



## **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**RESIDENCIA PROFESIONAL:**

**“IMPLEMENTACIÓN DE LOS PROYECTOS DE MEJORA  
EN EL DEPARTAMENTO DE CALIDAD Y MEJORA  
CONTINUA, DE CONSTRUCCIONES METÁLICAS  
MEXICANAS S.A. DE C.V.”**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRESENTA:**

**LUIS ALBERTO ALVARADO GÓMEZ**

**No. DE CONTROL:**

**06270374**

**ASESOR:**

**DR. ELÍAS NEFTALÍ ESCOBAR GÓMEZ**

**REVISORES:**

**DR. SABINO VELÁZQUEZ TRUJILLO**

**MC. VICENTE AGUSTÍN COELLO CONSTANTINO**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS; DICIEMBRE DE 2010**

# COMEMSA

Construcciones Metálicas Mexicanas  
Comemsa, S. A. de C. V.  
Planta y Oficinas:  
Aut. Querétaro - Celaya, Km. 16  
Calera de Obrajuelo  
Municipio de Apaseo el Grande,  
Guanajuato, México, C.P. 38180  
Apartado Postal 15  
Tel.: +52 (442) 2 94 20 00 al 04  
Fax: +52 (442) 2 94 20 08  
comemsa@comemsa.com.mx

Oficinas en México:  
Bahía de Santa Bárbara 174  
Col. Verónica Anzures  
C. P. 11300 México, D. F.  
Tel.: +52 (55) 52 62 71 00  
Fax: +52 (55) 52 62 71 50



Apaseo El Grande, Gto., a 10 de enero del 2011.

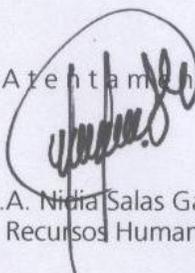
**M.C. Roberto Carlos García Gómez**  
**Jefe de Depto. de Gestión Tecnológica y Vinculación**  
**Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez**  
**Presente**

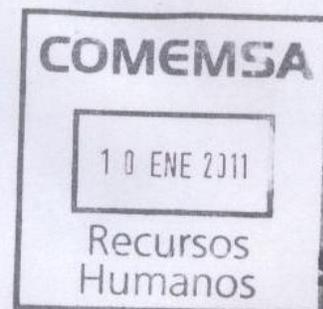
Por medio de la presente hago de su conocimiento que **Luis Alberto Alvarado Gómez**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Industrial, con número de control **06270374**, ha finalizado su Residencia Profesional en esta empresa, elaborando el proyecto **"Implementación de los proyectos de mejora en el departamento de Calidad y Mejora continua, de Construcciones Metálicas Mexicanas S.A. de C.V."**, cubriendo un total de 640 horas, durante el periodo comprendido de Agosto – Diciembre del 2010.

Dicha residencia profesional, la realizó en nuestro departamento de Calidad, donde el Ing. Jesús Arce Cruz fue quien lo estuvo asesorando por parte de la empresa en su proyecto, y quien le otorga una calificación de 8 respecto a su desempeño, en escalada del 1 al 10.

Se extiende la presente a solicitud del interesado y para los fines que a él convengan

Atentamente

  
L.A. Nidia Salas García  
Recursos Humanos





# Índice

Resumen	8
Introducción	9
Capítulo 1. Planteamiento del problema	11
1.1 Antecedentes	12
1.2 Definición del Problema	13
1.3 Objetivo General	13
1.4 Objetivos Específicos	13
1.5 Hipótesis	14
1.6 Justificación	14
1.7 Alcances	14
1.8 Delimitación	14
Capítulo 2. Generalidades de la empresa	15
2.1 Antecedentes	16
2.2 Razón Social	16
2.3 Misión	17
2.4 Visión	17
2.5 Filosofía	17
2.6 Valores	19
2.7 Estructura Organizacional	21
2.8 Ubicación	22
2.10 Descripción de proceso	24
Capítulo 3. Fundamento teórico	26
3.1 Mejora	27
3.2 Evaluación inicial	27
3.2.1 Diagrama de causa y efecto	28
3.2.2 Histograma	31
3.2.3 Análisis de Pareto	35
3.2.4 Diagrama de flujo	39
3.3 Plan de mejora	41



3.3.1 PHVA.....	43
3.4 Acciones de mejora-----	45
3.4.1 Justo a Tiempo .....	45
3.4.2 <i>Kanban</i> .....	50
3.4.3 5 S .....	52
Capítulo 4. Método Propuesto-----	58
4.1 Procedimiento-----	59
4.1.1 Identificación del problema .....	60
4.1.2 Planeación .....	60
4.1.3 Evaluación inicial .....	61
4.1.4 Análisis e identificación de las causas .....	61
4.1.5 Determinación de las acciones de mejora.....	62
4.1.6 Implementación.....	62
4.1.8 Análisis de resultados .....	63
4.2 Identificación del problema -----	63
4.3 Planeación -----	63
4.3.1 Equipos de medición en mal estado.....	63
4.3.2 Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller.....	64
4.3.3 Entrada de Material rechazado a taller.....	64
4.4 Estado Actual del Problema-----	65
4.4.1 Equipos de medición en mal estado.....	65
4.4.2 Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller.....	68
4.4.3 Entrada de Material rechazado a taller.....	71
4.5 Determinación de la causa raíz -----	73



4.5.1 Equipos de medición en mal estado.....	73
4.5.2 Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller.....	75
4.5.3 Entrada de Material rechazado a taller.....	79
4.6 Determinación de acciones de mejora .....	80
4.6.1 Equipos de medición en mal estado.....	80
4.6.2 Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller.....	83
4.6.3 Entrada de Material rechazado a taller.....	89
Capítulo 5. Implementación .....	96
5.1 Asignar equipos de medición por máquina .....	97
5.2 Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller.....	99
5.2.1 Realizar 5 S en Gavetas de herramental, herramientas y equipo de medición de las maquinas .....	99
5.2.2 Implementación de Ayudas visuales para gavetas.....	103
5.2.3 Cierre de las gavetas de las máquinas .....	104
Capítulo 6. Evaluación de resultados.....	108
Conclusión .....	112
Recomendaciones .....	113
Bibliografía.....	114

## Listado de figuras

**Figura 2.1** Organigrama de la empresa

**Figura 2.2** Vista satelital de la ubicación de COMEMSA

**Figura 2.3** Distribución en planta de la empresa

**Figura 3.1** Ejemplo de Diagrama Causa-Efecto

**Figura 3.2** Ejemplo de Histograma

**Figura 3.3** Tabla de datos del Problema

**Figura 3.4** Tabla de clases y frecuencias del problema

**Figura 3.5** Histograma

**Figura 3.6** Ejemplo de hoja de acumulación de datos

**Figura 3.7** Ejemplo de llenado de hoja de acumulación de datos

**Figura 3.8** Ejemplo organización de datos

**Figura 3.9** Diagrama de Pareto completo

**Fig. 3.10** Simbología universal para la elaboración de diagramas de flujo

**Figura 3.11** Tarjeta de producción

**Figura 3.12** Tarjeta de transporte

**Figura 4.1** Diagrama de flujo del procedimiento

**Figura 4.2** Estado actual del equipo de medición

**Figura 4.3** Graficas de resultados de la evaluación

**Figura 4.4** Etiqueta de Equipo de medición

**Figura 4.5** Reporte patrulla

**Figura 4.6** Actividades de un operador de máquina

**Figura 4.7** Hoja de control de entrada de material

**Figura 4.8** Gaveta de herramental actual

**Figura 4.9** Gaveta de la máquina A-18

**Figura 4.10** Hoja para requisición de herramental

**Figura 4.11** Etiquetas decoloradas de material rechazado y aceptado

**Figura 4.12** Evidencia del estado actual del control visual

**Figura 4.13** Graficas de resultado de evaluación de equipos de medición

**Figura 4.14** Diagrama de flujo para requisición de herramental

**Figura 4.15** Diagrama de flujo de requisición de equipo de seguridad

- Figura 4.16** Diagrama de flujo para requisición de material
- Figura 4.17** Diagrama Ishikawa para el problema
- Figura 4.18** Reporte patrulla con programa de verificación por máquina
- Figura 4.19** Formato para la Auditoria Interna para Equipo de medición
- Figura 4.20** Propuesta de etiqueta
- Figura 4.21** Propuesta de check-list para la maquina A-18
- Figura 4.22** Propuesta de formato para plan de producción por máquina
- Figura 4.23** Recorrido del Herramental-car
- Figura 4.24** Propuesta de *Andon*
- Fig. 4.25** Propuesta de tarjetas *kanban*
- Figura 4.26** Formato para inventario de parque
- Figura 4.27** Propuesta de pintado de material de calidad A-36
- Figura 4.28** Carro de pintura
- Figura 4.29** Propuesta de tarjeta roja para identificación
- Figura 4.30** Simulación de implementación
- Figura 4.31** Ejemplo de propuesta de *andon*
- Figura 4.32** Cajón para el *kanban*
- Figura 4.33** Ejemplo de tarjeta *kanban*
- Figura 5.1** Asignación de los dos equipos en buenas condiciones
- Figura 5.2** Evidencia de equipos calibrados
- Figura 5.3** Equipos asignados a las maquinas
- Figura 5.4** Evidencia de *Seiri* en gavetas
- Figura 5.5** Evidencia de identificación y colocación del herramental
- Figura 5.6** Evidencia de gaveta limpia y ordenada
- Figura 5.7** Evidencia de implementación de check-list
- Figura 5.8** Evidencia de ayudas visuales en el herramental
- Figura 5.9** Evidencia de control visual para máximos y mínimos
- Figura 5.10** Evidencia del etiquetado de candados
- Figura 5.11** Inventario de herramental de maquina
- Figura 5.12** Lista de herramientas de trabajo
- Figura 5.13** Evidencia del cerrado de gaveta

## Resumen

En este proyecto se muestra la implementación de mejoras dentro de la empresa Construcciones Metálicas, a través del desarrollo de una metodología de mejora. Una empresa competitiva debe tener la capacidad de responder a los cambios que se presenten en su entorno, a través de la detección y disminución de sus puntos débiles, y del incremento de sus fortalezas.

Las empresas de clase mundial toman a la disminución de desperdicios como una filosofía de trabajo, ya que para estas es mejorar. La mejora en actualidad es una herramienta fundamental para el desarrollo de cualquier organización, debido a los cambios constantes que sufren su entorno y lo competitivo que es el mercado.

Para el desarrollo de una mejora es necesario basarse en un plan o metodología, en el cual se presentara la secuencia de pasos que se aplicaran para el logro de esta.

Para este proyecto se formula una metodología de mejora tomando como base metodologías establecidas y realizadas por expertos del tema. La metodología formulada se basa en 7 pasos los cuales son:

- Identificación del problema, a través la descripción del mismo.
- Planeación, se determinan objetivos y limitantes
- Evaluación inicial, a través de la evaluación de los procedimientos, herramientas, recursos humanos y materiales
- Análisis y determinación de causas, se analiza la información obtenida
- Determinación de acciones de mejora, se determinan las técnicas, metodologías y filosofías a implementar
- Implementación de las acciones

## Introducción

Una empresa líder dentro de un mercado competitivo, se caracteriza por su innovación y nivel capacidad que presenta al mejorar sus procesos. Por lo que, una organización que aspire a ser o sea una empresa líder, debe de forma constantemente mejorar cada uno de sus procesos. Para mejorar una organización debe, planificar su futuro tomando en cuenta a sus competidores, fortalezas y debilidades.

En este proyecto se desarrolla una metodología para el desarrollo de proyectos de mejora y se presenta tanto propuestas como aplicaciones de acciones de mejora, estas ayudaran mejorar los procesos dentro de la organización.

Durante la realización del proyecto existieron dificultades, las cuales entorpecieron la implementación de algunas acciones de mejora. Las dificultades a las que se hace referencia son: el tiempo que se tuvo para el desarrollo del proyecto, debido a que no solo era necesario proponer, sino que también, había que implementar lo cual exige mayor tiempo de lo disponible; y la otra dificultad fue la resistencia al cambio por parte de algunos elementos de la organización.

En el primer capítulo se realizará la presentación del proyecto, donde se abarcará temas correspondientes a: la definición del problema, la cual plasma de forma clara el porqué de este; los objetivos, los cuales son lo que se pretende lograr a través del mismo; la hipótesis que se plantea, la cual plasma en un enunciado lo que se va a lograr con la implementación de este; la justificación, son los motivos que se obtienen después de un estudio que impulsan la realización del mismo; su delimitación, esta es el espacio territorial y tiempo.



En el segundo capítulo se abordara temas correspondientes a aspectos generales de la empresa donde se llevó a cabo el proyecto. Entre los temas que se abordan para este capítulo podemos tener: antecedentes de la empresa, la razón social de la misma, su ubicación, su visión, misión, sus valores, su filosofía, etc.

Para el tercer capítulo toca abordar toda la información que se usara en el capítulo cuarto, pero de forma más profunda. Este capítulo ayudara para una mejor comprensión del siguiente capítulo.

Mientras que en el cuarto capítulo se desarrollara la metodología propuesta para el desarrollo de proyectos de mejora, en este se explicara paso a paso la metodología y se realizarán las propuestas de mejora para la empresa.

En el quinto capítulo se mostrara la implementación de algunas acciones de mejoras, las cuales fueron propuestas en el capítulo cuarto. Este capítulo aparte de la información textual de la implementación, también se mostrara evidencia fotográfica de la misma.

Para el capítulo sexto se realizara la evaluación de los resultados, en donde se mostraran los cambios que se obtuvieron a través de la realización de lo mostrado en el quinto capítulo.

Y por último en el sexto capítulo se realizarán las conclusiones del proyecto y las recomendaciones que se deben seguir para que este se siga implementando en un futuro, ya que este se hace con la finalidad de mejorar los procesos dentro de la empresa.



# Capítulo 1. Planteamiento del problema

## 1.1 Antecedentes

La autora Lewis Carroll (1983) menciona lo siguiente: “si no te importa a dónde vas, cualquier camino es bueno”; al definir una organización hacia dónde va, se da cuenta de su necesidad de mejorar, el mundo cambia constantemente y los clientes exigen cada vez una mayor calidad.

Los competidores dentro de un mercado mejoran tanto su calidad y productividad, por lo que si una empresa se encierra en su mundo y no se percata de lo que sucede de forma global, comete un gravísimo error, debido a que el tiempo transcurre y cada día surgen más y mejores formas de realizar los procesos de manufactura, esto tiene como consecuencia que se eleve el nivel competitividad. Una empresa siempre debe tener presente tanto sus debilidades como sus fortalezas, para determinar sus objetivos a corto, mediano y a largo plazo.

Richard Y. Chang (1996), menciona que ha una empresa la mala calidad, le puede costar entre 20 y 25% de sus ingresos brutos; esto es una cantidad importante para una empresa que se encuentra dentro de un ambiente competitivo, por lo que debe enfocarse en mejorar constantemente su calidad y a la vez ser más productiva, esto se logra a través del mejoramiento de procesos, los cuales la mayoría de las veces cuentan con actividades que no agregan valor dentro del mismo, al eliminar estas actividades los procesos se realizan de forma más productiva y con una mayor calidad.



El área de taller de la empresa Construcciones Metálicas, tiene misma forma de trabajo desde hace 10 años, en la que se carece de una organización y metodología de trabajo, ya que la forma de trabajo se ha ido fomentando a través de la experiencia y no ha existido una verdadera retroalimentación entre los operadores de taller y los encargados del mismo, en la que ellos pudieran externar las necesidades para poder realizar su trabajo de la mejor manera y así disminuir las actividades que no agreguen valor al proceso.

## **1.2 Definición del Problema**

Existen mudas dentro de los procesos del Área de taller, de la empresa Construcciones Metálicas Mexicanas S.A. de C.V.

## **1.3 Objetivo General**

Implementación de los proyectos de mejora en el Departamento de Calidad y Mejora Continua, de Construcciones Metálicas Mexicanas S.A. de C.V.

