

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN UNA PYME DEL SECTOR PLÁSTICO”

Lisbeth Mora Hurel¹, Diego Suarez López², Ing. Denise Rodríguez Zurita³
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
liscmora@espol.edu.ec¹, susuarez@espol.edu.ec², mrodri@espol.edu.ec³

Resumen

PLASTIC S.A. es una mediana empresa dedicada desde 1994 a la fabricación de fundas, rollos y láminas de plásticos. Lamentablemente en estos últimos años ha enfrentado problemas de desperdicio, alto nivel de inventario y producto defectuoso, que son originados por el crecimiento desordenado de la compañía. Buscando la minimización de estos problemas el objetivo general de este proyecto es implementar técnicas de mejora continua alineadas a la pequeña y mediana empresa, permitiendo mejorar los niveles de calidad y productividad. Las técnicas implementadas fueron: la metodología 5'S, mapeo de trabajo y expectativas, trabajo en equipo, visitas a los clientes, diagramas de causa-efecto, análisis de modos de fallas y efectos y calidad; estas permitieron concientizar a los trabajadores sobre la importancia de organizar su puesto de trabajo, identificar las principales causas que mayor impacto generan a la calidad del producto en el área de extrusión que son los grumos, fallas de tratamiento, puntos negros y bloqueo, e integrar el departamento de ventas y producción. . El proyecto como resultado presenta una tendencia de disminución en el porcentaje total de desperdicio del 14% al 7,42%. Los reclamos y devoluciones también tuvieron esta tendencia llegando a la meta planteada 0%.

Palabras Claves: *Mejora Continua, Calidad, Productividad, Metodología 5'S, Mapeo de Trabajo y Expectativas, Trabajo en equipo, Visitas a los clientes, Diagramas causa-efecto, Análisis de modos de fallas y efectos.*

Abstract

PLASTIC S.A. is a medium sized company dedicated to the manufacturing of plastic bag, rolls and plastic film since 1994. Unfortunately in recent years the company has faced problems of high level of waste, a high level of inventory and defective products. Those problems were mainly the consequence of the unorganized growth of the company. In order to reduce these problems, the general objective of this project is to implement techniques of continuous improvement targeted towards small and medium businesses, resulting in the increase of the levels of quality and productivity. The techniques implemented were: the 5's methodology, mapping work and expectations, teamwork, customer visits, cause-effect diagrams, failure modes and effects analysis and quality. These allowed workers to realize the importance of organization in the workplace, identify the main causes that generate the greatest impact on product quality in the area of extrusion such as, lumps, treatment failures, black dots and blocking, and integrate the sales and production departments. The project resulted in a continuing decrease of the total percentage of waste from 14% to 7.42%. Consumer claims and returns also saw the same results, reaching 0%.

Keywords: *Continuous improvement, Quality, Productivity, Methodology 5'S, Mapping Work and Expectations, Teamwork, customer visits, cause-effect diagrams, failure modes and effects analysis*

1. Introducción

Hoy en día las organizaciones en general saben que no es competitivo quien no cumple con normas de calidad, producción, bajos costos y entregas a tiempo; adicionalmente que la durabilidad de una empresa en el transcurso del tiempo depende de la utilización de herramientas y métodos actualizados de trabajo.

Uno de estos métodos es la Mejora Continua, que se compone de técnicas implicadas a la productividad, calidad, eficiencia y lo más importante, la formación profesional correcta de la fuerza laboral, empleados, ya que este factor es el de mayor relevancia para el buen desempeño empresarial en el mercado. Por ello este proyecto pretende establecer en su ejecución, medidas que permitan minimizar el índice de

resistencia al cambio de cultura laboral junto con técnicas de mejora de productividad y calidad alineadas a las pequeñas y medianas industrias del Ecuador.

2. Marco teórico

2.1. Organizar el puesto de trabajo

“El concepto de organizar el puesto de trabajo implica mejorar la visibilidad, orden y limpieza” [1], en este paso está formado por control visual y la metodología de las 5’s.

“El Control Visual es una forma de distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal” [2], a través de medidas visibles, sistemas de máximos y mínimos, entre otros.

Mientras las 5’S es una metodología de origen japonés que contribuye al desarrollo de hábitos y actitudes adecuadas con los principios que promueven los sistemas de calidad, de producción y otros métodos de trabajo enfocados a mejorar la eficacia y eficiencia operacional. Se denomina 5’S porque aplica conceptos que corresponden a las iniciales de las palabras japonesas:

1) *Organizar (Seiri)*

“La Organización consiste en clasificar los elementos necesarios que deben mantenerse en el área de trabajo, y lo que es innecesario debe eliminarse de la planta” [3]; se trabaja con la estrategia de las tarjetas rojas.

