudiar	W1	W2	W3	W4	W5	Resultado final
Producto no conforme en la línea 3 de elementos filtrantes.	Exceso de resina en las tapas	Porque existe variación en el proceso de dosificado	Porque hay caída de presión natural en el sistema de bombeo	Porque falta un acumulador de presión		falta acumulador de presión al sistema de bombeo
	Mal ensamble, clips metálicos altos (inclinación del elemento filtrante)	Porque existe una manipulación inadecuada de los elementos	Porque el operador no cumple a cabalidad con las actividades asignadas			Capacitar al personal y motivarlos a que realicen satisfactoriamente sus actividades.
	El área asignada para colocar los elementos filtrantes está mal ubicada	porque se encuentra expuesto a agentes externos que lo deterioran	Porque se almacenan en un área abierta y entorpece el paso del montacarga	Porque no se cuenta con un área de almacenaje adecuada		Asignar un área de almacenaje para la preservación satisfactoria del producto terminado de la línea
	La materia prima proveniente del almacén tiene defectos	Porque llega a la línea 3 de elementos filtrantes deteriorada o fuera de especificaciones	Porque la materia prima se inspecciona y almacena hasta que la requieran en planta.	Porque no existe en los procedimientos una inspección antes de enviar a planta		Agregar a los procedimientos inspección de la materia prima antes de ser enviados a planta.
	Existe oxidación en la cadena transportadora					Cambiar cadena transportadora

**Fuente:** Farfán. P.

#### 4.2.2 Clasificación de las causas encontradas mediante el diagrama Causa efecto.

El diagrama causa y efecto consiste en una representación gráfica sencilla en la que pueden verse las causas que originan el problema en estudio. En tal sentido se puede detectar a través de la observación directa y de las entrevistas del personal las causas que originan las no conformidades. Este diagrama permite realizar un análisis más exhaustivo sobre el tema en estudio.

A continuación, se muestra el diagrama causa-efecto con la finalidad de tener un enfoque objetivo, donde se representan cada una de las causas encontradas en metodología, mano de obra, material, maquinaria y métodos, siendo mano de obra y maquinaria las resultantes con el mayor número de posibles causas que generan desperdicio.



**Figura 14:** Diagrama Causa y Efecto del aumento del producto no conforme.

Fuente: Farfán. P (2018)

Antes de realizar el análisis causa-efecto, es importante mencionar que el producto no conforme que se genera en la Línea Tres (3) de Elementos Filtrantes

no se debe a las operaciones de la misma, sino a los procesos de los cuales la misma depende.

Ü Mano de obra.

- Manipulación inadecuada del producto terminado y sus componentes: desde que llega la materia prima a la línea, según el departamento de Ingeniería los operadores tienen que cumplir con ciertos procedimientos y siempre utilizar los guantes para garantizar que las condiciones del producto serán óptimas, esto se cumple tanto para operadores como para todo el personal que hace vida en la organización ya que la humedad o el contacto con la mano contamina el papel y oxida las tapas de acero, esto acarrea producto no conforme por oxidación.
- Falta de motivación: el operador realiza sus actividades por su experiencia y cómo piensan que es mejor, no cumplen a cabalidad con las instrucciones o procedimientos descritos por el departamento de Ingeniería.
- Mal ensamble, clip metálicos altos (inclinación del elemento filtrante): por falta de entrenamiento o agilidad en el proceso salen estos defectos en el elemento filtrante y no cumpliría con el propósito de retener partículas contaminantes que se encuentran en el motor a través de un medio filtrante que se encuentra en la parte interna del filtro, es por esto que es sumamente importante que el operador domine y conozca las instrucciones de métodos y todo lo referente al proceso.

Escurrecimiento y manchas en el acabado final por mal ensamble y por exceso de resina en las tapas, además se debe utilizar guantes para evitar manchas y oxidación del elemento, es indispensable contar con operadores capacitados que cumplan con todos los procedimientos exigidos por la organización y así lograr los objetivos planificados.

Ü Métodos.

- Interrupción en el proceso por parte del personal: los operadores antes de arrancar y empezar la producción hacen la puesta a punto para colocar la línea en las condiciones especificadas y que se mantenga así durante la

jornada laboral, sin embargo el proceso de dosificado no es estable por lo que se tiene que pesar las tapas (TES ó TEI) para controlar la cantidad de resina si está dentro de especificaciones, este alta o baja para ello el encargado de es el asegurador del área (ver anexo A), por lo que no puede haber interrupciones o modificaciones por parte de operadores o cualquier otra personal en el proceso.

- Condiciones inadecuadas de almacenamiento y preservación: Las condiciones de almacenamiento de los elementos filtrantes es muy variable, estos son almacenados en áreas abiertas cerca de la línea o en cualquier otro sitio donde exista un espacio sin usar, exponiéndolos a la suciedad y a la humedad, se presentan más problemas en temporada de invierno ya que el material se puede oxidar o humedecer.

Lo descrito anteriormente no es conveniente para la funcionalidad del producto (ya que su calidad y durabilidad se pierde) ni para la empresa ya que pasa a ser un producto no conforme por lo tanto es desperdicio.

#### Ü Maquinaria.

- Variación en el dosificado de resina: debido a que el sistema de dosificación de resina lo realiza una bomba de desplazamiento positivo, se produce una variación cíclica natural del bombeo que produce la variación en el dosificado de la resina, es decir no es un proceso estable por lo que la cantidad de resina dosificada no es exacta y disminuye o aumenta, causante de pérdida de material.

#### Ü Material.

- Falta control en las inspecciones de calidad: El material que llega a la empresa es recibido en el almacén de materia prima, es allí donde se realizan las inspecciones de calidad en las cuales se evalúan las características y/o variables que pueden ser medibles y las características por atributos las cuales se evalúan mediante especificaciones establecidas. Estos materiales al ser inspeccionados y aprobados son almacenados hasta que sean demandados por la línea sin ser evaluados nuevamente. Esta

revaluación de la materia prima es necesaria puesto que en almacén se realizan procesos previos como por ejemplo el rebobinado a longitud y ancho requerido por la línea de producción, genera manipulación y posibles cambios en esa materia prima y por supuesto esto pudiera estar generando materia prima no conforme que pasa a planta.

#### **4.2.3 Aplicación de la Técnica del Grupo Nominal (TGN) para ponderar las debilidades encontradas.**

Aiteco (2009) define la TGN como una técnica creativa empleada para facilitar la generación de ideas y el análisis de problemas. Este análisis se lleva a cabo de un modo altamente estructurado, permitiendo que al final de la reunión se alcancen un buen número de conclusiones sobre las cuestiones planteadas. La aplicación de la Técnica de Grupo Nominal hace posible la generación de ideas y la realización del análisis de la problemática por medio de opiniones de los trabajadores y trabajadoras que laboran directamente en el proceso de producción, mediante la asignación de ponderaciones a las causas de mayor o menor incidencia.

La técnica se aplicó entregando una hoja a cada integrante del grupo en estudio, en el cual se reflejan las causas más influyentes en la generación del producto no conforme, a las cuales se les asignaron una ponderación del 1 al 15, para su clasificación, esto se realizó de forma escrita, secreto e individual, asegurando la participación de cada uno de los participantes.

Así mismo, gracias a la aplicación de dicha técnica se logrará identificar las causas de mayor incidencia en la línea de elementos filtrantes. Las causas están representadas cada una con una letra (Ver Cuadro 6), seguidamente, se estableció el rango de las ponderaciones y su grado de influencia (Ver Tabla 6)

**Cuadro 6.** Causas a considerar en la aplicación de la Técnica de Grupo Nominal.

<b>Causa</b>	<b>Nomenclatura</b>
Falta de motivación y sentido de pertenencia por parte del personal	<b>A</b>
Manipulación inadecuada del producto terminado y sus partes, rotos, defectuosos.	<b>B</b>
Interrupciones en el proceso por parte del personal	<b>C</b>

Condiciones inadecuadas de almacenamiento y preservación	<b>D</b>
Variación en el dosificado de resina	<b>E</b>
Cadena oxidada transportadora oxidada	<b>F</b>
Mal ensamble	<b>G</b>
Falta de control en las inspecciones de calidad	<b>H</b>

Fuente: Farfán. P (2018)

**Tabla 6.** Ponderaciones de la Técnica del Grupo Nominal.

Descripción	Ponderación
Muy importante	<b>12 - 15.</b>
Importante	<b>8 - 11.</b>
Medianamente importante	<b>5 - 7.</b>
Poco importante	<b>3 - 4.</b>
Sin importancia	<b>1- 2.</b>

Fuente: Farfán. P (2018)

Posteriormente, se seleccionó al grupo que participo en la aplicación de la TGN, que forma parte del equipo de trabajo de la línea de elementos filtrantes, los cuales conocen el proceso y brindan ponderaciones certeras a las causas de la generación de desperdicios. A cada persona se le asignó una nomenclatura (Ver Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Nomenclatura de los participantes en la TNG.

Descripción del Cargo	Nomenclatura
<b>Jefe de Producción</b>	<b>JP</b>
<b>Supervisor del área</b>	<b>SA</b>
<b>Ingeniero de Proceso</b>	<b>IP</b>
<b>Asegurador de Calidad del área</b>	<b>AC</b>
<b>Mecánico</b>	<b>M</b>
<b>Operador Guía</b>	<b>OG</b>
<b>Operador de la línea 1</b>	<b>Op1</b>
<b>Operador de la línea 2</b>	<b>Op2</b>

Fuente: Farfán. P (2018)

Posteriormente, cada una de las personas seleccionadas pondero cada una de las causas, según la incidencia que están tenían en la problemática generada en la

línea de estudio. A continuación, se anexa la tabla 7 donde se pueden ver ilustrados los resultados.

**Tabla 7.** Resultados de las ponderaciones de la TGN.

Causa	Cargo								Total
	JP	SA	IP	AC	M	OG	Op1	Op2	
<b>A</b>	11	13	9	12	9	10	8	10	<b>82</b>
<b>B</b>	10	11	8	7	6	5	9	8	<b>64</b>
<b>C</b>	5	6	3	5	7	4	3	7	<b>40</b>
<b>D</b>	10	11	12	9	9	7	10	13	<b>81</b>
<b>E</b>	11	15	12	10	9	11	13	14	<b>95</b>
<b>F</b>	3	4	3	6	5	2	1	7	<b>31</b>
<b>G</b>	9	12	10	8	8	5	4	7	<b>63</b>
<b>H</b>	9	12	10	8	8	14	10	7	<b>78</b>
									<b>534</b>

Fuente: Farfán. P (2018).

Finalmente, en la Tabla 8 se presenta el resultado definitivo de la aplicación de la TGN, donde se muestran los datos de la tabla de frecuencia ordenados de mayor a menor según la puntuación obtenida y también se presenta el porcentaje al que equivale la causa de no conformidad dentro del total.