## **1.4 Objetivos Específicos**

- Identificar las causas que provocan el problema.
- Identificar las acciones correctivas a implementar.
- Mejorar el proceso del área de Taller de forma que se reduzcan las actividades del operador que no agregan valor.

## **1.5 Hipótesis**

El planteamiento e implementación de proyectos de mejora en el área de mecanizado (taller) como parte del Departamento de Calidad y Mejora Continua, de Construcciones Metálicas Mexicanas S.A. de C.V., disminuirá las actividades que no agregan valor dentro del proceso.

## **1.6 Justificación**

La importancia de una organización radica en la capacidad de crecer en la mejora de todos y cada uno de sus procesos que rigen su actividad cotidiana. Actualmente, la falta de una metodología de trabajo, existen actividades que no agregan valor dentro del proceso, las cuales a su vez generan tiempos muertos en el mismo, esto provoca una necesidad de mejoramiento y a través de la propuesta e implementación de Acciones de Mejora se disminuirán estas actividades.

## **1.7 Alcances**

Lograr que el operador se enfoque solo en su actividad principal la cual operar la máquina y no desvíe su atención en actividades que no agreguen valor. Obteniendo así una mayor productividad y calidad en el proceso.

## **1.8 Delimitación**

El proyecto de mejora se llevara a cabo en el área de Taller de la empresa Construcciones Metálicas, durante el periodo de Agosto-Diciembre del 2010.



## **Capítulo 2. Generalidades de la empresa**

## 2.1 Antecedentes

Construcciones Metálicas es una empresa fundada en 1998 por Abengoa México S.A. de C.V. y Europea de Construcciones Metálicas S.A.

La planta fue concebida para el diseño y la fabricación de estructuras de celosías articuladas, categoría en la que se inscriben las torres para líneas de transmisión eléctrica, estructuras para subestaciones eléctricas, torres para telecomunicaciones, torres para generadores eléctricos, todas ellas estructuras metálicas galvanizadas.

Actualmente trabajan 262 personas, las cuales 216 operarios y 45 son personal administrativo.

Construcciones Metálicas dispone de certificación ISO 9001:2000 y ISO 14001:2004. Su actividad se ha concentrado en los siguientes productos:

- Torres para líneas de distribución y transporte de energía eléctrica (desde 33 hasta 800 kV)
- Estructuras para subestaciones.
- Estructuras para antenas de telecomunicaciones.
- Maquila de Galvanizado.

## 2.2 Razón Social

Construcciones Metálicas Mexicanas S.A. de C.V.



## 2.3 Misión

Construcciones Metálicas es una empresa tecnológica que aplica soluciones para el desarrollo sostenible en los sectores de infraestructura, medio ambiente y energía, aportando a largo plazo a sus accionistas desde una gestión caracterizada por el fomento del espíritu emprendedor, la responsabilidad social, la transparencia el rigor.

## 2.4 Visión

Llegar a ser referente mundial en el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras para el desarrollo sostenible.

## 2.5 Filosofía

La honradez, integridad y el buen juicio de los empleados, directivos y consejeros de Construcciones Metálicas es fundamental para la reputación y el éxito de la compañía.

El presente Código de conducta rige los actos y relaciones de trabajo de los empleados, directivos y consejeros de Construcciones Metálicas con los clientes y posibles clientes, como los compañeros, la competencia, los órganos de la Administración, con los medios de comunicación y con todas las demás personas o instituciones con las que la empresa tenga contacto. Estas relaciones resultan fundamentales para conseguir el éxito continuado de Construcciones Metálicas. Cuando en el presente Código de Conducta se hace referencia a Construcciones Metálicas, se incluye Construcciones Metálicas S.A. y cada una de sus filiales.

**El presente Código de conducta:**

- A. Exige los más altos estándares de honradez y conducta ética, incluyendo procedimientos adecuados y éticos para tratar los conflictos de intereses reales o posibles entre las relaciones profesionales y personales;
- B. Exige comunicación plena, justa, precisa, puntual e inteligible en los informes periódicos que Construcciones Metálicas debe presentar ante los órganos de la Administración o en aquellas comunicaciones que se realicen;
- C. Exige el cumplimiento de las leyes, normas y reglamentos aplicables;
- D. Aborda los conflictos de intereses reales o posibles y proporciona orientación para que los empleados, directivos y consejeros comuniquen dichos conflictos de Construcciones Metálicas.
- E. Aborda el mal uso o la mala de los bienes y las oportunidades empresariales de Construcciones Metálicas.
- F. Exige el máximo nivel de confidencialidad y trato justo dentro y fuera de Construcciones Metálicas.
- G. Exige la comunicación interna inmediata de los incumplimientos del presente Código de conducta así como la comunicación adecuada de toda conducta ilegal.

## 2.6 Valores

A lo largo de su historia, Construcciones Metálicas ha cimentado su desarrollo en una serie de valores compartidos que hoy constituyen la estructura de su Código Ético. A través de todos los cauces de los que se dispone, la Organización fomenta el conocimiento y la aplicación de estos valores y establece mecanismos de control y revisión que garanticen su correcto seguimiento y actualización.

Entre los valores, destacan por su importancia:

**Integridad.** La honradez en el desempeño profesional, seña de identidad de Construcciones Metálicas, se opone de manifiesto en todas las actuaciones de nuestro personal, tanto dentro como fuera de la empresa. Nuestra contrastada integridad se convierte en credibilidad ante nuestros clientes, proveedores, accionistas y ante cualquiera de las personas con las que nos relacionamos; además en sí misma valor, para que la propia persona y para toda la organización.

**Legalidad.** El cumplimiento de la legalidad no es solo un requisito externo y, por tanto, una obligación de la organización y de su personal. La ley nos aporta seguridad en nuestras actuaciones y reduce los riesgos en los negocios.

**Rigor profesional.** El concepto de profesionalidad de Construcciones Metálicas está íntimamente ligado a la vocación de servicio en el desempeño de la actividad y a la implicación con el proyecto empresarial desarrollado. Todas nuestras actuaciones deben estar precedidas por la responsabilidad profesional y regida por los principios que se establecen en los sistemas comunes de gestión.



**Confidencialidad.** Construcciones Metálicas espera de las personas que constituyen su organización el mantenimiento de criterios de discreción y prudencia en sus comunicaciones y relaciones con terceros, con el fin de salvaguardar la información que posee la Sociedad.

**Calidad.** En todas sus actuaciones, tanto internas como externas, Construcciones Metálicas tiene un compromiso con la calidad. Lejos de ser tarea exclusiva de la dirección o de grupos específicos de personas, este compromiso preside la actividad diaria de todos los miembros de la organización. Construcciones Metálicas contempla unas normas concretas de calidad, fruto de su conocimiento, sentido común, rigor, orden y responsabilidad a la hora de actuar.

## 2.7 Estructura Organizacional

El organigrama de la empresa se muestra en la figura 2.1.

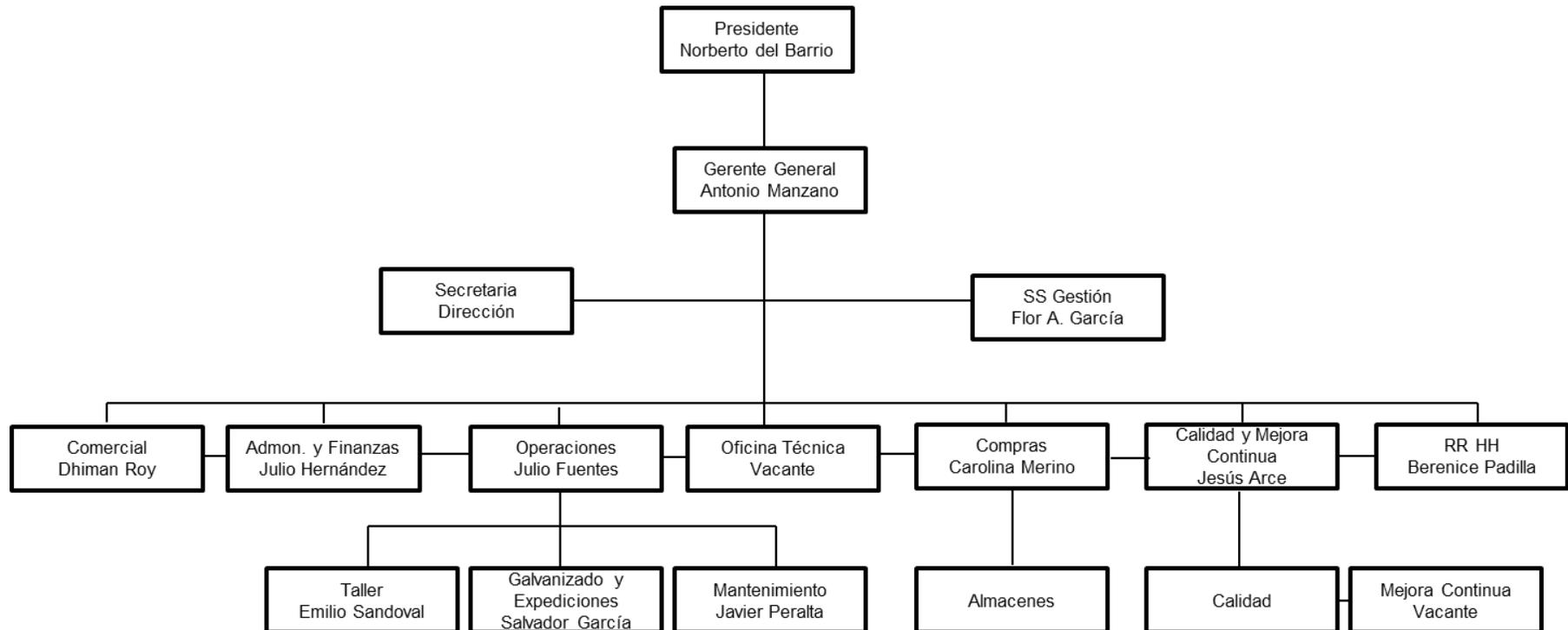


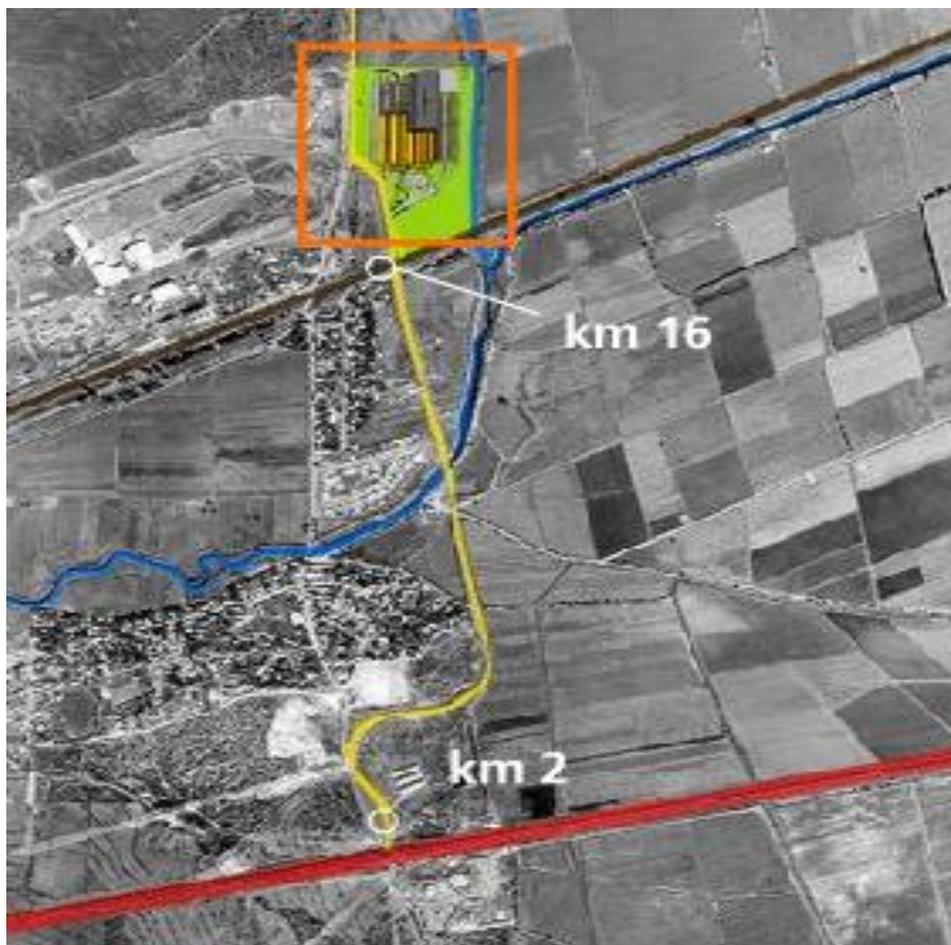
Figura 2.1 Organigrama de la empresa

## 2.8 Ubicación

Autopista Querétaro-Celaya, km. 16

Calera de Obrajuelo, Municipio de Apaseo el Grande.

CP.: 38180, Guanajuato, México (Figura 2.2)



**Figura 2.2** Vista satelital de la ubicación de COMEMSA

La distribución en planta que tiene la empresa se presenta en la figura 2.3.

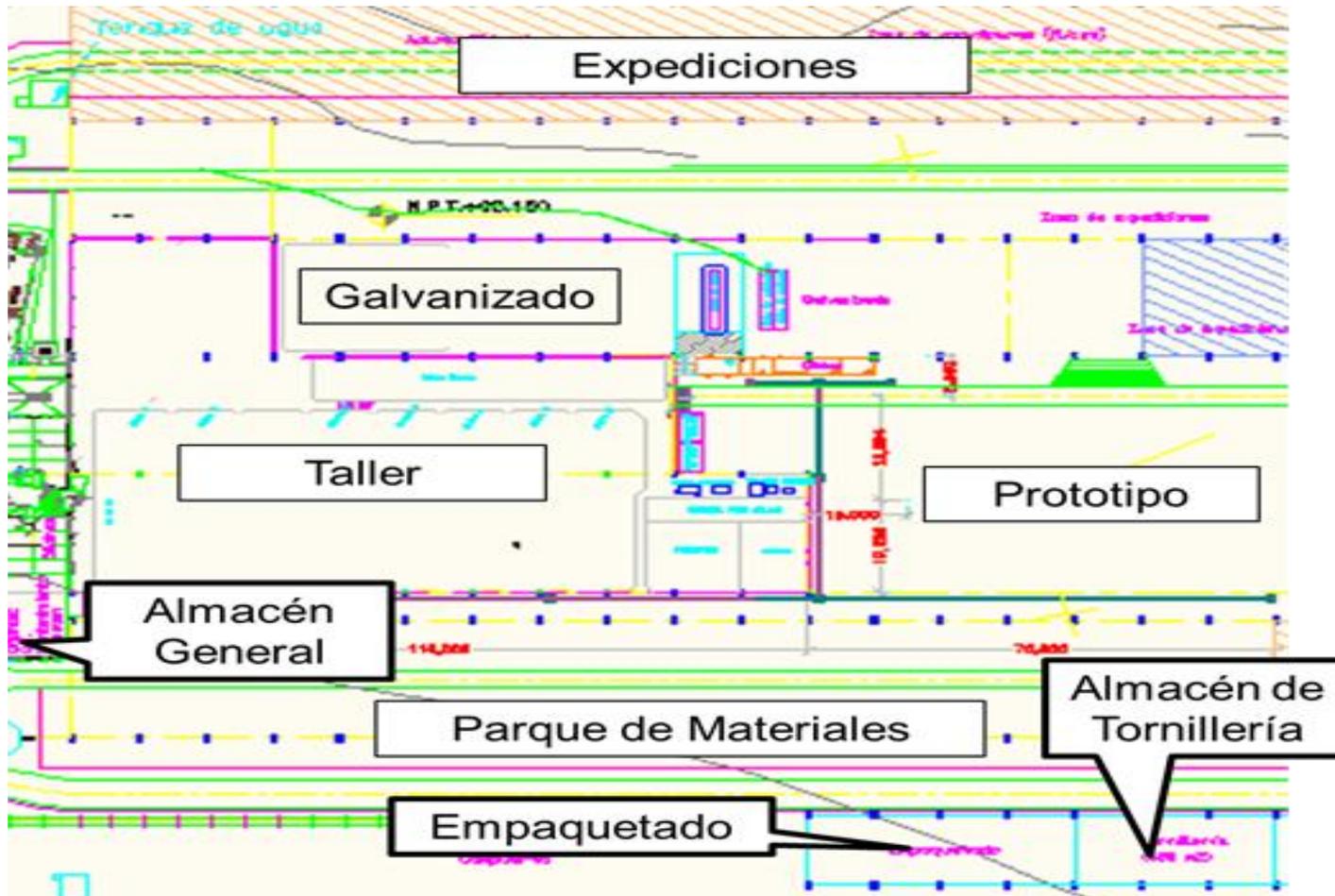


Figura 2.3 Distribución en planta de la empresa

## 2.10 Descripción de proceso

El proceso cuenta con 5 pasos, lo cuales se describen a continuación:

**1. Ingeniería.** Es el desarrollo de las estructuras de acuerdo con necesidades del contrato, este procedimiento se describe a continuación:

- A. El primer paso es responsabilidad de Oficina Técnica, consiste en la fijación de geometría, dimensionado de elementos y diseño de detalle.
- B. Posteriormente Producción, realiza la fabricación y ensamble del prototipo, verificación del diseño y reporte de modificaciones, se fuesen necesarias.
- C. Luego Oficina Técnica, realiza la prueba de estructuras a escala real, si así lo requieren las especificaciones.

