# CAPÍTULO 4

## 4. PROYECTO KAIZEN

### 4.1 LANZAMIENTO

Para la realización de este proyecto de graduación, previamente se recibió una capacitación por parte de ASEPLAS; el curso tuvo una duración de 15 horas por parte de la Ing. Denise Rodríguez y el Ing. Marcos Buestán. La capacitación se realizó con el fin de reforzar conocimientos en temas como 5S, control visual, conocimiento del cliente, integración de ventas con producción y otras metodologías de mejora en las cuales se iba apoyar este trabajo para luego capacitar al personal de la empresa. La empresa esta compuesta por tres líneas de producción cada una en un galpón diferente, la planta en donde se enfocará este proyecto es la Planta de Espuma.

Las primeras semanas (Julio-2009) fueron para capacitar a los operadores clave del área de extrusión y conversión de espuma, quienes después serían los encargados de reforzar el conocimiento de sus compañeros con las herramientas y la metodología con las que se planeaba trabajar en la compañía, ya que se intentaba implementar en la empresa una metodología de mejora, sugerida por

la Ing. Denisse Rodríguez, 2009. La metodología se basa en cuatro pilares: organizar el puesto de trabajo, conocer al cliente, integrar producción y ventas, y mejorar la calidad. Junto con los componentes de definición de indicadores de desempeño al inicio y el componente de soporte de la metodología al final. La implementación se basó en capacitaciones continuas con personal de planta y aplicación de lo aprendido. Las herramientas que se utilizaron para organizar el puesto de trabajo incluyen: 5S, control visual, y Gung-Ho (técnica gerencial para aprovechar el potencial de las personas en la empresa).

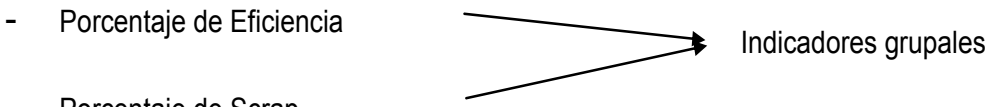
Para conocer al cliente las técnicas de apoyo fueron: clasificación ABC de los clientes, visitas de los clientes, mapeo del trabajo, mapeo de expectativas.

En cuanto a fomentar la integración entre producción y ventas se siguieron estos pasos: definición de políticas con apoyo de la alta gerencia y publicación de las mismas, mapeo de áreas de trabajo, mejoramiento en la comunicación y definición de medidas de desempeño. Finalmente, en el punto de mejorar la calidad se tomaron conceptos de las siete grandes pérdidas, las siete herramientas básicas de calidad, eventos Kaizen, y definición de un proceso de control estadístico de calidad.

Para lograr este acometido se realizó el lanzamiento oficial del proyecto, lo cual sucedió el día 1 de Agosto del 2009 en presencia de todos los colabores de la compañía incluyendo tanto a la gente de planta como la de administración, haciendo una breve explicación de todos los puntos citados en los párrafos anteriores.

## 4.2 INDICADORES

Para el desarrollo de este proyecto se registrarán indicadores semanales y mensuales adicionales a los que la empresa reporta mensualmente, indicados en el CAPÍTULO 3. Los siguientes indicadores serán comparados mensualmente, tomando en cuenta datos del área de Extrusión y Conversión o en conjunto según sea el caso, estos son los siguientes:




- Porcentaje de Eficiencia
- Porcentaje de Scrap
- Costo de Scrap
- Porcentaje de Reclamos
- Porcentaje de Devoluciones
- Ventas por Empleado
- Sugerencias por Empleados
- Porcentaje de Sugerencias Implementadas
- Beneficios Experimentados por las Sugerencias
- Porcentaje de Empleados Trabajando en Grupos

**Indicadores grupales**

Estos indicadores se manejan por grupo ya que en el área de extrusión de espuma se tienen dos grupos de trabajo, cada uno compuesto por dos personas (el extrusor y su ayudante). Así mismo en el área de conversión se tienen dos grupos cada uno compuesto por 6 personas (cortador, troquelador, amarradores y empacadores). Estos indicadores abarcan solamente el monitorio de la Eficiencia y el % Scrap. Estos dos indicadores se los analiza en las reuniones

semanales de manera simultánea en una misma gráfica, esto se lo hace con el fin de que los operadores al ver su desempeño hagan consciencia de que hay que llevar un equilibrio entre los mismos, para evitar el hecho de que por subir su eficiencia descuiden su nivel de desperdicio o viceversa.

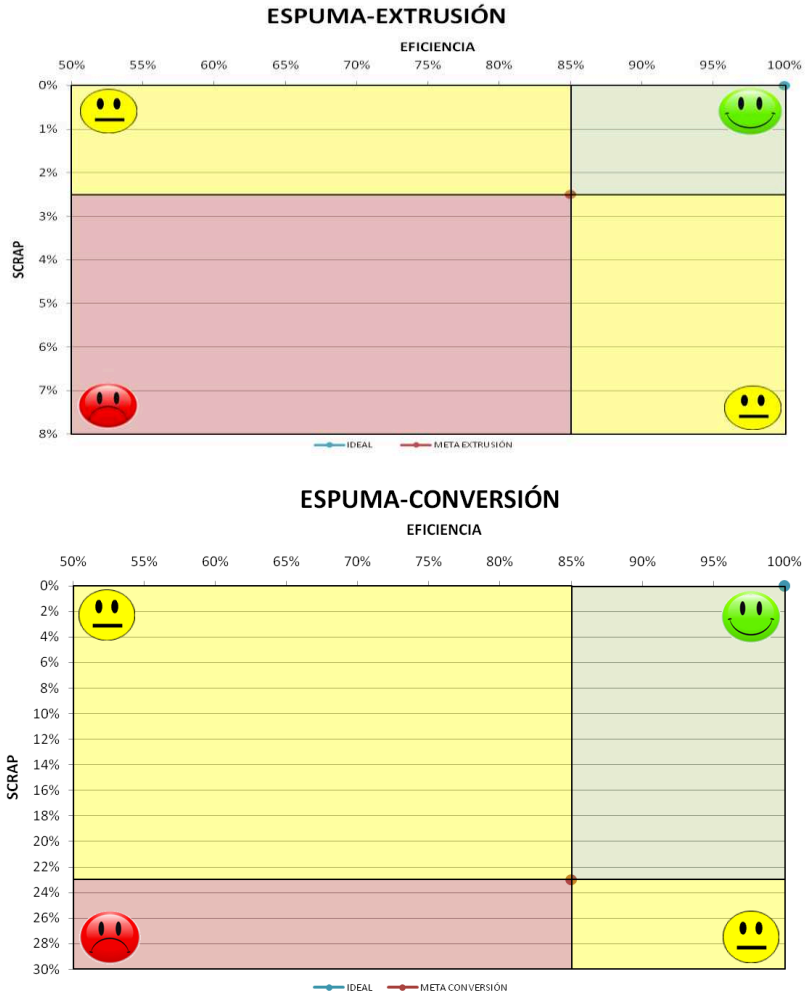



**Figura 4.1. Gráfica de indicadores de Eficiencia y Nivel Scrap simultáneo**

Tal como se puede observar en la **Figura 4.1** se identifican cuatro áreas en la gráfica**,** las cuales para facilidad de apreciación tienen colocadas caras felices, serias o tristes. El área verde con la **Cara Felíz** es el área en la que se cumple con ambas metas, el área roja con la **Cara Triste**, con alto desperdicio y baja eficiencia y las áreas amarillas con la **Cara Seria** que es un área donde el operario no está ni tan bien ni tan mal, es como una alerta ya que si el obrero se descuida cae en el área roja o si pone empeño caerá en el área verde. A continuación la descripción de cada uno de estos indicadores:

**EFICIENCIA**

**Objetivo:**

Medir la capacidad que tienen los operarios para desarrollar una tarea específica en el menor tiempo posible.

**Frecuencia:**

Revisión semanal

**Meta:**

Obtener al menos el 85%

Esta meta fue fijada con este valor simplemente para poder contar con una valor referencial ya que era la primera vez que se iba

calcular el mismo en la compañía, recién se iba a comenzar a recolectar este tipo de información, por lo que se necesitaba un punto de partida para poder tener un mejor análisis comparativo en general.

**Forma de cálculo:**

| Unidad | Fórmula | Frecuencia de cálculo |
|---|---|---|
| % | $\frac{Producción\ Real}{Producción\ Nominal} \times 100$ | Semanal |

Cabe resaltar que la unidad de media de este indicador está dada por bultos producidos

Como se pudo leer anteriormente, este indicador divide la producción real sobre la estándar, donde la producción por las condiciones del puesto de trabajo viene dada de la siguiente manera:

| CONVERSIÓN ESPUMA | |
|---|---|
| PROTECTORES (35cmx50cm) | |
| No personas | Bultos/Hora |
| 6 | 23 |
| 5 | 19 |
| 4 | 15 |

## NIVEL DE DESPERDICIO O SCRAP

**Objetivo:**

Medir la relación de la cantidad de material inútil conforme se va trasformando el producto.

**Frecuencia:**

Revisión semanal

**Meta:**

- Para el área de extrusión

  Menor o igual al 2,5%

- Para el área de conversión

  Menor o igual al 23%

Estas metas fueron fijadas con esos valores ya que se analizaron los valores históricos del nivel de desperdicios resultantes del año actual tomando en cuenta el periodo enero-julio donde se notó que los porcentajes mínimos alcanzados en algún momento por diversas razones fueron esos en cada área respectivamente.

**Forma de cálculo:**

| Unidad | Fórmula | Frecuencia de cálculo |
|---|---|---|
| % y Dólares | $Costo\ Desperdicio = Desperdicio(kg) \times Costo\ por\ Kg$<br>$\%\ Desperdicio = \frac{Desperdicio(kg)}{Consumo(kg)} \times 100$ | Semanal |

## INDICADORES SOLO DE CÁLCULO MENSUAL

### Porcentaje de Reclamos

**Objetivo:**

Controlar los reclamos que se receptan de los productos vendidos respecto a los pedidos facturados mensualmente, obteniendo un nivel de satisfacción de los clientes.

**Forma de cálculo:**

| Unidad | Fórmula | Frecuencia de cálculo |
|---|---|---|
| % | $\frac{Número\ de\ Reclamos}{Número\ de\ Pedidos\ Facturados} \times 100$ | Mensual |

**Método de recolección de datos**

Por escrito los reclamos de los clientes han sido muy pocos por lo que no se ha llevado un control exhaustivo de este tipo de información. Sin embargo, para la realización de este proyecto de graduación se han implementado formatos que ayuden a contabilizar los reclamos o inconformidades del cliente y a su vez plantear el análisis y posteriores acciones preventivas y correctivas según sea el caso.

Este formato fue entregado a los encargados del despacho de productos ya que ellos mantienen contacto directo en la etapa final de la venta del producto.

**Porcentaje y Costo de Devoluciones**

**Objetivo**

Monitorear los datos de devoluciones en kg y en valor monetario, obteniendo así un nivel de satisfacción del cliente y a su vez las pérdidas que representan dichas devoluciones.

**Forma de cálculo:**

| Unidad | Fórmula | Frecuencia de cálculo |
|---|---|---|
| % y Dólares | $\%\ Devoluciones = \frac{Kg\ de\ Devoluciones}{Kg\ de\ Productos\ Vendidos} \times 100$<br>$Costo\ Desperdicio = Devoluciones\,(kg) \times Costo\ por\ Kg$ | Mensual |

**Método de recolección de datos**

Los datos no se han venido registrando formalmente, sin embargo hay información cuando se genera una devolución por lo que se puede calcular el indicador. En cuanto al costo, se usan los valores del reporte mensual del departamento de contabilidad.

**Ventas por Empleado**

**Objetivo**

Registrar el monto de dólares y kg facturados en el mes relativo al número de empleados de planta y administrativos del área de espuma, observando cuanto se vende por trabajador

**Forma de cálculo:**

| Unidad | Fórmula | Frecuencia de cálculo |
|---|---|---|
| Dólares y Kg | $Ventas\ por\ empleado = \frac{Ventas\ mensuales}{Número\ de\ empleados}$<br>$Ventas\ en\ Kg\ por\ empleado = \frac{Kg\ facturados}{Número\ de\ empleados}$ | Mensual |

**Método de recolección de datos**

Los datos se extraen del reporte mensual del departamento de ventas. Allí se detallan el número de pedidos facturados y el monto de los mismos por vendedor. El número de empleados incluye tanto los administrativos como los operativos, la cantidad de personas varía cuando alguno cesa sus actividades en la empresa o alguien es contratado.

**Porcentaje de Empleados Trabajando en Grupos**

**Objetivo**

Reconocer el porcentaje de personas que trabajan en los grupos de mejora en relación al número total de empleados.

**Forma de Cálculo:**

| Unidad | Fórmula | Frecuencia de cálculo |
|---|---|---|
| % | $\frac{Número\ de\ empleados\ en\ grupos}{Número\ de\ empleados} \times 100$ | Semanal y Mensual |

**Método de recolección de datos**

Cada grupo de mejora lleva un cuaderno donde la secretaria anota la asistencia a las reuniones. En las actas de las reuniones de grupos de mejora se registran semanalmente cuantos asistieron y participaron. Así mismo en sesiones extraordinarias de reunión se registra en el acta a los participantes.

## 4.3 GRUPOS DE MEJORA Y REUNIONES

Luego del lanzamiento del proyecto se recurrió a la formación de los diferentes grupos de mejora en la planta de polietileno de espuma del cual resultaron cuatro grupos: 2 por el área de conversión (uno por turno) y 2 por el área de extrusión (uno por turno).

Una vez establecidos los grupos de mejora se eligieron a los líderes de cada uno de los grupos mencionados anteriormente con el fin de proporcionarles una capacitación personalizada referente a los temas que se iban a tocar como parte de la implementación del proyecto con el fin de que ellos sirvan de guía para sus grupos. Para esto se coordinaron reuniones de capacitación de una vez a la semana con una duración de 1-2 horas durante un mes.

Una vez finalizada la capacitación de los líderes se comenzó la capacitación de los demás miembros de los grupos de mejora en reuniones coordinadas como las anteriores. La primera etapa de estas reuniones tenía el objetivo de recolectar la mayor información posible tal como ideas, necesidades de mejora en los diferentes sitios de trabajo, inconformidades, etc., lo cual fue de gran ayuda para armar el correspondiente plan de acción a seguir a lo largo del proyecto. Para esto se recurrió la ayuda de talleres, proyección de videos, etc.

Luego de esto básicamente el tema central de las reuniones era la retroalimentación a medida que se iban implementando las ideas que se iban generando por parte de los propios operarios a lo largo del desarrollo del proyecto.

## 4.4 ORGANIZAR EL PUESTO DE TRABAJO

Para organizar el puesto de trabajo se recurrió al apoyo de la implementación de las 3 primeras “S”: Clasificar, Ordenar y Limpiar. Con el personal previamente entrenado en el tema en primer lugar se realizó un **Safari 5 “S”** el cual consistió en colocar tarjetas rojas en los sitios donde se veía una oportunidad de mejora, donde se podría hacer algún cambio relacionado con las tres primeras **“S”** y mejoras en general**,** por lo que cada una de las ideas iban siendo

debidamente registradas en un block de notas, información que iba a servir para la realización de un plan de acción. Para hacer el registro formal de todos estos datos se recurrió a la elaboración de un formato el cual se lo denominó **Plan de Acción 5 "S"**.

Para poder comenzar con la implementación de las **5"S"** se coordinó y se ejecutó una minga de limpieza el domingo 16 de Agosto del 2009 la cual consistió en sacar todo lo que no se usaba y no servía, para luego comenzar a limpiar la planta y una vez hecho esto, comenzar a ordenarla priorizando por frecuencia de uso, es decir; lo más usado se lo colocaba lo más cercano al puesto de trabajo y lo que no, se lo colocaba en otro lugar más alejado, todo con el fin de reducir algún movimiento innecesario, por lo que se asignó un lugar para cada cosa .

Luego de la minga, con el objeto de estandarizar y mantener cada cosa en su lugar, se hizo uso del control visual, además de las consideraciones que se incluyeron en el plan de acción las cuales contribuían a la causa mencionada anteriormente, tales como delimitar áreas de almacenamientos con líneas amarillas, colocación de letreros acrílicos para identificar áreas, lugares, máquinas, etc., se establecieron mínimos y máximos de almacenamiento, los cuales se detallan y se explican a continuación:

1. ROLLOS EN PROCESO DE CORTE:

   - Para un turno de 10 horas de trabajo se tiene que:

     **Mínimo:** 1 Rollo

     **Máximo:** 35 rollos

     Se estableció como mínimo un rollo ya que mientras cortan un rollo el resto de los operarios tienen el tiempo suficiente para ir en la búsqueda de otros.