**Tabla 8.** Jerarquización de las causas que generan producto no conforme.

Causas	Puntuación Obtenida	Porcentaje %	% Acumulado
<b>E</b>	95	17.79%	17.79%
<b>A</b>	82	15.36%	33.15%
<b>D</b>	81	15.17%	48.31%
<b>H</b>	78	14.61%	62.92%
<b>G</b>	63	11.80%	74.72%
<b>B</b>	64	11.99%	86.70%
<b>C</b>	40	7.49%	94.19%
<b>F</b>	31	5.81%	100.00%

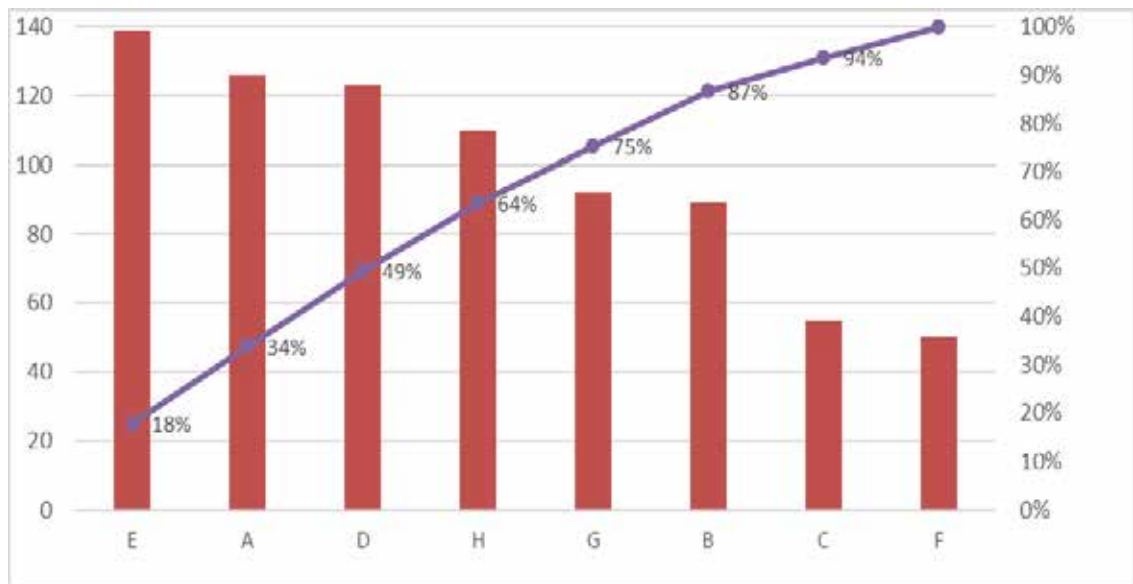
Fuente: Farfán. P (2018).

#### 4.2.4 Diagrama de Pareto.

El Diagrama de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa que al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de características vitales o las que son importantes prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de

mejora sin malgastar esfuerzo ya que con el análisis descartamos las mayorías triviales.

Es por esto que se realizó el diagrama de Pareto con la información de la tabla 8, a fin de enfocar y jerarquizar las causas que se encuentran en la línea que se puede visualizar en la Figura 11 ya anexada, y con esto garantizar el 80% en cada uno de los defectos.



**Gráfico 4:** Diagrama de Pareto

Fuente: Farfán. P (2018)

El Gráfico 4, muestra el número de casos que se presentan y las no conformidades, de las cuales se debe tomar en cuenta el 80% de las mismas, para así empezar a proponer mejoras en base a los orígenes de las no conformidades; según el estudio que se realizó, la variación en el sistema de dosificado es la causa principal de no conformidad ya que la cantidad de resina dosificada en las tapas cubre por exceso el volumen especificado dada las variaciones de las propiedades mecánicas del adhesivo de la resina y sumado a la fluctuación del sistema de bombeo, generando en operaciones posteriores defectos tales como manchas de resina, escurrimiento de resina encima del papel filtrante esto reduce el espacio filtrante, mal funcionamiento del producto terminado, pérdida de materia prima.

Ahora bien, la creación de las especificaciones actuales de resina se basó tanto en el desempeño funcional como en el acabado final del elemento filtrante,

sin embargo, los reiterados cambios de las especificaciones de materia prima fundamentan la necesidad de estudio y actualización del sistema

#### **4.2.5 Resumen de Oportunidades de Mejoras**

Posterior al estudio realizado y mediante una tormenta de ideas, se analizaron las causas con el ingeniero de proceso, el analista de producción y asegurador de calidad y así crear un plan de acción y reducir el producto no conforme. A continuación, se muestran las oportunidades de mejora presentes.

- ✚ Motivar al personal, fomentar la disciplina y el sentido de pertenencia.
- ✚ Adecuación del sistema de bombeo que permita estabilizar el dosificado de resina y así reducir el exceso de esta en las tapas
- ✚ Diseño y distribución de espacio destinado al almacenamiento y preservación de elementos filtrantes.
- ✚ Colocar un nuevo punto de control de calidad en el almacén de materia prima antes de que sean enviados a la planta para reducir el producto no conforme.

#### **4.3 Fase III, Diseño de un plan de mejoras que conduzcan a la reducción del producto no conforme de la Línea de Elementos Filtrantes.**

Luego de haber propuesto oportunidades de mejoras e identificado las principales debilidades que generan el producto no conforme durante el proceso operativo de la línea tres (3) de elemento filtrante, se procede a plantear las distintas propuestas para cada una de ellas.

##### **4.3.1 Propuesta de capacitación al personal de la línea de elementos filtrantes.**

El recurso indispensable en cualquier organización lo forma el personal implicado en las actividades laborales. Esto implica conductas y rendimiento lo cual va directamente relacionado a la calidad y mejoramiento del producto. Un trabajador motivado es lo que las organizaciones necesitan para obtener logros. Esto lleva a enfocar el tema de la capacitación como uno de los elementos

principales para mantener, modificar o cambiar la actitud, mejorar la comunicación, promover la cultura de las personas dentro de las organizaciones.

Una vez definida la situación actual que existe en el proceso en estudio, en materia de entrenamiento al personal, en la cual se evidencia la falta de motivación y compromiso con las actividades asignadas a los operadores, se necesita la formación del personal operativo, que cubra las necesidades de entrenamiento y fomente el sentido de pertenencia, el interés de realizar las actividades satisfactoriamente.

**Cuadro 9.** Plan de Capacitación y Desarrollo.

Personal	Aspecto			Objetivo	Facilitador	Duración
Operador Guía Operadores de la línea	Motivación y Liderazgo	Cultura organizacional	Comunicación y crecimiento personal	Preparar al personal para la ejecución eficiente de sus responsabilidades fomentando la cultura organizacional modificando sus actitudes para contribuir a crear un clima de trabajo idóneo en la empresa MANN+HUMMEL Technology Filtration Venezuela C.A.	Supervisor del Área Asegurador de Calidad	Capacitación: 4 semanas Seguimiento: 6 meses

**Fuente:** Farfán. P.

Con una frecuencia semestral, con la finalidad de esta capacitación lograr un personal, que entienda y se comprometa con el proceso de fabricación de elementos filtrantes a fin de disminuir las no conformidades que se generan y que tienen como consecuencia desperdicios y pérdida de tiempo y altos costo.

#### **4.3.2 Propuesta de inspecciones de calidad en el almacén de materia prima.**

Debido a que durante el diagnóstico del proceso se detectaron fallas de manejo de los materiales lo que trae como consecuencia materia prima no conforme proveniente del Almacén de Materia Prima, lo que conlleva a la generación de producto no conforme y por lo tanto pérdida de material y aumento

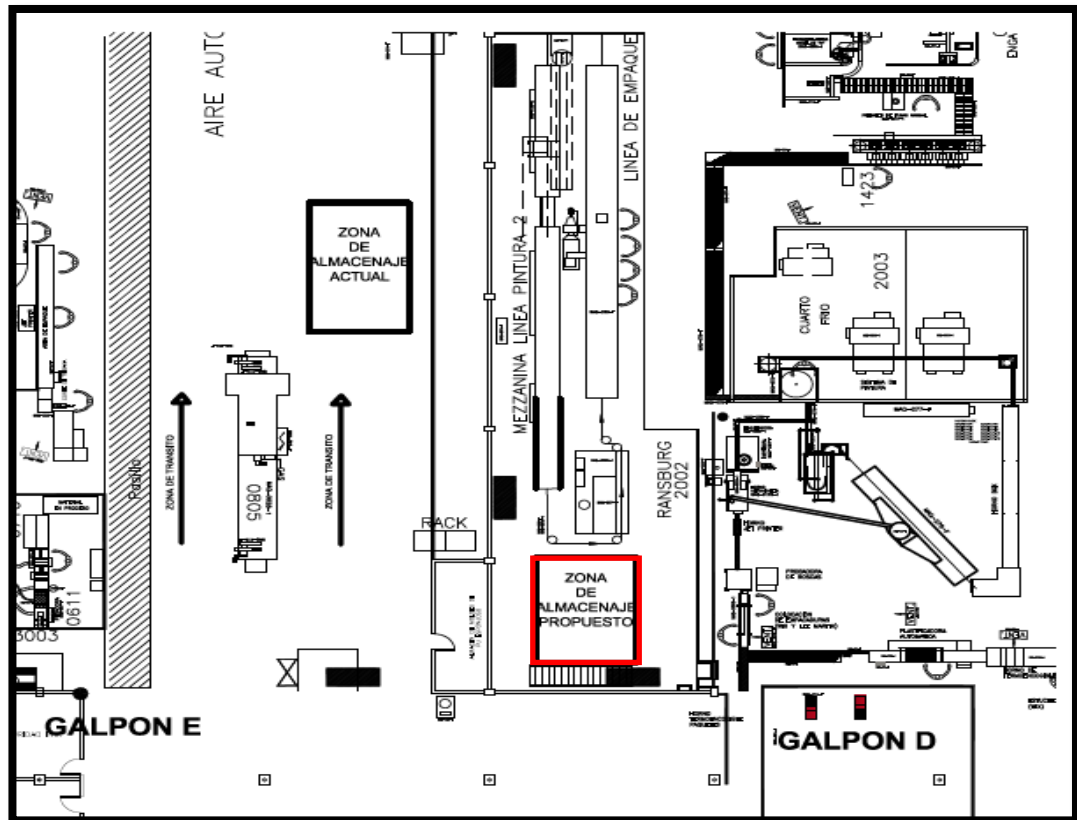
de costos para la empresa, se propone agregar a los procedimientos de recepción e inspección de materia prima, un nuevo punto de control de calidad de los materiales antes de ser enviados a la planta y por ende a la línea, aplicando el método FIFO (Primero que entra, Primero que sale, o en sus siglas en inglés, First in, First out) el cual indica que la primera materia prima que entra al almacén es la primera que sale del mismo. Aunado a esto, se necesitará un formato de inspección donde se deje en evidencia de que el material cumple con lo especificado (ver anexo G). Esto traerá como beneficios la disminución de materiales rechazados por la línea, lo que representa menos cantidad de producto no conforme. Adicionalmente se debe revisar que la materia prima (papel filtrante, acero, resina) este en buen estado, no esté sucia ni rota, mal embobinado, oxidado, entre otros.