**2. Planificación.** Se realiza de acuerdo a los compromisos adquiridos con el cliente se elabora el Plan de Fabricación.

**3. Lanzamiento.** Consiste en la preparación de los documentos e información necesaria para poner en marcha la fabricación de una orden de trabajo. A partir de la información generada, se distribuye el trabajo a las áreas de ejecución. Aquí se establece el aprovechamiento del material y la distribución de las piezas en paquetes diferenciados por el tipo de material, operaciones y peso.

**4. Ejecución.** Es el proceso de transformación en la que intervienen las siguientes operaciones:

- A. Abastecimiento de Material.
- B. Corte.
- C. Punzonado – Taladrado
- D. Operaciones Secundarias
  - a. Chaflán
  - b. Soldadura
  - c. Plegado
  - d. Escariado
  - e. Inglete
  - d. Pre-montaje
- E. Galvanizado
- F. Empaquetado.
- G. Expedición.

**5. Control.** El encargado de dar seguimiento a lo largo de todo el proceso de fabricación. Determina rendimiento, costos de no-calidad, cumplimiento de entrega.

## Capítulo 3. Fundamento teórico

### 3.1 Mejora

La Mejora es considerada dentro de un proceso como un cambio positivo del mismo, esta debe ser la búsqueda constante de cualquier organización.

Para que una organización sea competitiva dentro del mercado, es necesario que tenga la capacidad de responder a los cambios que se presentan en su entorno, y para esto debe mejorar sus procesos.

Para la realización de una mejora se apoyan en un Metodología de mejora. A través de esta, se pueden detectar y contrarrestar los puntos débiles de la empresa, además incrementar sus fortalezas. Una mejora existe, cuando una organización aprende de sí misma y de otras, ya que planifica su futuro tomando en cuenta el sus debilidades, fortalezas y el entorno cambiante.

### 3.2 Evaluación inicial

El autor Mary Walton (2010) menciona que: “Los administradores norteamericanos se ufanan de sus corazonadas y de su intuición”; por lo que carecen de certeza en la solución de la problemática en una organización. También menciona que una verdadera solución a un problema radica en un conjunto de suposiciones diferentes:

- Las decisiones deben basarse en hechos.
- Las personas que conocen mejor el trabajo son las que lo realizan.
- Los grupos de personas que trabajan en quipo pueden tener más éxito que los individuos que trabajan solos.
- Los grupos necesitan capacitación en un proceso estructurado para resolver problemas, que incluyan conocimientos de la manera de dirigir una reunión.
- Es conveniente mostrar gráficamente la información.

Algunas herramientas básicas para toma de decisiones se presentan a continuación:

### 3.2.1 Diagrama de causa y efecto

Para Alberto Galgano (1995) el diagrama causa y efecto es un gráfico que muestra las relaciones entre una característica y sus factores o causas. Cualquier tipo de problema puede ser analizado mediante este diagrama, ya es un diagrama en el que se engloban todas las posibles causas de un fenómeno de una manera ordenada y completa, esto ayuda a sentar una base para poner en marcha la búsqueda de las verdaderas causas. Generalmente, el diagrama asume la forma de una espina de pez, de donde toma el nombre alternativo de diagrama de espina de pescado.

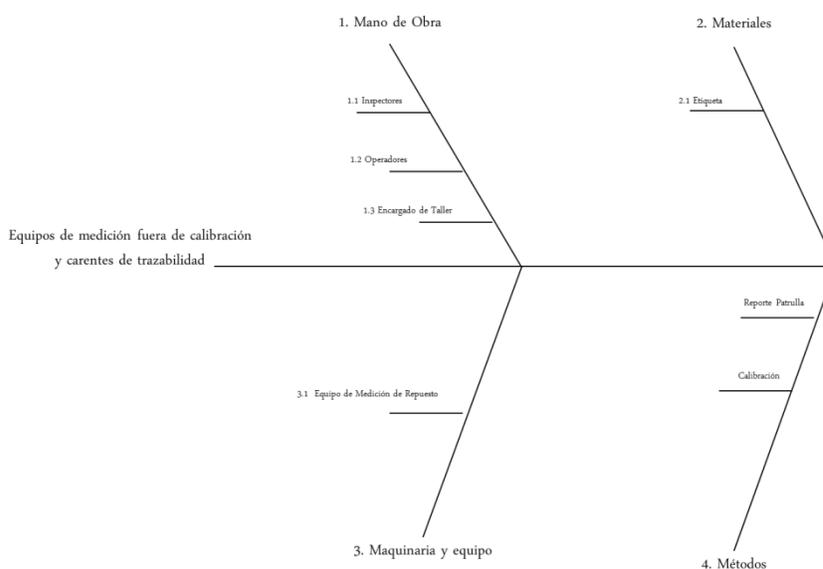
El análisis causa-efecto, en su significado más completo, es el proceso que parte de la definición precisa del efecto que deseamos estudiar y, a través de la fotografía de la situación, obtenida mediante la construcción del diagrama, permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto estudiado.

El Diagrama consta de 3 etapas:

- A. **Definición del efecto que se desea estudiar.** Esta fase representa la base de un eficaz análisis causa-efecto. Efectivamente, siempre es necesario efectuar una precisa definición del efecto objeto de estudio. Cuanto más definido se encuentre éste, tanto más directo y eficaz podrá ser el análisis de las causas. Cuanto más genéricamente se encuentre expresado el efecto que se desea estudiar, tanto más genérico será el diagrama causa-efecto y, por lo tanto, tanto más vago y de escasa utilidad resultara el análisis consiguiente para la comprensión y la resolución del problema.

B. **Construcción del diagrama causa-efecto.** Se inicia escribiendo, en el lado derecho de una hoja de papel, el efecto que se desea estudiar. A ello le debe seguir la búsqueda de todas las posibles causas que sobre el influyen. El método para la construcción del diagrama más completo es el de clasificación de las causas.

**1. Método de clasificación de las causas.** Para analizar el problema se debe proceder a la definición de las posibles causas del propio problema. Generalmente, esa actividad se desarrolla en grupo. Para ello, se define en primer lugar ciertas categorías de causas, evidentemente las principales, que servirán sucesivamente para desarrollar de forma ordenada el análisis de detalle. Un criterio de subdivisión muy utilizado son las 4 M's. (Figura 3.1)



**Figura 3.1** Ejemplo de Diagrama Causa-Efecto

Esas 4 grandes categorías de causas pueden seguidamente expresarse en términos más específicos en función del tipo de problema afrontado. Las 4 M suelen ser generalmente un útil punto de referencia dado que en ellas pueden englobarse casi todas las principales causas de un problema, por lo que pueden constituir los brazos principales del diagrama causa-efecto.

C. **Análisis de las relaciones causa-efecto que derivan de la construcción del diagrama.** Como se mencionó anteriormente, la construcción de un diagrama causa-efecto da origen a un esquema muy rico, de causas relacionadas con el efecto que analizamos.

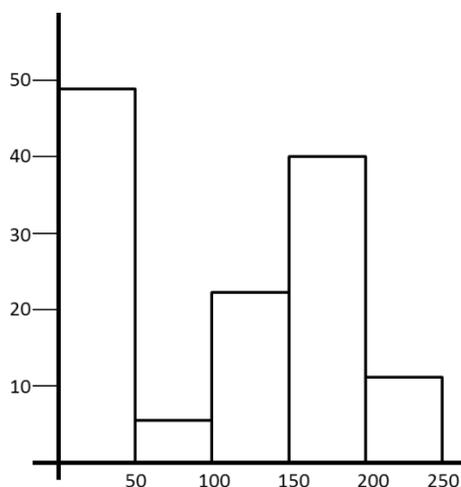
El objeto de análisis consistirá así en examinar críticamente las causas definidas con la finalidad de:

1. Definir las causas más probables. Se realiza mediante una valoración crítica. Si no se poseen datos específicos, se recurre a un debate que puede concluir en una votación. Las causas probables, cuyo número puede ser muy diverso de un caso a otro, se señalan poniendo en el diagrama un círculo alrededor de cada una de ellas.
2. Definir las causas más importantes. A través de la valoración de la influencia que cada una de las causas probables pueden ejercer sobre el efecto, con la finalidad de definir su orden de importancia. Se trata tan solo de estimaciones, que serán no obstante útiles para aprovechar de forma más eficaz el tiempo destinado a la verificación práctica.

3. Verificar si las causas más importantes ya definidas son realmente las que influyen sobre el efecto (causa verdaderas). Se procede a la verificación de las hipótesis establecidas. Se somete a examen la causa 1 y se fijan las verificaciones que deben efectuarse. Si en este punto no se consigue todavía definir la solución del problema tendremos que efectuar de nuevo todo el análisis del problema, se tendrá que efectuar de nuevo todo el análisis causa-efecto ya que, probablemente, el diagrama no ha sido construido de forma adecuada. Y si por el contrario se obtiene la verdadera causa del problema, el grupo se enfoca en eliminarla definitivamente.

### 3.2.2 Histograma

Una vez obtenidos los datos que se consideran esenciales para llevar a cabo un proyecto, se encuentra con que sus datos son numerosos y tiene una visión limitada. Por lo que se creó el Histograma, es un diagrama de barras en el que se obtiene una visión completa y sintética de los datos recopilados. (Figura 3.2)



**Figura 3.2** Ejemplo de Histograma

Un histograma utiliza 3 conceptos:

- **Clase.** Es la dimensión de un intervalo de variabilidad de los datos que se toman como base para representar los propios datos. Respecto a la figura el número de clases corresponde a 5 y se tienen intervalos de: 0 a 50, de 51 a 100, de 101 a 150, 151 a 200 y de 201 a 250.
- **Frecuencia.** Es el número de elementos comprendidos en una determinada clase. En el caso de la figura en la clase 151 a 200, existe una frecuencia de 40 elementos.
- **Rango.** Es considerado como la dimensión del intervalo existente entre el máximo y mínimo de los valores. En la figura el intervalo va de 0 a 250, por lo que el rango corresponde a 250.

**Construcción de un Histograma.** A través del siguiente ejemplo se realizara la descripción del proceso de construcción.

En la tabla de la figura 3.3 se presenta las dimensiones de contenido de los frascos de un producto farmacéutico obtenidas de forma sistemática 10 veces por día durante 12 días consecutivos y están expresados en centilitros.

Días Hora Examen	Lunes	Martes	Mercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes	Mercoles	Jueves	Viernes	Sabado
8.00	84	96	84	100	99	101	102	96	82	98	108	82
9.00	101	104	94	85	84	92	92	80	101	95	101	98
10.00	94	109	91	89	103	96	80	103	99	86	88	98
11.00	100	90	88	97	97	93	87	89	85	109	96	109
12.00	108	87	88	102	105	109	92	88	92	101	86	97
13.00	92	89	80	85	96	86	92	100	104	98	91	82
14.00	106	82	97	94	107	91	110	87	105	96	95	102
15.00	99	110	101	89	90	85	91	105	110	95	98	99
16.00	109	101	94	99	105	88	86	98	96	95	109	93
17.00	90	102	84	87	100	92	80	87	88	82	102	90

**Figura 3.3** Tabla de datos del Problema

El número de las mediciones objeto de análisis se expresa mediante  $N$ ; en nuestro caso,  $N= 120$ .

Observando la tabla, no se puede definir qué valor es el más frecuente ni cómo se distribuyen los valores. Es por ello que se usa un Histograma para la interpretación de los mismos.

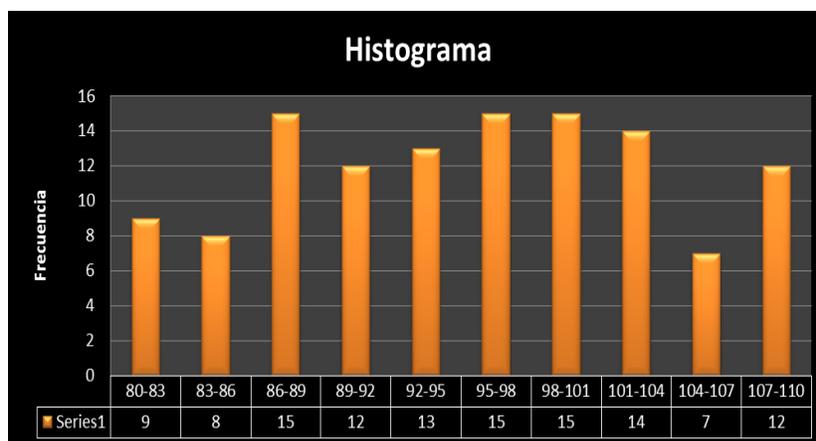
La creación del Histograma se compone de 6 Fases:

- **Fase 1. Rango ( $R$ ).** De la tabla de datos se toma el valor máximo ( $M$ ) y el mínimo ( $m$ ). En este caso,  $M= 110$  y  $m= 80$ . Enseguida, calculamos el denominado  $R$  como diferencia entre el valor  $M$  y  $m$ :  $R=110-80= 30$ .
- **Fase 2. Número de clases ( $K$ ).** Se hace en función al número de datos  $N$ , para lo que puede utilizarse el criterio de la raíz cuadrada;  $K\approx \sqrt{N}$ . En este caso,  $N= 120$  y  $K= 10.95$  y, por aproximación, se elige  $K=10$ .
- **Fase 3. Amplitud de la clase ( $H$ ).** Se obtiene dividiendo el rango de  $R$  por el número de clases  $K$ . Para este caso:  $R: K= 30: 10 =3$ . Normalmente, se para la amplitud de cada clase se redondea a un valor más cómodo, en nuestro caso nos dio un número entero y no hay necesidad de redondear.
- **Fase 4. Límites de las clases.** Los empiezan a partir del valor  $m= 80$ . Se toma como límite inferior de la primera clase. El límite superior se obtiene sumándole  $80$  a  $H$ . Para los valores obtenidos entre dos clases, se adopta la siguiente regla: todos los datos que corresponden a los límites de las clases se registran en la clase superior. (Figura 3.4)
- **Fase 5. Registro de datos.** La primera clase corresponderá a los valores  $80$  y  $82$ ; la segunda, los valores  $83$  y  $85$ , así sucesivamente. (Figura 3.4)

Clases	Frecuencia
80-83	9
83-86	8
86-89	15
89-92	12
92-95	13
95-98	15
98-101	15
101-104	14
104-107	7
107-110	12
	120

**Figura 3.4** Tabla de clases y frecuencias del problema

- **Fase 6. Diseño de Histograma.** En la recta horizontal de las abscisas pondremos los límites de las clases. En la recta vertical de las ordenadas marcaremos la escala de la frecuencia con la que compramos los valores de cada clase. (figura 3.5)



**Figura 3.5** Histograma

### 3.2.3 Análisis de Pareto.

Alberto Galgano (1995) define al análisis de Pareto como: “un método gráfico para definir los problemas más importantes de una determinada situación y, por consiguiente, las prioridades de intervención”.