     El espacio designado para colocar estos rollos tiene capacidad como para 45 rollos, y en el turno del día se consumen de 65-70 rollos según las condiciones de trabajo por lo que se estableció que el máximo de almacenamiento fuera 35 rollos con un punto de reabastecimiento a mitad del turno.

   - Para un turno de 12 horas se tiene que:

     **Mínimo:** 1 Rollo

     **Máximo:** 40 Rollos

     Se estableció como mínimo un rollo ya que mientras cortan un rollo el resto de los operarios tienen el tiempo suficiente para ir en la búsqueda de otros.

     El espacio designado para colocar estos rollos tiene capacidad como para 45 rollos, y en el turno de la noche

se consumen de 78-80 rollos según las condiciones de trabajo por lo que se estableció que el máximo de almacenamiento fuera 40 con un punto de reabastecimiento a mitad del turno.

2. ROLLOS PARA EL DESPERDICIO:

   **MÍNIMO:** 1 Rollo

   **MÁXIMO:** 3 Rollos

   Un rollo es suficiente para trabajar una semana completa considerando ambos turnos, pero para tratar de establecer un adecuado manejo de los mismos y por espacio se decidió establecer como mínimo y máximo las cantidades mencionadas anteriormente.

3. BULTOS DE FUNDAS DE EMPAQUE:

   **MÍNIMO:** 1 bulto (150 fundas de empaque)

   **MÁXIMO:** 10 bultos (1500 fundas de empaque)

   Se estableció un mínimo de 1 bulto, ya que estas fundas solo pueden ser selladas en una máquina y generalmente ésta tiene una carga de producción grande y continua.

   Se debe tener en cuenta que la cantidad establecida como máxima(1500 fundas) cubre tres días de trabajos completos y se determinó como tal para que el pallet donde se colocan

estos bultos no esté tan recargado de fundas para evitar así el desorden.

Una vez realizado esto y con la información debidamente filtrada y registrada en el **Plan de acción 5 "S"** que se puede observar en Apéndice en el **ANEXO H**, el personal de producción y los operarios; comenzaron a ejecutar poco a poco las diferentes ideas en coordinación con gerencia que era quien facilitaba la compra de materiales a través de su aprobación.

A continuación se presentan las evidencias de antes y después de los diferentes cambios:

**Lugar: Cartelera de Anuncios**

Había un playwood que se lo utilizaba a manera de cartelera el mismo que por su forma no permitía una buena distribución de las publicaciones.

Se procedió a cambiar por una pizarra de corcho forrada de plástico para evitar que se ensucie. Se colocaron letreros y títulos.

**ANTES** **DESPUÈS**

**Figura 4.2. Antes y Después del reemplazo de la nueva cartelera**

**Lugar: Área de Rollos de Empaque y Fundas de Empaque**

Se encontraban rollos de empaque en tamaños y cantidades indistintas, estorbando el tránsito normal y quitando espacio.

Se estableció el espacio para rollos de empaque con un máximo de tres rollos, y un mínimo de uno. Se acomodó el tacho de basura de manera que sea accesible. De esta manera el pasillo se encuentra más despejado.

**ANTES**

**Figura 4.3. Antes del cambio**

**DESPUÉS**

**Figura 4.3.1 Después de implementar el cambio**

**TROQUELES PARA HACER LÁMINAS**

Existen dos troqueles los cuales se los utiliza para hacer las perforaciones cuando se lo requiere en los diferentes tipos de láminas, los mismos que luego de ser utilizarlos eran colocados en cualquier sitio. Se procedió a asignar un lugar para los mismos con la debida identificación.

**ANTES** **DEPUÉS**

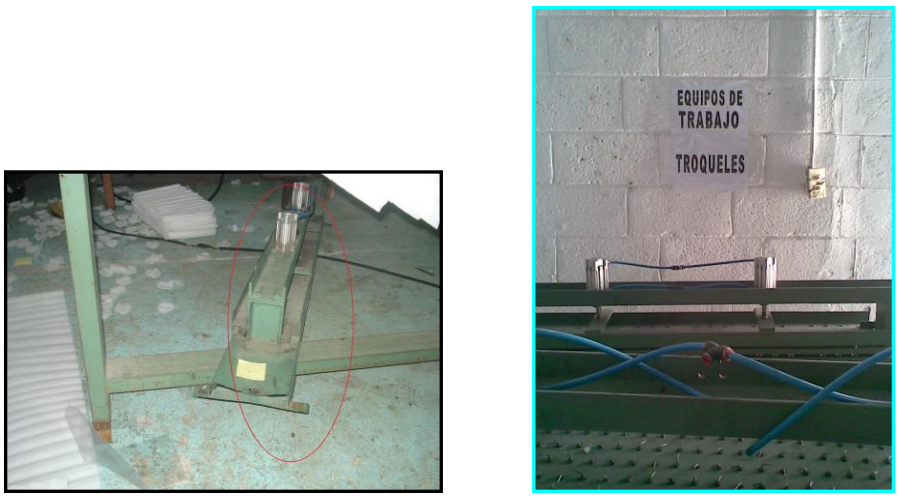



**Figura 4.4 Antes y Después de realizar el cambio respectivo**

Con el propósito de crear una disciplina y mantener involucrados en este proceso a todos los trabajadores se implementaron las Auditorías 5 “S” para garantizar que los cambios se mantengan en el tiempo y es así como se elige a tres colaboradores de la compañía los cuales por no pertenecer

de manera directa al área en transformación poseían un punto de vista diferente, lo cual sirvió de mucha ayuda para seguir encontrando oportunidades de mejora en el área de trabajo. Estas personas fueron:

1. Silvana Murillo (Área de Ventas)
2. Katty Romo (Área de Contabilidad)
3. Leandro Ríos ( Área de Bodegas)

Al inicio se hicieron recorridos en conjunto con los auditores a manera de capacitación para que sus calificaciones sean más objetivas. Y es que luego cada auditor se hacía responsable de recorrer la planta y calificar bajo los parámetros que se les fue dados en las hojas de Auditorias 5 “S”, los mismos que constaban en un formato creado justamente para cumplir este objetivo, el cual puede ser visto en Apéndice en el **ANEXO I.** Los auditores también tenían la obligación de reportar las evidencias, anomalías y recomendaciones pertinentes según fuese el caso.

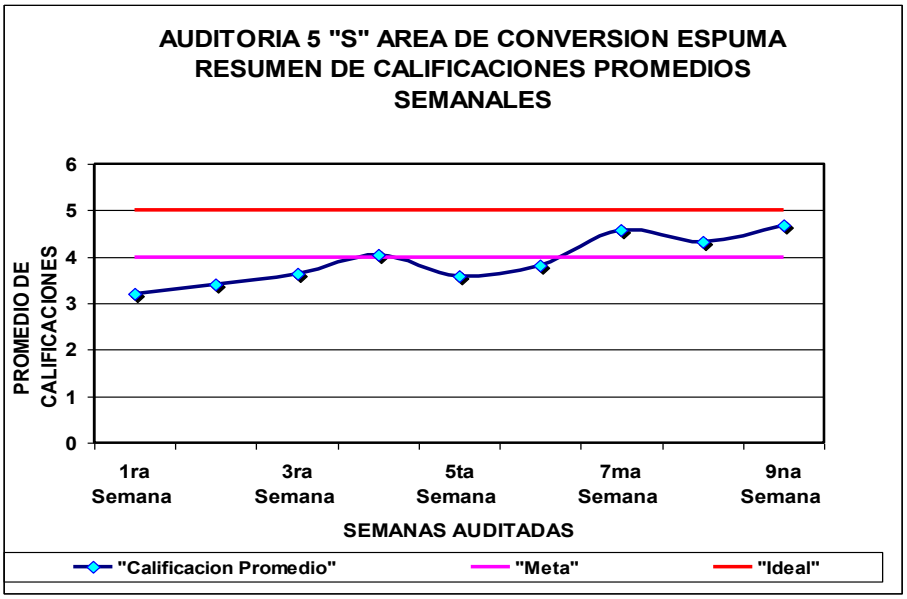



**Figura 4.5 Resumen de calificaciones de auditorías promedios semanales**

En la **Figura 4.5** se puede observar la evolución de las 9 semanas continuas de auditorías con las calificaciones promedio de las tres primeras **S** para cada semana, donde se puede apreciar el progreso y desempeño semanal**.** El cual inicialmente tenía un promedio muy bajo, luego fue mejorando hasta llegar a valores cercanos a la meta e inclusive superándola casi estando cerca de llegar a los valores ideales.

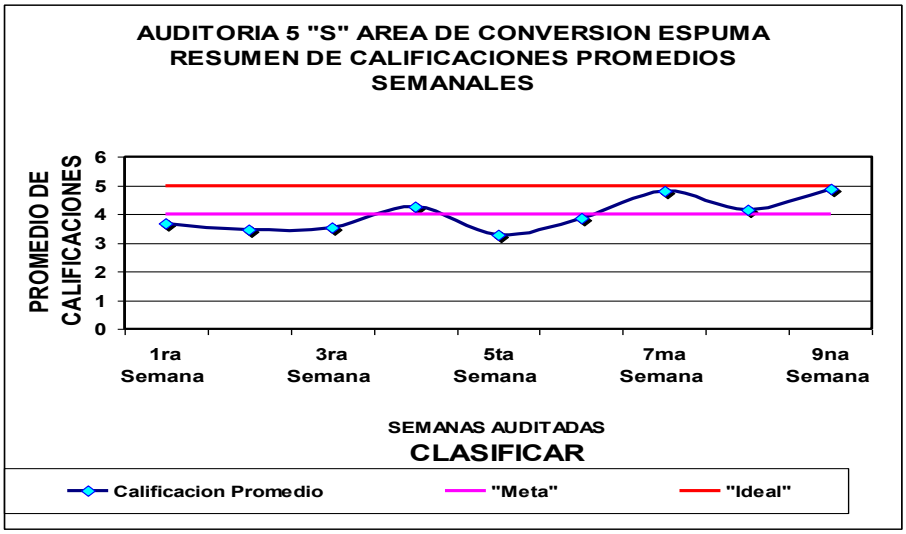



**Figura 4.6. Evolución de la primera "S": CLASIFICAR**

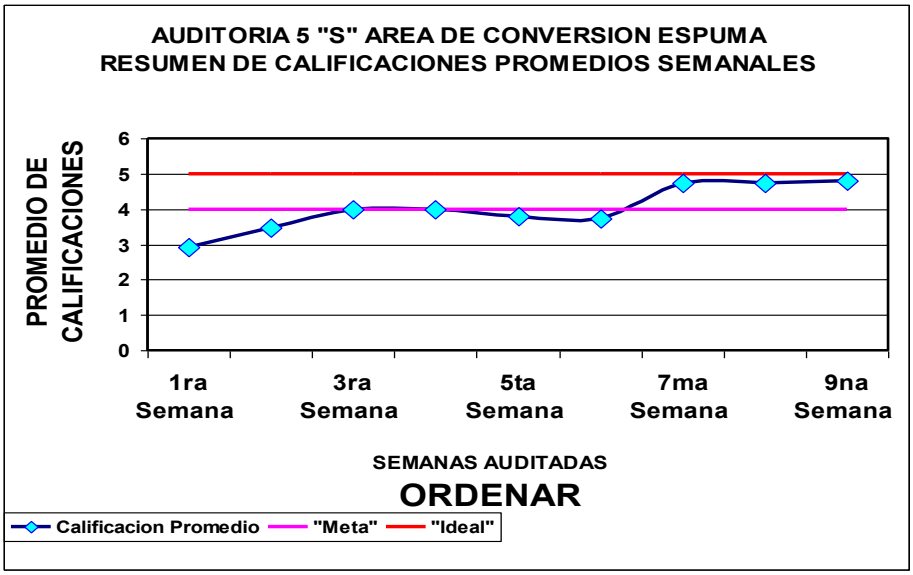



**Figura 4.7 Evolución de la segunda "S": ORDENAR**

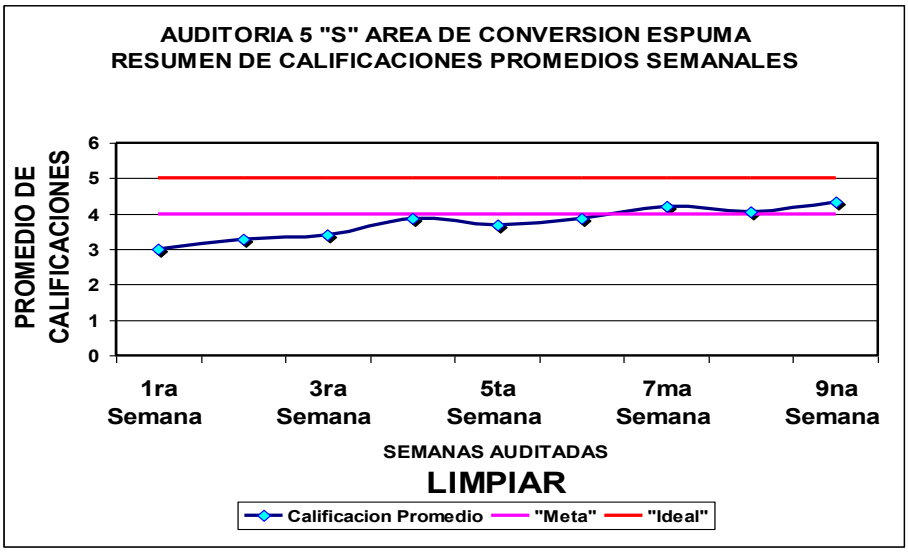



**Figura 4.8 Evolución de la tercera “S”: LIMPIAR**

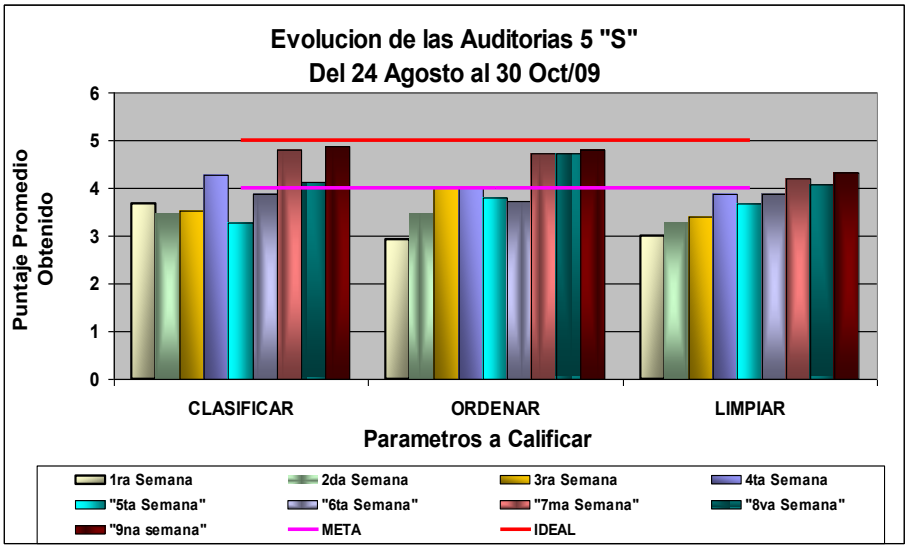



**Figura 4.9 Evolución comparativa de las 3 primeras “S”**

Tal como se observa en las **Figuras 4.6, 4.7 y 4.8** se puede apreciar que los tres parámetros han tenido un desempeño favorable a lo largo de la realización de las auditorias, pero la **Figura 4.9** muestra que el parámetro que tiene calificaciones más bajas es la Limpieza. Por lo que en las reuniones semanales se trató de hacer concientizar a los operarios de lo importante que es mantener el área de trabajo limpia, poniendo como una política interna de que el grupo de trabajo saliente debía dejar todo ordenado y limpio. Para garantizar esto, al líder de cada grupo de trabajo se le asignó la tarea de revisar toda el área de trabajo cada vez que reciba su guardia. Y si encontraba algo fuera de su lugar o sucio, debía de comunicar de inmediato al supervisor de planta para tomar las acciones correctivas del caso. Pero no solo se hizo hincapié en la limpieza al finalizar el turno de trabajo sino que también durante el turno ya que las auditorías eran hechas en cualquier día y a cualquier hora. De esta manera se logró reforzar este parámetro que como se puede observar en la gráfica fue subiendo poco a poco.

## 4.5 CONOCIMIENTO DEL CLIENTE

Un **cliente interno** puede ser cualquier operador del área de producción dentro de la compañía al que se le debe poner mucha atención para obtener un buen funcionamiento en dicha área. El trato a los clientes internos empieza por el lugar de trabajo ya que de esta manera si el entorno laboral es agradable, seguro, y está provisto de buenos equipos y herramientas, se puede obtener buenos resultados en calidad, productividad y eficiencia. El **cliente externo** son todas las personas ajenas a la compañía que requieren los productos.