Los beneficios que traería consigo la implementación de toda la propuesta sería la reducción del producto no conforme en la línea tres (3) de elementos filtrantes, lo cual favorece a la empresa y aumentaría la producción.

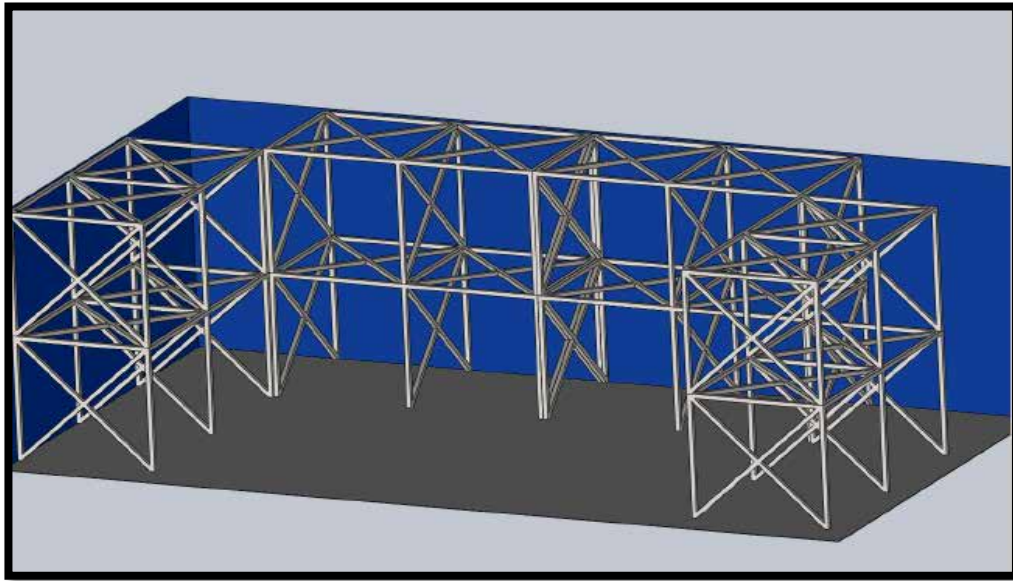
#### **4.3.3 Propuesta de área para el almacenamiento de los elementos filtrantes.**

La propuesta va dirigida a la manipulación, almacenaje y preservación del elemento filtrante como producto terminado de la línea debido a que no se tiene un área asignada para almacenar los mismos y aunque esta predefinida un área es inadecuada para el almacenaje actual dado que es un espacio abierto y en constante movimiento, el procedimiento que tiene la organización de manejo, almacenamiento preservación dicta que “todo producto en proceso, debe ser colocado bajo techo y en lugares secos y libres de residuos contaminantes, con el objeto de garantizar su preservación y evitar su deterioro”; las paletas se suelen ubicar a los alrededores de la línea de elementos o en cualquier área que se encuentre vacío; el desperdicio generado por mala manipulación y por exposición a condiciones ambientales y polvos, dada la mal preservación que actualmente se presenta por el tránsito continuo de material en esta área, ya que es la vía de acceso a ese galpón.

Para ello se propone un área de  $45m^2$  delimitada (ver figura 12) con una estructura metálica (rack) con una capacidad de 16 paletas (ver figura 13), separada de la vía de tránsito por el traslado de materias prima y esta menos propensa a la contaminación y la suciedad, se puede evidenciar el plano de la estructura metálica en el anexo H.



**Figura 15:** Zona de almacenaje actual vs Zona de almacenaje propuesto.  
**Fuente:** Farfan. P, con la colaboracion del Ingeniero de proceso.

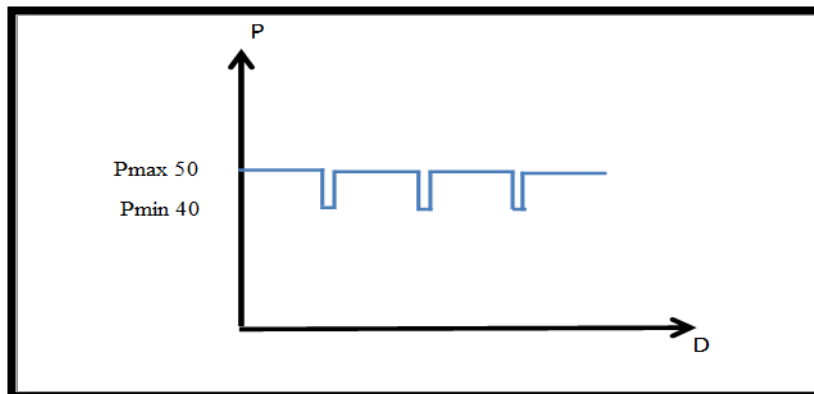


**Figura 16:** Estructura metálica propuesta  
Fuente: Farfán. P.

#### **4.3.4 Propuesta de adecuación del Sistema de Bombeo para estabilizar el dosificado de resina.**

En la línea de elementos actualmente contamos con un sistema de bombeo que está conformado por:

1. Tanque de resina: un recipiente para almacenar en condiciones óptimas y libre de contaminante a dicho material, con una capacidad volumétrica de 600 kilogramo, el cual cuenta con un agitador independiente cuya función es mantener a la resina un estado homogéneo en constante agitación para mantener su homogeneidad.
2. Bomba de desplazamiento positivo tipo embolo- pistón alternativo: se anexa el grafico 5 donde se evidencia el comportamiento cíclico de carga y descarga de presurización interna, lo cual se traduce en una discontinuidad de presión interna de tuberías y eso da como consecuencia una variación de dosificado (Ver Anexo I).



**Gráfico 5:** Comportamiento de la bomba

**Fuente:** Departamento de Ingeniería

3. Válvula de apertura: elemento que permite el paso del fluido a través de la tubería regulado por el sistema de control
4. Dispensador: último elemento de la línea encargado de la dosificación de carga específica de la resina a través de la válvula de apertura.
5. Sistema de control: controlador lógico programable encargado de enviar la señal a la válvula de apertura para que esta permita el paso de la resina

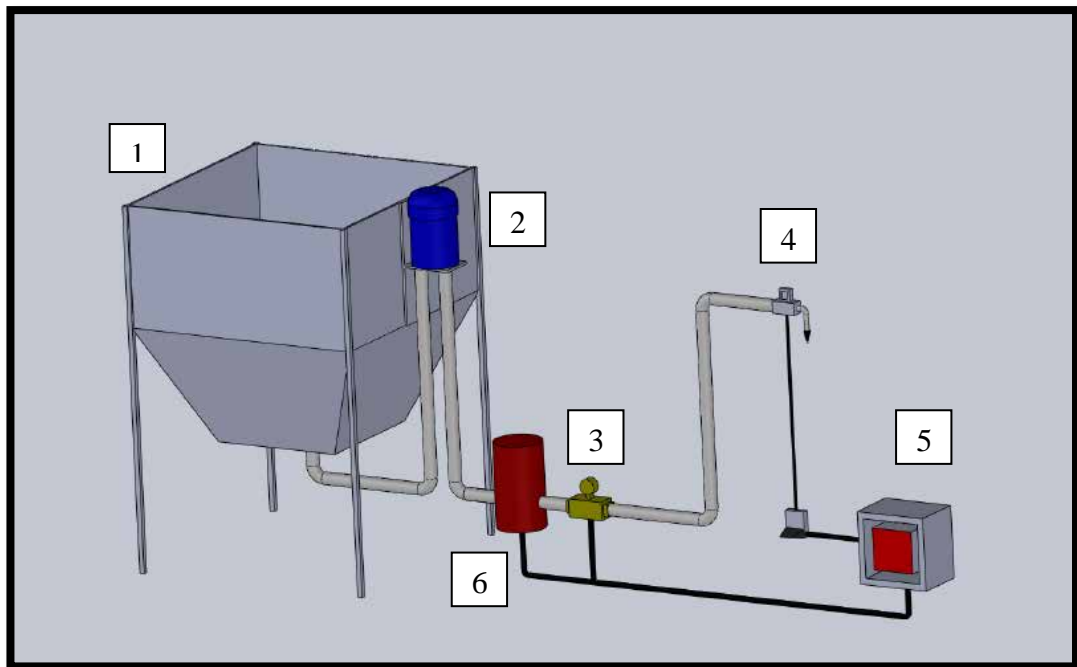
La resina es un fluido tixotrópico químicamente reactivo dado que sus propiedades químicas y mecánicas reaccionan a la temperatura, a la humedad, al calor y al nivel de esfuerzos constantes al que es sometido, lo que conlleva un estudio minucioso del proceso para su buena aplicación. La resina es un material fundamental para el dosificado (aplicación de adhesivo en el ensamble del elemento filtrante).

Sin embargo, el cambio continuo de las propiedades del plastisol y el aumento de la producción por el programa de exportación, han dejado en evidencia el nivel de pérdida que actualmente produce la línea de elementos como se pudo evidenciar en las fases anteriores.

Dada las irregularidades que presenta el sistema de bombeo actual evidenciando variaciones en el dosificado fue convocada una reunión del equipo multidisciplinario compuesto por el ingeniero de proceso, ingeniero de producto, ingeniero de mantenimiento con el objetivo de dar respuesta a esta problemática. Se concluyó la incorporación de un acumulador en la línea 3 de elementos (ver

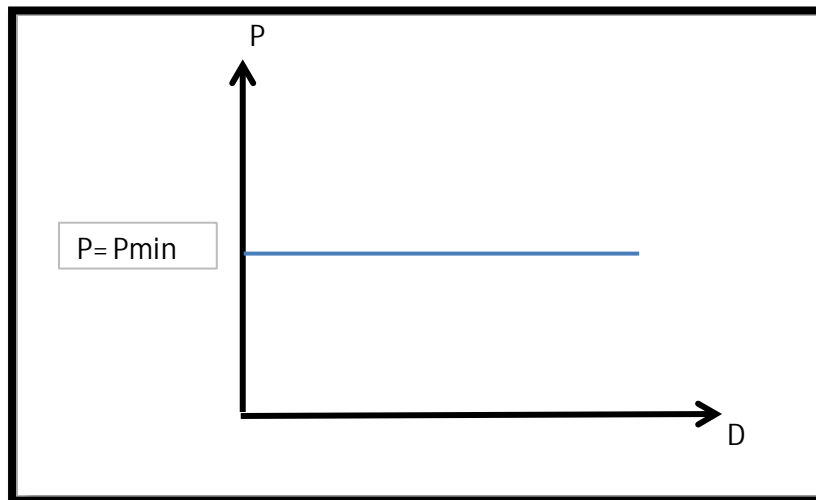
figura 14) con el objetivo de estabilizar o mantener constante la presión interna de alimentación del dispensador (4) y así asegurar una cantidad controlada de resina dosificada. Donde las presiones de trabajo de este acumulador de presión estarán bajo los parámetros cíclicos de bombeo. Es importante acotar que ya la empresa cuenta con un acumulador de presión en almacén, por lo que se pretende utilizar dicho artefacto en la línea tres 3 de elementos filtrantes.