El principal objetivo de este análisis es desarrollar una mentalidad adecuada para comprender cuáles son las pocas cosas más importantes y centrarse exclusivamente en ellas. Para poder determinar la importancia de un dato o elemento, es necesario tomar en cuenta los siguientes elementos:

- La situación en la que nos encontramos.
- Los objetivos que nos hemos fijado.

Para la construcción de un diagrama es necesario realizar las siguientes fases, para un mayor entendimiento nos basaremos en un ejemplo:

- **Fase 1. Decidir cómo clasificar los datos.** Se realiza la elección del método mediante el que se clasificaran los datos que se recabaran. Algunos ejemplos de clasificación son: por tipo de defecto, por cadena de montaje, por fase del trabajo, por turno, etc. Para nuestro ejemplo nos basaremos por tipo de defecto.
- **Fase 2. Elegir el período de observación de fenómeno.** Se determinara cuándo y durante qué tiempo se recabaran los datos. Si la producción diaria es elevada, se recomienda un periodo de tiempo bastante breve para poder contar con datos suficientes para el análisis. De ser el número de productos diarios reducido, el tiempo de observación deberá prolongarse proporcionalmente. Para el ejemplo será un periodo de 4 meses.

- **Fase 3. Obtener los datos y ordenarlos.** Es necesario preparar una hoja de acumulación de datos, esta respetara los criterios ya adoptados anteriormente para el ejemplo, el cual es por tipo de defecto y un periodo de observación de 4 meses. (Figura 3.6)

Defectos	Meses				Total
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	
Junta rota					
Piezas faltantes					
Piezas erroneas					
Montaje defectuoso					
Rugosidad superficial					
Revestimiento arañado					
Componente A defectuoso					
Componente B defectuoso					
Componente C defectuoso					
Componente D defectuoso					
Total					

**Figura 3.6** Ejemplo de hoja de acumulación de datos

Después de haber obtenido los datos, se suman, respecto de cada defecto, los diversos valores recogidos. Por lo que se tendrá un número total de cada defecto detectado en el período objeto de examen y el total general. (Figura 3.7)

Antes construir el diagrama, se reordenaran los conceptos en una nueva tabla por orden de importancia, poniendo el defecto más numeroso, después el siguiente y así de forma sucesiva. (Figura 3.8)

Defectos	Meses				Total
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	
Junta rota	////	//////	///	////	18
Piezas faltantes	/		/		2
Piezas erroneas	////	//////	////	////	20
Montaje defectuoso		//		/	3
Rugosidad superficial	/		/		2
Revestimiento arañado	//////	//////	////	////	23
Componente A defectuoso	/				1
Componente B defectuoso	/		/		2
Componente C defectuoso			/		1
Componente D defectuoso	//			/	3
Total	21	23	16	15	75

**Figura 3.7** Ejemplo de llenado de hoja de acumulación de datos

Defectos	Total	%
Revestimiento arañado	23	30.67%
Piezas erroneas	20	26.67%
Junta rota	18	24.00%
Montaje defectuoso	3	4.00%
Componente D defectuoso	3	4.00%
Piezas faltantes	2	2.67%
Rugosidad superficial	2	2.67%
Componente B defectuoso	2	2.67%
Otras causas	2	2.67%
Total	75	100.00%

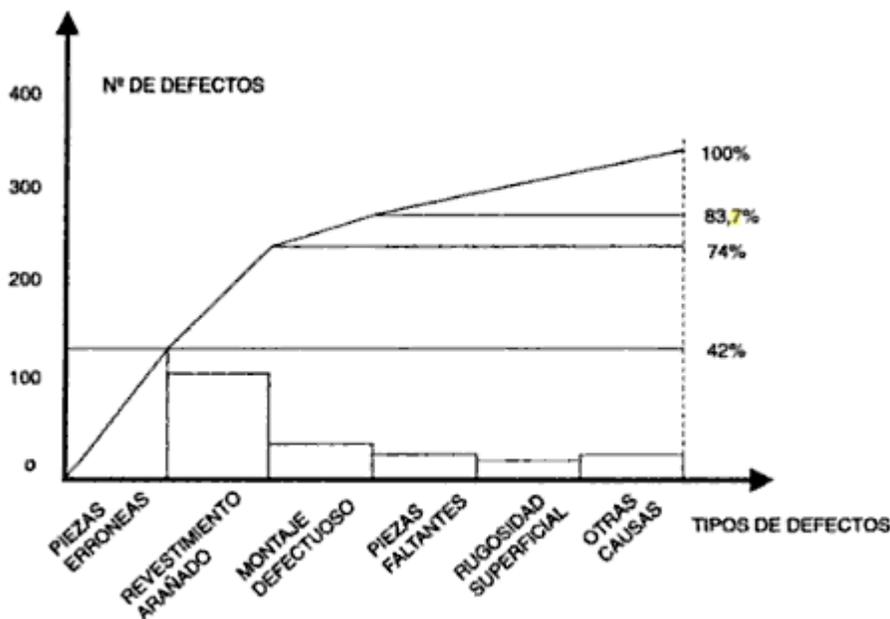
**Figura 3.8** Ejemplo organización de datos

- **Fase 4. Preparar los ejes cartesianos del diagrama.** Se preparan tanto el eje vertical como el horizontal, son necesarios para la construcción del diagrama.

En el eje vertical se incluirá el número total de defectos detectados, utilizando una escala adecuada, mientras que en el horizontal, se colocaran los tipos de defecto.

El concepto de otras causas, el cual contiene tanto al componente C defectuoso como al componente D defectuoso, se coloca en el extremo derecho del eje horizontal. (Figura 3.9)

- Fase 5. Diseñar el diagrama.** Se representa de forma gráfica los datos tomados. En la hoja que se realizó en la fase 3 se observa que el defecto de revestimiento arañado tiene una mayor frecuencia la cual consta de 23 veces, por lo que se construirá junto al eje vertical una columna ancha que llegue a 23. Siguiendo el mismo criterio, se trazaran las demás columnas. Después de haberse diseñado todas las columnas, se traza lo que se conoce como línea de porcentaje. El 100% corresponderá a una altura de 75, total de defectos detectados en cuatro meses. Se tomó una figura del libro “Los 7 instrumentos de la calidad total” de Alberto Galgano (fig. 3.9), la figura muestra que el eje de la derecha permite valorar el peso porcentual de cada uno de los conceptos.



**Figura 3.9** Diagrama de Pareto completo

- **Fase 6.** En esta se traza la denominada línea de los valores acumulados, esta se presenta en la figura 3.9, la línea de valores acumulados parte del cero de la línea de defectos totales (Angulo inferior izquierdo). El primer segmento se traza de acuerdo del número de piezas erróneas, a continuación de este punto con el vértice superior derecho de la primera columna a la altura del número de revestimientos dañados.

El procedimiento se repite de manera sucesiva para las barras restantes, si se realiza de forma adecuada el trazo de la línea acumulada terminará en el punto de 100%.

- **Fase 7.** Sirve para completar el diagrama con información correspondiente a: quien levanto los datos, la fecha, el periodo analizado y breves notas.

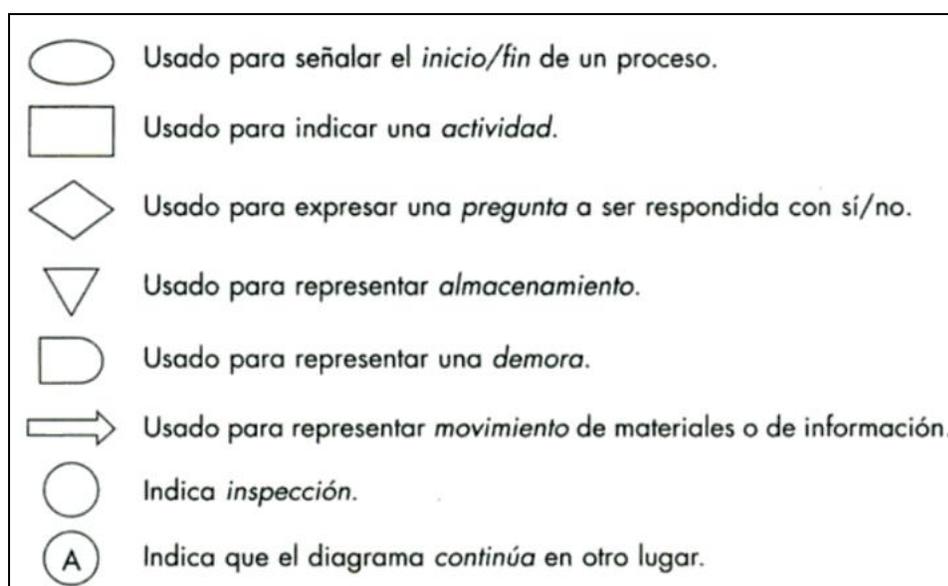
### 3.2.4 Diagrama de flujo

Es considerada como una herramienta de planificación que se utiliza para identificar los clientes externos e internos dentro de un proceso. En pocas palabras es la representación de una secuencia de acontecimientos.

Diagrama de flujo de procesos.

Para Edgardo J. Escalante (2005) un proceso es: la interacción de gente, materiales, equipos e información que tiene como fin transformar ciertas entradas en salidas específicas. Mientras que un Diagrama de flujo de procesos es la representación de la secuencia de actividades dentro de un proceso.

Para que poder definir y describir el proceso es necesario identificar los elementos del proceso, sus pasos, entradas, salidas y variables. Ronald H. Lester (1989) comenta que en la secuencia que sigue el diagrama, el material se sigue desde la llegada a la fábrica, a través de las diferentes fases del proceso, hasta que es transformado en artículos acabados y empaquetados para ser vendidos, todo esto se realiza mediante la implementación de los símbolos mostrados en la figura 3.10.



**Figura 3.10** Simbología universal para la elaboración de diagramas de flujo

También menciona que para la realización de un diagrama, se debe analizar primero la última operación, y después ir hacia atrás, paso a paso, hasta los primeros procesos. Recomienda que en cada fase se realicen las siguientes preguntas:

1. ¿Qué se produce aquí?
2. ¿Qué operaciones se llevan a cabo?
3. ¿Qué piezas o materiales están involucrados?



Joseph M. Duran (1990) menciona que si el diagrama de flujo es realizado por equipos de gerentes, se obtienen los siguientes beneficios:

**Proporcionan una comprensión del conjunto.** Cada miembro del equipo conoce completamente su segmento del proceso pero no conoce completamente el proceso entero. El diagrama de flujo proporciona el conocimiento del que se carece en un grado sin precedentes.

**Identifican los clientes previamente ignorados.** Un hallazgo sorprendente que han hecho algunos equipos es que se planifica mucho sin haber identificado primero todos los clientes importantes. Se ha asumido que “todo el mundo sabe” quiénes son los clientes. Pero resulta que, sin la disciplina de la preparación del diagrama de flujo, se ignoran algunos clientes o incluso se pasan por alto. Las áreas más ignoradas consisten en las de los clientes internos. Sin embargo, cuando los equipos específicamente hacen la pregunta “¿Quiénes son los clientes?”, también se identifican mejor los clientes externos.

Descubren ocasiones para mejorar. La mayoría de los diagramas de flujo exhiben subprocesos o “bucles”, que son un modo de rehacer lo que se había hecho previamente. Entonces se sospecha que cada uno de estos bucles es una diferencia crónica que no se debería arrastrar en el plan nuevo o revisado.

### 3.3 Plan de mejora

En un Plan de mejora, se definen las metodologías, técnicas, filosofías, etc., que le ayudaran a una organización para alcanzar las metas que se hayan trazado y que le permitan ocupar un lugar importante dentro del mercado en el que se desenvuelve. Para ello, se realiza un diagnóstico de la situación en la que se encuentra, ya detectado se realizan las estrategias de mejora a realizar.

Dentro de un Plan de mejora existen recomendaciones importantes para que tenga mejores resultados en la misma, las cuales son:

- Es necesario involucrar a toda persona que sea participe en el proceso a mejorar. Al involucrar a estas personas, se lograra identificar todos los elementos, situaciones y/o problemas que presenta la empresa.
- Al plantear la solución, es necesario que contenga estrategias generales que permitan definir el rumbo que tomara el proceso y la forma que se solucionara el problema.

Los beneficios que se obtendrán a través de la implementación de un Plan de mejora son los siguientes:

- Contar con procesos más competitivos y eficaces.
- Tener un mayor control y seguimiento de las acciones que a emplear para corregir los problemas que se presentan en los procesos.
- Conocer las causas que ocasionan los problemas y encontrar su posible solución.
- Decidir los puntos prioritarios y estrategias que se deben seguir.
- Determinar en un, las acciones a realizar en un futuro, al igual que la manera en que se controlará y se dará el seguimiento.
- Aumentar la eficacia y la eficiencia de la empresa.

### 3.3.1 PHVA

En Norteamérica existe la costumbre de concebir un proyecto laboral de forma lineal, es decir, con un principio y un final. Pero la mejora continua requiere de una manera circular, por lo que ya hace algunos años el doctor Deming presento a los japoneses el ciclo PHVA.

Fue desarrollado en la década de 1920 por Walter Shewhart pionero del control estadístico de la calidad, después fue divulgado por W. Edwards Deming, es por ello que también se le conoce y en adelante lo llamaremos “Ciclo de Deming”. Es considerado un ciclo dinámico, debido a que puede aplicarse a cualquier proceso dentro de una organización y también en el sistema de procesos. Se asocia con la planificación, implementación, control y mejora continua, ya sea en la realización del producto como en cualquier proceso del sistema de gestión de la calidad.

**Etapas.** El Ciclo de Deming consiste planificar un cambio, realizarlo, verificar los resultados y, según los resultados, actuar para normalizar el cambio o para dar comienzo al ciclo de mejoramiento nuevamente con información nueva. El ciclo está conformado por 4 etapas:

1. **Planear.** En esta etapa se definen los planes y se visualiza que se tiene la empresa; en donde quiere estar en un tiempo determinado.

Ya establecido el objetivo, se procede a un diagnóstico, para saber la situación actual en que nos encontramos y las áreas que necesitan ser mejoradas, definiendo su problemática y el impacto que puedan tener en su vida.

Después se desarrolla una teoría de posible solución, para mejorar u punto, y por último se establece un plan de trabajo en el que probaremos la teoría de solución.

2. **Hacer.** Se lleva a cabo el plan de trabajo establecido anteriormente, junto con algún control para vigilar que el plan se esté llevando a cabo según lo acordado. Para poder realizar el control existen métodos como la gráfica de GANTT, en la que se puede medir tanto las tareas como el tiempo.
3. **Verificar.** Se comparan los resultados planeados con los que se obtuvieron realmente. Antes de esto, se establece un indicador de medición, porque lo que no se puede medir, no se puede mejorar en una forma sistemática.
4. **Actuar.** Con esta etapa se concluye el ciclo de Deming: si al verificar los resultados se logró lo que teníamos planeado entonces se sistematiza y documentan los cambios que hubo; pero si al realizarse la verificación nos damos cuenta que no hemos logrado lo deseado, entonces hay que actuar rápidamente y corregir la teoría de solución y establecer un nuevo plan de trabajo.

El Ciclo de Deming se convierte en un proceso continuo de mejora; una vez que se logren los objetivos del primer esfuerzo hay continuar estableciéndolo y no dejar de implementarlo hasta resolver la problemática.

Para mantener y mejorar de forma continua este proceso puede lograrse aplicando el concepto Del Ciclo de Deming en todos los niveles dentro de la organización.