2) *Orden (Seiton)*

El Orden significa “ordenar los elementos necesarios de modo que su uso sea fácil” [3], etiquetarlos e indicar su lugar de almacenaje de tal forma que cualquier persona comprenda la disposición de este elemento; Para implementar el orden en una empresa se debe aplicar dos estrategias, la estrategia de indicadores y la estrategia de pintura.

3) *Limpieza (Seisō)*

“La limpieza implica retirar de las máquinas y los lugares de trabajo el polvo, las limaduras, grasa, el aceite y cualquier tipo de suciedad” [1]. De esta forma se garantiza el mejor desempeño de la máquina ya que no presentará averías continuamente, además cabe recalcar que no es más aseado el lugar de trabajo que más limpia, sino el que menos ensucia.

4) *Estandarizar (Seiketsu)*

La estandarización se encarga de que la organización, el orden y la limpieza se conviertan en actividades diarias en la empresa, es decir hábitos para los empleados

5) *Disciplina (Shitsuke)*

“La disciplina consiste en hacer un hábito los procedimientos correctos de mantenimiento de las 5’S en la empresa” [1]. Para lograr que las 5’S se convierta en una cultura a nivel general en la empresa, debe comenzar desde el mando más alto, de esta forma se incentivará la aplicación de esta técnica sin mayor problema.

2.2. Conocer al cliente

Valsamakis y Sprague (2001) establece que conocer al cliente permite que las pequeñas y medianas empresas puedan desarrollar relaciones más estrechas con los clientes y obtener ventajas competitivas que favorezcan ambos, a través de la aplicación de varias técnicas.

• Clasificación ABC

La clasificación ABC es una herramienta analítica, también conocida como análisis de Pareto. Se basa en una regla general que el 20% de los clientes representan el 80% de las ventas (clientes A), 30% de los clientes representan el 15% de las ventas (clientes B) y el 50% de los clientes representan el 5% de las ventas (clientes C)

• Mapeo de expectativas

El mapeo de expectativas consiste en determinar lo que los clientes necesitan, desean y sus expectativas en los productos o servicios a través de grupos focales o encuestas; solo así la compañía podrá establecer un seguimiento que permita cumplir a cabalidad los requerimientos del consumidor y tener una relación donde ambas partes ganen.

• Mapeo de trabajo

“El mapeo de trabajo es un simple y eficiente método que las compañías deben usar para innovar sus productos y servicios” [4], brinda un marco global a la compañía con el que identifica a su consumidor y define indicadores para medir el éxito en la ejecución de una tarea. Este método consiste en 8 pasos que brindan una directriz de los diferentes aspectos analizar del cliente:

Definir: es el análisis de los objetivos y la evaluación de los recursos que son necesarios o disponibles para completar el trabajo.

Localizar: Es determinar cuáles son los insumos o elementos necesarios para hacer el trabajo, estos pueden ser tangibles e intangibles.

Preparar: ¿Cómo el cliente debe preparar los insumos y el medio ambiente para hacer el trabajo?

Confirmar: Es verificar que necesita el cliente antes de continuar con el trabajo para garantizar su ejecución con éxito.

Ejecutar: Es conocer lo que los clientes hacen para realizar su trabajo.

Monitorear: Es establecer cuáles son las cosas que el cliente monitorea para medir el éxito de trabajo.

Modificar: Es determinar que puede el cliente modificar para que el trabajo sea completado correctamente.

Concluir: Es determinar que debe hacer el cliente para dar por terminado el trabajo.

• Despliegamiento de la función de la calidad. (QFD)

“QFD es una metodología que convierte las demandas del usuario en características de calidad” [5], es decir sistematiza la información obtenida del usuario hasta llegar a definir las características de calidad del servicio, adaptándolo a las necesidades y expectativas

detectadas, “esta herramienta es muy útil para alinear las actividades de la compañía con el enfoque del cliente” [5] y ayuda a prevenir los problemas.

2.3. Integrar producción y ventas

Integración entre producción y ventas es un pilar fundamental en un proceso de mejora continua, donde se busca un equilibrio que genere condiciones estables para las áreas, y permita que el potencial de trabajo sea alto en forma conjunta.

De acuerdo a diferentes autores se propone 4 pasos para la integración de producción y ventas

1. *Definir políticas claras y obtener el soporte de la alta gerencia.* [7][6]
2. *Mapear las áreas donde la integración es necesaria.* [8]
3. *Mejorar la comunicación entre marketing y producción.* [7][9]
4. *Definir nuevas medidas de desempeño tomando en cuenta el bienestar de la compañía* [9]

2.4. Mejorar calidad

La calidad de un producto o servicio es la que determina la satisfacción del cliente. Para mejorar la calidad Thomas and Webb (2003) propone un modelo que se sustenta en tres etapas fundamentales: identificación del problema, solución del problema y desarrollo de un sistema de calidad, utilizando las filosofías de 7 grandes pérdidas y 7 herramientas de calidad

- Siete grandes pérdidas

“El reto de esta filosofía es identificar y eliminar las pérdidas de manera sistemática” [7], con el fin de conocer las falencias de la organización y mejorar el rendimiento de la misma.