6. Acumulador de presión: elemento encargado de mantener constante la presión interna de la tubería garantizando la continuidad o estabilidad en el dosificado.



**Figura 17:** Sistema de Bombeo Propuesto.

Fuente: Farfán. P



**Gráfico 6:** presión de Trabajo

**Fuente:** Departamento de Ingeniería

En el gráfico 6 se evidencia el comportamiento que tendrá el sistema con la incorporación de un acumulador de presión que es un elemento encargado de mantener constante la presión interna de la tubería garantizando la continuidad o estabilidad en el dosificado. Es beneficioso porque es la causa de no conformidad con mayor incidencia, se reduce el producto no conforme, manchas, escurrimiento de resina en el papel o elemento y disminuyen los costos ya que el consumo o pérdida de resina disminuye y la producción aumentaría.

#### **4.4 Fase IV, Evaluación económica de la propuesta mediante la razón costo – beneficio.**

##### **4.4.1 Costos asociados a las propuestas planteadas.**

Entre los costos de operación que se van a tomar en consideración se encuentran la capacitación al personal de la línea de elementos 3 en la empresa MANN+HUMMEL Technology Filtration Venezuela C.A., para ello es necesario contar con la asesoría y capacitación de un experto que instruya al personal y guíe al cumplimiento de las metas trazadas.

De acuerdo a decisiones tomadas por el asegurador y el supervisor se planificarán siete semanas de capacitación a todas las personas que participarán en el plan. En las tablas 9 y 10 donde se establece el número de participantes y las horas de capacitación.

**Tabla 10.** Costos de la Capacitación al Personal.

Personal a Capacitar	Número de Personas
Operador Guía	2
Operadores de la línea	10
Total	12

Fuente: Farfán. P.

**Tabla 11.** Tiempo de Capacitación.

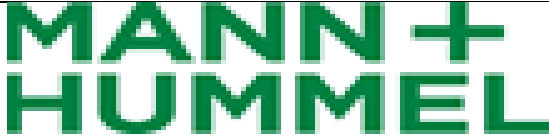
Aspectos	Horas de Capacitación
Aspecto y Liderazgo	4
Cultura Organizacional	5
Comunicación y crecimiento personal	3
Total	12

Se da un costo por parte de la empresa Multiskill C.A., de 3\$ por cada hora, realizando el cálculo del costo:

$$\text{costo de capacitacion del personal} = \$ 3 \times 12$$

propuesta sobre las inspecciones de calidad en el almacén de materia prima el único costo asociado es la formación del personal que estará encargado de llenar el formato (Ver Anexo G).


**Cuadro 8.** Posibles costos asociados a la propuesta 4.3.3.

	
<b>Título de la propuesta</b>	Propuesta de área para el almacenamiento de los elementos filtrantes.
<b>Actividades</b>	
Compra de una estructura metálica (rack). Industrias de estanterías metálicas C.A.	
<b>Objetivo</b>	Controlar la generación del producto no conforme.
<b>Costo</b>	Costo de adquisición..... \$1300 Costo de transporte.....\$ 300 Costo de instalación.....\$ 250

**Fuente:** Farfán. P.

El costo de implementación de los racks se cotizo con la empresa (Industrias de Estanterías Metálicas C.A), la misma ofrece la realización de ellos, transporte e instalación.

**Cuadro 9.** Posibles costos asociados a la propuesta 4.3.4

	
<b>Título de la Propuesta</b>	Adecuación del Sistema de Bombeo para estabilizar el dosificado de resina
<b>Actividades</b>	
Instalación de un acumulador de presión al sistema de bombeo, específicamente antes de la válvula de apertura.	
<b>Objetivo</b>	Controlar en el proceso la cantidad de resina dosificada
<b>Costo</b>	Costo de instalación..... \$350

Fuente: Farfán. P

En cuanto a los beneficios que se puedan obtener con las propuestas, se enfocó en la inversión que se hará para lograr reducir el producto no conforme. La empresa al principio tendrá que invertir, por lo que habrá algunos gastos, pero más serán los beneficios.

Para concluir con esta investigación, finalmente se presenta el resumen económico que permitirá ver si se llevara cabo la propuesta, el estudio fue realizado en dos trimestres del año 2018. Actualmente la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela C.A registro un aumento del producto no conforme de un 23% aproximadamente que en USD equivale a \$93.076,82. El costo del elemento filtrante es de \$1,33 por cada unidad. La producción mensual de elementos es de aproximadamente 23.327 unidades, lo que representa en \$31.025 por mes.

#### 4.4.2 Relación Costo – Beneficio.

A continuación, se muestra la relación costo-beneficio:

$$\text{Relación } B/C = \text{Beneficios} / \text{Costos} = \$31.025 \text{ mes} / \$2.662 = \$11.65$$

Con el resultado obtenido se puede concluir que la implementación de las propuestas antes mencionadas para la empresa es factible ya que la relación B/C da un resultado positivo, garantizándole a la empresa que, por cada dólar invertido, esta se ahorrará \$11.65. Dicho esto, se procede a realizar el cálculo de la recuperación de inversión, el cual le permitirá a la empresa saber en cuanto tiempo recuperará el dinero invertido. El cálculo se realiza por medio de la fórmula mostrada a continuación, en donde se consideran los costos como la inversión que realizó la empresa:

<b>RECUPERACIÓN DE</b>	Costo (\$)	(\$2.662)
<b>INVERSION =</b>	Ahorro(\$)	(\$31.025) = 0.08 meses

Estos datos reflejan un tiempo de retorno de la inversión de 3 días aproximadamente, esto quiere decir que llevar a cabo las propuestas planteadas es beneficioso ya que la inversión es poca y se recupera en corto tiempo.

## CONCLUSIONES

Al finalizar este proyecto de investigación que tiene como objetivo general Proponer un plan de mejoras en la línea de elementos filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela C.A. con la finalidad de reducir el producto no conforme en la línea de elementos 3 de dicha empresa. Evaluando la situación actual de la empresa, dio la base explicativa e informativa para la realización de esta investigación, gracias a la evaluación de las fallas, se dio cabida a este plan de mejoras en la línea de estudio.

Durante la fase I, se logró detectar la situación actual del proceso de fabricación en la línea de elementos filtrantes de la empresa MANN+HUMMEL Filtration Technology Venezuela, C.A, a través de la observación directa, entrevista semi estructuradas al personal que opera en la línea, revisión documental gracias a la información proporcionada por la empresa y análisis operacional en cada estación de trabajo. Todas estas aplicaciones e información, permitió recolectar la información necesaria para encontrar las causas del producto no conforme, como la variación en el proceso de dosificado de resina, falta de capacitación de los operadores, condiciones inadecuadas de almacenamiento y preservación. Cabe destacar que esto causa grandes pérdidas de material y a su vez generan una disminución de la productividad en el proceso.

En la fase II, se analizaron las debilidades encontradas que generan el producto no conforme en la línea de elementos filtrantes, a través del diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, tormenta de ideas, entre otras, y de esta manera se pudo encontrar oportunidades de mejora en el proceso y reducir el producto no conforme.

La fase III se basó en un plan de mejoras con la finalidad de reducir el producto no conforme de la línea de elementos filtrantes, todo esto compuesto por:

- **Propuesta de entrenamiento al personal de la línea de elementos filtrantes.** Una vez definida la situación actual que existe en el proceso en estudio, en materia de entrenamiento al personal, en la cual se evidencia falta de motivación e interés de llevar a cabo sus actividades de la mejor

manera posible es por esto que se necesita la capacitación del personal operativo, que cubra las necesidades de entrenamiento detectadas en los trabajadores.

- **Propuesta de inspecciones de calidad en el almacén de materia prima.**

Debido a que durante el diagnóstico del proceso se detectaron fallas de manejo de los materiales lo que trae como consecuencia materia prima no conforme proveniente del Almacén de Materia Prima, lo que conlleva a la generación de producto no conforme y por lo tanto pérdida de material y aumento de costos para la empresa, se propuso agregar a los procedimientos de recepción e inspección de materia prima, un nuevo punto de control de calidad de los materiales antes de ser enviados a la planta y por ende a la línea, aplicando el método FIFO (Primero que entra, Primero que sale, o en sus siglas en inglés, First in, First out) el cual indica que la primera materia prima que entra al almacén es la primera que sale del mismo

- **Propuesta de área para el almacenamiento de los elementos filtrantes.**

La propuesta va dirigida a la manipulación, almacenaje y preservación del elemento filtrante como producto terminado de la línea debido a que no se tiene un área asignada para almacenar los mismos y aunque esta predefinida un área ésta es inadecuada para el almacenaje actual, dado que es un espacio abierto y en constante movimiento, el procedimiento que tiene la organización de manejo, almacenamiento y preservación dicta que “todo producto en proceso, debe ser colocado bajo techo y en lugares secos y libres de residuos contaminantes, con el objeto de garantizar su preservación y evitar su deterioro”; las paletas se suelen ubicar a los alrededores de la línea de elementos o en cualquier área que se encuentre vacío; el desperdicio generado por mala manipulación y por exposición a condiciones ambientales y polvos. A causa de esto, se realiza la propuesta planteada para garantizar un área idónea de almacenamiento.

- **Propuesta adecuación del Sistema de Bombeo para estabilizar el dosificado de resina** La resina es un fluido tixotrópico químicamente reactivo dado que sus propiedades químicas y mecánicas reaccionan a la temperatura, a la humedad, al calor y al nivel de esfuerzos constantes al que es sometido, lo que conlleva un estudio minucioso del proceso para su buena aplicación. La resina es un material fundamental para el dosificado (aplicación de adhesivo en el ensamble del elemento filtrante).

Sin embargo, el cambio continuo de las propiedades del plastisol y el aumento de la producción por el programa de exportación, han dejado en evidencia el nivel de pérdida que actualmente produce la línea de elementos como se pudo evidenciar en las fases anteriores.

Dada las irregularidades que presenta el sistema de bombeo actual evidenciando variaciones en el dosificado (ver anexo F) fue convocada una reunión del equipo multidisciplinario compuesto por el ingeniero de proceso, ingeniero de producto, ingeniero de mantenimiento con el objetivo de dar respuesta a esta problemática. Se concluyó la incorporación de un acumulador en la línea 3 de elementos (ver figura 14) con el objetivo de estabilizar o mantener constante la presión interna de alimentación del dispensador (4) y así asegurar una cantidad controlada de resina dosificada.

En la fase IV, se realizó una evaluación económica de la propuesta por lo que se identificaron los méritos propios del proyecto, en referencia a los beneficios de la aplicación del plan de mejoras para el proceso. El resultado obtenido fue que se recuperaría la inversión aproximadamente en 3 días de producción.