### **3.4 Acciones de mejora**

Como resultado de la evaluación de la situación actual de un problema y la planeación de mejora, se puede determinar la o las acciones de mejora a realizar. Al definir la acción de mejora a realizar, es necesario describir la forma en que esta se llevara a cabo, los elementos de la organización que intervendrán en esta y los medios que se necesitaran para su aplicación.

En los siguientes sub-sub-capítulos se presentan conceptos de algunas filosofías, metodologías y técnicas que sirven para la realización de una acción de mejora.

#### **3.4.1 Justo a Tiempo**

Justo a Tiempo es abreviado con las siglas JAT. El concepto Justo a tiempo comenzó poco después de la Segunda Guerra Mundial como el Sistema de Producción Toyota. Hasta finales de los 70, el sistema estuvo restringido a la Toyota y a su familia de proveedores clave.

A raíz de la segunda crisis mundial del petróleo en 1976, los japoneses empezaron a ver que su curva de crecimiento económico e industrial, que venía en ascenso desde hacía 25 años, comenzaba a resquebrajarse: además, que en el futuro se iban a presentar altibajos en la industria manufacturera, tal como sucedía en las naciones occidentales. Los dirigentes del mundo de los negocios comenzaron a buscar maneras de mejorar la flexibilidad de los procesos fabriles, y así descubrieron el sistema de la empresa Toyota.

A partir de 1976, la modalidad JAT se ha ido difundiendo por las empresas manufactureras del Japón, pero todavía no predomina en toda la industria japonesa. Durante la implantación de la misma, muchas compañías japonesas cometen los mismos errores que cometen las empresas occidentales, y eso refuerza el argumento de que la modalidad no es algo “japonés” en sí mismo, sino que consta de unos principios universales de fabricación que han sido bien administrados por algunos fabricantes japoneses.

Según el autor Edward Hay (1987) consiste en: producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando la necesidad de inventario. El procedimiento básicamente consiste en producir los elementos necesarios en las cantidades necesarias y en el momento necesario.

JAT no es exclusivamente un procedimiento de control de materiales, stocks y obra en curso, sino una filosofía de gestión, inicialmente concebida por Toyota, cuyo objetivo es la eliminación del despilfarro y la utilización al máximo las capacidades de los obreros. Se considera despilfarro a todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción. Según el autor Edward Hay (1987) las únicas actividades que agregan valor son las que producen una transformación física del producto. Existen, según Toyota, 7 grandes fuentes de despilfarros:

1. **Desperdicio por exceso de producción.** Normalmente, la producción en exceso supone anticipar producto no solicitado aún por el mercado y redundando en costes de personal, energía y otros relacionados con la producción, stocks y espacio ocupado innecesarios y de otros desperdicios. Por tanto, lo correcto es producir exclusivamente el producto, en la cantidad, clase y calidad que solicita el cliente.

2. **Desperdicio por sobre-procesamiento.** Es preciso desarrollar cada una de las actividades que componen los procesos de producción, de forma que se alcancen sus objetivos aplicando el mínimo de recursos y, muy especialmente, en el mejor tiempo posible. Esto supone llevar a cabo las actividades de los procesos aplicando los métodos de trabajo más adecuados y eficaces, personal debidamente formado y motivado, asignación adecuada a tareas a los mismos, organización correcta de los puestos de trabajo, con los elementos que requieren a la mano, equipamientos productivos adecuados y disponibles, un layout, o disposición de procesos en planta, asimismo adecuado, etc.
  
3. **Desperdicios debido a las existencias o stocks.** El exceso de existencia de materiales y productos es uno de los más importantes desperdicios y es fuente indirecta y facilita la presencia de cualquiera de ellos.

El exceso de existencias supone un coste adicional por el valor del producto, el espacio utilizado, los transportes que exige, la manipulación para almacenarlo y recuperarlo, etc. Una correcta gestión de los aprovisionamientos y una organización adecuada de la ejecución del proceso de producción, sin olvidar no producir más allá de la demanda, son las claves para evitar la presencia de existencias innecesarias.

Además, y esto es mucho más grave, un elevado nivel de stock puede enmascarar problemas y desperdicios de todo tipo que pueden producirse.

4. **Desperdicio debido a transportes y manipulación innecesarios.** Una mala organización del sistema productivo, con un diseño del proceso y su distribución en planta mal planificados, pueden dar lugar a distancias recorridas por materiales y productos a todas luces excesivas e innecesarias. Esto puede redundar, además, en tener que llevar a cabo a un mayor número de manipulaciones de dichos materiales.

En las implantaciones de tipo funcional, el acarreo de los lotes de materiales entre puestos, cubriendo distancias que a menudo son grandes, con un sistema de transporte que debe seguir por los pasillos que se indican, da lugar a un recorrido a todas luces innecesario o, como mínimo, innecesariamente largo del lote de producción, lo cual constituye en evidente desperdicio.

5. **Desperdicio por movimientos innecesarios de las personas.** La producción debe tratar en todo momento de añadir valor al producto. Los transportes y manipulaciones de materiales y productos constituyen un despilfarro y no añaden valor al producto, pero tampoco lo hacen los movimientos de personas que podrían evitarse, como en el caso de que una misma persona se ocupe de tareas separadas por una distancia considerable.

Movimientos innecesarios los habría también en el caso de personas que se tuvieran que desplazar para ir en busca de materiales, herramientas, útiles o documentos, para poder realizar su tarea correctamente.

6. **Desperdicio debido a los tiempos de espera.** Este es uno de los desperdicios más claros y también más fáciles de detectar. Sin embargo, es muy difícil de evitar en toda su extensión. Para eliminarlo sería necesaria una sincronización total entre las operaciones; tan importante es la sincronización que su existencia puede justificar la denominación que Toyota dio a su sistema de gestión de procesos: JIT, como se mencionó anteriormente. En efecto, si cada actividad se desarrolla justo en el momento preciso, no habrá tiempos de espera.

En los sistemas JIT, los materiales en espera, constituyen un stock. Es decir, que en el mundo lean es preciso que ambas esperas se eliminen, para que puedan decidirse que se ha eliminado este tipo de desperdicio.

7. **Desperdicio debido a la insuficiencia en el nivel de calidad.** Los componentes o productos con defectos constituyen un desperdicio evidente ya que deben reprocesarse o tirarse, lo que supone la pérdida o repetición de actividades que aportaban valor al producto. Además pueden dar lugar a desajustar en la programación, tales como los paros de líneas, esperas, etc.; asimismo, se habrá incurrido en nuevos desperdicios por la actividad desplegada para detectar el fallo.

Pero si el defecto se escapa al control y el producto defectuoso llega hasta el cliente, se incurre en los costos correspondientes a la reposición o reparación de dicho producto, sin contar con el desprestigio y la posible pérdida del cliente.

Para evitar defectos y por tanto fallos de calidad, no bastara con establecer controles que permitan conocer cuál es nuestro nivel de fallos. Deberá proveerse de una organización del proceso que evite la producción con posibilidad de fallos.

Todo visitante del Japón puede observar la extraordinaria densidad humana de las ciudades; resultado de lo reducido del territorio y particularmente de los terrenos llanos disponibles. Esta característica intrínseca tiene consecuencias evidentes, como que los terrenos aptos para instalación de fábricas son escasos y, en consecuencia son caros, lo que lleva a la optimización del espacio en las fábricas japonesas.

En este caso los stocks y la obra en curso cuestan muy caros, no sólo por que como en todas partes hay que financiarlos, sino por que ocupan unos metros cuadrados de los talleres o de los almacenes que son unos metros cuadrados de los talleres o de los almacenes que son unos viene extremadamente raros; no es extraño pues que exista una obsesión por reducir los stocks y la obra en curso.

La implementación de JAT dentro de una organización tiene los siguientes beneficios:

- Reducción de Tiempo de producción.
- Aumento de productividad.
- Reducción de costos de calidad.
- Reducción en precios de material comprado.
- Reducción de inventarios.
- Reducción tiempo de aislamiento
- Reducción de espacios.

### **3.4.2 Kanban**

El nombre *kanban* proviene de las tarjetas (normalmente situadas dentro de una cubierta rectangular de vinilo) que sirven para transmitir las información sobre consumo y demanda de componentes. Para Aitor Urzelai (2006) consiste en una serie de tarjetas que actúan como sistema de información, posibilita que la producción se ajuste al consumo de los productos.

Toyota ha establecido un sistema de planificación y control de la producción propio, dentro del cual y como sistema de información aparece el subsistema *kanban*, que tiene aspectos muy peculiares y muy visibles siendo lo primero que llama la atención a un observador. En ocasiones se utiliza este nombre para denominar todo el sistema y no sólo el de información.

La idea base del sistema Toyota es producir solo los artículos necesarios en cantidad, calidad y tiempo. El mercado es el que, a través de sus pedidos, tira de la cadena de producción y marca el ritmo de la misma. De esta forma, los tirones de los procesos posteriores en la cadena generarán necesidades de fabricación en los procesos anteriores y, en cada uno de ellos, se irán reemplazando aquellos productos que hayan sido consumidos.

Así, el proceso de producción deberá amoldarse a los pedidos de los clientes, obligando al sistema a reducir los lotes de fabricación y, en consecuencia, los niveles de inventario.

Existe el *kanban* de producción y el de transporte, a continuación se realizará una descripción de ellos:

**Tarjetas de producción.** Indican operaciones a realizar en un centro de trabajo o proceso específico, por lo que se pueden semejar a órdenes de producción. (Figura 3.11)

Almacén n.º 4G8V Estantería: B-37 Pieza n.º 890003 Descripción: pulsador lámpara			OPERACIÓN		
			MECANIZADO PROCEDIMIENTO M-0062		
			Capacidad caja	Tipo de caja	Número caja
			50	C-34	2/3

**Figura 3.11** Tarjeta de producción

**Tarjetas de transporte.** Se refiere a operaciones de movimiento de material a realizar entre dos centros de trabajo o proceso diferentes, por lo que se pueden asemejar a órdenes de transporte. (Figura 3.12)

Almacén n.º 4G8V Estantería: B-37 Pieza n.º 890003 Descripción: pulsador lámpara			OPERACIÓN
			PRENSA P002
			OPERACIÓN SIGUIENTE
Capacidad caja	Tipo de caja	Número caja	MONTAJE M022
50	C-34	2/3	

**Figura 3.12** Tarjeta de transporte

Para un buen funcionamiento de *kanban* se recomienda lo siguiente:

- Una de las decisiones más importantes a adoptar será el número de tarjetas a utilizar en el sistema. Obviamente, cuanto mayor sea el número de contenedores, mayor será el inventario intermedio mantenido, y más relajado el flujo de materiales. Aunque existan diferentes fórmulas para calcular el número de tarjetas a utilizar en el sistema, lo recomendable es hacerlo por experimentación e ir reduciendo el número de tarjetas de manera paulatina.

### 3.4.3 5 S

El concepto de las 5 S no debería resultar nada nuevo para ninguna empresa, pero desafortunadamente si lo es, o bien ha tratado de ser implementada en varias ocasiones y todas de esas fallidas, que el concepto se encuentra desvirtuado. La herramienta de 5 S es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la visión de Deming hace más de 40 años y que está incluida dentro de lo que se conoce como mejoramiento continuo o *gemba kaizen*. El concepto 5 S en esencia se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias,

organizadas y seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor “calidad de vida” al trabajo, puesto que es una mejora realizada por la gente para la gente.

Para Manuel Francisco Saurez Barraza (2007) las 5 S, consiste en un sistema o elemento básico del trabajo en el *kaizen* que sirve para establecer los pilares o los cimientos básicos de una filosofía de mejora continua. Las 5 S proviene de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestras vidas cotidianas y no son parte exclusiva de una “cultura japonesa” ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos tenemos una tendencia a practicar o hemos practicado las 5 S, aunque no nos damos cuenta.

5 S es una derivación de 5 iniciales de palabras japonesas que significan:

**Seiri** (Organización): Significa diferenciar entre elementos de trabajo necesarios e innecesarios del área de trabajo, para destacar lo que no se utilice. No hay que pensar en que este o aquel elemento podría ser útil en otro trabajo o si se presenta una situación muy especial, los expertos recomiendan que ante estas dudas, es necesario desechar dichos elementos.

En esta fase se implementa la técnica de la tarjeta roja, la cual consiste en identificar todo elemento innecesario. Para esta técnica toman en cuenta datos como: Nombre del objeto; su clasificación, ya sea materia prima, herramienta. Contenedores, etc.; valor; razón de su descarte, por razones de defecto, por ser sobrante, desconocimiento, etc.; el área responsable; la acción que se realizara con el objeto, puede ser eliminado o reubicado; y por último la fecha de descarte. La figura 3.13 es una propuesta que se realizaran en el capítulo 4, esta es una tarjeta para parque de materiales (materia prima).

**COMEMSA RECHAZADO**

Fecha de Rechazo  Barras de  mts

Cal.  Cant

Perfil  Prov

Entrada Núm.  Colada Núm.

Obser

Acción  Eliminarlo  Reubicarlo

**Fecha de Salida**

**Figura 3.13** Ejemplo de tarjeta roja para materia prima.

**Seiton** (Ordenar): Colocar en forma ordenada todos los elementos, de modo que sean de uso fácil y etiquetarlos para que se encuentren y retiren fácilmente. El orden se aplica posterior a la clasificación y organización, si se clasifica y no se ordena difícilmente se verán resultados. Se deben usar reglas sencillas como: lo que más se usa debe estar más cerca, lo más pesado abajo lo liviano arriba, etc.

**Seiso** (Limpiar): Mantener limpio, todo el equipo, máquinas y áreas de trabajo que conforman el ambiente general. Solo a través de la limpieza se pueden detectar algunas fallas, por ejemplo, si todo está limpio y sin olores extraños es más probable que se detecte tempranamente un principio de incendio por el olor a humo o un malfuncionamiento de un equipo por una fuga de fluidos, etc., limpiar es una excelente forma de inspeccionar.

También de realiza demarcación de áreas restringidas, de peligro, de evaluación y de acceso genera mayor seguridad y sensación de seguridad entre los empleados. Recordad que la limpieza es la mejor forma de realizar una inspección al equipo y al área de trabajo.

**Seiketsu** (Sistematizar): Extender hacia uno mismo el concepto de limpieza y practicar continua y sistemáticamente los tres pasos anteriores. Esta etapa debe ser permanente son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos.

Para generar una cultura de orden se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías de sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que deberían permanecer, otra es el desarrollo de una normas en las cuales se especifiquen lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo y cada cuando lo debe realizar.

**Shitsuke** (Disciplina y Estandarización): Construir autodisciplina y forma de hábito de comprometerse a las 5 S mediante el establecimiento de estándares. Esta etapa es una conexión entre las 5 S y el mejoramiento continuo. *Shitsuke* implica control periódico. Vistas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás, y mejor calidad de vida laboral.

La única forma para mantener un sistema vivo, es la retroalimentación, en esta etapa se sugiere realizar un plan formal de auditorías que incluyan todas y cada una de las áreas de la empresa,

y proporcionar este reporte a las personas dueñas del área para que tomen acciones y gestionen los apoyos necesarios para continuar por el camino de la mejora continua.

Durante el desarrollo de 5 S, existen una serie de obstáculos que acompañan su no aplicación en las empresas, dentro de ellos se tienen:

- **La maquinaria no puede parar.** La presión por no cumplir con cronogramas y tiempos de entrega hace que no se tomen las precauciones necesarias en el mantenimiento de la maquinaria.
- **La limpieza es una pérdida de tiempo y recursos.** Algunos Patrones creen que el hecho de que los propios empleados mantengan aseada y segura su área de trabajo representan un pérdida de tiempo y por lo tanto de recursos.
- **La costumbre.** Cuando las personas y la empresa se acostumbran adelantar sus tareas en medio de ambientes no solo sucios y desordenados sino inseguros, creen que no hay necesidad de aplicar las 5.

La implantación de la herramienta de 5 S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar despilfarros además permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando a los empleados y por ende a la empresa.