**Relación Cliente-Proveedor en el proceso productivo:** El proveedor interno que realiza la elaboración del polietileno espumado en el área de extrusión debe satisfacer las necesidades del cliente interno, que en este caso es el área de conversión espuma, ya que en dicha área se recibe el producto (rollos) a procesar y son ellos que verifican, si el rollo cumple o no con las especificaciones de calidad que se requieren y estos son básicamente espesor, color y textura, y al no cumplir con dichas especificaciones los rollos van directamente al desperdicio ocasionando pérdida de tiempo en el proceso productivo.

En el caso de la conversión espuma, ellos como proveedor deben cumplir con los requisitos del área de bodega ya que el bodeguero confirma que el producto terminado sea el correcto en cantidad de bultos y productos; quiere decir láminas o protectores y de esta manera entregar un producto en excelentes condiciones al cliente final.

### 4.5.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CLIENTES

Para realizar la clasificación de los Clientes se tomó información correspondiente a todo un año y así poder realizar un estudio ABC para determinar cuáles son los clientes potenciales que compran con mayor frecuencia los Protectores Rentables de 5mm y se obtuvo la siguiente información:

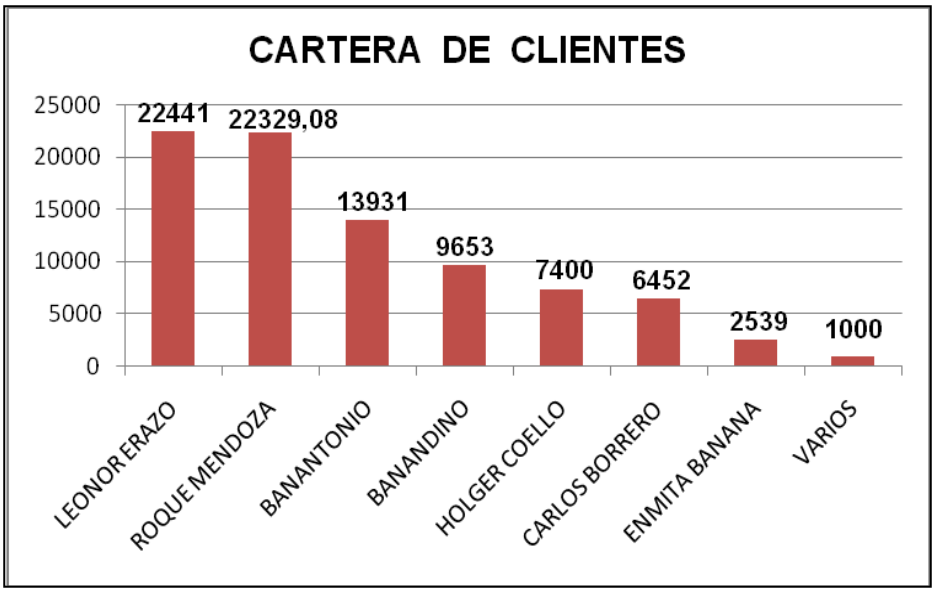



**Figura 4.10 Clientes Potenciales en la compra de protectores**

**ANÁLISIS**

Realizando el estudio **ABC** para determinar cuáles son los clientes que adquiere los protectores rentables, se puede observar de acuerdo a la figura 4.10 que uno de los clientes potenciales es **Leonor Erazo**, ya que este cliente es un distribuidor de la zona de la MANA, seguido del cliente **Roque Mendoza** que pertenece a la zona de QUEVEDO, ambos clientes pertenece a la Provincia de los Ríos. Los clientes que son distribuidores nos ayudan a dispersar el producto a lugares que son difíciles de llegar para la compañía y esto nos permite

que el producto tenga mayor acogida con los productores bananeros.

### 4.5.2 MAPEO DEL TRABAJO

Se organizó una visita a uno de los clientes de la compañía que actualmente adquieren el Protector Rentable de 5mm, dicho cliente se encuentra ubicado en Milagro en la Finca Enmita del Rocío del Grupo Cabrera Rojas, en dicha visita se pudo conocer el proceso del banano y el uso del protector, en el cual se detalla a continuación.

1. Se realiza el deschive (limpieza de la bellota) del racimo, se enfundan, se coloca el corbatín tratado (con insecticida) y la cinta de edades de varios colores; después de 1 a 2 semanas que estén fuerte las manos y el tallo (grueso) se realiza la colocación del Protector.
2. Luego de haber colocado el protector, su proceso de protección dura 12 semanas para ser cortado el racimo de banano.

**Figura 4.11 Proceso de Protección del Racimo**

3. Al cortarlo se lo realiza con 2 jornales, el 1ero lo corta y el 2do lo recibe en la cuna para que no se estropee las puntas y dedos de los cluster, aunque el protector también realiza su labor de protección ya que no permiten que se rallen entre dedos.

4. Se los coloca en una garrucha para transportarlos por las líneas funiculares y llevarlos hasta la planta de proceso.

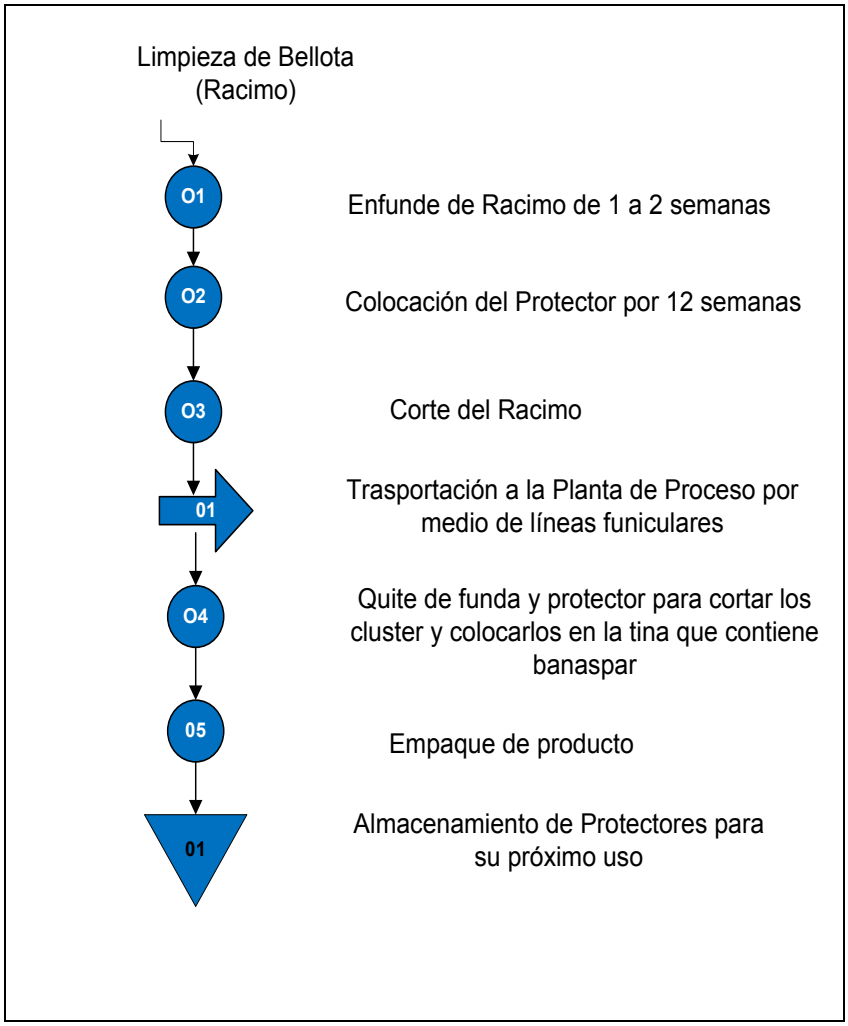
**Figura 4.12 Proceso de Transportación del Racimo**

5. Una vez en la planta se procede a quitar la funda de banano y los protectores, se comienza a desflorar el racimo para cortar los cluster y ponerlos en la tina que contiene banaspar y fungaflor para contrarrestar la mancha de látex.

**Figura 4.13 Proceso Desflore del Racimo**

6. Después de haber terminado el proceso del corte y empaque hay dos jornales que se dedican a la recolección de protectores para realizar la limpieza correspondiente del mismo con la finalidad de reutilizarlo al menos 4 veces.

## 1. DEFINIR




## 2. LOCALIZAR

Dentro del proceso productivo del banano, los protectores de 5mm son colocados después de las 2 primeras semanas del enfunde del racimo.

**3. PREPARAR**

Se coloca el Protector en el Racimo por 12 semanas antes de ser cortado y comprobar que el protector hizo su trabajo de evitar que se estropeen los cluster del racimo.

**4. CONFIRMAR**

Los operadores proceden a quitar la funda de banano, los protectores y desflorar el racimo para verificar que el producto este en buen estado.

**5. EJECUTAR**

Luego del corte, empaque y distribución, se dedican a la recolección de protectores para ser reutilizados nuevamente.

**6. MONITOREAR**

Para asegurar que el producto tenga el nivel de calidad requerido por el cliente se cuenta con muestras de producción para una mejor trazabilidad del producto, en el que se puede detectar con que materia prima se trabajó, cuando se lo produjo, cuando se lo despacho y así poder determinar si el producto que el cliente tiene en su hacienda pertenece a la compañía ya que no es el único proveedor de polietileno espumado.

**7. MODIFICAR**

Observando el proceso de cómo utilizan el protector en su hacienda no existe una propuesta de mejora para su proceso.

**8. CONCLUIR**

Con un manejo cuidadoso y una buena limpieza del protector de 5mm que consiste en la inmersión en agua con acido cítrico al 5 % y luego frotar con un esponja suave, dejar secar, almacenarlos y empacados en aéreas cubiertas, se puede reutilizar el protector las 4 veces que la compañía da de garantía y de esta manera su proceso sería más productivo ya que aumenta la rentabilidad del productor bananero hasta en un 25%.

## 4.6 INTEGRACIÓN DE PRODUCCION Y VENTAS

Para fomentar la integración de ventas con producción, se propuso a la compañía establecer políticas de Producción y Logística con el fin de establecer procedimientos para evitar conflictos entre los departamentos.

### 4.6.1 POLÍTICAS DE PRODUCCIÓN

Para tener una buena relación entre los departamentos de Producción – Ventas, primeramente se debe establecer o crear políticas en las cuales cada departamento se comprometa a seguir y cumplirlas sin modificar el procedimiento correspondiente. Como el protector rentable de 5mm es un

producto que se fabrica masivamente debido al incremento de las ventas y por la aceptación del producto en el sector bananero se procede a proponer las siguientes políticas en el área de Logística y Producción.

## LOGÍSTICA

### 1. Políticas de Transporte:

**a**. El producto puede ser enviado a diferentes lugares de la Provincia de los Ríos, Guayas y parte del Oro, siempre y cuando se cumplan con la capacidad total del camión que pueden ser:

- Capacidad de 5 toneladas con remolque= 800 kilos (170 bultos)
- Capacidad de 2,5 toneladas= 830 kilos (180 bultos)
- Capacidad de 2 toneladas= 500 kilos (120 bultos)

**b**. El tiempo estimado de entrega tiene un periodo máximo de 3 días laborables ya que este producto siempre se mantiene en inventario debido a la demanda de mercado.

**c**. Solo se puede realizar 2 entregas al día en la zona del Guayas debido a la corta distancia de las haciendas.

**2. Políticas de Entrega:**

**a**. La salida de los transportes es máximo a las 08:00 a.m. debido a las distancias que tienen que realizar durante el día, cada vehículo tiene por lo menos 2 entregas a diferentes clientes.

**b**. Las entregas dobles se programan cuando están en la misma ruta, para aprovechar la capacidad máxima del transporte.

**c**. El conductor deberá regirse estrictamente con las direcciones asignadas en cada guía, en caso de que exista un cambio de dirección, el Dpto. de Logística, se deberá comunicar inmediatamente con el conductor asignado para notificarle los respectivos cambios.

**d**. Los vendedores de cada zona no tienen la autorización para hacer cambios de rutas sin antes haberlo coordinado con el Dpto. de Logística.

**e**. Las entregas que están fuera del perímetro tanto de las Provincias de Los Ríos, Guayas y El Oro se utilizan transportes de terceros como por ejemplo; Transportes

CHASQUIS ( Sto. Domingo), TRANSDIR (QUITO), CENTINELA DEL ORO (Machala “Capacidad mínima”).

**3. Políticas de devoluciones**

**a.** Si la mercadería devuelta presenta daños y se demuestra que no es producto del proceso de producción si no por mal manejo de limpieza por parte del cliente, la compañía no está en la obligación de asumir dicha responsabilidad.

**b**. Cuando el cliente confirma que tiene producto en mal estado se realiza el retiro desde sus instalaciones para ser ingresado a la bodega de la compañía y efectuar la trazabilidad correspondiente y según el resultado se procede al canje por producto nuevo.

**PRODUCCIÓN**

**4. Políticas de producción**

**a.** La extrusión de la lámina de espuma tiene que cumplir con los parámetros de calidad ya establecidos: espesor (mínimo 5 mm), peso (máximo 19 kilos), color, textura.

**b.** Se realizará la fabricación de protectores de 5mm de lunes a viernes y en el fin de semana se hará la producción de

láminas con el objetivo de no interrumpir el proceso de extrusión debido al almacenamiento de rollos que se los coloca por días ya establecidos, se puede cambiar la fabricación del protector a láminas, en casos esporádicos y en la cual se debe tener coordinación con el Dpto. ventas para la ejecución del mismo.

**c.** La planificación de trabajo en el área de Espuma (Extrusión y Conversión) se coordinará de acuerdo a la gestión que realice el Dpto. de Ventas con el desalojo de los protectores es decir; normalmente se trabajara 8 horas más el sobretiempo en el área de conversión y extrusión en temporadas en donde la demanda del producto es altísima y de esta manera cumplir con las producciones establecidas para sus respectivos despachos, caso contrario se laborara turnos de 8 horas.

Las políticas que se mencionaron con anterioridad todavía no han sido aprobadas completamente por la Gerencia debido a que se está realizando una revisión de cada una de ellas con el fin de crear registros y procedimientos en cada departamento.

### 4.6.2 MAPEAR ÁREAS ENTRE PRODUCCIÓN Y VENTAS

**PUNTOS CRÍTICOS ENTRE LAS ÁREAS**

| PROBLEMAS | VENTAS | PRODUCCION |
|---|---|---|
| Cambios en la línea del producto | Cambios drásticos en la línea de producción | Cambios planeados, solos los necesarios |
| Planificación de la capacidad | Aceptar todas las ordenes | Evaluación de las ordenes |
| Entrega | Entrega inmediata | Tan rápido como sea posible |
| Control de Calidad | Altos Estándares | Controles específicos |

**VENTAS**

Se realizó una entrevista con la Asistente de Ventas acerca de cómo se elabora los pedidos de los clientes y cuáles son los problemas más comunes que resultan de dichos pedidos y se obtuvo la siguiente información.

En el área de ventas los pedidos se hacen directamente con el vendedor en el cual se llenan los siguientes requisitos para realizar la compra, esta información básicamente se obtiene del diagrama del macroproceso productivo que se encuentra en Capítulo 3: figura 3.5

1. Llenar informe comercial y adjuntar RUC, nombramiento del representante legal, cédula del representante legal y referencia bancaria. Dichos documentos los revisa el gerente de ventas y pasa al Dpto. de crédito que se encarga de revisar su historial crediticio por el sistema del buró, solicita referencias comerciales y referencia bancaria y de acuerdo a todo esto se le agrega el cupo y el crédito de 15 a 30 días.
2. Para dar el cupo al cliente por quince días deberá tener por lo menos 4 cifras altas y para el crédito de 30 días deberá tener 5 cifras bajas, medias o altas.
3. Una vez aprobado el cliente se procede a comunicar al vendedor para que le notifique al cliente su cupo y tiempo de crédito
4. Confirmado el proceso al cliente realiza su pedido de acuerdo al cupo y tiempo asignado.
5. Cuando el cliente emite su orden de pedido se realiza el siguiente paso: Se elabora una solicitud de producción adjuntado la orden del cliente para recoger las firmas del gerente de ventas, y de la gerente financiero, para luego entregarla al departamento de producción. Una vez que se hizo todo este proceso, el departamento de logística procede

al despacho correspondiente de acuerdo a la capacidad de los camiones y pedido del cliente.

6. Se programan los viajes de acuerdo a las prioridades de los Clientes.

**PROBLEMAS COMUNES (VENTAS)**

**Punto 1**

Solicitud comercial incompleta: falta de referencias comerciales números de teléfonos, cédula y principalmente la referencia bancaria y con todo esto se retrasa el proceso, el crédito solo se otorgará a clientes que tenga buenas referencias en el buró y banco, caso contrario se niega el crédito.