De esta manera, luego del estudio, diagnóstico y análisis de las diversas fallas encontradas durante el proceso se logró obtener la respuesta a la formulación del problema sobre diversas soluciones para implementar mejoras en la reducción de la cantidad de scrap que se genera en la misma, logrando reducir el porcentaje a 4% de desperdicio en el área de estudio.

## RECOMENDACIONES

Una vez realizada la conclusión, surgen algunas recomendaciones pertinentes al caso de estudio, entre ellas están:

- Se recomienda tomar en cuenta las propuestas anteriores, realizadas en un marco investigativo y analítico de la situación problemática.
- Se recomienda volver evaluar los costos para su implementación ya que los costos que se presentaron en fases anteriores eran un aproximado y con la inflación que se tiene en el país todo aumenta.
- Se recomienda capacitar a todos aquellos que forman parte del área de producción, por medio de jornadas de talleres, charlas y cursos que vayan dirigidos a todo el personal, para mejorar de esta forma la calidad del producto y así garantizar que no existan tantas fallas que generen desperdicios.
- Se recomienda mantener la motivación desde los niveles gerenciales hasta los niveles subalternos reconociendo el valor individual de las personas y promoviendo el trabajo en equipo.
- Estandarizar los métodos de trabajo a fin de garantizar la calidad de los productos, buen clima organizacional y condiciones de trabajo.
- Se recomienda mantener la motivación desde los niveles gerenciales hasta los niveles subalternos reconociendo el valor individual de las personas y promoviendo el trabajo en equipo.
- Mantener un control total de la productividad mediante un monitoreo periódico de indicadores e informar mediante carteleras los resultados mensuales, de manera tal que el personal a cargo se vea involucrado y motivado.
- Supervisar de manera constante la línea de producción y la calidad de los materiales que van a ingresar a los procesos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Hurtado, J (2010). **El proyecto de Investigación**. Caracas: Quirón-Sypal
- Hernández, Fernández y Baptista (1998). **Metodología de la Investigación**. México, Editorial, Mc.Graw-Hill.
- Abell D (1994) Mejoramiento Continuo. [Página Web en línea]. Disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos/mejorcont/mejorcont.shtml#ixzz2zidDcR IW>
- Mejora Continua- Kaizen. [Página Web en línea]. Disponible en:  
<https://es.workmeter.com/blog/bid/246575/mejora-continua-de-procesos-el-m-todo-kaizen>
- Diagrama de Pareto [Página Web en línea]. Disponible en:  
<https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>
- Ortiz, Illada R. (2007). **Cuaderno de Ingeniería industrial: ESIDE y diagrama múltiples herramientas para la mejora continua de procesos**. Escuela de Ingeniería Industrial Universidad de Carabobo. Valencia Venezuela
- Mazaaki Imai (2001). **Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa**. Editorial Continental. Decima tercera edición. España.
- Hernandez, J. (2013). **Lean manufacturing, conceptos, técnicas e implantación**. Ediciones EOI. España.

# ANEXOS





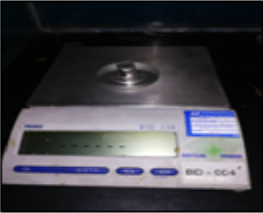

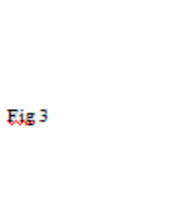
**ANEXO A**  
**(Entrevista estructurada realizada al personal)**

Cargo que ocupa el entrevistado	1. ¿Por qué cree usted que se genera el producto no conforme durante y después del proceso de producción?	2. ¿Qué mejoras propondría para reducir el producto no conforme?
Supervisor del área	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de inspección por parte del asegurador de Calidad al momento de enviar la materia prima a la planta y en el proceso.</li> <li>• La materia prima llega a la línea fuera de especificaciones.</li> <li>• No se tiene un lugar para colocar las paletas de producto terminado de la línea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia constante del asegurador de calidad en la línea.</li> <li>• Mejorar el control de calidad de los materiales provenientes del almacén de materia prima.</li> </ul>
Asegurador de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exceso de resina en las tapas, se pierde materia prima.</li> <li>• Mal preservación del producto terminado (elemento filtrante).</li> <li>• El operador no está</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de bombeo para controlar la variación del dosificado de resina.</li> <li>• Colocar las</li> </ul>

	<p>al pendiente de la apariencia y de defectos que no puede dejar pasar.</p>	<p>paletas en un solo lugar, obligatoriamente con envoplast para así asegurar una mejor preservación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jornada de capacitación a los operadores que trabajaran en la línea (charlas, reuniones) y mejorar las instrucciones de métodos.</li> </ul>
Mecánico del área	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variación en el sistema de dosificado.</li> <li>• Materia prima proveniente del almacén, no cumple con lo requerido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilizar el sistema controlando presión que va al sistema de dosificado.</li> <li>• Mejorar el control de calidad de los materiales provenientes del almacén. Pedir a los proveedores que mejoren su producto o</li> </ul>

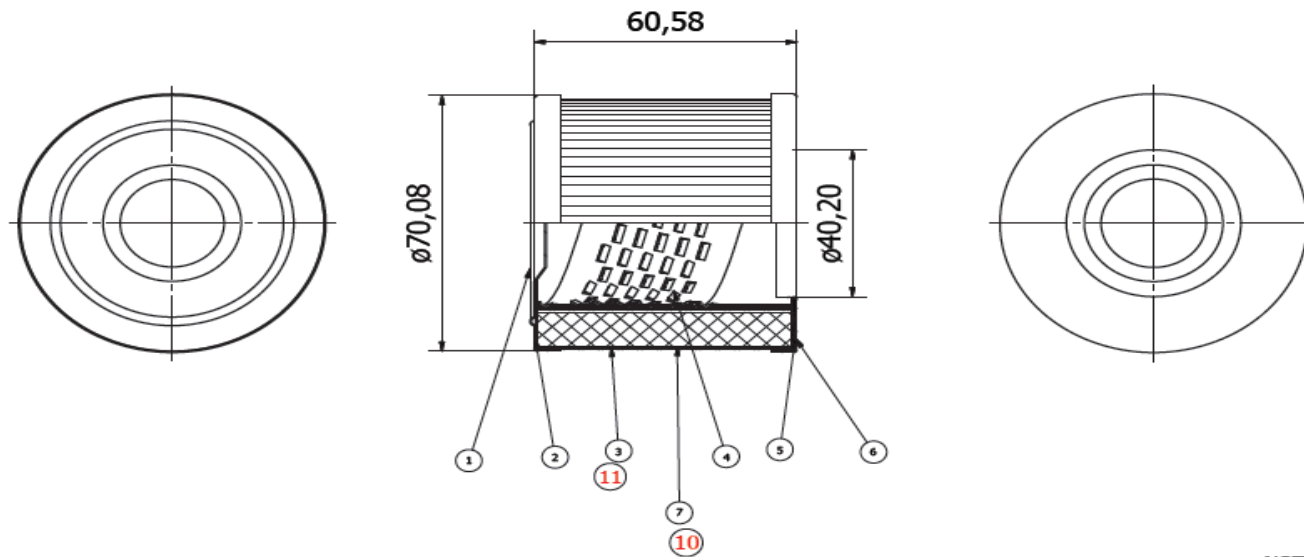
		cambiar de proveedor.
Operadores de la línea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta inspección de la materia prima proveniente del almacén.</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verificar la materia prima antes de mandarla a planta.</li> </ul>

**ANEXO B**  
**(Instrucción de medición de la cantidad  
de resina)**

		<b>INSTRUCCIONES DE OPERACION</b>		REV	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	CALIDAD	APROB.	FECHA	
				0	Liberación		E.N	01/04/03	
Código Instrucción: <b>95-10039</b>		Nombre de la Operación: <b>MEDICIÓN DE LA CANTIDAD DE RESINA DOSIFICADA.</b> <u>Instrucciones de Medición.doc</u>							
Código Operación:									
Máquina:		Código Máquina:							
<u>Item</u>	<b>ACTIVIDAD</b>								
1	Ubicar banco de medición ver fig. 1.								
2	Disponer de una tapa a medir sin dosificar.								
3	Encender la balanza ver fig. 2								
4	Colocar sobre la balanza la tapa sin dosificar ver fig. 3								
5	Hacer cero referencial en base al peso de la tapa sin dosificar, presionando el botón →0/T← fig. 4.								
6	Quitar la tapa sin dosificar								
7	Colocar la muestra de tapa dosificada que se desea medir ver fig. 5.								
8	Registrar los valores obtenidos.								
									
									
									
<u>Item</u>	<b>HERRAMIENTAS O EQUIPO</b>				<b>RESPONSABLE</b>				
1	Balanza Digital				ASEGURADOR				
2	Muestra de tapa				ASEGURADOR				
Elaborado por: <b>M. Mujica</b>		Fecha:	Procesado por:	Fecha:	Aprobado por:	Fecha:	# de Página:	De:	
							1	1	

## ANEXO D

(Plano de un Elemento Filtrante)



NOTAS  
- DIMENSIONES EN MILIMETROS

MED. SIN TOL.		PESO		MATERIAL	
±0,8		69 g			
DIBUJO		FECHA	NOMBRE	No. PARTE:	ESCALA
APROBO		10/08/2017	C.REAÑEZ	28- 71040	1:1
		12/11/2014	W.MORON	DESCRIPCION:	HOJA
				ELEMENTO FILTRANTE	1 DE 1

ITEM	NO. PARTE	DESCRIPCIÓN	CANT.	INSTRUCCIONES
1	17-20040	TAPA ELEMENTO INFERIOR	1	
2	68-11001	RESINA SENCILLA	9g	
3	50-V0060	PAPEL FILTRANTE T-03	62	±2PL 13/32" 60mm
4	01-61040	ESPIROTUBO	1	
5	68-11002	RESINA DOBLE CARA	9g	
6	17-23045	TAPA ELEMENTO SUPERIOR	1	
7	31-1050234	PLEAT CLIP	1	

Q/C	REV.	MODIFICACION	FECHA	REALIZO	APROBO
11		CAMBIO PAPEL ERA 50-ED060 T-086	22/10/18	N.SERRANO	W.MORON
10		SE AGREGA PLEAT CLIP	08/08/17	C.REAÑEZ	W.MORON
09		CREACIÓN E INCORPORACIÓN A QEXPERT	24/10/08	C.REAÑEZ	W.MORON
08		CAMBIO # DE PLIEGUES	04/07/06		W.MORON

HISTORIAL DE REVISION

## ANEXO E

(Manejo, Almacenamiento, Preservación  
y Empaque de productos)



7 C ódigo: <b>8 xxxxxxx</b>	Pagina: 92 de 7	
Fecha Emisió: <b>10 xxxxx</b>	11 Fecha Revisión: xxxxx	<b>12 Nivel:</b>
<b>14 SISTEMA INTEGRAL DE GESTION:</b> <b>15 Ambiente x Calidad x Seguridad x</b> <b>Otros O</b>	<b>13 Título:</b> MANEJO, ALMACENAMIENTO, EMPAQUE, PRESERVACIÓN Y ENTREGA MATERIALES, MATERIA PRIMA Y PRODUCTOS.	