Algunos de los beneficios que genera la implementación de las 5S son:

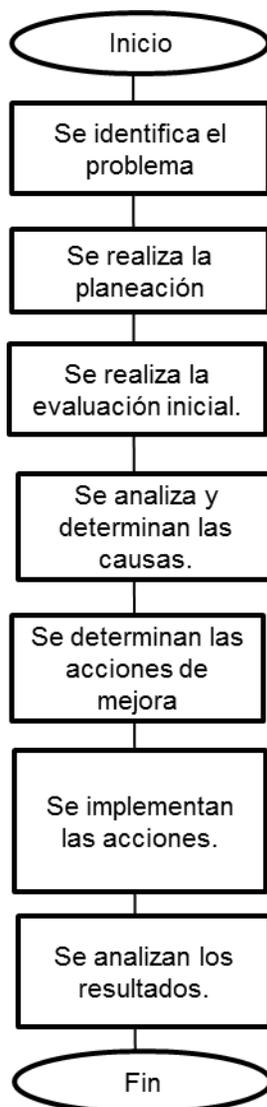
- Mayores niveles de seguridad
- Aumenta el sentido de pertenencia por lo tanto la motivación de los empleados.
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos.
- Mayor calidad.
- Tiempo de respuesta más cortos.
- Aumenta la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional



## Capítulo 4. Método Propuesto

## 4.1 Procedimiento

El procedimiento nos mostrara la manera en que se implementara los diferentes pasos de nuestra mejora. A continuación se presenta un diagrama de flujo, el cual representa el procedimiento. (Figura 4.1)



**Figura 4.1** Diagrama de flujo del procedimiento

#### **4.1.1 Identificación del problema**

En esta etapa se realiza la explicación del problema que se quiere transformar, esta debe ser plasmada mediante un enunciado específico del problema a solucionar. Además debe ser realizada por algún miembro de la empresa que se percate del problema y el cual debe acudir al Departamento de mejora continua, para que en conjunto le den solución al mismo. A continuación, se presentan características que engloban la identificación del problema:

- Los problemas visibles tienen más probabilidades de ser señalados que los problemas que son importantes.
- Los problemas pueden ser importantes para un administrador y no importantes para la organización.
- Lo que para una persona es un problema, para otra es una situación aceptable.

#### **4.1.2 Planeación**

Se definen el horizonte al cual se quiere llegar, por medio de determinación de los objetivos, los obstáculos que se tendrán durante la solución del problema y la justificación del por qué la necesidad de la solución del mismo. Esta etapa es una de las más importantes, debido a que de esta depende el análisis de resultados de las mejoras.

### 4.1.3 Evaluación inicial

Se realiza un estudio de la situación actual del problema, en este estudio se toman en cuenta: los procedimientos, maquinaria, herramientas, recursos humanos y materiales, a través de la recolección de información relevante del problema. En este estudio se evalúan los elementos que el problema involucra, para poder detectar que elementos están ocasionando el problema. Este debe ser realizado por el Departamento de mejora continua en conjunto con los elementos de la empresa involucrados en el problema. Esta etapa se ayuda de:

- Evidencia fotográfica y en video
- Datos estadísticos
- Graficas
- Observación del proceso
- Interacción con los elementos involucrados dentro del problema

La finalidad de esta etapa, es conocer más de cerca el problema y los elementos que este involucra, además de identificar sus necesidades.

### 4.1.4 Análisis e identificación de las causas

Se realiza el análisis de la información obtenida durante la evaluación inicial, este puede realizarse a través de las siguientes técnicas:

- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa
- Histogramas
- 5 Porqués
- 5 W y una H

A través de este análisis se identificarán las causas del problema y se determinarán las causas que tienen mayor impacto en el mismo, para atacarlas.

#### **4.1.5 Determinación de las acciones de mejora**

Ya que se conocen las causas del problema, se procede a determinar las acciones de mejora a implementar para la solución del mismo. Las acciones de mejora son determinadas por el Departamento de mejora continua, el cual desarrolla cada una de estas.

Algunas de las metodologías, técnicas y filosofías que se pueden implementar para la realización de una acción de mejora:

- Justo a tiempo
- 5 S
- *Kanban*
- AMEF
- Controles visuales
- Sistemas *ANDON*
- S.M.E.D.
- *Poka Yoke*

#### **4.1.6 Implementación**

Se llevan a cabo todas las acciones de mejora propuestas en subcapítulo anterior, el Departamento de mejora continua es el encargado de ejecutar esto y de darle seguimiento a las acciones de mejora, de forma que todas sean implementadas de acuerdo a lo planeado.

#### 4.1.8 Análisis de resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos de la implementación, se determina si lo logrado va con lo planeado a través de un análisis. En caso que no que se haya logrado lo planeado, se procede de nuevo a la evaluación del estado actual, hasta lograr lo planeado.

### 4.2 Identificación del problema

Los problemas dentro de una organización, se pueden identificar a través de fuentes de información como: clientes internos, externos, por datos y hechos. En esta etapa se identifica el problema que se tiene dentro de la organización, el cual será mejorado con base en un análisis de su situación actual. Los principales identificados son:

1. Equipos de medición en mal estado
2. Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller
3. Entrada de Material rechazado a taller

A cada uno de los problemas se les aplicara la metodología propuesta, desarrollando cada una de sus puntos.

### 4.3 Planeación

#### 4.3.1 Equipos de medición en mal estado

- **Objetivo.** Mejorar el estado físico de equipos de medición en taller.

- **Justificación.** Para obtener un producto de calidad al final del proceso, debe existir una auto-inspección durante el proceso. Por lo que es necesario contar con equipos de medición en condiciones idóneas.
- **Limitantes.** La adquisición de cultura para la nueva forma de controlar el equipo de medición por parte del Departamento de calidad y el mal uso que los operadores le dan a los mismos.

#### 4.3.2 Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller

- **Objetivo.** Eliminar tiempos muertos en maquina por movimientos innecesarios del operador.
- **Justificación.** Un aspecto que influye en la productividad de una máquina, es el tiempo que esta se encuentra en activo. Por lo que es importante que el operador deba enfocarse en la realización de actividades que si agreguen valor.

Entre las actividades que no agregan valor se encuentran: requerimiento de herramental consumible, herramientas de trabajo, equipos de seguridad, el inventario excesivo en las gavetas.

- **Limitantes.** La resistencia al cambio por parte del operador, el tiempo con el que se cuenta para el desarrollo del proyecto y costo que conlleva el mismo.

#### 4.3.3 Entrada de Material rechazado a taller

- **Objetivo.** Eliminar la entrada de material rechazado a taller.

- **Justificación.** La presencia de material fuera de especificación dentro de un proceso genera producto de mala calidad. Por lo que si se quiere obtener productos de calidad, es necesario controlar la calidad del material que se utiliza para el producto. A través de esta propuesta se podrá lograr lo antes mencionado.
- **Limitantes.**
  - El tiempo.
  - La resistencia al cambio.
  - Los costos.

## 4.4 Estado Actual del Problema

### 4.4.1 Equipos de medición en mal estado

Actualmente cada turno cuenta con equipo de medición, desgraciadamente no todos los equipos se encuentran en buen estado como se muestra en la figura 4.2.



**Figura 4.2** Estado actual del equipo de medición

Se realizó una evaluación del estado actual de los equipos de medición, tomándose en cuenta: la calibración, que la etiqueta coincidiera con la máquina en la que se encuentra el equipo y la funcionalidad de este. En la figura 4.3 se muestran los resultados de la evaluación, estos proyectaron que el 17% del equipo de taller se encontraba fuera del plan de calibración, mientras que el 24% no se encontraba en la máquina que le correspondía y el 10% no se encontraba en buenas condiciones.



**Figura 4.3** Graficas de resultados de la evaluación

Los resultados negativos que se obtuvieron se deben a:

**Mal uso.** En los equipos de corte llamados Piranha y Gairu, los operadores realizan el marcado del corte con el vernier y esto le da un menor tiempo de vida útil al mismo.

En cuanto a los flexómetros, los operadores no tienen los cuidados necesarios. Por ejemplo, al final de una auto-inspección de 12 metros, los operadores le dan cuerda al flexómetro para el regreso de la cinta, y esto provoca que la vida útil de la cuerda se disminuya.

**No están ubicados en la máquina que les corresponde.** Existen vernieres perteneciente a determinada máquina que es usado en los equipo de corte antes mencionado, por lo que se desgastan y cuando se regresan para la maquina original se encuentran en mal estado.

**Falta de calibración.** Debido a que no existe un orden en la ubicación de los equipos, resulta complicado llevar un control de calibración correcto.

. A esto se suma que la etiqueta del equipo no haga evidente la fecha de próxima calibración del mismo. (Figura 4.4)



**Figura 4.4** Etiqueta de Equipo de medición

Y además no se está implementando de forma correcta el Reporte patrulla por parte de los Inspectores de calidad. (Figura 4.5)



## Actividades que no agregan valor son las siguientes:

**1. Requisición de Material.** El operador va a parque de materiales para realizar la requisición de material, en caso no halla el requerido se detiene la maquina hasta que el Supervisor la solución a tomar. El control para entrada de material es el que se presenta en la Figura 4.7, En caso de haber el material, el encargado de firma de entrega y el operador de recepción en este.

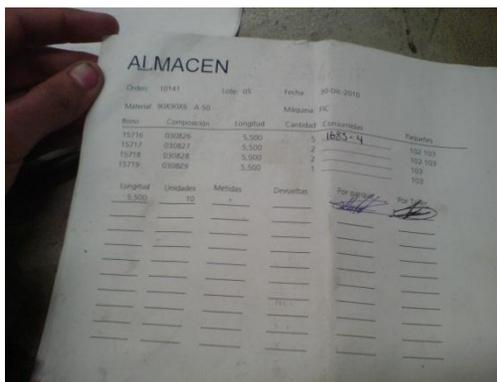


Figura 4.7 Hoja de control de entrada de material

**2. Preparado de Maquina.** Preparar una maquina consta de dos sub-actividades:

**Acumulación de marcas del paquete.** Esta actividad consiste en ingresar al programa las marcas que se procesaran, ya que cuando se procesa cada barra contiene de una hasta 12 marcas. Esta actividad es parte del proceso y debido al corto tiempo del proyecto no entra en planes de mejora.

**Alimentación de la máquina con el herramental correspondiente.** Esta actividad consiste en introducir a la máquina: los punzones, matrices, porta-punzones, tuercas p/porta-punzones, brocas y cangurines, dependiendo el tipo de proceso. La sección de herramental se realiza con la maquina detenida y no se cuenta con ayudas visuales, para una fácil ubicación de esta. (Figura 4.8)



**Figura 4.8** Gaveta de herramental actual

Para armar el herramental que llevara la máquina, es necesaria herramienta para ajustes de esta. Por ejemplo, para ensamblar porta-punzones normales, tuercas y punzones para la maquina A-18, es necesario una llave de estrías de 46 mm; mientras que para ensamblar porta-punzón especial p/tuerca interior, punzón estrecho largo y tuercas para la misma máquina, es necesario una llave de estrías de 30 mm.

En actualidad de la máquina que hacemos ejemplo solo cuenta con:

- Inyector Manual de aceite
- Cizalla
- Llave de estrías de 46 mm.
- Matraca y maneral
- Dados p/matraca de 30 mm y 15/16"
- Llave T para cangurín

Por lo tanto para el ejemplo que se dio, le haría falta una llave de estrías de 30 mm y como no cuenta con esta el operador tiene que buscarla en la gaveta de otra máquina. (Figura 4.9)



**Figura 4.9** Gaveta de la máquina A-18

Requisición de material. La requisición se realiza por medio de este formato, el cual es tedioso para su llenado y la mayoría de las veces no es llenado de la forma correcta. (Figura 4.10)

**COMEMSA** Vale de Salidad Almacen General

Departamento: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Nombre: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
 # operario: \_\_\_\_\_ Ord: # \_\_\_\_\_ Folio: \_\_\_\_\_  
 Turno: \_\_\_\_\_ Maq: \_\_\_\_\_

Codigo	Ubicación	Descripcion	Cantidad

\*Todo material solicitado es a cambio del usado

# Encargado - Firma Autorizo \_\_\_\_\_ Firma vigilancia \_\_\_\_\_ Firma Recibe \_\_\_\_\_

**Figura 4.10** Hoja para requisición de herramental

#### 4.4.3 Entrada de Material rechazado a taller

En la actualidad la identificación de materiales dentro del Parque de materiales se realiza mediante tarjetas de colores (figura 4.11). Tanto las tarjetas de material rechazado como las del aceptado tiene la misma forma, por lo que con el paso del tiempo esta se decolora y estas se confunden.



**Figura 4.11** Etiquetas decoloradas de material rechazado y aceptado

La decoloración se debe a que el material rechazo ya cuenta con un tiempo considerable dentro del Parque, existe material con hasta 5 años.

Además de las tarjetas, la organización cuenta con un control visual en donde se pinta al frente de la barra dependiendo su calidad. Desgraciadamente el proceso de pintado es laborioso y esta llegado material de forma continua y en gran volumen, por lo que se está perdiendo la costumbre de llevar el control visual (figura 4.12).



**Figura 4.12** Evidencia del estado actual del control visual

Para la requisición de material el operador debe acudir a Parque para informarle al encargado de que material necesita, este procedimiento genera las siguientes desventajas:

- **La pérdida de tiempo dentro del proceso.** Esto es porque el operador al acudir a Parque tiene que parar la máquina.
  
- **La entrada de material de forma indebida.** En ocasiones cuando el encargado acude al comedor, alguna junta o capacitación, el operador que produjo producto fuera de especificación extrae material de Parque para reemplazarlo y que su reporte de trabajo no se informe de la generación de producto fuera de especificación.

## 4.5 Determinación de la causa raíz

### 4.5.1 Equipos de medición en mal estado

Para la determinación de la causa raíz se implementó 5 porqués, el cual se le aplica al encargado de calibración del Departamento de calidad. A continuación se presentan las preguntas que se le realizaron a un inspector de taller:

- **¿Por qué existe equipo de medición en malas condiciones en el área de taller?**

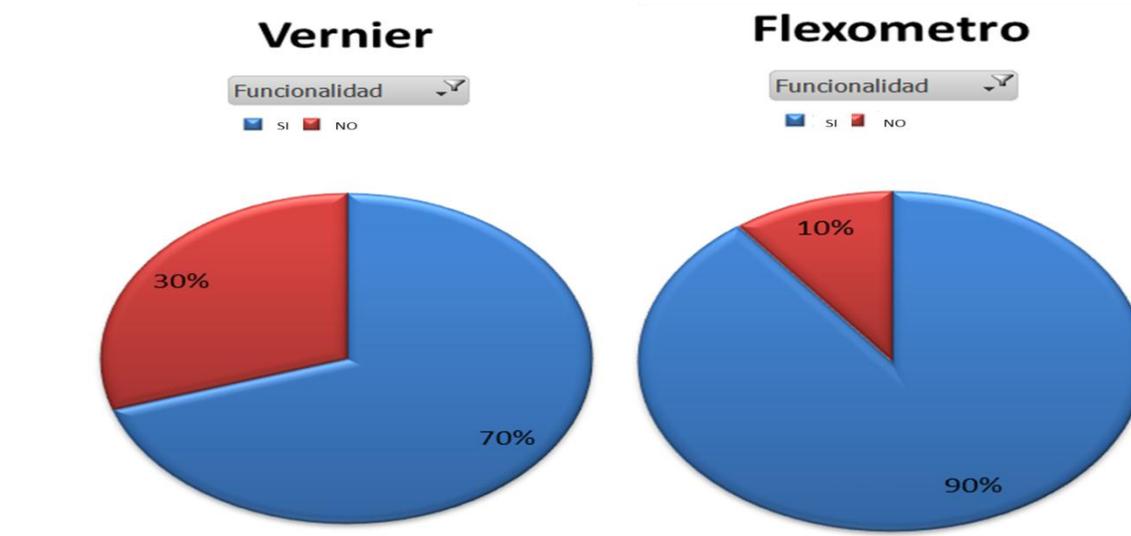
Porque no se está implementando de forma correcta el Reporte de inspección patrulla.