Las siete grandes pérdidas son: 1) *Sobreproducción*, 2) *Tiempos de espera*, 3) *Transportes*, 4) *Sobre procesamiento*, 5) *Inventarios*, 6) *Exceso de Movimientos*, 7) *Re trabajo y desperdicio*

- Siete herramientas de la calidad

Las siete herramientas de calidad buscan resolver los problemas de calidad, a través de un análisis y control de las actividades de la empresa.

Estas herramientas son: 1) *Hojas de Control*, 2) *Histograma*, 3) *Diagrama de Pareto*, 4) *Diagrama de Dispersión*, 5) *Diagrama Causa-Efecto*, 6) *Diagrama de Flujo*, 7) *Gráficas de Control*.

3. Diagnóstico de la situación inicial

PLASTIC S.A. es una empresa dedicada a la fabricación de fundas de tipo comercial e industrial, láminas plásticas impresas, sin impresión y con tratamiento laminado para el uso alimenticio, en polietileno y polipropileno. Actualmente la planta

cuenta con un total de 66 personas laborando en sus instalaciones.

La planificación de la producción se la realiza en base a las políticas de hacer bajo pedido (make to order).

Las órdenes de producción son elaboradas por el jefe de producción y se las planifica de acuerdo a la entrada diaria de pedidos, semejanza entre productos (ancho, espesor, pigmentación, etc.) y a la carga de trabajo que tienen las máquinas para disminuir el porcentaje desperdicio que representan los constantes cambios de medidas; pero en ocasiones estas políticas no son respetadas ya que filtran órdenes de producción, de clientes importantes entre las órdenes que ya están planificadas.

La empresa cuenta con una gran variedad de productos que para mejor análisis se las agrupo en familias de productos a base de los procesos por los cuales el producto es sometido:

- *Fundas sin impresión.*- procesos de extrusión, sellado y empaque.
- *Fundas con impresión.*- procesos de extrusión con tratamiento, impresión, sellado y empaque.
- *Rollos sin impresión.*- procesos de extrusión y empaque.
- *Rollos con impresión.*- proceso de extrusión con tratamiento, impresión y empaque.
- *Rollo laminado.*- proceso de extrusión con tratamiento, laminado.
- *Otros.*

Cada familia representa para el siguiente porcentaje:

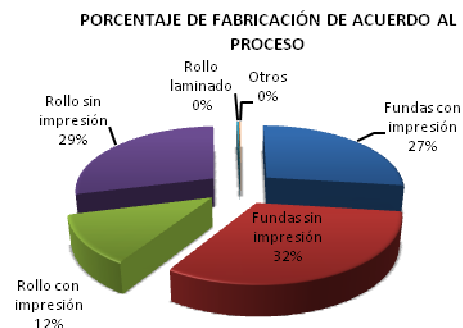


Figura1. Procesos de PLASTIC S.A.

Debido a la necesidad de medir las mejoras que pudiesen darse en la implementación del proyecto se tomaron los siguientes parámetros para ser medidos:

- Reclamos.
- Devoluciones.
- Sugerencias de empleados por mes.
- Sugerencias implementadas.
- Desperdicio.
- Costo del desperdicio.
- Cuarentenas.

Considerando el desempeño de enero a diciembre del 2009 de PLASTIC S.A. presentan las siguientes tendencias:

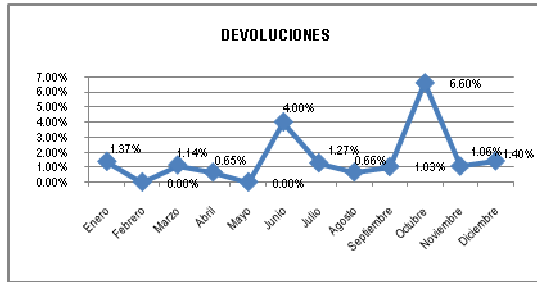


Figura 2. Indicador de devoluciones de los clientes

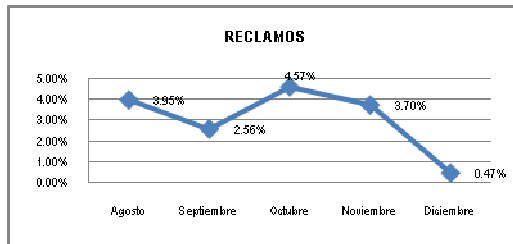


Figura 3. Indicador de reclamos

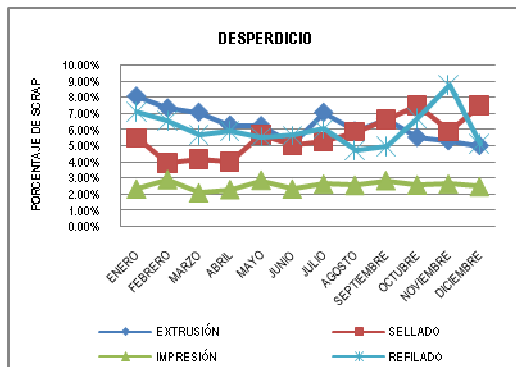


Figura 4. Indicador de desperdicios

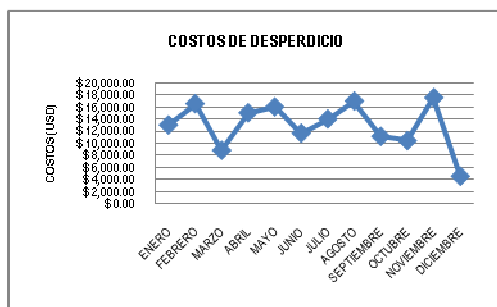


Figura 5. Indicador de costos de desperdicio

La empresa al inició el proyecto con el siguiente nivel de madurez

- Organización de puesto de trabajo: 1
- Conocer al cliente: 2
- Integrar producción y ventas: 1
- Mejorar calidad: 2

Además en el análisis de la medición de trabajo en grupo para el área de sellado se evidenció que el 39% del tiempo productivo, el operario realiza actividades

que no agregan valor al producto, es decir, que el operario gasta 4.68 horas diarias en actividades innecesarias para la producción; de las cuales el 27% pueden ser eliminadas o disminuidas ya que son demoras por actividades improductivas innecesarias que realiza el operario.

4. Implementación de la metodología de mejora

4.1. Lanzamiento

Para la realización del proyecto en PLASTIC S.A. se empezó con el lanzamiento, donde todos los niveles de la organización recibieron una breve explicación de la programación para la implementación de la metodología de mejora, El evento duró aproximadamente cuatro horas, donde se manejó la siguiente estructura de trabajo:

- Capacitación,
- Actividades de esparcimiento y
- Desarrollo de ejercicios.

La capacitación consistió en un resumen de los siguientes temas: 5's, las 7 grandes pérdidas, y las 7 herramientas de la calidad, a través de la utilización de presentaciones gráficas (diapositivas y vídeos), así como ejemplos adaptados a la realidad de las empresas a nivel mundial, para que el personal se motive con los futuros resultados que se iban a obtener una vez implementadas estas técnicas.

Luego se realizaron actividades esparcimiento e integración, para culminar la con un taller grupal, el que consistió en realizar un diagrama CAUSA-EFECTO con el problema más común en su área de trabajo.

4.2. Reuniones

Luego de haber dado a conocer los objetivos y el programa que se iba a desarrollar, se puso en marcha el proyecto, iniciando con las reuniones semanales a los operarios en temas técnicos del proyecto, con el objetivo de profundizar los conocimientos del operario en la aplicación de estas herramientas.

Las reuniones estaban programadas para una duración de 1 hora en la cual se distribuía el tiempo de la siguiente forma: Capacitación del personal en el tema que corresponda al día de reunión (10 minutos), presentación de indicadores de las auditorías 5'S (15 minutos) presentación de indicadores de productividad, calidad y eficiencia (15 minutos), realización de taller técnico para aplicación y refuerzo del tema de capacitación (10 minutos) y por último la recepción de sugerencias del empleado para mejorar la calidad del ambiente de trabajo y del producto que se fabrica (10 minutos).

Es de suma importancia mencionar que los trabajadores tomaron como cultura las reuniones que se realizaban cada semana, Una vez terminados todos los temas de capacitación programadas en el proyecto se

mantuvieron las reuniones al mismo horario y al mismo día ya que la presentación de los indicadores de desempeño de las áreas operativas de la empresa era de suma importancia, puesto que los operarios podían percibir los resultados de su labor diaria creando un ambiente competitivo sano entre turnos, en cuanto a productividad

4.3. Organizar el puesto de trabajo

El primer paso en el proyecto es culturizar a todo el personal, empezando desde la alta gerencia hasta los operarios, en lo importante que es mantener el puesto de trabajo organizado, mediante la implementación de técnicas como 5'S y control visual

- **Organización**

Antes de la implementación del primer pilar de las 5'S que es *ORGANIZAR*, se planificó una jornada de limpieza integral de toda la planta. Esta actividad consistió en eliminar todos los materiales innecesarios, de mayor volumen, que había en la planta con la ayuda de todo el personal operativo de la empresa, se denominó a esta la Minga de Limpieza, esta actividad permitió eliminar aproximadamente 2 toneladas de materiales innecesarios que se almacenó en una bodega de la empresa para en el futuro ser vendidos como chatarra.