**Punto 2**

Los clientes que tengan menos de tres cifras bajas solo podrán comprar al contado y pago anticipado

**Punto 3**

Los clientes que se pasan de sus días de crédito por más de tres ocasiones se les cerraran automáticamente el crédito.

**Punto 4**

Los cliente que tengan facturas vencidas y requieren un nuevo pedido no se le podrá despachar hasta que cancelen las respectivas facturas.

**Punto 5**

Los clientes solo podrán exceder su cupo después de seis meses de compras consecutivas sin atraso alguno en las mismas o haya realizado por lo menos 8 compras de volúmenes grandes al contado. El cliente no podrá excederse de su cupo de crédito y si existiera el caso, el cliente tendrá que realizar esa compra al contado ya que esta fuera de su cupo asignado.

**Punto 6**

Falta de coordinación de los vendedores con el Dpto. de Logística con respecto al lugar de entrega.

## PROBLEMAS COMUNES (PRODUCCIÓN)

Como ya se explicó con anterioridad en el Capitulo 3, el protector rentable es un producto que se lo elabora para stock por la demanda de mercado que existe, en la cual se encontró los siguientes problemas en dicha área.

- Para de equipos en producción por mantenimiento o por mal funcionamiento.
- Falta de un programa de Mantenimiento Preventivo de las máquinas de la planta.
- Cambios drásticos en los programas de producción.
- Mal manejo de materias primas y materiales.

- Desconocimiento de los factores técnicos y complejidad de la maquina extrusora PITAC.
- Problemas en el espesor y deterioro de la espuma.

### 4.6.3 MEJORAR LA COMUNICACIÓN

El cliente, como consumidor final e indispensable en todas las acciones de la empresa, se ve afectado por todo lo que pasa al interior de esta, para lograr cumplir con las necesidades que requiere el cliente, se necesita de una buena comunicación entre departamentos. La satisfacción del cliente está influenciada básicamente por las relaciones internas entre ventas y producción, es decir mientras se pueda establecer una mejor organización o coordinación entre las áreas, mayor será el desempeño y productividad en la elaboración del producto y en consecuencia la satisfacción del consumidor final.

Para establecer vías de comunicación entre Ventas y Producción, se propone realizar las siguientes tácticas:

- Reuniones semanales entre producción y ventas para coordinar la producción de protectores y establecer prioridades con los pedidos de los clientes pendientes.
- Realizar actividades deportivas mensuales entre las áreas para tener una mejor integración entre los integrantes de cada departamento.
- Charlas de motivación personal para mejorar el desempeño laboral.
- Charlas de relaciones interpersonales para mejorar el clima laboral.

## 4.7 MEJORAR CALIDAD

La mejora de la calidad es un proceso que requiere la participación de toda la compañía y, en la mayoría de los casos, conduce a cambios en los hábitos de trabajo e incluso en la organización. Por lo tanto, se enfocará a los diferentes procedimientos, actividades de calidad que se realizan en el área de extrusión de espuma para involucrar e incentivar a las personas al proceso continuo de la eliminación de defectos.

### 4.7.1 APLICACIÓN DE 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS DE CALIDAD

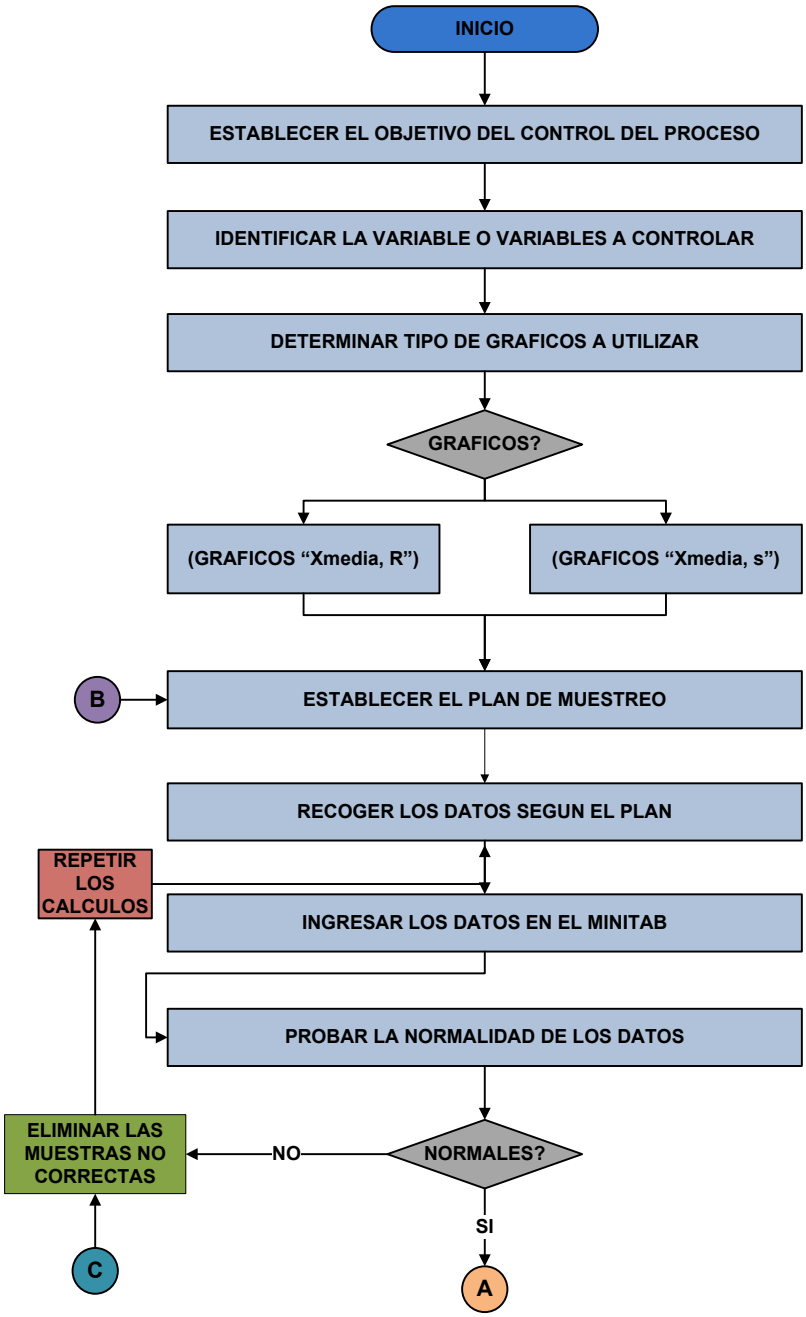
Habiendo capacitado al personal con los conceptos básicos y acerca de la utilización de las 7 herramientas de calidad en las distintas reuniones que se realizaban semana a semana, al mismo tiempo buscando la manera de involucrar más a la gente en el proceso de producción y en el proyecto, se comenzaron a realizar eventos kaizen de los diferentes problemas de calidad por los que pasaba la compañía y se decidió en especial enfocarse en un problema de calidad por el cual estaba atravesando el área de extrusión el mismo que afectaba tanto a su cliente interno como a su cliente final.

Este problema consistía en que la máquina extrusora de rollos no estaba fabricando rollos que se encontraren dentro de las especificaciones del proceso lo cual estaba generando pérdida de tiempo y pérdida de dinero. Y para atender a este problema se recurrió al uso de una de las herramientas de la calidad, el cual fue **El Diagrama de Causa-Efecto** con su respectivo **Plan de acción** los mismos que se aplicaran más adelante en el punto **4.7.2.**

### 4.7.2. CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD

#### IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En las reuniones semanales cuando se estuvo tratando acerca de las 7 herramientas básicas de calidad y las 7 grandes pérdidas los operarios de extrusión de espuma siempre mencionaban que tenían dificultades de mantener estable la máquina PITAC (extrusora) lo cual estaba provocando que trabajaran con rollos fuera de especificaciones, donde se notaba la falta de un control de calidad formal para dicha área que al mismo tiempo les proporcionara información para una mejor toma de decisiones. Por lo que se llegó a la conclusión que la mejor herramienta que podría manejar esa situación son las gráficas de control por variables. A continuación se muestra el diagrama de flujo a seguir para la implementación de las mismas.


INICIO
ESTABLECER EL OBJETIVO DEL CONTROL DEL PROCESO
IDENTIFICAR LA VARIABLE O VARIABLES A CONTROLAR
DETERMINAR TIPO DE GRAFICOS A UTILIZAR
GRAFICOS?
(GRAFICOS "Xmedia, R")
(GRAFICOS "Xmedia, s")
B
ESTABLECER EL PLAN DE MUESTREO
RECOGER LOS DATOS SEGUN EL PLAN
REPETIR LOS CALCULOS
INGRESAR LOS DATOS EN EL MINITAB
PROBAR LA NORMALIDAD DE LOS DATOS
ELIMINAR LAS MUESTRAS NO CORRECTAS
NO
NORMALES?
SI
C
A

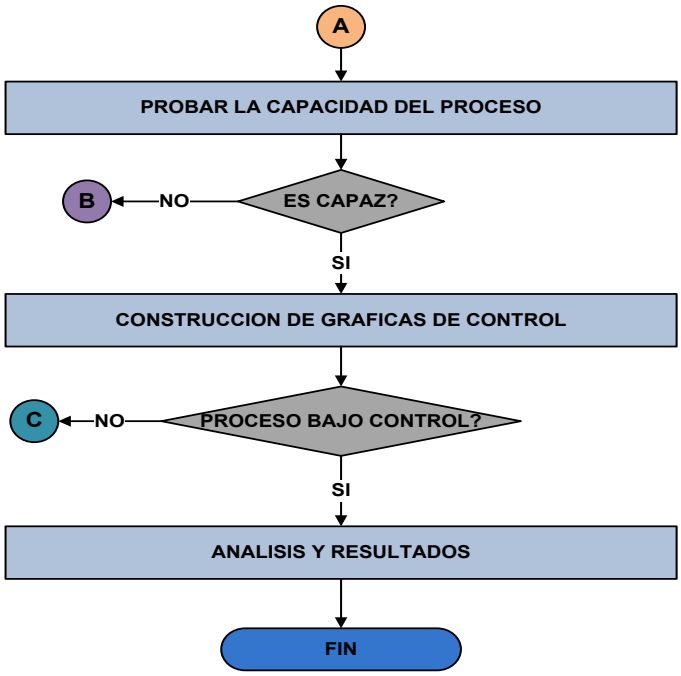



**Figura 4.14 Diagrama de Flujo proceso del control estadístico**

**Objetivo del control del proceso.**

A través del control estadístico y las gráficas de control se quiere lograr estabilizar el proceso de extrusión de espuma reduciendo en lo posible la variabilidad del estado de los diferentes factores que influyen en dicha inestabilidad.

**Identificación de la variable o variables a controlar**

En el proceso de extrusión de espuma se manejan algunas variables tales como temperaturas, presiones, velocidades las cuales son controladas a través de los dispositivos visuales de la maquina PITAC (extrusora) y variables como espesor, ancho que son controladas en el producto a medida que se lo va extrusando.

La compañía, la cual dentro de su línea de producción de espuma, vende protectores, los mismos que son utilizados por empresas del sector bananero, la cual, en meses anteriores tuvo un reclamo y devolución de su producto debido a que los protectores se encontraban con el espesor por debajo de los 5mm, parámetro que es prometido al momento de realizar negocios con el cliente.

Pero además de satisfacer a nuestro cliente externo, también se debe atender al cliente interno, el cual es conversión de espuma. Cliente del cual se recibe el mayor número de quejas, las cuales se centran en la conversión de rollos con bajo espesor, es decir que se encuentran por debajo de los 5mm.

Según el diagrama de pareto mostrado en el capítulo 3 se pudo concluir que la compañía lo que más vende son

protectores de 5mm y en bajas cantidades protectores de 4mm y laminas. Por lo tanto cuando los rollos que pasan por el proceso de conversión son detectados por los operarios que se encuentran finos, estos pierden tiempo en la calibración de los mismos para garantizar que el despacho sea de protectores de 5mm.

Por lo tanto para poder cumplir con el objetivo establecido anteriormente este estudio se va a centrar en el espesor de la película espumada, ya que esta variable depende de un adecuado manejo de las temperaturas, velocidades y presiones de la máquina. Por lo tanto para obtener el espesor se lo consigue extrusando adecuadamente el polietileno, encontrando la combinación más acertada de las variables ya mencionadas. Cabe resaltar que la materia prima pasa primero por un primer tornillo que es donde se funde la misma, la cual pasa a un segundo tornillo para continuar con el proceso de mezcla pero es en donde el material se va a ir enfriando para luego salir por un molde, en forma de película espumada, y para que este proceso se de, de la mejor manera posible las presiones en el primer tornillo deben de ser las suficientes para lograr pasar el

material al segundo tornillo, lo cual se realiza manipulando de cierta manera las velocidades y temperaturas para ayudar a que el material se haga mas liquido o mas viscoso según las conveniencias del caso.

**Determinación del tipo de gráfico a utilizar**

Se sabe que la desviación estándar de la muestra del subgrupo en la gráfica de **"X media, s"** se calcula empleando todos los datos, no solo los valores superior e inferior, como en el caso de la gráfica **"X media, R"**. Por lo tanto, una gráfica S es más precisa que una R, pero como se está tratando con un tamaño de subgrupo menor a 10, ambas gráficas mostrarán la misma variación, en el caso de que el tamaño de los subgrupos hubiera sido mayor a 10 o más, los valores extremos tendrán una injustificada influencia en la gráfica R.

Por lo tanto considerando los aspectos mencionados en las líneas anteriores y que no se cuenta con mucho tiempo para realizar este estudio vamos a trabajar con los gráficos de control de "X media, R", ya que también su cálculo y su interpretación son mucho más sencillos.

**Elaboración del Plan de Muestreo (Tamaño de muestra, frecuencia de muestreo y número de muestras)**

Para poder determinar las **"n"** observaciones con las que se va a construir las gráficas de control el estudio se va a centrar en la curva CO para lo cual se debe contar con el valor de K y el de Beta para obtener **n**.

Con respecto al Beta se decidió trabajar con un beta de 0,05 con el propósito de minimizar la ocurrencia de rechazar un rollo que se encuentre en buenas condiciones ya que este producto es el producto estrella de la compañía y por cada rollo que se deje de vender se está dejando de percibir un buen margen de ganancias.

Para determinar el K se va a tomar una muestra de 100 observaciones tomadas aleatoriamente de donde se obtendrá la desviación estándar de las mismas. Estos datos generaron los siguientes resultados y son mostrados a continuación:

u= 5,661

Desv. Est. = 0,3231

Con estos datos y sabiendo que los límites de especificación son LSE=5,5 y el LIE=5, se procede a calcular k con la siguiente fórmula:

$$K=\frac{\text{Desviación Estandar}}{\text{(LSE-LIE)}}$$

$$K=\frac{0,2869}{0,5}$$

$$K = 0,5738$$

Por lo tanto con un Beta= 0,05 y un K=0,574 en la gráfica de CO se tiene que el "**n"** recomendado para trabajar es un "**n"** mayor a 20.

Pero según el libro de Montgomery **Editorial Iberoamérica, 1991** dice que trabajar con valores moderados de **n**, digamos n≥10, la amplitud pierde rápidamente su eficiencia, pues no toma en cuenta toda la información en la muestra Xmax y Xmin. Sin embargo para los valores pequeños de tamaños muestrales que se usan a menudo en los diagramas de control de variables (n= 4, n= 5 y n= 6), es del todo satisfactorio.

Si el tamaño de la muestra es relativamente pequeño, el método de la amplitud produce un estimador de la varianza casi tan bueno como el estimador cuadrático casual (la varianza muestral S2). La eficiencia relativa del procedimiento de la amplitud, con respecto a S2, se expone a continuación para varios tamaños muestrales:

| n | Eficiencia |
|---|---|
| 2 | 1.000 |
| 3 | 0.992 |
| 4 | 0.975 |
| 5 | 0.955 |
| 6 | 0.930 |
| 10 | 0.850 |

Debido a lo expuesto anteriormente el tamaño de muestra "n" será pequeño (n = 5) y constante. Se hicieron 100 mediciones individuales, es decir que fueron 20 muestras.

Estas muestras fueron tomadas en dos turnos correspondientes a un día normal de trabajo. En cada turno se tomaron 10 muestras, cada una de ellas fue tomada cada 30 min de los rollos extrusados y los espesores fueron medidos aleatoreamente en 5 puntos

distintos, resaltando que ambos turnos trabajaron con un mismo lote de materia prima.

**Recolección de Datos (Primera Corrida)**

Las unidades de cada muestra serán recogidas de forma consecutiva para que ésta sea homogénea y representativa al momento de la toma de datos. A continuación se indican las hojas donde se recogieron los datos, con todas las informaciones y circunstancias que sean relevantes en la toma de los mismos.