## 1. OBJETIVO

Establecer el proceso para llevar a cabo el Manejo, Almacenamiento, Empaque, Preservación y entrega de los productos en proceso, materia prima y al almacén de productos terminados.

## 2. ALCANCE

Este procedimiento abarca para todas las áreas del proceso productivo, materia prima y productos terminados.

## 3. DEFINICIONES

3.1 Paleta: Es un contenedor de madera o metálico, de diferentes dimensiones según la necesidad de cada usuario, el cual sirve para almacenar material. Dicho contenedor, por su diseño permite que pueda ser manejado por carruchas hidráulicas o montacargas.

## 4. NORMAS

### 4.1 Responsabilidades

4.1.1 Supervisor de Almacén de Materia Prima: es responsable de coordinar todas las actividades para almacenar, manipular y preservar todo materia prima o material no productivo.

4.1.2 Supervisor de Distribución: es responsable de coordinar todas las actividades para almacenar, manipular y preservar todo producto terminado.

4.1.3 Supervisor de Producción: Coordinar todas aquellas actividades de almacenamiento y preservación dentro del proceso productivo, de tal forma que garanticen la preservación de materiales y la seguridad del operario.

4.1.4 Motacarguistas: Prestar apoyo al personal de planta en el almacenamiento y manipulación de todos aquellos materiales que no se puedan almacenar ni manejar con carruchas debido a su peso y tamaño.

4.1.3 Mecánicos: Realizar mantenimiento preventivo y correctivo a las carruchas hidráulicas y montacargas, con el objeto de garantizar el mantenimiento.

## 4.2 Normas

- § La efectividad del proceso se revisará durante el proceso de auditoria interna.
- § En caso de cualquier cambio en el lay out debe ser notificado de inmediato para su Actualización.
- § La organización debe preservar las salidas durante la producción y preservación y prestación del servicio, en la medida necesaria para asegurarse de la conformidad con los requisitos.

### 4.2.1 ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

§

§

- § El almacenamiento de los productos se debe realizar según el lay-out de Almacén Producto Terminado y considerando el sistema FIFO, lo primero que entra será lo primero que sale, de acuerdo a la etiqueta Indicadora.
- § Todo Material existente en el Almacén de Producto Terminado debe ser revisado durante el inventario cíclico para su conformidad y preservación, en el proceso de Auditoría Interna o en inspecciones realizadas cuando se considere conveniente por Ingeniería de Calidad.

### 4.2.2. PROCESO PRODUCTIVO

#### 4.2.2.1 *Preservación:*

- § Todo producto en proceso, debe ser colocado bajo techo y en lugares secos y libres de residuos contaminantes, con el objeto de garantizar su preservación y evitar su deterioro.
- § Todo producto en proceso, debe ser usado respetando el FIFO, es decir, lo primero que entra debe ser lo primero que sale, con el objeto de mantener la rotación sobre los inventarios.

§ No se deben colocar papeles, basura o cualquier otro desperdicio dentro de los contenedores de materiales o sobre las paletas.

§ Todo Material o Producto en proceso debe ser revisado durante el inventario cíclico para su conformidad y preservación, en el proceso de Auditoría Interna o en inspecciones realizadas cuando se considere conveniente por Ingeniería de Calidad.

#### 4.2.2.2 Almacenamiento:

§ Vasos: Utilizar paletas y colocar entre una camada de vasos y otra, separadores de cartón o separadores plásticos diseñados para este producto, los cuales deben ser de dimensiones similares a la paleta. La paletización de los vasos no debe exceder una altura de 1.20 metros por cada paleta y el apilamiento para su almacenaje no debe ser superior a cinco (05) metros.

§ *Elementos*: Utilizar paletas y colocar entre una camada de elemento y otra, separadores de cartón, los cuales deben ser de dimensiones similares a la paleta. La paletización de los elementos no debe exceder una altura de 1.20 metros por cada paleta y el apilamiento para su almacenaje no debe ser superior a cinco (05) metros. .

§ *Materiales Maquinado*: Utilizar cestas plásticas, cestas de acero o cualquier otro tipo de contenedor que preserve el producto.

§ *Materiales de Aire Industrial*: Los materiales y productos de la línea de Aire Industrial se deben almacenar de la siguiente manera:

a) *Cubiertas (Externas / Internas)*: Utilizar paletas y colocar entre una camada y otra, separadores de cartón, los cuales deben ser de las mismas dimensiones que las paletas.

b) *Tapas*: Utilizar tambores.

c) *Filtros en proceso*: Utilizar paletas y colocar entre una camada y otra, separadores de cartón, los cuales deben ser de las mismas dimensiones que las paletas. La paletización de los filtros en proceso no debe exceder una altura de 4 metros, es decir, solo se permiten 2 paletas de filtros en proceso por ruma, excepto en aquellos casos donde se presenten de 1 a 6 camadas por paletas.

§ *Materiales de Aire Automotriz/Panel*: Los materiales y productos de la línea de Aire Automotriz / Panel se deben almacenar de la siguiente manera:

§ Materiales de Aire Industrial: Los materiales y productos de la línea de Aire Industrial se deben almacenar de la siguiente manera:

a) *Mallas Expandida Externas/Mallas Expandidas Internas/Aire Automotriz/Panel*: Utilizar estantes dispuestos para tal fin.

b) *Papel Plisado*: Utilizar contenedores adecuados que garanticen la preservación de las cualidades y características del papel filtrante.

c) *Filtros Engargolados / Pintados*: (ver punto 4.2.2.2 *Elementos*), de este procedimiento. Cabe resaltar, que las paletas dispuestas para el almacenamiento de los filtros engargolados / pintados deben envolverse con plástico, con el objeto de preservarlos del polvo.

**ANEXO F**  
**(ASISTENCIA NOMINA DIARIA)**

ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	7/2/2018		AL	7/8/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
3481	BORDONES JESUS	X	X	x	x	FERIADO	
4603	JOSE GOMEZ Jr	X	X	x	x	FERIADO	
4162	RINCONES JOSE	X	X	x	x	FERIADO	
4316	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	x	x	FERIADO	
4360	SANTANA RUIZ CESAR JOSE	X	X	x	x	FERIADO	
4428	OROPEZA CALERO JOSE LUIS	X	X	x	x	FERIADO	
4429	LOYO GARCIA OMAR ALEXIS	X	X	x	x	FERIADO	
4473	VALDIVIESO CARMEN	X	X	x	x	FERIADO	
4482	ANCENO AGUILAR JOHN ROBERT	X	X	x	x	FERIADO	
4504	EDITSON MARTINEZ	X	X	x	x	FERIADO	
4559	FROILAN NIEVES	X	X	x	x	FERIADO	
ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	7/9/2018		AL	7/15/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
3982	BORDONES JESUS	X	X	X	X	X	
4489	JOSE GOMEZ Jr	X	X	X	X	X	
4422	RINCONES JOSE	X	X	X	X	X	
4434	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	X	
4457	SANTANA RUIZ CESAR JOSE	X	X	X	X	NO	
4479	OROPEZA CALERO JOSE LUIS	X	X	X	X	X	
4481	LOYO GARCIA OMAR ALEXIS	X	X	X	X	X	
4405	VALDIVIESO CARMEN	X	X	X	X	X	
4545	ANCENO AGUILAR JOHN ROBERT	X	X	X	X	X	
4573	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	X	
4603	FROILAN NIEVES	X	X	X	X	X	
ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	7/16/2018		AL	7/22/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
3481	BORDONES JESUS	X	X	X	X	X	
3617	JOSE GOMEZ Jr	X	X	X	X	X	
4298	RINCONES JOSE	X	X	X	X	X	
4399	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	X	
4468	SANTANA RUIZ CESAR JOSE	X	X	X	X	X	
4479	OROPEZA CALERO JOSE LUIS	X	X	NO	X	X	
4481	LOYO GARCIA OMAR ALEXIS	X	X	X	X	X	
4482	VALDIVIESO CARMEN	X	X	X	X	X	
4601	ANCENO AGUILAR JOHN ROBERT	X	X	X	X	X	
4585	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	X	
4603	FROILAN NIEVES	X	X	X	X	X	

ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	7/23/2018		AL	7/29/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
3481	BORDONES JESUS	Feriado	x	x	x	x	
2038	JOSE GOMEZ Jr	Feriado	x	x	x	x	
4316	RINCONES JOSE	Feriado	x	x	x	x	
4360	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	Feriado	x	x	x	x	
4479	SANTANA RUIZ CESAR JOSE	Feriado	x	x	x	x	
4481	OROPEZA CALERO JOSE LUIS	Feriado	x	x	x	x	
4482	LOYO GARCIA OMAR ALEXIS	Feriado	x	x	x	x	
4501	VALDIVIESO CARMEN	Feriado	x	x	x	x	
4504	ANCENO AGUILAR JOHN ROBERT	Feriado	x	x	x	x	
4577	EDITSON MARTINEZ	Feriado	x	x	x	x	
4603	FROILAN NIEVES	Feriado	x	x	x	x	
ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	7/30/2018		AL	8/5/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
2997	BORDONES JESUS	X	X	X	X	X	
3481	JOSE GOMEZ Jr	X	X	X	X	X	
4162	RINCONES JOSE	X	X	X	X	X	
4457	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	X	
4481	SANTANA RUIZ CESAR JOSE	X	X	X	X	X	
4482	OROPEZA CALERO JOSE LUIS	X	X	X	X	X	
4489	LOYO GARCIA OMAR ALEXIS	X	X	X	X	X	
4501	VALDIVIESO CARMEN	X	X	X	X	NO	
4504	ANCENO AGUILAR JOHN ROBERT	X	X	X	X	X	
4545	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	X	
4601	FROILAN NIEVES	X	X	X	X	X	
ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	8/6/2018		AL	8/12/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
4481	NAIBETH GARCIA	X	X	X	X	X	
4482	ANCENO AGUILAR JOHN ROBERT	X	X	X	X	X	
4501	JHON GONZALEZ	X	X	X	X	X	
4504	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	X	
4545	VICTOR AGUIRRE	X	X	X	X	X	
4559	FROILAN NIEVES	X	X	X	X	X	
4540	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	X	
4543	SANTANA RUIZ CESAR JOSE	X	X	X	X	X	
3481	BORDONES JESUS	X	X	X	X	X	
4544	BORGES MORENO OMAR ALCIDES	X	X	X	X	X	
4547	CARLA PALENCIA	X	X	X	X	X	

ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	8/13/2018		AL	8/19/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
4415	NAIBETH GARCIA	X	X	X	X	X	
4483	ANCENO AGUILAR JOHN ROBERT	X	X	X	X	X	
4501	JHON GONZALEZ	X	X	X	X	X	
4504	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	X	
4540	VICTOR AGUIRRE	X	X	X	X	X	
4545	FROILAN NIEVES	X	X	X	X	X	
4553	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	X	
4555	SANTANA RUIZ CESAR JOSE	X	X	X	X	X	
4559	BORDONES JESUS	X	X	X	X	X	
4561	BORGES MORENO OMAR ALCIDES	X	X	X	X	X	
4468	CARLA PALENCIA	X	X	X	X	X	
ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	8/20/2018		AL	8/26/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
3481	NAIBETH GARCIA		X	X	X	X	
3617	ANCENO AGUILAR JOHN ROBERT		X	X	X	X	
4162	JHON GONZALEZ		X	X	X	X	
4419	EDITSON MARTINEZ		X	X	NO	X	
4422	VICTOR AGUIRRE		X	X	X	X	
4450	FROILAN NIEVES		X	X	X	X	
4540	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO		X	X	X	X	
4545	SANTANA RUIZ CESAR JOSE		X	X	X	X	
4553	BORDONES JESUS		X	X	X	X	
4559	BORGES MORENO OMAR ALCIDES		X	X	X	X	
4561	CARLA PALENCIA		X	X	X	X	
ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	8/27/2018		AL	9/2/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
3160	NAIBETH GARCIA	X	X	X	X	X	
4316	ANCENO AGUILAR JOHN ROBERT	X	X	X	X	X	
4457	JHON GONZALEZ	X	X	X	X	X	
4545	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	X	
4553	VICTOR AGUIRRE	X	X	X	X	X	
4557	FROILAN NIEVES	X	X	X	X	X	
4559	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	X	
4561	SANTANA RUIZ CESAR JOSE	X	X	X	X	X	
4566	BORDONES JESUS	X	X	X	X	X	
4585	BORGES MORENO OMAR ALCIDES	X	X	X	X	X	
4611	CARLA PALENCIA	X	X	X	X	X	

ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	9/3/2018		AL	9/9/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
4087	VALDIVIESO CARMEN	X	X	X	X	X	
4382	RINCONES JOSE	X	X	X	X	X	
4415	JHON GONZALEZ	X	X	X	X	no	
4429	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	X	
4449	VICTOR AGUIRRE	X	X	X	X	X	
4479	KENNER TOVAR	X	X	X	X	X	
4489	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	X	
4501	CAMACARO MARCHAN ADELIS JESUS	X	X	X	X	X	
4504	BORDONES JESUS	X	X	X	X	X	
4577	BORGES MORENO OMAR ALCIDES	X	X	X	X	X	
4589	CARLA PALENCIA	X	X	X	X	X	
ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	9/10/2018		AL	9/16/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
2038	VALDIVIESO CARMEN	X	X	X	X	X	
3481	RINCONES JOSE	X	X	X	X	X	
3617	JHON GONZALEZ	X	X	X	X	X	
4162	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	X	
4422	VICTOR AGUIRRE	X	X	X	X	X	
4429	KENNER TOVAR	X	X	X	x	NO	
4450	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	X	
4473	CAMACARO MARCHAN ADELIS JESUS	X	X	X	X	X	
4482	BORDONES JESUS	X	X	X	X	X	
4585	BORGES MORENO OMAR ALCIDES	X	X	X	X	X	
4589	CARLA PALENCIA	X	X	X	X	X	
ROTACION 1do. TURNO		SEMANA	9/17/2018		AL	9/23/2018	
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
4406	VALDIVIESO CARMEN	X	X	X	NO	x	
4449	RINCONES JOSE	X	X	X	X	x	
4457	JHON GONZALEZ	X	X	X	X	x	
4479	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	x	
4481	VICTOR AGUIRRE	X	X	X	X	x	
4540	KENNER TOVAR	X	X	X	X	x	
4545	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	x	
4553	CAMACARO MARCHAN ADELIS JESUS	X	NO	X	X	x	
4566	BORDONES JESUS	X	X	X	X	x	
4589	BORGES MORENO OMAR ALCIDES	X	X	X	X	x	
4611	CARLA PALENCIA	X	X	X	X	x	

ROTACION 1do. TURNO		SEMANA		9/24/2018	AL	9/30/2018
Ficha	Nombre	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
2038	VALDIVIESO CARMEN	X	X	X	X	X
4336	RINCONES JOSE	X	X	X	X	X
4415	JHON GONZALEZ	X	X	X	X	X
4422	EDITSON MARTINEZ	X	X	X	X	X
4428	VICTOR AGUIRRE	X	X	X	X	X
4473	KENNER TOVAR	X	X	X	X	X
4489	HERNANDEZ GUEVARA JOEL ANTONIO	X	X	X	X	X
4501	CAMACARO MARCHAN ADELIS JESUS	X	X	X	X	X
4504	BORDONES JESUS	X	X	X	X	X
4576	BORGES MORENO OMAR ALCIDES	X	X	X	X	X
4577	CARLA PALENCIA	X	X	X	X	X

## ANEXO G

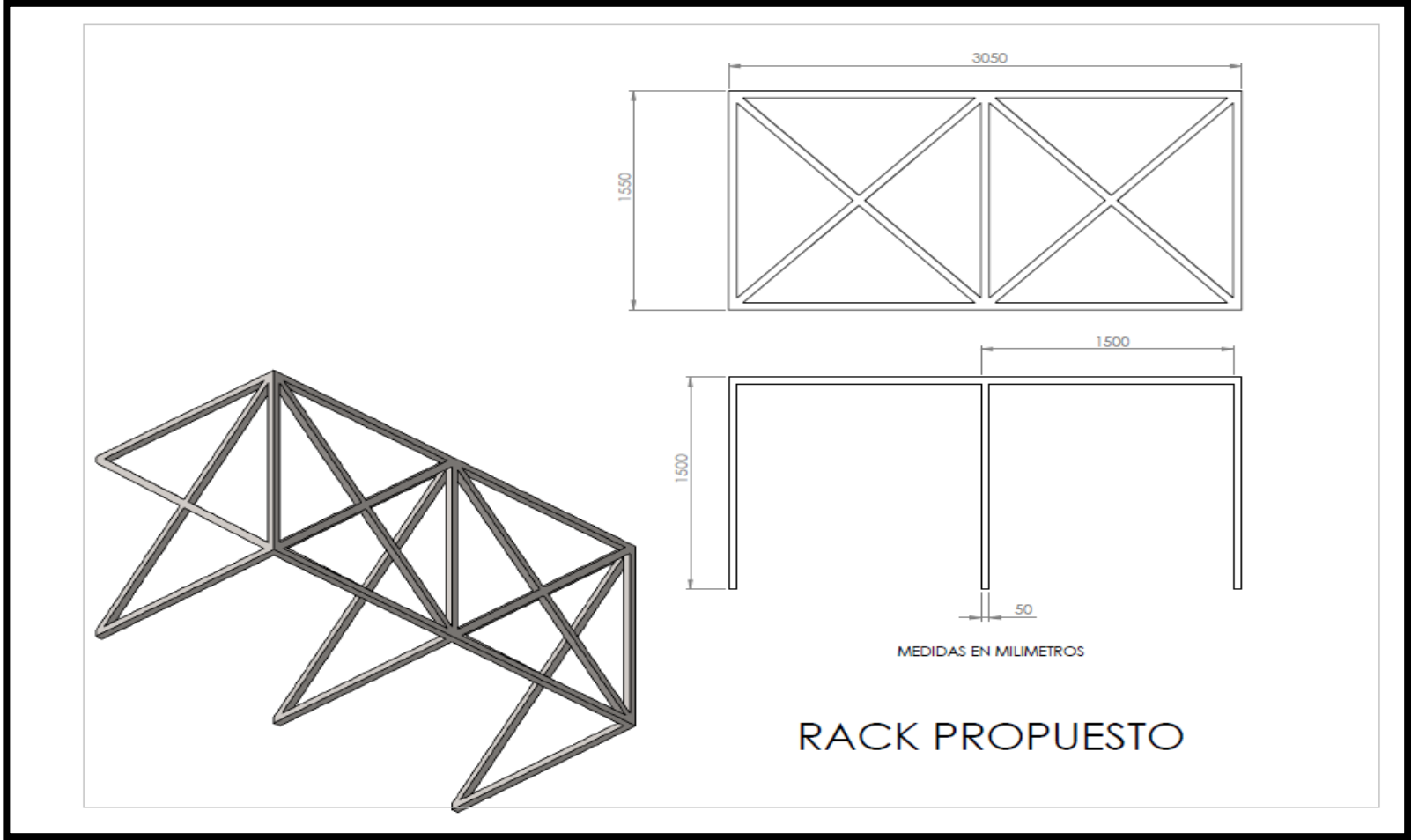
(Formato propuesto para materia prima)



**INSPECCION DE MATERIAL  
(MATERIA PRIMA)**

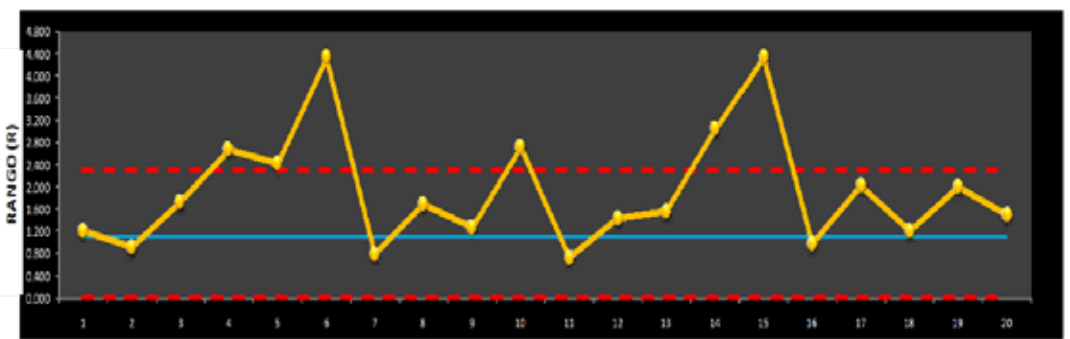
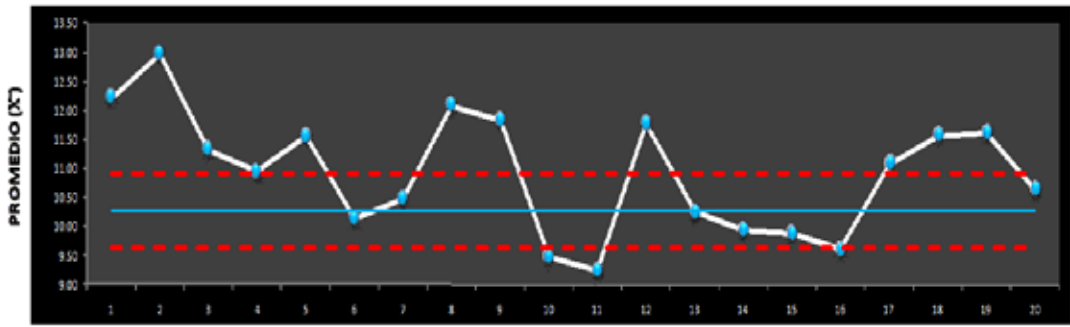
AUDITOR:			FECHA:	HORA:	TURNO:
[REDACTED]			ACERO	PAPEL FILTRANTE	RESINA
CÓDIGO					
CARACTERISTICA	ESPECIFICADO (mm)	TOLERANCIA	OBTENIDO		
ESPESOR (mm)					
ALTURA (mm)					
DENSIDAD					
VISCOSIDAD					
CFM					
APARIENCIA	N/A	N/A	OK <input type="checkbox"/>	NO OK	<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES:					
RESULTADO:					
APROBADO <input type="checkbox"/>			NO APROBADO <input type="checkbox"/>		