Posteriormente se realiza la capacitación con respecto a la primera s, para que tengan una idea más clara y profunda sobre lo que se debía descartar y lo que iba a ser necesario en el proceso productivo y en el uso diario del operario en su puesto de trabajo, se realizó la implementación de la técnica de las tarjetas rojas, como taller de refuerzo,

Alrededor de 30 minutos de la jornada laboral se emplearon para colocar 45 tarjetas rojas en todas las áreas de producción de la empresa y posteriormente se realizó el seguimiento respectivo a cada tarjeta. Durante el transcurso del proyecto se logró eliminar 68,89% de las tarjetas rojas gracias al apoyo de todo el personal, especialmente del departamento de mantenimiento.

- **Orden**

Para implementar el *ORDEN* en toda la planta se recurrió a varias técnicas como la colocación de las herramientas de manera vertical en los armarios de herramientas, obteniendo ahorros de tiempo perdido por búsquedas de herramientas, acompañado de su respectiva capacitación.



Figura6. Técnicas de control visual implementadas en PLASTIC S.A.

Al mismo tiempo, se implementaron 2 técnicas de suma importancia, estas fueron: la estrategia de pintura, letreros y el control visual.

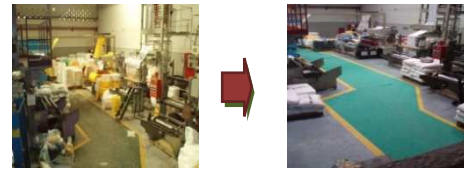


Figura7. Técnicas de pintura en la planta

- **Limpieza**

Se capacitó al personal explicando detalladamente la importancia de la limpieza en su puesto de trabajo, cómo se debe hacer esta y cada qué lapso se debe hacer, por lo cual se desarrolló un formato de limpieza de pisos, paredes, máquinas, etc. Asignando un responsable de dicha limpieza y detallando la frecuencia con la que se la iba a realizar.

- **Estandarización**

Para realizar la implementación de las 3 últimas S se debe crear un instructivo con normas y procedimientos que cada miembro de la empresa debe realizarlas, requiriendo de más tiempo para crearlos. Por lo cual se realizó auditorías semanales (auditorías 5'S) para el control de los parámetros, con ayuda de la alta gerencia se designó 3 auditores de la parte administrativa de la empresa, donde se trabajo con una escala impar: 1: Muy Mal, 2: Mal, 3: Promedio, 4: Bien, y 5: Muy Bien; Siendo 5 el nivel ideal y 4 la meta establecida por la empresa.

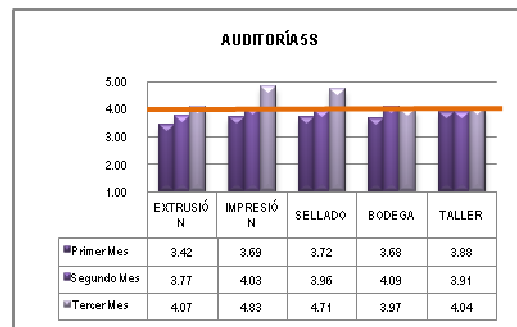


Figura8. Resultado de las auditorías 5'S durante el proyecto

La evolución de las auditorías 5'S refleja el compromiso que tiene los empleados en el programa, llegando a la meta establecida.

4.4. Conocer al cliente

La empresa estudiada debido a su crecimiento desorganizado en estos últimos años ha descuidado y limitado el conocimiento que maneja sobre su cartera de clientes, dejando que el comisionista (freelance) sea el único contacto y canal de comunicación. Ellos manejan su propia cartera de clientes.

- *Identificación de los clientes ABC*

En el análisis se tomó como variable principal las ventas anuales del 2009, y en conjunto a las características particulares del cliente, se generaron los siguientes datos:

- EL 79,3% de las ventas están concentradas en 16 clientes.
- El 15, 6% de las ventas están concentradas en 37 clientes.
- El 5,1% de las ventas están concentradas en 113 clientes.

Estos porcentajes muestran que los clientes A de la empresa con volúmenes de compra superiores a \$32000 anuales

- *Visitas a los clientes*

Se realizó dos visitas, donde el empleado de PLASTIC S.A. pudo observar el uso del producto y entender la importancia de cumplir especificaciones. Estas visitas permitieron a la empresa tener un mayor contacto con los clientes.