**FECHA:** 09/11/2009 **TURNO:** A - B
**OPERARIO:** UFREDO ALAY - JUAN PILAY
**SUPERVISOR:** JUAN PEREZ

| MUESTRA1 | MUESTRA2 | MUESTRA3 | MUESTRA4 | MUESTRA5 |
|---|---|---|---|---|
| 5,33 | 5,57 | 5,39 | 5,09 | 5,26 |
| 5,26 | 5,83 | 5,85 | 5,91 | 5,19 |
| 6,05 | 6,45 | 5,11 | 5,47 | 5,19 |
| 5,6 | 5,99 | 5,22 | 5,61 | 5,75 |
| 5,27 | 5,79 | 5,32 | 5,3 | 5,75 |

| MUESTRA 6 | MUESTRA 7 | MUESTRA 8 | MUESTRA 9 | MUESTRA 10 |
|---|---|---|---|---|
| 5,83 | 6,12 | 5,89 | 5,95 | 5,83 |
| 5,24 | 5,74 | 5,55 | 5,87 | 5,77 |
| 6,19 | 5,45 | 5,65 | 5,87 | 5,94 |
| 5,97 | 5,3 | 5,91 | 5,78 | 6,11 |
| 5,91 | 5,71 | 5,96 | 5,65 | 6,32 |

| MUESTRA 11 | MUESTRA 12 | MUESTRA 13 | MUESTRA 14 | MUESTRA 15 |
|---|---|---|---|---|
| 5,97 | 5,95 | 6,13 | 5,08 | 5,85 |
| 5,92 | 5,45 | 5,43 | 5,25 | 5,75 |
| 5,25 | 5,52 | 5,57 | 5,85 | 5,05 |
| 5,56 | 5,65 | 5,69 | 5,69 | 6,62 |
| 5,56 | 5,68 | 5,32 | 5,39 | 6,27 |

| MUESTRA 16 | MUESTRA 17 | MUESTRA 18 | MUESTRA 19 | MUESTRA 20 |
|---|---|---|---|---|
| 5,85 | 5,7 | 5,7 | 5,6 | 5,5 |
| 5,62 | 5,5 | 5,1 | 5,6 | 5,6 |
| 6,61 | 5,6 | 5,5 | 5,4 | 5,5 |
| 5,85 | 5,7 | 5,7 | 5,6 | 5,5 |
| 5,57 | 5,7 | 5,7 | 5,3 | 5,6 |

**Figura 4.15 Registro de los datos recolectados en la primera corrida**

Una vez tomados los datos de la manera como corresponde se procede a ingresarlos al software para probar la normalidad de los mismos y poder continuar con el proceso de la construcción de las gráficas, para poder obtener el resultado deseado se trabajó con la

mayor exactitud al momento de tomar los datos se tomaron en cuenta hasta dos decimales.

Para decir que los datos siguen una distribución de probabilidad normal se debe cumplir la siguiente la siguiente hipótesis: **P > 0,05.**

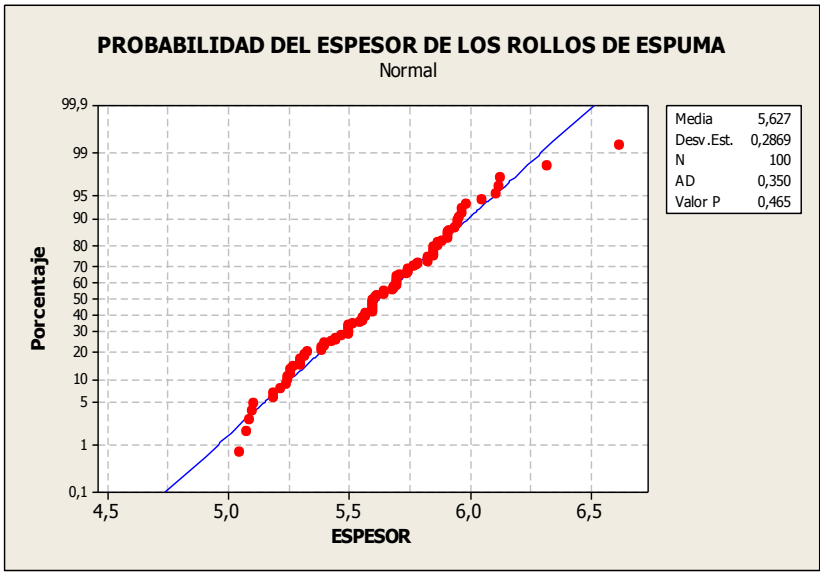



**Figura 4.16 Prueba de normalidad**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.16** el valor del P es de 0,465 por lo tanto se cumple el anunciado anterior y se puede afirmar que los datos siguen una distribución probabilística normal.

Sabiendo esto de inmediato se procede a probar la capacidad que tiene el proceso para responderles a sus

clientes los cuales desean recibir un producto de buena calidad y con un espesor mínimo de 5mm, cuando el cliente habla de un máximo de aceptación del espesor, para él no hay limitantes. Pero actualmente la compañía se maneja con un espesor máximo de 5,5mm lo cual es lo máximo que puede ofertar a sus clientes, acuerdo que fue aceptado por ambas partes ya que para la compañía el hecho de entregar el producto fuera de esos términos podría representar que los rollos que se están extrusando salgan un poco mas pesados lo que significaría pérdida para la compañía ya que la empresa vende protectores por unidades y no por kilos, lo que quiere decir que ellos aunque un protector esté mas pesado ellos lo seguirán vendiendo al mismo precio, lo que ocasionaría un aumento en su costo de venta.

Por lo tanto a continuación se analizará si la compañía actualmente está en la capacidad de poder cumplir con el objetivo expuesto anteriormente con el cual se complace al cliente y al mismo tiempo se vela por los intereses financieros de la empresa.

Como ya fue probada la normalidad de los datos estos ya pueden ser ingresados al software donde se hará uso de

la herramienta de calidad **"ANÁLISIS DE CAPACIDAD NORMAL"**.

Se dice que el proceso esta en la capacidad de cumplir con la característica de calidad dentro de los rangos exigidos por el cliente se debe cumplir la siguiente hipótesis: **Cp > 1.**

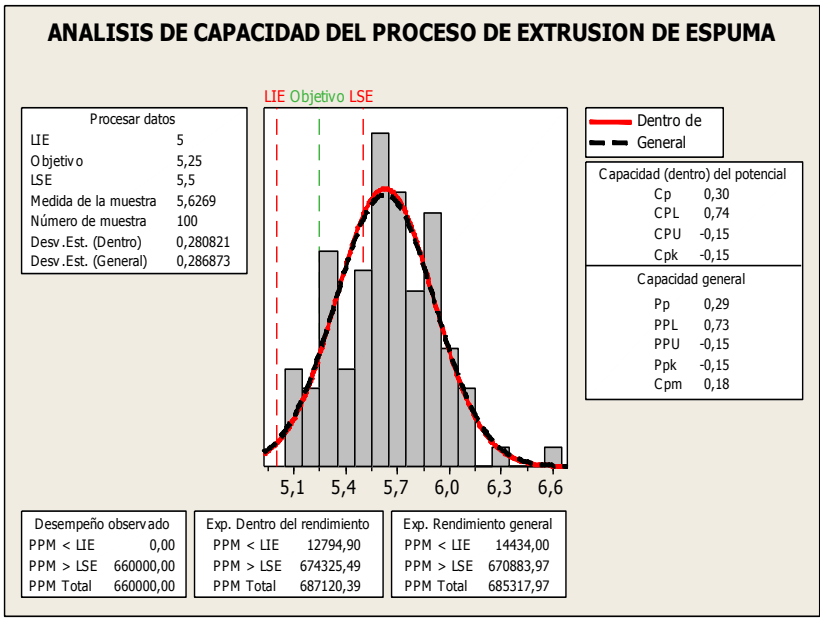



**Figura 4.17 Capacidad del proceso de espuma**

Como se puede observar en la **Figura 4.17** el valor de Cp es de apenas 0,30, lo cual no cumple con el enunciado anterior y se puede afirmar que en dichas condiciones el proceso no está en la capacidad

suficiente para responder al objetivo planteado anteriormente, donde la media actual del espesor es de **5,63** la cual esta por encima de 5,5. Al momento de generar esta gráfica se planteó como objetivo llegar a una media de 5,25 para garantizar que con la variabilidad del proceso el espesor se encuentre siempre dentro de las especificaciones.

La misma figura muestra que las PPM > LSE es de 660.000,00, lo cual me indica que el 66% de la producción que se realiza actualmente en la máquina extrusora PITAC se encontrará fuera de especificaciones por encima del Límite Superior de especificación.

Lo que conllevó a indagar un poco más en el proceso para ver lo que esta estaba sucediendo, donde se conversó con los cuatro operarios encargados del proceso de extrusión y comentaron que antes de una semana de realizar la toma de datos se había cambiado el primer tornillo de la máquina PITAC, motivo por el cual se ejecutó un evento kaizen donde se realizó un diagrama de causa y efecto con ellos, con los mandos medios y con el Gerente de Desarrollo, el cual puede ser visto a continuación.

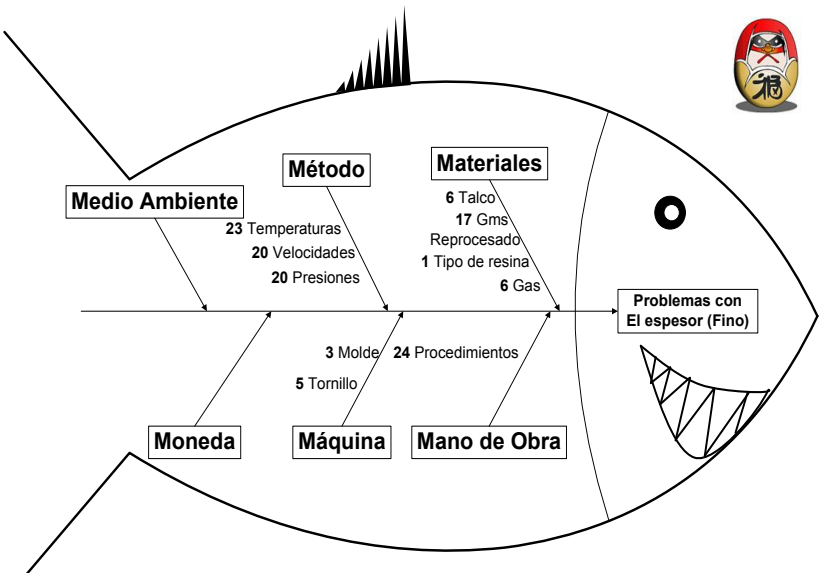



**Figura 4.18 Diagrama Causa-Efecto**

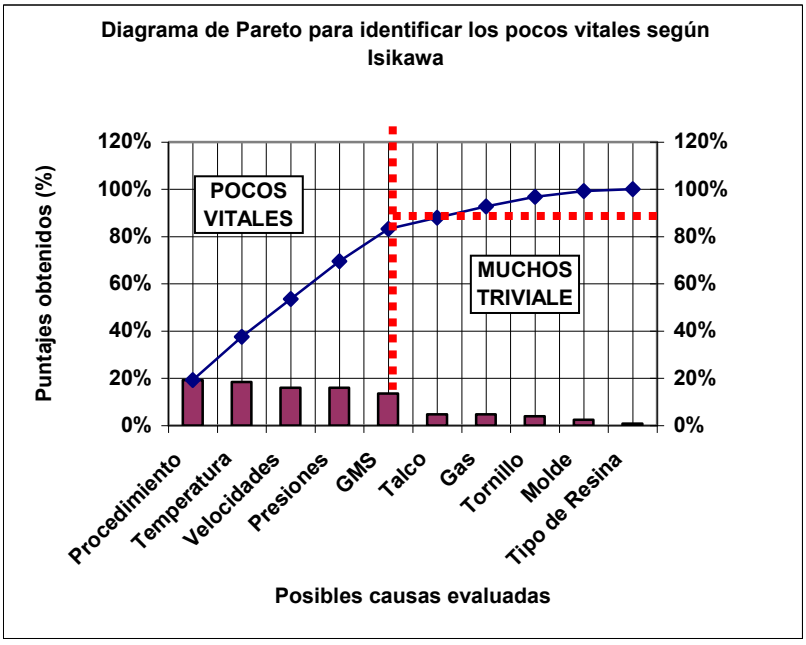



**Figura 4.19 Diagrama de Pareto**

Tal como se aprecia en la **Figura 4.19** luego se procedió a la realización del respectivo Diagrama de Pareto para la identificación de los pocos vitales y muchos triviales. Información que sirvió para realización del correspondiente Plan de Acción el mismo que puede ser en encontrado en Apéndice en el **ANEXO J.**

Una vez con la información que se logró obtener del plan de acción. De inmediato se programó una segunda reunión solo con los operarios del área con el fin de mostrarles y explicarles las gráficas obtenidas, recalcándoles que el proceso estaba fabricando rollos con más del 50% fuera de especificaciones del Límite Superior de Especificación y que la compañía estaba perdiendo dinero.

Se coordinaron y se programaron reuniones de capacitación los días lunes de cada semana dirigidas por el gerente de desarrollo con el fin de profundizar ciertos aspectos de la máquina y aclarar dudas del proceso de extrusión, para luego en el transcurso de la semana poner en práctica lo aprendido. Este proceso se realizó durante dos semanas.

Al término de esto se volvió a tomar los datos, los cuales se muestran a continuación:

**Recolección de Datos (Segunda Corrida)**

**FECHA:** 23/11/2009 **TURNO:** A - B
**OPERARIO:** UFREDO ALAY - JUAN PILAY
**SUPERVISOR:** JUAN PEREZ.

| MUESTRA1 | MUESTRA2 | MUESTRA3 | MUESTRA4 | MUESTRA5 |
|---|---|---|---|---|
| 5,28 | 5,31 | 5,18 | 5,17 | 5,37 |
| 5,36 | 5,27 | 5,28 | 5,26 | 5,34 |
| 5,39 | 5,29 | 5,37 | 5,26 | 5,31 |
| 5,25 | 5,38 | 5,38 | 5,27 | 5,26 |
| 5,38 | 5,37 | 5,29 | 5,25 | 5,39 |

| MUESTRA 6 | MUESTRA 7 | MUESTRA 8 | MUESTRA 9 | MUESTRA 10 |
|---|---|---|---|---|
| 5,41 | 5,29 | 5,29 | 5,25 | 5,45 |
| 5,25 | 5,29 | 5,25 | 5,28 | 5,35 |
| 5,38 | 5,18 | 5,33 | 5,17 | 5,35 |
| 5,28 | 5,16 | 5,34 | 5,18 | 5,35 |
| 5,4 | 5,19 | 5,26 | 5,35 | 5,35 |

| MUESTRA 11 | MUESTRA 12 | MUESTRA 13 | MUESTRA 14 | MUESTRA 15 |
|---|---|---|---|---|
| 5,35 | 5,35 | 5,3 | 5,35 | 5,31 |
| 5,25 | 5,3 | 5,35 | 5,3 | 5,36 |
| 5,45 | 5,4 | 5,3 | 5,4 | 5,44 |
| 5,4 | 5,3 | 5,5 | 5,35 | 5,3 |
| 5,35 | 5,3 | 5,2 | 5,39 | 5,31 |

| MUESTRA 16 | MUESTRA 17 | MUESTRA 18 | MUESTRA 19 | MUESTRA 20 |
|---|---|---|---|---|
| 5,5 | 5,21 | 5,35 | 5,45 | 5,45 |
| 5,31 | 5,45 | 5,45 | 5,35 | 5,27 |
| 5,4 | 5,25 | 5,25 | 5,45 | 5,15 |
| 5,36 | 5,35 | 5,32 | 5,26 | 5,31 |
| 5,26 | 5,45 | 5,35 | 5,25 | 5,15 |

**Figura 4.20 Registro de los datos recolectados en la segunda corrida**

Una vez con la segunda toma de datos se procede a ingresarlos al software para probar la normalidad de los mismos y poder continuar con el proceso de la construcción de las gráficas de control.