- **¿Por qué no se está implementando de forma correcta el Reporte de inspección patrulla?**

Porque no los inspectores no están verificando los equipo de medición.

- **¿Por qué no están verificando los equipos de medición?**

Porque falta equipo para reponer los que se encuentra en malas condiciones. (Figura 4.13)



**Figura 4.13** Graficas de resultado de evaluación de equipos de medición

- **¿Por qué falta equipo para reponer?**

Porque los vernier son los más dañados y son muy caros.

- **¿Por qué se dañan los vernieres?**

Porque los usan para gairus y piranhas.

- **¿Por qué los usan para gairus y piranhas?**

Porque no existe equipo de medición por máquina, por lo que cuando alguna de las otras máquinas tiene un mantenimiento correctivo, no llega el operador o al operador lo mueven de máquina, toman el flexómetro de la máquina.

- **¿Por qué no existe equipo de medición por maquina?**

Por falta de un control de equipos de medición por máquina.

Después de este análisis se concluye que es necesario un control de equipos de medición en taller, de manera que se le asigne a cada máquina un equipo de medición de acuerdo a sus necesidades.

1. Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller
2. Entrada de Material rechazado a taller

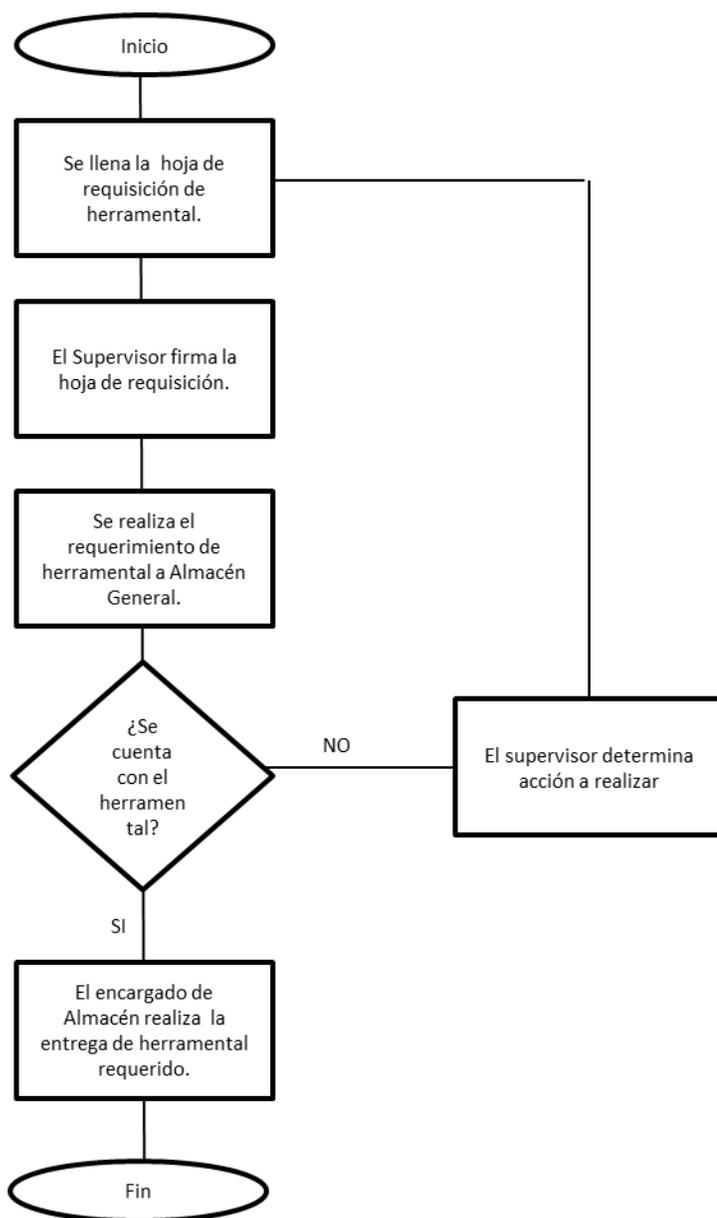
#### **4.5.2 Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller**

Para la determinación de la causa raíz de este problema se implementó el análisis de diagrama de flujo, de esta manera se podrá detectar de forma fácil las actividades del procedimiento que se pueden eliminar, para el logro de los objetivos.

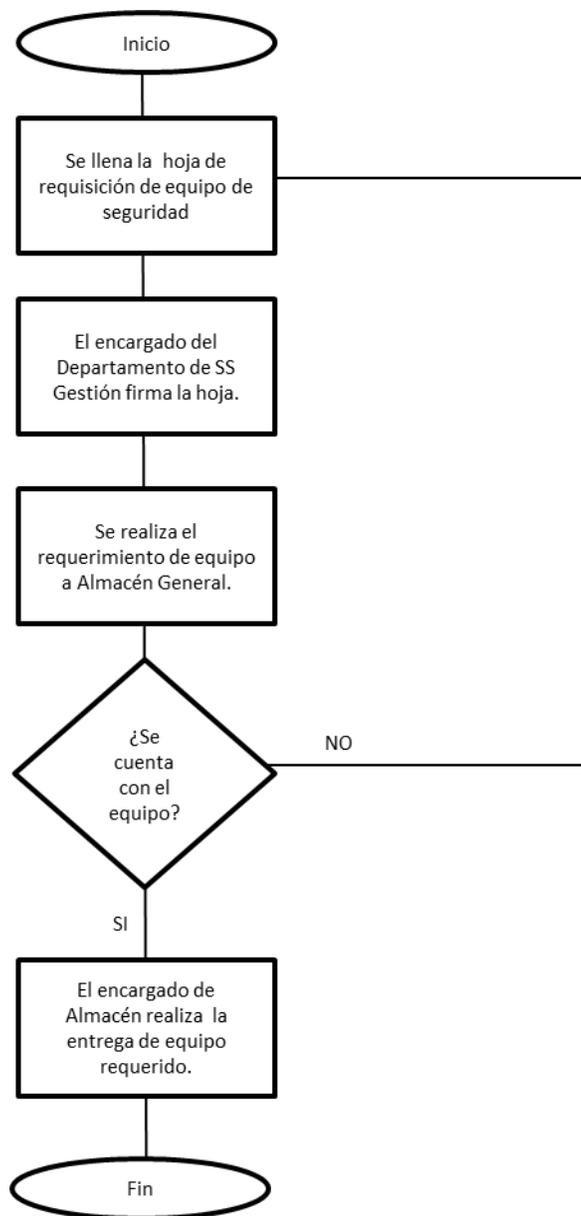
En la figura 4.14 se presenta el diagrama de flujo para la requisición de herramental, en el cual se muestran actividades que carecen de certidumbre, ya que existe la posibilidad de que las primeras dos actividades se hagan de forma inútil en caso de que no existiera el herramental en almacén. Pero lo más alarmante es que todo estas actividades se realizan con la maquina parada, lo que genera tiempos muertos innecesarios.

En la figura 4.15 se muestra el diagrama de flujo para la requisición de equipo de seguridad, en este proceso lo preocupante al igual que en el anterior es que se realiza con la maquina parada, porque el equipo de seguridad para el operador es necesario, para evitar que sufra algún accidente laboral.

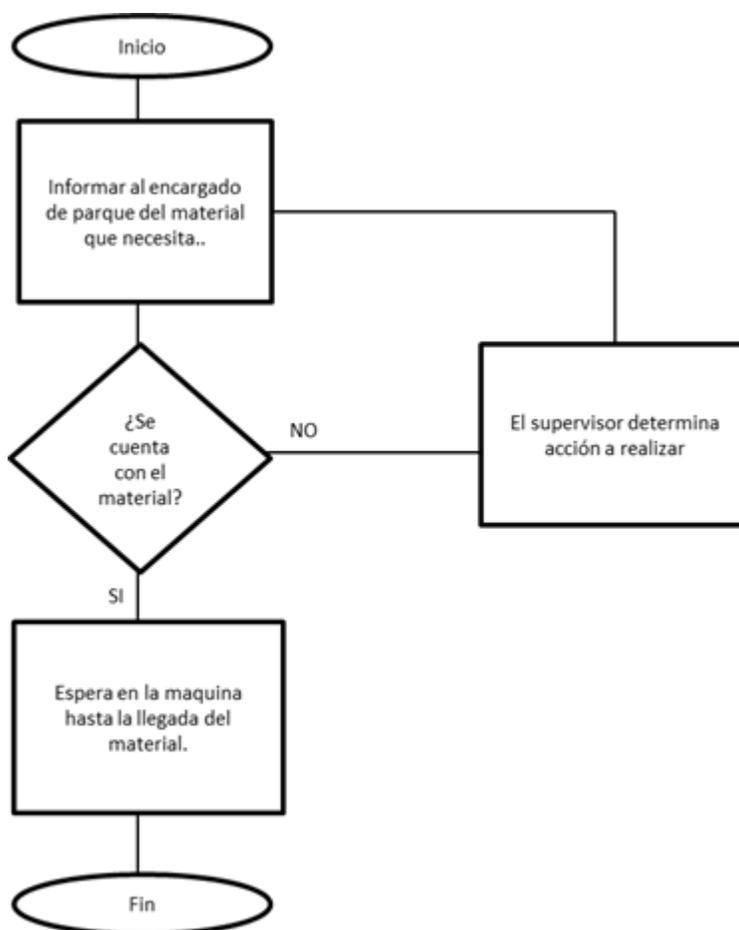
En la figura 4.16 se proyecta el flujo que sigue el procedimiento de requisición de material, al igual que en la requisición de herramental este procedimiento carece de certidumbre y se realiza con la maquina parada.



**Figura 4.14** Diagrama de flujo para requisición de herramental



**Figura 4.15** Diagrama de flujo de requisición de equipo de seguridad



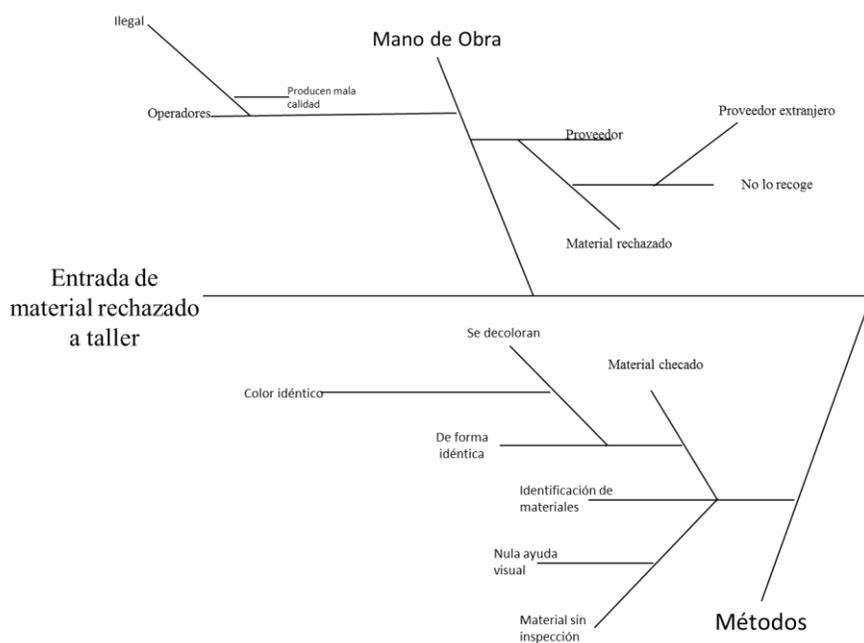
**Figura 4.16** Diagrama de flujo para requisición de material

Lo que se observa que en los procedimientos existen demasiados movimientos antes de recibir una requisición y que estos se realizan con la maquina parada. También se observa que dos de los procedimientos se realizan con incertidumbre, ya que no saben si lo van a pedir halla en existencia en almacén.

Con lo anterior se puede concluir que es necesario eliminar movimientos e incertidumbre en los requerimientos de tanto herramental como de equipo de seguridad.

### 4.5.3 Entrada de Material rechazado a taller

Para realizar la detección de la causa raíz de este problema se realizó un diagrama de Ishikawa, el cual se generó a través de una lluvia de ideas por parte de los elementos que intervienen en el problema. En la Figura 4.17 se muestra el diagrama final.



**Figura 4.17** Diagrama Ishikawa para el problema

En el diagrama se observan dos grandes causas: la difícil identificación de material en parque y la extracción de material de forma ilegal.

La primer razón se debe a que no se le dio seguimiento a pintado de material, ya que es una actividad muy tedioso y laboriosa, lo que se pide es agilizar este proceso; además se pide diferenciar de manera más clara el material rechazado, el aceptado y al que aún no se inspecciona. Para el otro punto lo que se necesita es que los operadores no entren a parque y no se involucren de forma

directa con la requisición de material, para evitar que extraigan material de forma indebida.

## **4.6 Determinación de acciones de mejora**

### **4.6.1 Equipos de medición en mal estado**

Para este problema se determinó como acción de mejora: Asignar equipos de medición por máquina.

Para la implementación de esta acción, será necesario seguir los siguientes pasos:

1. Recoger todos los equipos de medición de taller y llevarlos al Departamento de Calidad.

El Departamento de calidad determinara que equipo de medición se colocara en cada máquina, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- A. Determinará que equipos de medición están en buen estado.
- B. Checara si los seleccionados están dentro del plan de calibración, de ser necesario deberá calibrar el equipo.
- C. Asignara el equipo de medición para cada máquina y etiquetara de acuerdo a su ubicación.
- D. El departamento de calidad determinara el periodo de calibración para el equipo, debido a que los tres turnos usaran el mismo equipo.



- Se realizara una auditoria interna por parte del Departamento de calidad, para evaluar si los inspectores están realizando el reporte patrulla de forma correcta y este reporte es el idóneo. (Figura 4.19)

Inspector						Fecha				Encargado			Observaciones	
	Maquina	Metro	E	F	C	Vernier	E	F	C	Otro	E	F		C
Escariador														
Punzonadora 1														
Punzonadora 2														
A-166-T														
A-124-T														
VP-121														
HP25														
A-18-A														
A-18-B														
A-15-A														
A-15-B														
DNB														
Dimeco														
Panto Oxicorte														
Panto 1														
Panto 2														
Panto 3														
Oxicorte Angular														
Plegadora 1														
Plegadora 2														
Chalfan														
Guillotina 1														
Guillotina 2														
Gairu 1														
Gairu 2														
Gairu 3														
Piranha 1														
Piranha 2														
Robot 1														
Robot 2														
		E	Etiquetado					F	Funcionalidad					
		?	Observación					C	Calibración					

**Figura 4.19** Formato para la Auditoria Interna para Equipo de medición

- Se implementaran una nueva etiqueta para el equipo de medición, que haga más notable la fecha de la próxima calibración del mismo. (Figura 4.20)



**Figura 4.20** Propuesta de etiqueta

#### 4.6.2 Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller

Para la eliminación de este problema se proponen las siguientes acciones de mejora a realizar:

##### 1. Realizar 5 S en Gavetas de herramental, herramientas y equipo de medición de las maquinas

Es importante realizar 5 S en toda mejora, ya que se pueden detectar exceso de inventario, herramental averiado, la falta de herramienta y herramental que no corresponde a esa gaveta, por lo que podremos utilizar las cosas en el momento y en la cantidad necesaria. A continuación se muestra la secuencia de esta metodología:

**Seiri.** Separar las cosas necesarias de las innecesarias y abandonar estas últimas. Realizar la selección de herramientas y herramental en buen estado, y lo que se encuentre en mal estado llevar a Almacén general. Además, si es necesario realizar el requerimiento de herramientas y herramental necesario, con la colaboración de los Supervisores de taller.

**Seiton.** Disponer ordenadamente e identificar las cosas para una fácil utilización. Ordenar la gaveta dándole a cada elemento su lugar, de forma que sea de fácil ubicación. Además, implementar ayudas visuales al herramental; esto se explicara en el apartado de Ayudas visuales.