Después de cada visita se presentaba un informe oral a los operarios de la planta y uno escrito al departamento de producción para darle un seguimiento a las sugerencias y reclamos de los clientes.

- *Mapeo de expectativas*

Se diseñó un formato de encuesta para los clientes considerando las siguientes expectativas: Relación calidad-precio, Relación cantidad-precio, Asesoramiento técnico previo a la venta, Servicio Postventa, Cumplimiento en las expectativas del producto, Garantía del producto, Tiempo de entrega, Condiciones sanitarias y limpieza, Facilidades de pago, Múltiples opciones de producción, Eficiencia en resolución de quejas y reclamos.

Teniendo como resultado que la expectativa más grande que tienen los clientes es la relación calidad-precio con 93,3% de los encuestados, luego se siguen las expectativas de Cumplimiento de las expectativas del producto, garantía del producto y tiempos de entrega con 86,7%, mientras las demás características también son consideradas importantes pero a menor escala.

- *Mapeo de trabajo*

Con la información recolectada de las visitas realizadas, se procedió a hacer el mapeo de trabajo, donde se detalla las características del proceso de la empresa cliente, este informe permite a la empresa conocer al cliente, brindarle un producto que cumpla sus expectativas y tomar planes de acción.

Tabla1. Resumen de los planes de acción

EMPRESA	PROCESO	PLANES DE ACCIÓN
FADELMA	Termoencogible	- Mayor relación de soplado. - Usar resina industrial
FADELMA	Colocación de láminas	- Nueva presentación del empaque final. - Cambiar la materia prima (alta densidad)
DISCARNA	Empaquetado de pollos	- Nuevos producto - Usar antibloqueo

4.5. Integrar producción y ventas

Para integrar estos departamentos se procedió a la recolección de información en las áreas involucradas, donde se realizó reuniones individuales para identificar los conflictos internos de cada departamento, su punto de vista con respecto al otro y cuáles serían las acciones correctivas necesarias para mejorar la comunicación interdepartamental, posteriormente se realizó una reunión grupal para dialogar los temas recopilados, y establecer prioridades en los puntos de mejora.

- *Establecimiento de indicadores*

Se estableció un indicador de tiempos de entregas donde se comparan las entregas realizadas para las entregas programadas y se especifica el porqué del incumplimiento de las entregas, mostrando la eficiencia del servicio.

El indicador inicialmente mostró una eficiencia del 57,14%, lo cual preocupó a la empresa, porque reclamos por los tiempos de entrega eran esporádicos, y el personal tenía una apreciación de que el servicio de entregas a tiempos que ellos ofrecían era bueno Posteriormente este indicador presentó una oscilación de sus porcentajes entre 60% y 95%; los puntos menores a este rango se generaron por tres causas específicas como: 1)el servicio de transporte lo realiza una tercera persona, 2)demoras en la deliberación de productos en cuarentenas y 3)el cliente presenta deudas de pago con la empresa; mientras que los puntos superiores eran por los pocos pedidos a despachar (1 a 2).

- *Establecimientos de políticas de tiempos de entrega*

Las políticas que maneja la empresa eran muy generales, y no incluían las nuevas variedades de productos que realiza actualmente la empresa, lo cual genera alteraciones en la programación y descontento del cliente por el atraso de entrega. Debido a estos problemas se trabajó con datos históricos de los tiempos de proceso de los productos y la experiencia del coordinador de producción, jefe de producción y jefe de impresión para establecer los tiempos de producción.

- *Capacitación del personal de ventas*

La capacitación del personal de ventas fue una de las principales actividades para mejorar la relación de ambos departamentos, donde se trató temas de materia prima, conocimiento básico de proceso, limitaciones del producto y se reforzó los tiempos de proceso, permitiéndoles tener en claro como se manejan todos los procesos productivos dentro de la empresa

4.6. Mejorar la calidad

- *Análisis de factores críticos*

Existen 25 tipos de causas por las cuales se detectan el producto no conforme (Cuarentenas), presentando los porcentajes en la siguiente

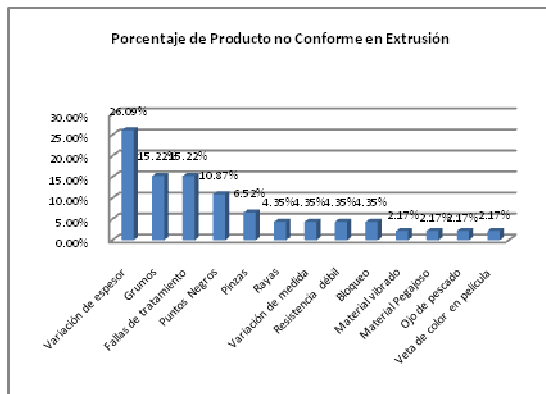


Figura9. Porcentaje de frecuencias de causas de producto no conforme durante 3 meses en extrusión

Para el análisis de las causas se realizó el estudio de la técnica denominada A.M.F.E. (Análisis de Modos de Fallas y Efectos), siendo los más altos: grumos, fallas de tratamiento, puntos negros y bloque.