Para decir que los datos siguen una distribución de probabilidad normal se debe cumplir la siguiente la siguiente hipótesis: **P > 0,05.**

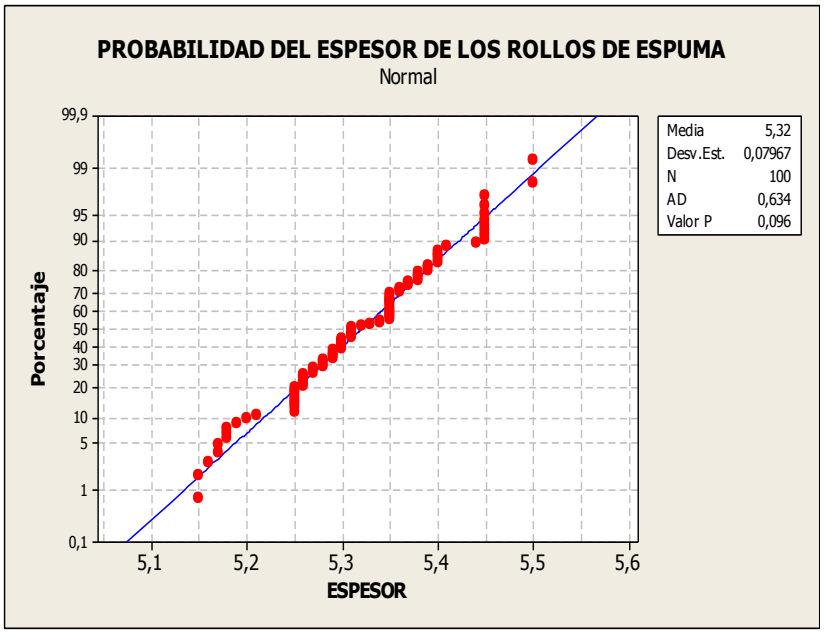



**Figura 4.21 Prueba de normalidad**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.21** el valor de P es de 0,096 por lo tanto se cumple el anunciado anterior y se puede afirmar que los datos siguen una distribución probabilística normal.

Por consiguiente los datos presentados en la tabla anterior pueden ser ingresados al software donde se hará uso de la herramienta de calidad **"ANÁLISIS DE CAPACIDAD NORMAL"**

Se dice que el proceso esta en la capacidad de cumplir con la característica de calidad dentro de los rangos exigidos por el cliente cuando se cumple la siguiente hipótesis: **Cp > 1.**

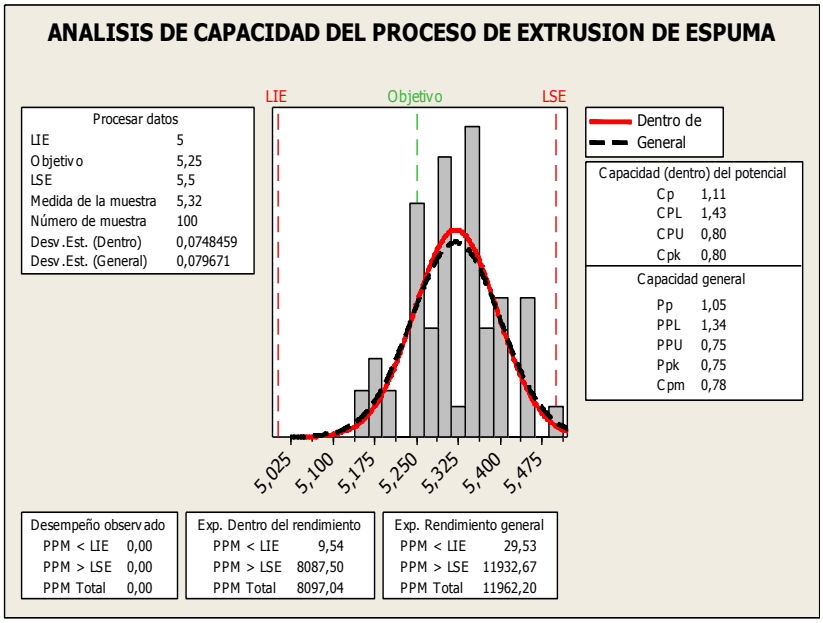



**Figura 4.22 Capacidad del proceso de espuma**

Como se puede observar en la **Figura 4.22** el valor de Cp es de 1,11 lo cual perfectamente cumple con el enunciado anterior y se puede afirmar que el proceso se

encuentra en la capacidad de responder al objetivo planteado anteriormente, donde la media actual del espesor es de **5,32** la cual está por encima y se encuentra dentro de las especificaciones y esta más cerca de nuestro objetivo que era llegar a un 5,25.

Se puede observar en el gráfico que las PPM > LSE y los PPM < LIE son de "**0"**, lo cual indica y garantiza que si se sigue trabajando con los parámetros adecuados la máquina **PITAC** no producirá rollos fuera de especificaciones.

En esta corrida de datos el cambio es notorio y se ha mejorado alcanzando un poco más los objetivos planteados, ya que a pesar de que todos los valores se encuentran dentro de las especificaciones, al verificar el rendimiento descrito en la gráfica se puede ver que el **EXP. RENDIMIENTO GENERAL** dice lo siguiente:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PPM < LIE** | 29,53 | ⟶ | 0,0030% |
| **PPM > LSE** | 11.932,20 | ⟶ | 1,19% |

Aunque las cifras no son tan alarmantes, pero si se observan los porcentajes expuestos anteriormente se

puede ver que la producción de rollos tenderá a salir con valores cercanos al Límite Superior de Especificación, aunque anteriormente se dijo que la empresa estaba en la capacidad de entregar protectores con espesores hasta de 5,5mm se puede trabajar con el **EXP. RENDIMIENTO GENERAL de las PPM < LIE** con el fin de aumentar su porcentaje con lo cual se lograría ayudar a la compañía a lograr su objetivo el cual también es reducir el costo de venta, como ya fue explicado en párrafos anteriores.

Una vez que se probó normalidad y se comprobó la capacidad del proceso, se sigue con el siguiente paso que es la generación de las gráficas de control. Los datos presentados anteriormente se los introduce nuevamente al software pero para esta vez utilizar la opción **"GRÁFICAS DE CONTROL"** - **"GRÁFICAS DE VARIABLES PARA SUBGRUPOS" – "X barra-R",** donde se obtuvo la siguiente gráfica:

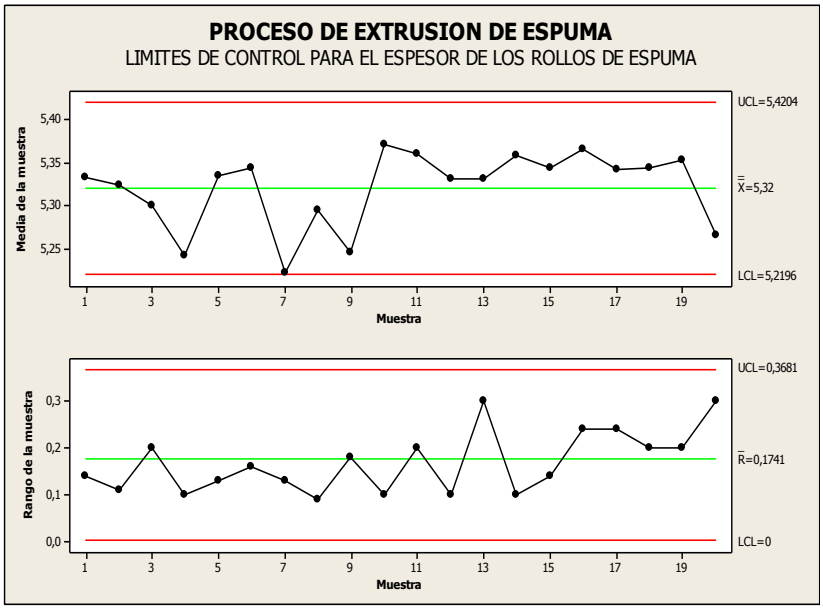



**Figura 4.23 Gráfica de control Extrusión Espuma**

Según la **Figura 4.23** lo primero que se observa es que ningún punto se encuentra fuera de los **Límites de Control del Proceso** y que además los mismos se encuentran dentro de los **Límites de Especificación**, lo que permite afirmar que el proceso se encuentra bajo control; al observar en la misma gráfica "**X-R"** se puede apreciar que la curva presenta variabilidad a lo largo de todo el proceso de producción.

La variabilidad que se observa en la gráfica de **"Xbarra"** y la gráfica **R,** ya que como se dijo en párrafos anteriores es que el espesor depende de tres variables que son controladas desde la máquina extrusora **PITAC** las

cuales son temperatura de los tornillos, velocidades de los tornillos y presiones del primer tornillo y el molde de salida, parámetros que se encuentran en constante cambio, el operario debe de jugar con los mismos durante todo el turno de trabajo para tratar de mantener el espesor deseado, lo que una repentina caída de presión afecta inmediatamente a la estabilidad de la máquina lo que a veces toma horas regresarla a su estado normal lo cual puede verse perfectamente reflejado en los 10 puntos que se encuentran por encima del límite central de **"Xbarra"** y así mismo los puntos que se encuentran por encima del límite central y que luego bajan y vuelven a subir en la misma gráfica de **"Xbarra".**

Lo mismo se ve en la gráfica **"R",** lo cual puede ser explicado de la misma manera, pero se debe considerar también que debido a que la distribución del material dentro de los túneles de los diferentes tornillos no es uniforme a lo largo de los mismos y que la salida del material por el molde tampoco lo es, el operador debe estar ajustando durante toda la jornada de trabajo el molde para garantizar la mayor uniformidad posible de las ondas del rollo es por eso que a veces en la gráfica

de **"R"** se observan puntos que bajan y suben, es decir hay mucha diferencia entre los espesores de la toma de datos aunque se encuentren dentro de los límites de control del proceso.

Teniendo mucho en cuenta lo que se dijo anteriormente se conversó con los operarios del área correspondiente para determinar cuales eran las causas de estas variaciones donde ellos dijeron que era por los siguientes aspectos:

- Desgaste del primer tornillo
- Problema de recalentamiento con las resistencias
- Problemas de inyección de la bomba de gas
- Problemas con el sistema de enfriamiento de agua
- Variaciones en el rango de temperatura
- Variaciones en los rangos de velocidad
- Variaciones en los rangos de presión

Luego se plantearon las posibles soluciones para tratar de mantener más estable el proceso y las ondas más uniformes, y se determinó cambiar todas las resistencias que se detectaron como dañadas, se hizo una limpieza de las tuberías de inyección de la bomba de gas y se procedió hacer el cambio del primer tornillo, el cual ya se

había programado hace algunos meses atrás antes de comenzar este proyecto.

Luego se procedió a la toma de nuevos datos para una última corrida de gráficas. Donde se obtuvo la siguiente tabla de datos:

## Recolección de Datos (Tercera Corrida)

**FECHA:** 30/11/2009 **TURNO:** A - B
**OPERARIO:** UFREDO ALAY - JUAN PILAY
**SUPERVISOR:** JUAN PEREZ.

| MUESTRA1 | MUESTRA2 | MUESTRA3 | MUESTRA4 | MUESTRA5 |
|---|---|---|---|---|
| 5,17 | 5,16 | 5,34 | 5,18 | 5,35 |
| 5,17 | 5,14 | 5,13 | 5,21 | 5,25 |
| 5,19 | 5,17 | 5,22 | 5,29 | 5,29 |
| 5,25 | 5,24 | 5,18 | 5,28 | 5,22 |
| 5,37 | 5,27 | 5,19 | 5,27 | 5,22 |

| MUESTRA 6 | MUESTRA 7 | MUESTRA 8 | MUESTRA 9 | MUESTRA 10 |
|---|---|---|---|---|
| 5,3 | 5,16 | 5,42 | 5,1 | 5,32 |
| 5,26 | 5,25 | 5,25 | 5,35 | 5,17 |
| 5,33 | 5,15 | 5,12 | 5,29 | 5,26 |
| 5,41 | 5,3 | 5,23 | 5,29 | 5,28 |
| 5,37 | 5,3 | 5,26 | 5,33 | 5,18 |

| MUESTRA 11 | MUESTRA 12 | MUESTRA 13 | MUESTRA 14 | MUESTRA 15 |
|---|---|---|---|---|
| 5,27 | 5,24 | 5,23 | 5,32 | 5,2 |
| 5,32 | 5,17 | 5,15 | 5,37 | 5,22 |
| 5,41 | 5,35 | 5,2 | 5,35 | 5,23 |
| 5,2 | 5,22 | 5,3 | 5,24 | 5,2 |
| 5,17 | 5,42 | 5,43 | 5,28 | 5,34 |

| MUESTRA 16 | MUESTRA 17 | MUESTRA 18 | MUESTRA 19 | MUESTRA 20 |
|---|---|---|---|---|
| 5,41 | 5,4 | 5,2 | 5,3 | 5,09 |
| 5,28 | 5,2 | 5,33 | 5,38 | 5,08 |
| 5,29 | 5,24 | 5,22 | 5,33 | 5,35 |
| 5,31 | 5,2 | 5,26 | 5,29 | 5,26 |
| 5,2 | 5,2 | 5,31 | 5,2 | 5,32 |

**Figura 4.24 Registro de los datos recolectados en la tercera corrida**

Una vez tomados los datos de la manera como corresponde se procede a ingresarlos al software para probar la normalidad de los mismos y poder continuar con el proceso de la construcción de las gráficas.

Para decir que los datos siguen una distribución de probabilidad normal se debe cumplir la siguiente la siguiente hipótesis: **P > 0,05.**

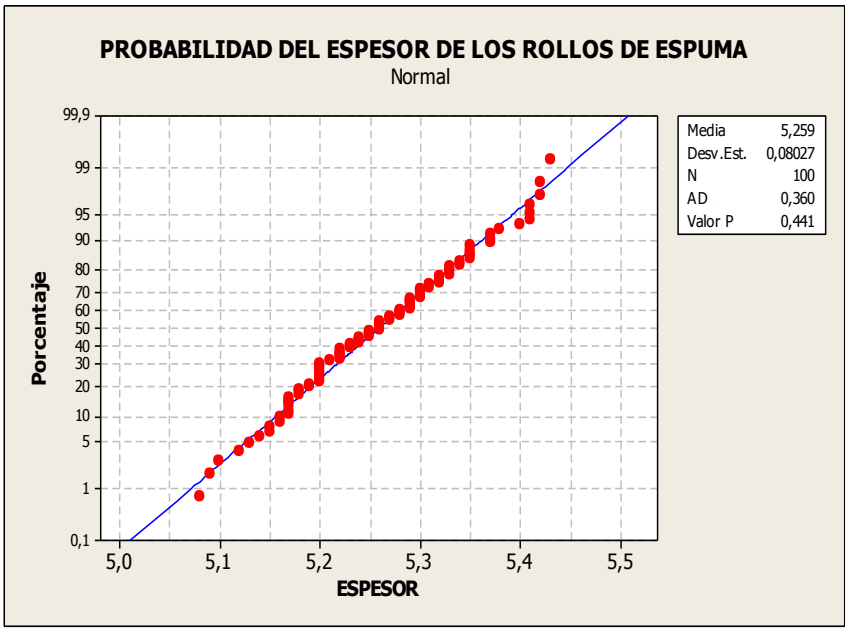



**Figura 4.25 Prueba de normalidad**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.25** el valor del P es de 0,441 por lo tanto se cumple el anunciado anterior y se puede afirmar que los datos siguen una distribución probabilística normal.

Por consiguiente los datos presentados en la tabla anterior pueden ser ingresados al minitab donde se hará

uso de la herramienta de calidad **"ANÁLISIS DE CAPACIDAD NORMAL"**

Se dice que el proceso está en la capacidad de cumplir con la característica de calidad dentro de los rangos exigidos por el cliente cuando se cumple la siguiente hipótesis: **Cp > 1.**

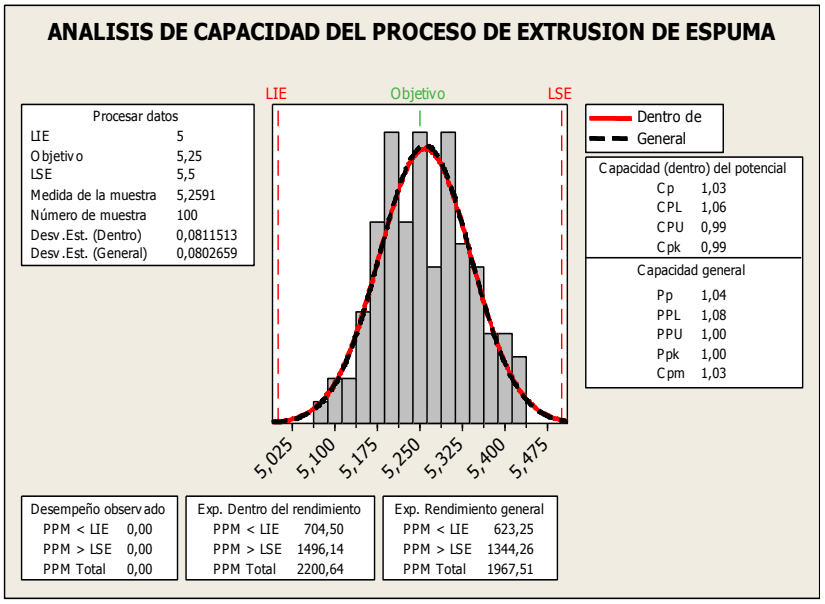



**Figura 4.26 Capacidad del proceso de espuma**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.26** el valor de **Cp** es de **1,03** lo cual perfectamente cumple con el enunciado anterior y se puede reconfirmar que el proceso continúa con la capacidad de responder al objetivo

planteado anteriormente, donde la media actual del espesor es de **5,259** la cual esta dentro de las especificaciones y al mismo tiempo cumpliendo con otros de los objetivos el cual era tener la media del proceso en 5,25.