**ANEXO H**  
**(PLANO DE LA ESTRUCTURA**  
**METALICA)**




**ANEXO I**  
**(Muestreo en el Dosificado de Resina)**

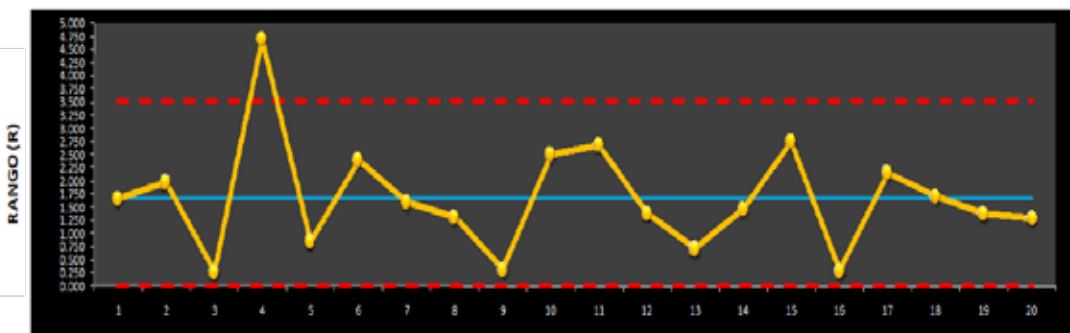
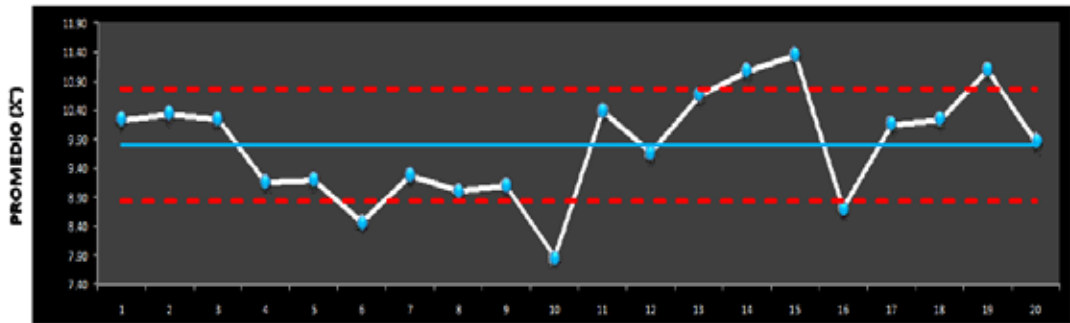
	<b>ESTUDIO DE CAPACIDAD DEL PROCESO</b>				<b>LIMITES DE CONTROL</b>						
	FECHA:	02/07/18		REALIZADO POR:				X:	10.27	R:	1.095
	AREA:	ELEMENTOS 3		ESPECIFICACION:				LSC:	10.91	LSR:	2.315
	MAQUINA O EQUIPO:	Elementos 3, TE1		10.00	• 2.00	ES:	12.00	LIC:	9.64	LIR:	0
	NOMBRE DE PARTE:	DOSIFICADO TAPA 17.2000			- 2.00	EI:	8.00				
CODIGO EQUIP MEDICOR:	ED-004										



Sub grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Fecha	25 ago 18					27 ago 18					28 ago 18					29 ago 18				
Operador	Andrés G. / Pacilio F					Andrés G. / Pacilio F					Andrés G. / Pacilio F					Andrés G. / Pacilio F				
Hora	8:30	9:30	10:30	11:30	12:00	8:30	9:00	10:30	11:00	12:00	8:30	9:00	10:30	11:00	12:00	8:30	10:00	10:30	11:00	12:30
<b>LECTURAS</b>																				
1	12.45	12.48	10.42	10.23	11.00	10.30	10.30	12.25	11.63	9.42	8.70	12.03	11.21	10.51	9.83	9.28	10.53	12.04	12.40	11.85
2	12.42	12.62	11.53	12.45	13.12	11.51	10.45	12.71	12.52	10.60	9.15	10.75	9.64	10.60	7.99	9.21	12.12	10.94	12.34	10.00
3	12.30	12.90	10.05	9.80	11.30	10.62	10.20	12.55	12.33	7.89	9.30	11.71	10.36	7.64	12.30	9.54	11.20	11.25	11.25	10.33
4	12.51	12.40	11.24	11.40	10.69	11.01	11.03	11.01	11.36	9.68	9.51	12.15	9.99	10.23	9.53	10.19	11.22	12.14	11.62	11.50
5	11.25	12.21	12.15	10.80	10.75	7.10	10.24	11.03	11.25	9.51	9.45	12.15	10.03	10.65	9.76	10.14	10.10	11.15	10.30	10.25
<b>PROMEDIO:</b>	12.21	12.36	11.32	10.94	11.55	10.94	10.48	12.07	11.02	9.40	9.24	11.77	10.25	9.94	9.09	9.62	11.07	11.56	11.60	10.63
<b>LSC:</b>	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91	10.91
<b>MEGA X</b>	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27	10.27
<b>LIC:</b>	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64	9.64
<b>MAXIMO</b>	12.51	13.40	12.15	12.40	13.12	11.51	11.03	12.71	12.52	10.60	9.51	12.15	11.21	10.60	12.32	10.19	12.12	12.14	12.40	11.50
<b>MINIMO</b>	11.25	12.40	10.42	9.80	10.69	7.10	10.24	11.01	11.25	7.89	8.70	10.75	9.64	7.64	7.99	9.20	10.10	10.94	10.25	10.00
<b>LSC<sub>w</sub></b>	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315	2.315
<b>MEGA R</b>	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095
<b>RANGO</b>	1.220	0.920	1.730	2.600	2.430	4.330	0.750	1.700	1.270	2.710	0.730	1.440	1.570	3.040	4.330	0.990	2.020	1.200	2.070	1.500
<b>LIR<sub>w</sub></b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INDICES DE CAPACIDAD DEL PROCESO				INDICES DE DESEMPEÑO DEL PROCESO			
$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} =$	1.42	$C_{pk} = \text{Minimo} \left[ \frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right] =$	1.22	$P_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} =$	0.92	$P_{pk} = \text{Minimo} \left[ \frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right] =$	0.45
$\sigma = \frac{R}{d_2} =$	0.47	$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} =$	1.61	$\sigma = s =$	1.27	$P_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} =$	0.59
		$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} =$	1.22			$P_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} =$	0.45

ESTUDIO DE CAPACIDAD DEL PROCESO				LIMITES DE CONTROL			
	FECHA:	02/09/18	REALIZADO POR:	ANDREA GONZÁLEZ			
	AREA:	ELEMENTOS 3	ESPECIFICACION:	9,00	+ 2,00	ES: 11,00	
	MAQUINA O EQUIPO:	Elementos 3, T.E.S.		- 2,00	ER: 7,00		
	NOMBRE DE PARTE:	DOSEFICADO TAPA 17-20065					
	CODIGO EQUIP MEDICION:	ED-004					
						X: 9,00    R: 1,665 LSCx: 10,765    LSCR: 3,519 LICx: 0,834    LICR: 0	



Sub grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Fecha	29 ago-18					27 ago-18					28 ago-18					25 ago-18					
Operador	ANDREA G. PINTO/F.					ANDREA G. PINTO/F.					MIRIAM TARRÁN					MIRIAM TARRÁN					
Hora	8:00	9:00	10:00	11:30	12:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	
LECTURAS	1	10.89	9.53	10.26	8.86	9.23	8.89	9.24	9.31	8.88	8.74	12.23	9.86	10.70	11.38	11.15	8.62	10.82	10.85	10.74	9.28
	2	9.55	10.46	10.21	6.43	8.73	6.78	9.58	8.29	9.06	6.92	9.56	8.80	10.57	10.06	11.05	8.67	9.22	9.90	11.14	10.49
	3	11.21	9.63	10.39	9.95	9.58	9.18	9.78	9.58	9.16	8.74	10.85	10.16	10.26	11.31	9.79	8.67	11.36	9.10	10.70	10.25
	4	10.10	11.50	10.11	11.10	8.92	8.73	8.81	8.52	9.19	6.25	9.96	10.18	10.35	10.25	11.56	8.91	9.23	10.88	12.04	9.53
	5	10.20	10.53	10.23	9.45	9.58	8.75	8.18	9.33	9.18	8.73	10.11	9.33	10.94	11.85	12.53	8.80	10.94	10.30	10.67	9.70
PROMEDIO:	10.23	10.33	10.24	9.16	9.19	8.47	9.28	9.81	9.09	7.88	10.38	9.67	10.65	11.06	11.34	8.71	10.15	10.23	11.67	9.85	
LSCx:	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77
MECDA X	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
LICx:	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83
MAXIMO	11.21	11.50	10.39	11.10	9.58	9.18	9.78	9.58	9.19	8.34	12.23	10.18	10.97	11.05	12.53	9.91	11.36	10.89	12.64	10.49	
MINIMO	9.55	9.53	10.11	6.43	8.73	6.78	8.18	8.29	8.88	6.25	9.56	8.80	10.26	10.25	9.79	8.62	9.22	9.10	10.67	9.20	
LSC <sub>R</sub>	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519	3.519
MECDA R	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665	1.665
RANGO	1.664	1.970	0.280	4.670	0.860	2.400	1.600	1.300	0.310	2.490	2.670	1.300	0.710	1.460	2.740	0.290	2.140	1.710	1.370	1.290	
LIC <sub>R</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INDICES DE CAPACIDAD DEL PROCESO				INDICES DE DESEMPEÑO DEL PROCESO			
$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} = 1.23$	$C_{pk} = \text{Minimo} \left[ \frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right] = 0.74$	$P_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} = 0.58$	$P_{pk} = \text{Minimo} \left[ \frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right] = 0.35$				
$\sigma = \frac{R}{d_2} = 0.54$	$C_{pt} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} = 1.73$	$C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} = 0.74$	$\sigma = s = 1.15$				
			$P_{pt} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} = 0.81$				
			$P_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma} = 0.35$				