A partir de este estudio se generaron planes de acción para disminuir la frecuencia de ocurrencia de estas fallas: mediante capacitaciones técnicas, establecimiento de tiempos de calentamiento para arranque de las máquinas, políticas de utilización de la purga, otras.

4.7. Evaluación de resultados

En el transcurso de los 5 meses, desde enero hasta mayo, en los que se implantó el proyecto; se realizó el análisis de indicadores a mejorar en la empresa. El mes de enero, fue el mes de adaptación tanto de los operarios como de los miembros del proyecto, en el cual se tomaron los indicadores como un diagnóstico inicial y punto de partida para el enfoque de mejora del proyecto hasta el mes de abril, que fue el mes en que finalizó el proyecto.

- *Devoluciones y reclamos*

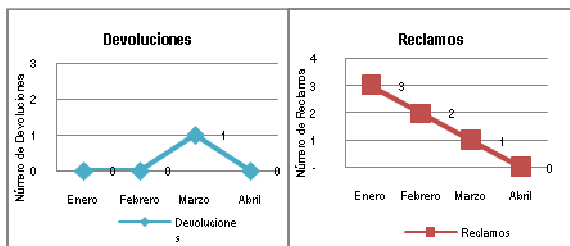


Figura10. Devoluciones y reclamos de enero a abril

Las devoluciones y reclamos durante los 4 meses mostraron una tendencia de reducción, llegando a la meta estable en el proyecto 0%.

- *Producto No Conforme (Cuarentenas)*

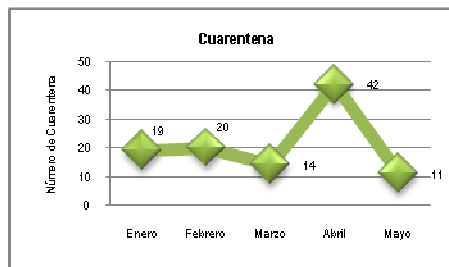


Figura11. Cuarentenas de enero a abril

Las Cuarentenas consistían en los productos que no cumplían con las especificaciones y requerimientos establecidos tanto por el cliente como por las políticas empresariales, estos productos eran sometidos a inspecciones adicionales. Este fue el precio que pagó la empresa por mantener mínimos sus índices de devoluciones y reclamos

- *Porcentaje de desperdicio*

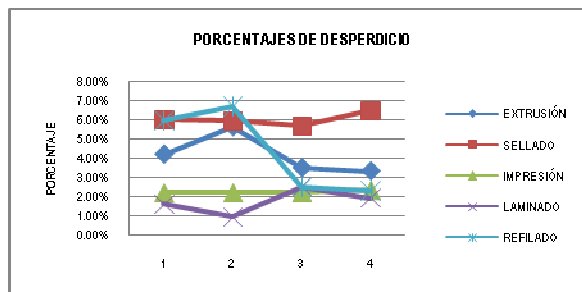


Figura12. Porcentaje de desperdicio de enero a abril

Se observa que los porcentajes de desperdicio ha disminuido durante el transcurso del proyecto, pese a que en el último mes se aprecia un incremento del 0,79% en el área de sellado con respecto al mes anterior debido a problemas de dimensiones, sellado débil y sellado inadecuado (la impresión al revés).

Al realizar el análisis del desperdicio total de la empresa se puede apreciar una tendencia de disminución del porcentaje de desperdicio que demuestra una optimización de recursos en la parte productiva.

- *Costos de desperdicio*

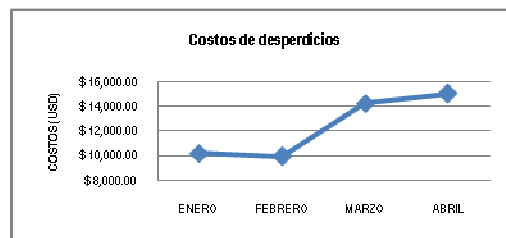


Figura13. Costo de desperdicio de enero a abril

El proyecto permitió reducir el costo de desperdicio de la empresa, sin embargo en el mes de marzo y abril se observa un incremento significativo en este rubro debido al aumento de los niveles de desperdicio en el área de sellado por el ingreso de nuevo personal

- *Análisis de costos*

Para realizar el análisis de costos se consideraron los primeros cuatro meses del 2009 donde la empresa realizó un consumo de materia prima de 422378,42 kg, teniendo un desperdicio de 71649,95 kg; en otras palabras generó un 16,96% de desperdicio.