Si se observa en el gráfico se puede constatar que las PPM > LSE y los PPM < LIE son de "**0"**, lo cual indica y garantiza que si se sigue trabajando con los parámetros adecuados la máquina **PITAC** no producirá rollos fuera de especificaciones.

En esta última corrida de datos se puede observar que los mismos continúan dentro de especificaciones; pero el rendimiento que se describe en la gráfica (**EXP. RENDIMIENTO GENERAL)** indica lo siguiente:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PPM < LIE** | 623,25 | ⟶ | 0,0620% |
| **PPM > LSE** | 1.344,26 | ⟶ | 0,0013% |

Lo cual determina que se ha mejorado con respecto a la corrida anterior y a su vez ha logrado mantener una mejor uniformidad en la gráfica y además se puede confirmar que la probabilidad de que el espesor esté cerca del Límite Superior de Especificación es menor, lo

cual denota que la probabilidad de que el espesor esté cercano al límite Inferior se ha incrementado, dando a lugar que la mayoría de los rollos caigan en valores cercanos a la media. Con esto se ha logrado una mejor estabilidad en el proceso. Por lo que a continuación se procede a construir la respectiva gráfica de control. Y se tiene que:

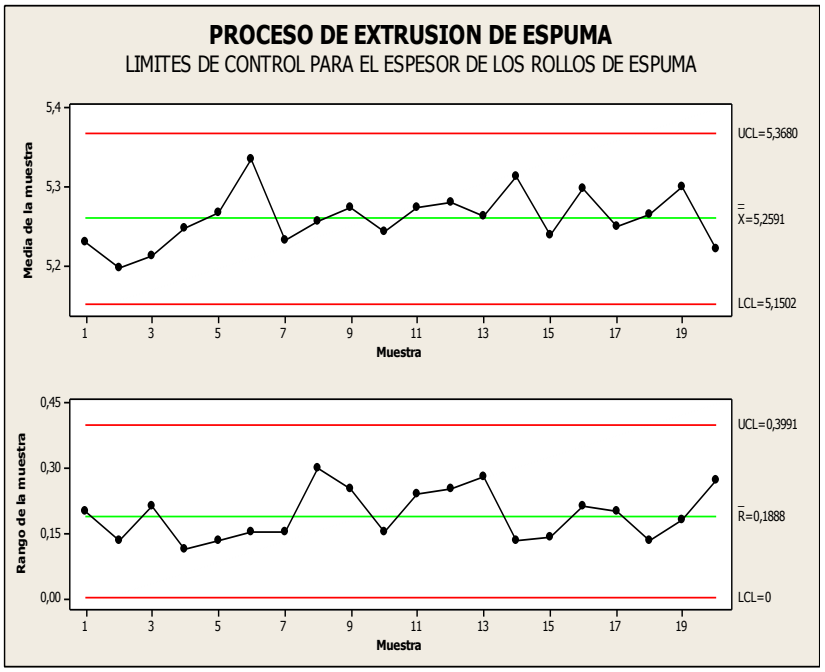



**Figura 4.27 Gráfica de control Extrusión Espuma**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.27** la gráfica que generó el software, se puede rectificar lo dicho en los

párrafos anteriores, de que la estabilidad del proceso ha mejorado, los valores de la media de las distintas muestras se encuentran más cercanos al límite central, y lo mismo sucede con la gráfica de **R** la cual muestra mas uniformidad donde los datos también tienden acercarse a la línea central.

**REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD**

Los datos presentados son una representación del proceso. Por lo tanto se necesita asegurar la fiabilidad de su recogida para poder realizar cualquier estudio de capacidad, control estadístico de proceso (SPC), etc., de una manera más confiable. Si no se cuenta con un sistema de medición validado, se pueden llegar a conclusiones erróneas y actuar sobre el proceso de manera equivocada. Por ello, es necesario asegurarse de que la variación registrada no es debida, al menos en su mayor parte, a los sistemas de medición utilizados, por lo que se buscó un método para evaluar la repetibilidad y la reproducibilidad del sistema, el cual es explicado a continuación.

**PROCEDIMIENTO**

1. El calibrador analógico se lo envió a calibrar con el proveedor antes de comenzar con la toma de datos.
2. Fueron elegidos 3 operarios, 2 operarios del área de extrusión de espuma y uno del área de conversión de espuma.
3. Se sacaron 10 partes (muestras) las cuales tenían una medida de 107cmx30cm. Cada muestra fue tomada de un rollo diferente de varios turnos de trabajo dentro de una semana. A cada una de las partes se le puso una pequeña etiqueta donde tenía escrita una numeración a manera de código de barras. Esta etiqueta fue colocada en la parte inferior de la muestra para que de cierta manera no fuera vista por el operario y no se sintiera influenciado al momento de realizar las mediciones ya que cada uno debía de hacer 3 mediciones por cada parte de manera aleatoria.
4. Se marcaron con puntos negros cada una de las ondas de las muestras para asegurar de que midan el mismo sitio.
5. Se capacitó previamente a los operadores en la forma como debían realizar las mediciones, como debían

tomar el instrumento, como debían encerarlo indicándoles que tenían que hacerlo cada 10 mediciones.

**6.** Se realizaron las mediciones y se recolectaron los datos en un hoja electrónica que generó tres tablas de datos que se encuentran en Apéndice en el **ANEXO K**

En donde:

a. La columna **CÓDIGO** contiene el código de barras que se ha tomado de referencia para poder recolectar la información de manera organizada. Y la misma representa las partes para el sistema.
b. La columna **OPERADOR** contiene números (1, 2 y 3) los cuales representan a los tres diferentes operadores que intervinieron en la toma de datos.
c. Y finalmente la columna **TOMA,** la cual contiene todas las mediciones realizadas.

**7.** A continuación se procede a ingresar todos estos datos de la manera como corresponde al **software**. Donde se obtuvo la siguiente información:

**Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA**

**Tabla ANOVA de dos factores con interacción**

| Fuente | GL | SC | MC | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| PARTES | 9 | 0,543028 | 0,0603364 | 200,544 | 0,000 |
| OPERADOR | 2 | 0,001140 | 0,0005700 | 1,895 | 0,179 |
| PARTES * OPERADOR | 18 | 0,005416 | 0,0003009 | 0,412 | 0,980 |
| Repetibilidad | 60 | 0,043867 | 0,0007311 | | |
| Total | 89 | 0,593450 | | | |

Alfa para eliminar el término de interacción = 0,25

**R&R del sistema de medición**

| Fuente | VarComp | %Contribución (de VarComp) |
|---|---|---|
| R&R del sistema de medición total | 0,0006318 | **8,70** |
| Repetibilidad | 0,0006318 | 8,70 |
| Reproducibilidad | 0,0000000 | 0,00 |
| OPERADOR | 0,0000000 | 0,00 |
| Parte a parte | 0,0066338 | 91,30 |
| Variación total | 0,0072657 | 100,00 |

| Fuente | Desv.Est. (DE) | Var. de estudio (6 * SD) |
|---|---|---|
| R&R del sistema de medición total | 0,0251361 | 0,150817 |
| Repetibilidad | 0,0251361 | 0,150817 |
| Reproducibilidad | 0,0000000 | 0,000000 |
| OPERADOR | 0,0000000 | 0,000000 |
| Parte a parte | 0,0814484 | 0,48869 |
| Variación total | 0,0852389 | 0,511433 |

| Fuente | %Var. de estudio (%SV) |
|---|---|
| R&R del sistema de medición total | 29,49 |
| Repetibilidad | 29,49 |
| Reproducibilidad | 0 |
| OPERADOR | 0 |
| Parte a parte | 95,55 |
| Variación total | 100 |

Número de categorías distintas = 4

## ÁNALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

**P** es la probabilidad de que la fuente asociada sea o no significativa estadísticamente como una causa de variación de los datos medidos.

Si P<0.05, se puede afirmar que la fuente asociada si es significativamente una causa de variación con un Nivel de confianza del 95%.

Si se observa el resultado que arrojó la Tabla ANOVA de dos factores con interacción, se puede decir que las PARTES es el único factor que cumple con la hipótesis expuesta anteriormente. Los otros dos factores que son OPERADOR y PARTES*OPERADOR, su **p** se encuentra por encima del 0,05; rechazando la hipótesis planteada, lo cual indica que no son fuentes asociadas significativas estadísticamente que están causando la variabilidad de los datos medidos. Se puede observar también que la

repetibilidad es mayor a la reproducibilidad, lo que indica que la ubicación donde se efectúan las mediciones no es muy uniforme y por lo tanto existe una variabilidad excesiva entre las partes.

Se conoce que el **% Contribución**, es decir % en que contribuye el sistema de medición con respecto a la variación total $\%Xo\nu\tau.=\sigma^2_{MS} / \sigma^2_{TOTAL}$, aparece con un valor del 8,70% donde tenemos que:

| **% Contribución** | | |
|---|---|---|
| **< 1 %** | **1 – 9 %** | **> 9 %** |
| Excelente | Marginalmente aceptable | Inaceptable. No debe ser utilizado |

Por lo tanto se puede decir que la contribución que hace el sistema de medición es marginalmente aceptable y se puede seguir trabajando con los mismos calibradores que se están usando habitualmente para el control del espesor.

Según la tabla (R&R del sistema de medición) indica que el número de categorías distintas entre los datos del proceso del sistema es **4,** es decir que se encuentra en la escala recomendada.

Para poder rectificar todo lo que se ha dicho anteriormente se puede observar la gráfica acontinuación de la cual se puede afirmar lo siguiente:

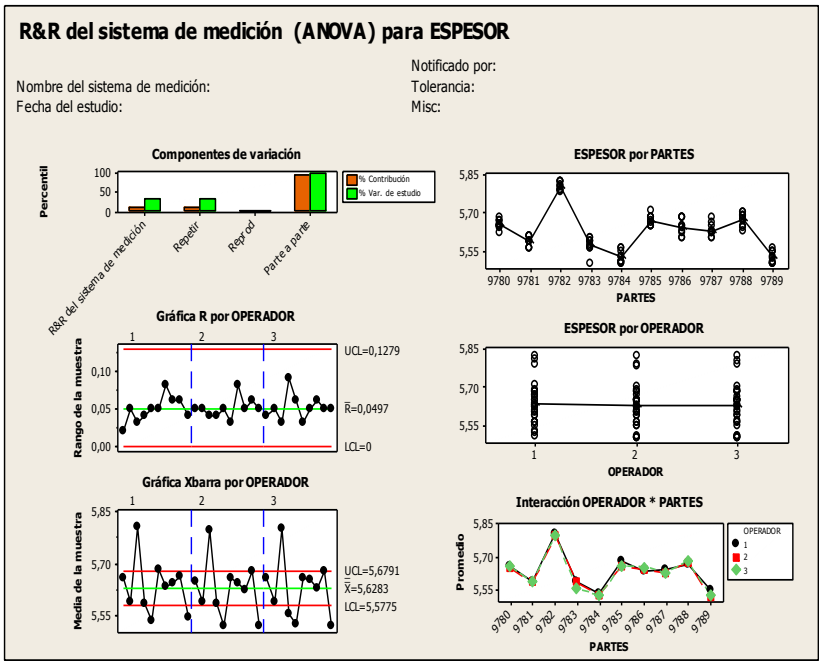



**Figura 4.28 R&R del Sistema de Medición (Anova) para el espesor**

Según la **Figura 4.28** la gráfica que generó el software para el sistema de medición se tiene que:

- Componentes de variación: Se puede ver que la barra **Parte a Parte** es una de las más grandes, lo cual era

de esperarse para poder descartar de que el sistema estaba contribuyendo a la variabilidad del proceso.

- Gráfica Xbarra por operador: La gráfica se encuentra fuera de control por lo tanto se posee un buen sistema de medición. También se puede apreciar que los patrones entre operadores son similares lo que indica que no hay una interacción significativa entre el operador y la parte que se está midiendo (Reproducibilidad).
- Gráfica R por operador: Se puede ver que la gráfica se encuentra bajo control, lo que indica que no existe mayor diferencia entre las medidas tomadas en una misma pieza por un mismo operador y usando el mismo instrumento (Repetibilidad)
- Gráfica Espesor por partes: Como se puede apreciar en la gráfica, las mediciones tomadas por cada operador en sus diferentes réplicas, para cada una de las partes empleadas en las pruebas así como sus promedios presentan un consistente rango de variación. Como ninguna parte muestra una enorme variación con respecto a otra, no se puede asignar que

la variabilidad se deba en su mayor parte al sistema de medición utilizado.

- Gráfica Espesor por Operador: Se puede apreciar que las mediciones entre los operadores son consistentes, la línea que conecta las medias se podría decir que es casi plana, lo que indica que no hay mucha diferencia de operador a operador, lo que permite descartar problemas operacionales como inconsistente uso de las definiciones operacionales o de los instrumentos de medición por parte de los operadores.
- Interacción OPERADOR*PARTES: Se puede ver que la curva presenta una variabilidad a lo largo de todos los tramos pero se puede apreciar que las líneas que conectan los puntos promedios convergen casi completamente lo que indica que no existe una relación entre el operador y la parte que está siendo medida, los cual conlleva a decir que la variación de los datos observados en esta gráfica se debe al comportamiento del proceso en sí.

## 4.8 RESULTADOS

### 4.8.1. Cálculo de Indicadores Mensuales

Hay indicadores que se registraban de manera mensual y semanal. Aquellos que se llevaban de manera semanal y por grupo de trabajo, son el de **EFICIENCIA** y el de **NIVEL DE SCRAP** ó **DESPERDICIO**, los cuales eran primero mostrados en las reuniones de grupo para luego ser publicados en una cartelera diseñada para registrar ambos indicadores de manera simultánea como un punto en el plano cartesiano con el objeto de que todas las personas de la planta como las del nivel administrativo pudieran ver quienes se encontraban en la región buena, muy buena o mala de desempeño. Al terminar el mes se les mostraba a los operarios un resumen de los indicadores con los promedios obtenidos en las cuatro semanas en el mismo formato que se puede apreciar en la **Figura 4.1 en la pág. 101.**

Estos indicadores eran actualizados semana a semana y mostrados en las reuniones de grupo y que posteriormente se publicaban en las carteleras de la planta. Así mismo la cartelera era actualizada mes a mes con los promedios de los datos obtenidos de los indicadores calculados semanalmente.

A continuación se muestra el desempeño de los indicadores de Eficiencia y Nivel de Scrap.

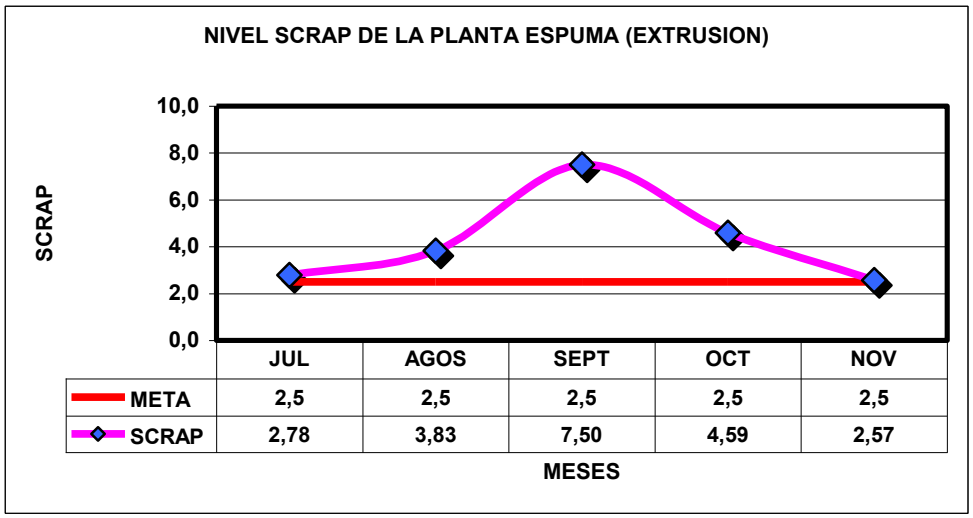



**Figura 4.29 Evolución del Nivel de Scrap durante la ejecución del proyecto(Extrusión Espuma)**

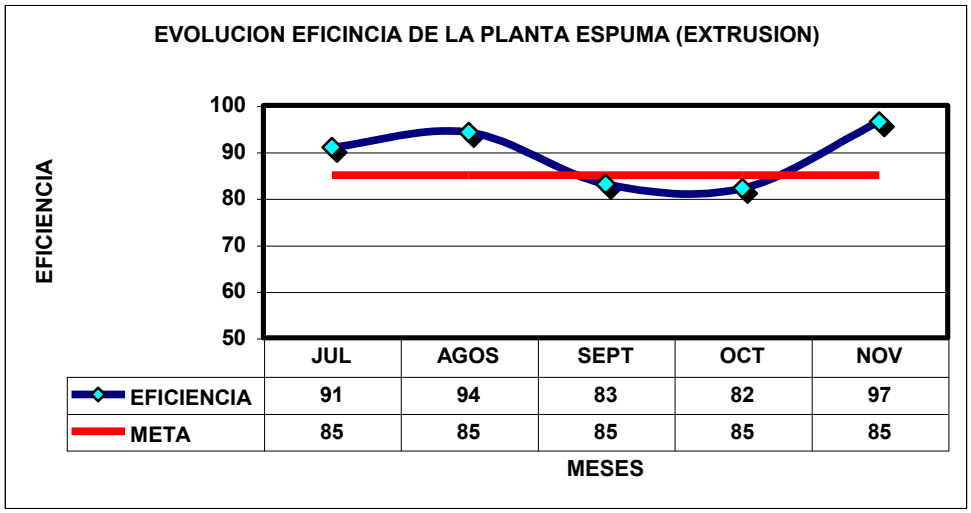



**Figura 4.30 Evolución de la Eficiencia durante la ejecución del proyecto (Extrusión Espuma)**

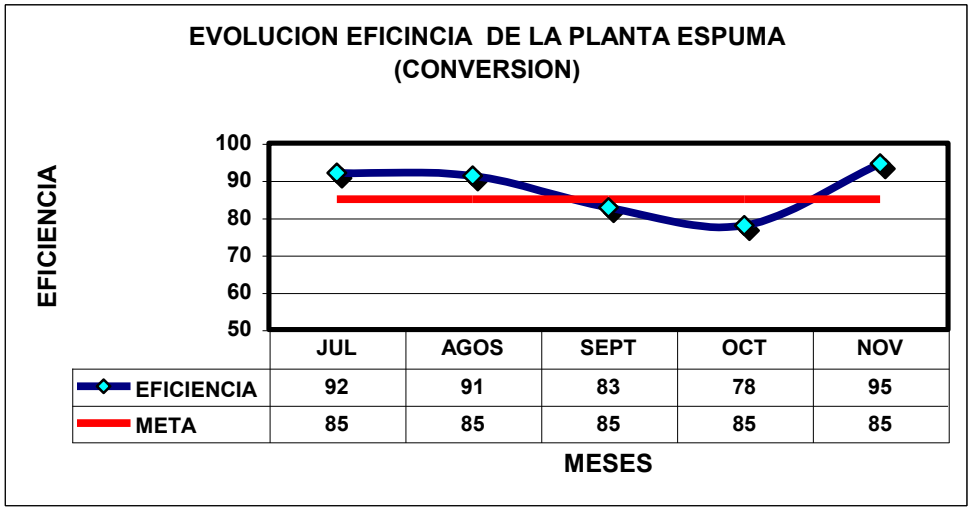



**Figura 4.31 Evolución de la Eficiencia durante la ejecución del Proyecto (Conversión Espuma)**

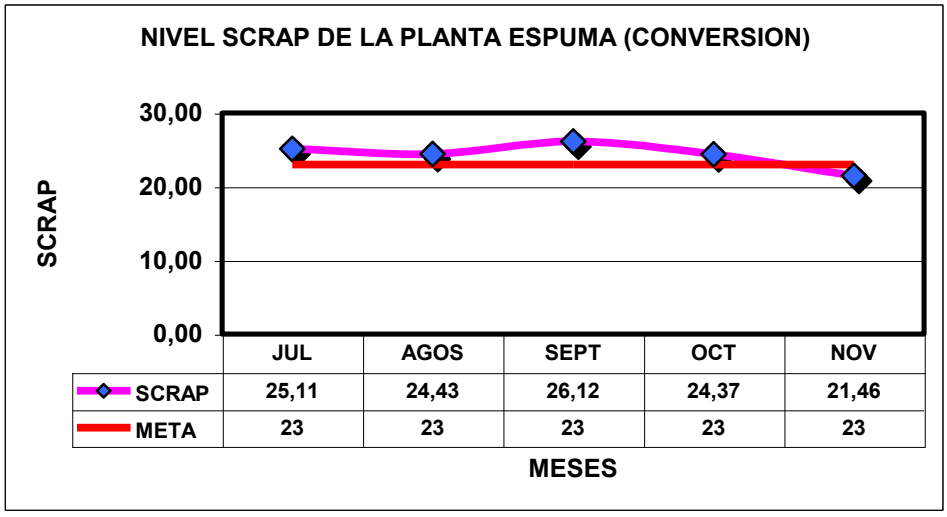



**Figura 4.32 Evolución del Nivel de Scrap durante la ejecución del Proyecto (Conversión Espuma)**

Como se puede observar en las Figuras 4.30; 4.31; 4.32 y 4.33 se puede apreciar en las gráficas que a medida que se fueron implementando las diferentes ideas y a medida que se iba capacitando al personal se ha ido mejorando. Al principio es de esperarse que todo lo que es nuevo representa temor para los operarios, representan cambios y todo cambio al inicio genera resistencia y desperdicio; por lo cual el desperdicio aumenta y la eficiencia decae pero conforme pasan los meses estos dos indicadores mejoran equilibradamente.

**RESUMEN DE INDICADORES DE CÁLCULO EXCLUSIVO MENSUAL.**

Los indicadores de reclamos y devoluciones no son representativos al tomarlos mensualmente, por lo que no representan una tendencia negativa. Pero los mismos serán tratados con las herramientas de calidad aplicables como el diagrama Causa-Efecto con su respectivo procedimiento mencionado en el **punto 4.7.1**

| | MESES | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **INDICADORES** | **JUL** | **AGO** | **SEP** | **OCT** | **NOV** |
| % Scrap Extrusión | 2,78 | 3,83 | 7,50 | 4,59 | 2,57 |
| Costo Scrap Extrusion ($) | 527,63 | 549,70 | 728,35 | 464,83 | 860,16 |
| % Scrap Conversión | 25,11 | 24,43 | 26,12 | 24,37 | 21,46 |
| Costo Scrap Conversión ($) | 2953,82 | 3024,76 | 2814,60 | 3605,66 | 3126,14 |
| **Costo total Scrap ($)** | **3481,45** | **3574,46** | **3542,95** | **4070,49** | **3986,30** |
| Ventas x empleado($) | 6256,01 | 5031,48 | 2652,88 | 2746,64 | 3174,90 |
| Ventas x empleado(Kg) | 1629,17 | 1345,32 | 699,97 | 767,22 | 939,32 |
| % de Reclamos | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| % de Devoluciones | 0% | 8,96% | 17,31% | 0% | 0% |
| Costo de Devoluciones ($) | 0 | 2337,64 | 5267,22 | 0 | 0 |

**Tabla 4: Resultado Indicadores de cálculo mensual**

### 4.8.2 IMPLEMENTACIÓN DE IDEAS DE MEJORA

Durante las reuniones de grupos de mejora se trataron diferentes temas entre ellos sugerencias de los empleados para mejoras en la planta. De estas ideas se pudieron implementar las siguientes:

1. Identificación de áreas con letreros
2. Letreros con Mínimos y Máximos para materia prima, producto en proceso, fundas para empaque, equipos de trabajo, basureros, etc.
3. Establecimiento de formato de registro de ideas de mejora.
4. Colocación de ganchos en la pared en el área de conversión para colocar las fundas de empaque.

5. Colocación de soportes a los lados de la mesa de trabajo para colocar las cintas de embalaje.
6. Colocación de soportes debajo de las mesas para colocar las escobas.
7. Colocación de una bolsa pequeña en cada lado de la mesa de trabajo para colocar las tiras.
8. Se resanó los huecos de las paredes y del piso. Se pintó de blanco las paredes.
9. Se pintó el piso. Además de esto se lo demarcó para delimitar áreas para:
    a. Rollos en proceso de corte
    b. Pallet para fundas de empaque
    c. Delimitar área para colocar los bultos con desperdicio
10. Se asignó un lugar para colocar los equipos de limpieza.
11. Se pintó las maquinas

Aún quedan otras ideas que quedaron de carácter pendiente:

1) Crear una cajonera debajo de la mesa para colocar las tiras de plástico.

2) Comprar un tacho de basura para el área de conversión de espuma

3) Cubrir con mallas las clarabollas para impedir ingreso de bichos y polvo

4) Colocar un botiquín

5) Colocar un bebedero en la entrada de conversión y reparar el existente para el área de extrusión.

6) Identificación de adhesivos rojos para producto rechazado y adhesivos verdes para producto sospechoso y asignación de áreas para colocar los mismos.

### 4.8.3 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

**RESULTADOS CUALITATIVOS**

**ACTITUD Y CAPACITACIÓN DE LAS PERSONAS**

Los trabajadores han demostrado interés y entusiasmo respecto a la implementación del Proyecto en la empresa. Se han mostrado activos y dispuestos a colaborar. También han participado en las reuniones semanales. Se ha logrado dar más apertura a los colaboradores para escuchar sus problemas y opiniones mediante las reuniones de grupos de mejora.

El personal se siente motivado a sugerir ideas de mejora. Algunas personas del área administrativa y operativa ya han puesto en marcha algunas sugerencias de 5S y Gung Ho.

Los conceptos para identificar las oportunidades de mejora han sido entendidos, y se aplican en cada taller de capacitación.

**Aspecto y estética**

Las personas externas que visiten la planta como auditores, clientes actuales o potenciales se llevan una buena impresión de la empresa, la planta puede constituirse en uno de los factores decisivos para que un determinado cliente desee comprar o continuar comprando en la empresa.

**Control Visual**

Se han colocado letreros e indicadores visuales de control dentro de la planta. Esto incluye las carteleras de anuncios que son actualizadas periódicamente, nombres de las máquinas, identificación de las áreas de materia prima, producto en proceso, y materiales. Además, se establecieron mínimos y máximos para los rollos en proceso de corte, para las fundas de empaque, rollos para el desperdicio.

**Recursos financieros**

Se incluyen los costos incurridos para compra de carteleras, letreros, impresiones y materiales para facilitar el control visual dentro de la planta, para el desarrollo de las reuniones de grupos de mejora y para la implementación de las diferentes ideas. Cabe resaltar que en el mes de Julio se incluye los gastos del Lanzamiento Oficial del proyecto.

De acuerdo al reporte de la cuenta de contabilidad, para el Proyecto se han invertido los siguientes valores mensuales:

| MES | $ INVERTIDOS |
|---|---|
| Julio | 1200 |
| Agosto | 415,23 |
| Septiembre | 1792,2 |
| Octubre | 2643,48 |
| Noviembre | 98,09 |
| TOTAL | 6149 |

## RESULTADOS CUANTITATIVOS

### Ahorro de tiempo

Al mantener el área de trabajo en orden y limpia no se perderá el tiempo buscando materiales o herramientas. Por lo que a continuación se muestran los ahorros en tiempo y en dinero que se lograron con la implementación de algunas ideas de mejora:

| IDEA IMPLEMENTADA | AHORRO EN TIEMPO | AHORRO EN $ |
|---|---|---|
| **Ordenar las Tiras de Plastico para el amarre** | Antes tenían que colocar las tiras en una mesa adicional ubicada próxima a la mesa de trabajo. Ahora se colocó un saco en la mesa de trabajo donde ponen las tiras lo que permitió retirar la mesa que estaba de más, ganando mas espacio permitiendo que el d | El ahorro mensual que se hace es de 200 min aprox. Lo que nos representa una produccion de 76,67 bultos de protectores. Producto que al venderse ganariamos $ 1311 |

**Figura 4.33 Ordenar las Tiras de plástico para el amarre**

| IDEA IMPLEMENTADA | AHORRO EN TIEMPO | AHORRO EN $ |
|---|---|---|
| **Ordenar las Escobas** | Antes se demoraban en ir a buscar las escobas 1,5min. Pero ahora con un lugar asignado para colocarlas en conjunto con el tacho de basura y con unos soportes debajo de las mesas para colocarlas ahi mientras hacían limpieza, cuando se disponen a buscarlas | El ahorro mensual que se hace es de 53,2 min aprox. Lo que nos representa una produccion adicional de 20,39 bultos de protectores. Producto que al venderse se ganaría $348,72 |

**Figura 4.34 Ordenar las escobas**

| IDEA IMPLEMENTADA | AHORRO EN TIEMPO | AHORRO EN $ |
|---|---|---|
| **Ordenar Fundas de Empaque** | Antes con los bultos de fundas de empaque desorganizados y colocados por donde sea; se demoraban en buscarlos y tomar las funda durante todo el turno de trabajo 45min pero ahora con los respectivos ganchos para colocar las fundas invierten 43,17 min para | El ahorro mensual que se hace es de 73,2 min aprox. Lo que representa una produccion adicional de 28,06 bultos de protectores. Producto que al venderse ganariamos $479,83 |

**Figura 4.35 Ordenar las Fundas de empaque**

| IDEA IMPLEMENTADA | AHORRO EN TIEMPO | AHORRO EN $ |
|---|---|---|
| **Ordenar Cintas** | El ahorro es en tiempo. Antes se demoraban en ir a buscar las cintas de embalaje aprox 1min. Pero ahora con un area fija asignada cerca de la mesa de trabajo lo hacen en 0,17 min aprox. | El ahorro mensual que se hace es de 33,2 min aprox. Lo que nos representa una produccion adicional de 12,73 bultos de protectores. Producto que al venderse se ganaría $217,63 |

**Figura 4.36 Ordenar Cintas**

| IDEA IMPLEMENTADA | AHORRO EN TIEMPO | AHORRO EN $ |
|---|---|---|
| **Ordenar Troqueles** | Antes se demoraban en ir a buscar los troqueles aprox 5 min. Pero ahora con un area fija asignada cerca del puesto de trabajo lo hacen en 1 min aprox. | El ahorro mensual que se hace es de 16 min aprox. Lo que representa una produccion adicional de 2,67 bultos de laminas de Fupordi .Producto que al venderse se ganaría $43,12 |

**Figura 4.37 Ordenar Troqueles**

Como ya se mencionó en párrafos anteriores en la compañía se fueron implementando un sin número de ideas a lo largo del proyecto Kaizen donde la mayoría de ellas consiguieron resultados que beneficiaron a la estética de la planta pero principalmente fueron 5 ideas las mismas que pueden ser observadas en las **Figuras desde la 4.32 hasta la 4.37**, las que lograron generar ahorro de tiempo lo cual se puedo traducir en un aumento en los ingresos de la compañía; para comprobar la factibilidad de la implementación de estas ideas se procedió al análisis del VAN, TIR y ROI.

Para el cálculo del VAN y de la TIR se consideraron la inversión inicial, los diferentes desembolsos y los beneficios económicos que se obtendrían a futuro.

Adicional a esto, la tasa referencial que se tomó en consideración es la tasa de interés pasiva efectiva de las operaciones efectuadas del 14 al 20 de enero del 2010 del Banco Central lo cual se lo puede observar en Apéndice en el **ANEXOS L** de donde se tiene que el promedio es % 4,75.

Una vez con toda esa información se generó el respectivo flujo de efectivo donde se tiene que:

| 4,75% | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE |
|---|---|---|---|---|---|
| INGRESOS | 0 | 1459,00 | 1459,00 | 2505,18 | 2505,18 |
| EGRESOS | 1200 | 415,23 | 1792,20 | 2643,48 | 98,09 |
| FLUJO EFECTIVO | -1200 | 1043,77 | -333,20 | -138,30 | 2407,09 |

**Tabla 5: Flujo de Caja de los Beneficios de las Ideas Implementadas**

| Valor Neto | Inversión | VAN Proyecto | TIR del Proyecto |
|---|---|---|---|
| 2.571,74 | -1.200,00 | 1.372 | 38% |

**Figura 4.38 Resultados obtenidos del Cálculo del VAN y TIR**

Como se puede apreciar en la **Figura 4.38** el beneficio esperado es mayor que el costo de inversión y la TIR del proyecto es también mucho mayor a la tasa de interés referencial por lo tanto se puede concluir el proyecto es rentable.

Para soportar este análisis se procede al cálculo del ROI el cual se expresa de la siguiente manera:

$$\mathbf{ROI} = \frac{(\text{BENEFICIOS} - \text{INVERSION INICIAL})}{\text{INVERSION INICIAL}}$$

$$ROI = \frac{2400,3 - 1200}{1200}$$

$$ROI = 1,00$$

Observando el resultado de 1 en el ROI se puede decir que la rentabilidad que muestra la TIR y el VAN apenas ha servido para recuperar los valores que se han invertido para el mismo durante el tiempo de la implementación.

Pero una vez finalizada esta etapa de implementación, una vez realizadas las inversiones que fueron necesarias en los meses posteriores si se mantienen estos cambios se obtendrán ingresos dada a la rentabilidad que se vió reflejada en la TIR del proyecto.