Esta información nos permitió plantear el siguiente supuesto: que el porcentaje de desperdicio para los próximos primeros cuatro meses del 2010 sea el mismo siempre y cuando no se realice ninguna implementación de metodologías de mejora.

Al realizar los cálculos se obtuvo que los kilogramos de desperdicio bajo estas condiciones serían de 112540,142 kg. Mientras que en la realidad la empresa produjo 56705,08 kg de desperdicios de un consumo de 663427,22 kg de materia prima, esto muestra que la empresa tuvo una reducción del 49,6% de sus desperdicios aproximadamente el 50% con respecto a sus desperdicios del 2009. Lo cual muestra de forma monetario un ahorro de \$ 69.349,52.

Para analizar más profundamente la rentabilidad del proyecto se realizó un análisis de la inversión del proyecto mediante la comparación de la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) y el Valor Actual Neto (V.A.N.).

Para determinar el V.A.N. se consideró con una tasa mínima atractiva de retorno de 15% anual, trayendo todos los valores (ingresos y egresos) del proyecto al presente. Con estos valores se analiza el supuesto del VAN, $H_0 = VAN > 0$, acepto el proyecto, caso contrario no.

$$VAN = Ingresos - Egresos$$

$$VAN = 43465,48 - 29590,13$$

$$VAN = \$13875.35$$

Al observar que el valor del $VAN > 0$ se acepta la hipótesis.

Mientras que para el análisis del TIR se consideró el flujo de mes durante todo el 2010. Para comprobar la siguiente hipótesis; $H_0 = TIR > TMAR$ acepto el proyecto, caso contrario no. De acuerdo al flujo de proyecto se obtiene que la $TIR = 24\%$, cuyo valor es mayor al 15%, lo cual permite aceptar el proyecto.

Finalmente se buscó calculó el retorno de la inversión (ROI), donde los beneficios que busca la empresa para este año son de \$ 60361.7 con una inversión de 22298,86. Al calcular el ROI se obtuvo lo siguiente:

$$ROI = \frac{\text{Beneficios} - \text{Inversión}}{\text{Inversión}}$$

$$ROI = \frac{44862 - 22298,86}{22298,86}$$

$$ROI = 1,01$$

La inversión tiene una rentabilidad del 101% en otras palabras la empresa recibe \$2,01 por cada dólar que invierte.

Luego de haber realizado el análisis de rentabilidad del proyecto y el retorno de la inversión se concluye que la inversión presenta resultados favorables para la compañía a un corto plazo.

5. Conclusiones

- Se cumplió con la implementación y desarrollo de las técnicas programadas al inicio del proyecto.
- Se incremento el nivel de las auditorías 5's de un 3.1 a un 4.65.
- Se mejoró el índice de entregas a tiempos de 51,79% a 95% de efectividad.
- Se elaboraron políticas para la planificación y procesos de producción.
- Se identificaron los puntos críticos que ocasionan las no conformidades en extrusión.
- Se disminuyó el desperdicio de extrusión de 6,30% a 3,31%
- Se disminuyó el número promedio de devoluciones y reclamos de 3 a 0, y 6 a 2 respectivamente.

6. Bibliografía

- [1] MUDA, SHALADDIN Y HENDRY, LINDA. *The SHEN model for MTO SMEs: A performance improvement tool*, International Journal of Operations & Production Management, 2003, Vol. 23, págs. 470-486.
- [2] HIRANO, HIROYUKI. *5 Pillars of the visual workplace: the sourcebook for 5S implementation*. New York: Productivity press, 1995.
- [3] LIKER, JEFFREY Y MEIER, DAVID. *The Toyota way fieldbook*, New York: McGraw-Hill Companies, 2006.
- [4] CHAN, LAI-KOW Y WU, MING-LU. Quality function deployment: A literature review. *European Journal of Operational Research*. 2002, Vol. 143, págs. 463-497.
- [5] HAUSER, JOHN Y CLAUSING, DON. *The House of Quality*, Harvard Business Review May-Jun de 1988, págs. 4-16.
- [6] JURAN, J. *Manual de Control de Calidad*. Madrid: McGraw Hill, Cuarta edición, 1993. Vol. 1.
- [7] VOLLMAN, THOMAS, Y OTROS. *Planeación y Control de la Producción Administración de la cadena de suministros*. Mexico: McGraw Hill Interamericana, Quinta edición, 2005.
- [8] FONVIELLE, WILLIAM. How to know what customers really want. *Training & Development*. September de 1997, págs. 40-44.
- [9] SHAPIRO, B. *Can marketing and manufacturing coexist*, s.l.: Harvard Business Review, 1977, 104-114.