**Seiso.** Limpiar a fondo y mantener el orden y la limpieza. Ya identificado el herramental, realizar limpieza en gaveta para una mayor visibilidad y orden dentro de la gaveta.

**Seiketsu.** Mantener constantemente las 3 eses anteriores. Realizar un check-list para mantener lo hecho anteriormente, esto se menciona en la etapa de cierre de gavetas.

**Shitsuke.** Hacer que los trabajadores adquieren la costumbre de ajustarse a las reglas. Transmitir a los trabajadores la importancia de la constancia de esta metodología, demostrándoles los beneficios de la misma.

## 2. Implementación de Ayudas visuales para gavetas.

En la etapa de Seiton dentro de la metodología 5 S, marcar el herramental consumible con la medida correspondiente, esto tendrá como consecuencia una fácil detección del mismo y a su vez en la disminución de tiempos en el preparado de máquina.

Etiquetar los apartados de la gaveta de acuerdo a su uso, esto se implementará en la propuesta de gaveta de máquina.

## 3. Cierre de las gavetas de las máquinas

Para que lo hecho anteriormente tenga continuidad, es fundamental cerrar las gavetas para comprometer a los operadores con el cuidado de esta. Para ello se realizará la siguiente secuencia:

- A. Se realizará la solicitud de candados a Almacén general.
- B. Se etiquetarán y marcarán tanto los candados como las llaves, de acuerdo a la máquina que les corresponda. Esto se hará para que exista un mayor control de estos.



## COMEMSA

### Programación de Producción

Fecha		02/01/2011			Semana				Maquina				A-18				
Orden	Tarro	Lote	Paquete	Material	Punzon 1	Cant.	Matriz 1	Punzon 2	Cant.	Matriz 2	Punzon 3	Cant.	Matriz 3	Punzon 4	Cant.	Matriz 4	Terminada
10139	T	23	1	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							ok
10139	T	26	2	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				ok
10139	T	39	4	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							ok
10139	T	48	5	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				ok
10139	T	49	8	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							ok
10139	T	51	9	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				ok
10139	T	52	10	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							ok
10137	T	18	2	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				ok
10137	P	23	4	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10137	T	24	6	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				
10137	T	25	7	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10137	T	26	9	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				
10137	P	27	10	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10137	T	28	13	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10137	T	29	15	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				
10137	T	30	17	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10137	T	31	18	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10140	P	20	1	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				
10140	P	23	2	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10140	P	24	3	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10140	P	25	4	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				
10140	P	26	6	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10140	P	27	7	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10140	P	28	8	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				
10140	P	29	9	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10140	P	30	10	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10140	P	31	12	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				
10140	P	32	14	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							
10140	P	33	16	102X3	13.3	65	13.7	20.8	57	21.5	17.7	45	19				
10140	T	34	18	102X3	14.8	70	15.4	17.7	23	18.5							

Figura 4.22 Propuesta de formato para plan de producción por máquina

2. Implementación de “Andon” en la planta. Un sistema de tarjetas de colores que nos indiquen la situación de la máquina, la asignación de actividades para los colores es la siguiente:

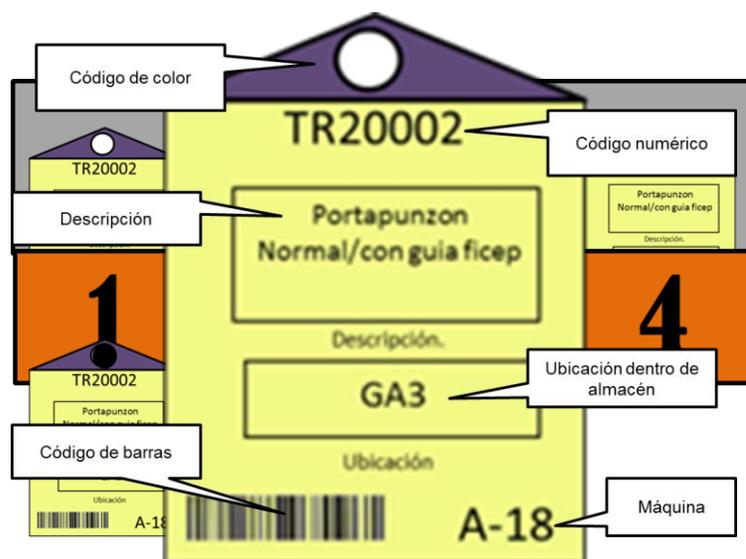
- **Naranja.** Requerimiento de herramental consumible o equipo de seguridad, debido a que se a averiado alguno de los dos.
- **Verde.** Indica que el proceso marcha de forma correcta.

3. Implementar el uso del Herramental-car. El cual aprovisionara de herramental consumible y equipo de seguridad a todas las maquinas, al final de cada turno de acuerdo al plan de producción, y también si el operador lo solicita a través del *andon* (Fig. 4.24). Cuando el operador requiera de algún herramental o equipo de seguridad, colocara la tarjeta



4. Implementar kanban para la requisición de herramental, equipo de seguridad y material. Realizar una tarjeta que contenga los datos necesarios para la requisición de herramental y equipo de seguridad (figura 4.25).

Cada máquina contara con un cajón para las tarjetas, cada cajón representara el lugar donde ira colocado el herramental (fig. 4.22)



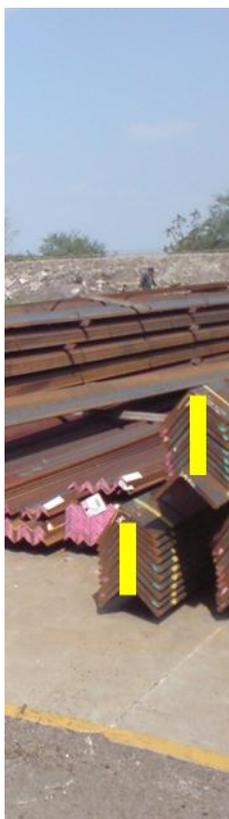
**Fig. 4.25** Propuesta de tarjetas *kanban*

#### 4.6.3 Entrada de Material rechazado a taller

1. **Realizar un inventario del material de parque.** En este se deberá usar un formato (figura 4.26) en el que se almacene la siguiente información:

- Cantidad
- Longitud
- Calidad
- Perfil
- Pórtico
- Proveedor
- Colada
- Fecha de llegada
- No. de entrada
- Observación





**Figura 4.27** Propuesta de pintado de material de calidad A-36

Para facilitar el traslado de pintura y el pintado se propone la implementación de un carrito con pinturas correspondientes a las diferentes tipos de calidad (Figura 4.28).



**Figura 4.28** Carro de pintura

**2. Implementar la Técnica de la etiqueta roja para todo el material rechazado.** La tarjeta roja (figura 4.29) contendrá la siguiente información:

- Fecha de Rechazo.
- Longitud
- Calidad
- Cantidad
- Perfil
- Proveedor
- Entrada Num.
- Colada Num.
- Observación del rechazo
- Acción a realizar llegada la fecha de salida. Ya sea eliminar o reubicar.
- Fecha de salida.

Además de la tarjeta roja se está considerado también pintar de rojo el frente del material, para en caso de ser procesado poder detectarlo en taller (Figura 4.30).

**COMEMSA RECHAZADO**

Fecha de Rechazo  Barras de  mts

Cal.  Cant

Perfil  Prov

Entrada Núm.  Colada Núm.

Obser

Acción  Eliminarlo  Reubicarlo

**Fecha de Salida**

**26/11/10**

Figura 4.29 Propuesta de tarjeta roja para identificación



Figura 4.30 Simulación de implementación

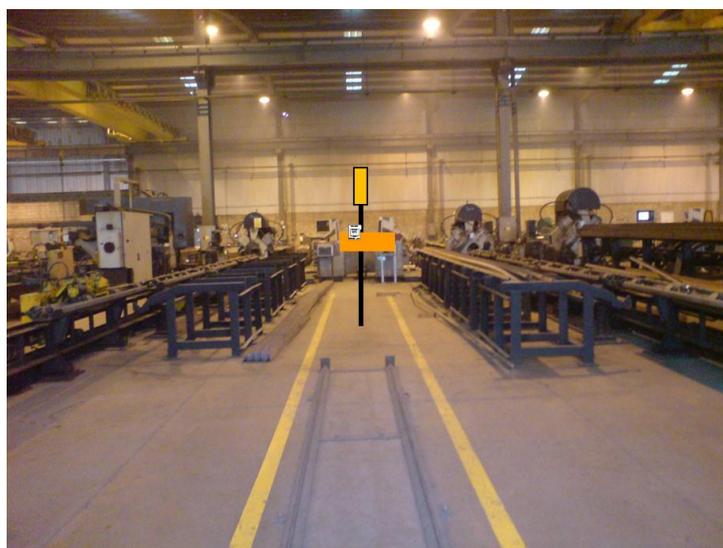
### 3. Implementar *Kanban* y “*andon*” para el proceso de requerimiento de material.

Se realizara el siguiente procedimiento:

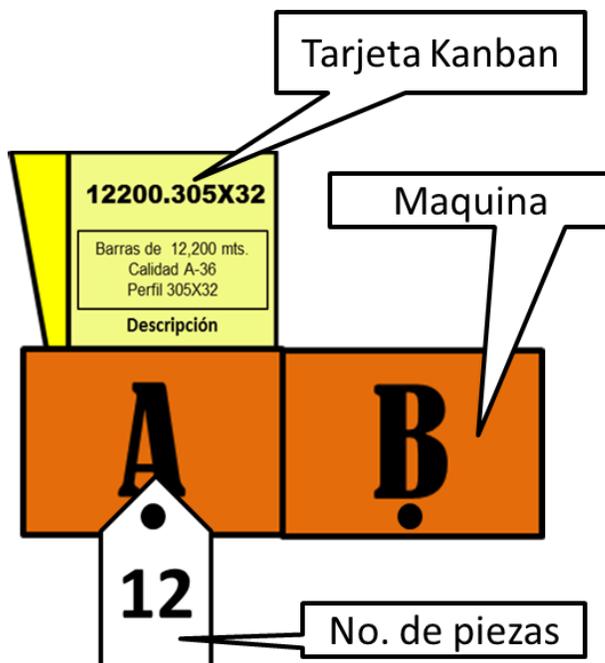
Se pondrá en la parte de enfrente de cada para de máquinas un cajón con una tarjeta arriba del mismo (figura 4.31 y 4.32). La tarjeta contara con los siguientes colores:

- Verde para indicar que el proceso se realiza de forma correcta.
- Naranja para indicar que el operador ya realizo la mitad del paquete de material que le entrego anteriormente.

A través de esta acción se le podrá informar con anticipación a parque de la necesidad de algún material y así evitar el paro de máquina.

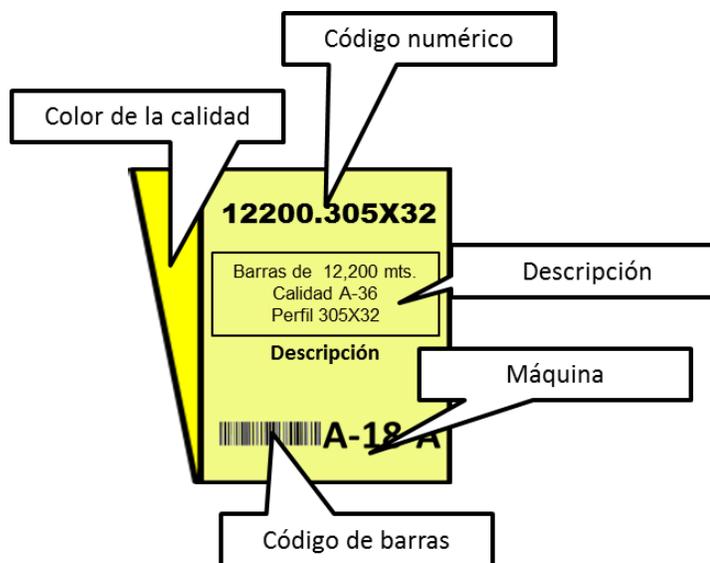


**Figura 4.31** Ejemplo de propuesta de *andon*



**Figura 4.32** Cajón para el *kanban*

Cada cajón contendrá tarjetas, en donde se especifica el tipo de material. En la figura 4.33 se muestra el significado de cada una de las partes de la tarjeta *kanban*.



**Figura 4.33** Ejemplo de tarjeta *kanban*



# Capítulo 5. Implementación

## 5.1 Asignar equipos de medición por máquina

Debido a que la causa raíz del problema de equipo de medición en mal estado fue la falta de asignación de equipo por máquina, se determinó como acción de mejora la asignación de equipo de medición por máquina. Esta acción se hará con base en control d equipo y su implementación se realizara en dos máquinas piloto, las maquinas que asignaron fueron la A-18-A y A-18-B. Estas máquinas realizan el punzonado y corte de perfiles, y son las más completas en cuanto a herramientas y herramental se refiere dentro de la empresa.

Para la implementación de esta acción, se dio de la siguiente forma:

1. Se recogieron los equipos de medición de los tres turnos de la máquina y llevaron al Departamento de calidad.
2. El Departamento de calidad determino que equipo de medición se le asignarían a la máquina, de acuerdo al siguiente procedimiento:
  - A. De los 6 juegos de equipos de medición de la máquina, el Departamento de calidad escogió los dos equipos que se encontraban en mejores condiciones físicas. (Figura 5.1)



**Figura 5.1** Asignación de los dos equipos en buenas condiciones

B. De los dos equipos elegidos, Calidad checo su calibración, para en caso de que no estuvieran dentro del plan de calibración, proceder a una calibración. (Figura 5.2)



**Figura 5.2** Evidencia de equipos calibrados

C. Se colocaron los equipos en la gaveta de las máquinas y se les indico a los operadores de que el equipo lo usarían los tres turnos. (Figura 5.3)



**Figura 5.3** Equipos asignados a las maquinas

D. El equipo de calidad tenia considerado 6 meses para cada periodo de calibración de los equipos, pero debido a la reducción de estos a solo uno por máquina y se triplicaría el uso de cada equipo, designo un periodo de 2 meses para calibración.

## 5.2 Existencia de movimientos innecesarios por parte de los operadores del área de taller

La implementación de las acciones de mejora 1 y 2 se realizó en todas las máquinas de la empresa, mientras que la acción 3 solo se implementó en las máquinas piloto A-18-A y A-18-B descritas en el anterior subcapítulo. A continuación, se desarrolla la implementación de cada mejora:

### 5.2.1 Realizar 5 S en Gavetas de herramental, herramientas y equipo de medición de las máquinas

Se implementó 5 S en las gavetas de las máquinas, para reducir inventario, eliminar lo innecesario y realizar los requerimientos de lo faltante. Para la implementación de esta metodología, se le solicitó a Almacén general una lista con las especificaciones del herramental de cada máquina. A continuación se presenta la metodología:

- **Seiri.** Se separó el herramental necesario del innecesario.

Para esta etapa se contó con la ayuda de los operadores de cada máquina, los cuales se les preguntó las características del herramental que generan producto de baja calidad, ellos mencionaron las siguientes características:

- **Matrices y punzones pulidos.** Según algunos operadores para aumentar la vida útil de estos, el herramental con fisura lo rebajan con el pulidor, pero esto genera una variación en las medidas de los barrenos.
- **Matrices y punzones con fisuras.** El mal uso de estos provoca la generación de fisuras en los mismos, un material con fisura genera rebaba en los barrenos.

Además los operadores de acuerdo a su experiencia, nos mencionaron que el máximo de herramental de la misma medida que se usa por maquina es de 2, y que nunca se les habían averiado herramientas de la misma medida de forma sincronizada.

Tomando en cuenta las características mencionadas, se procedió a la separación de material necesario del innecesario, ya sea por avería o porque generan un exceso de inventario. Se les dejo 6 matrices y punzones de la misma medida para las dos máquinas. Tanto el herramental averiado como el que generaba exceso de inventario, se colocaron en bolsas con etiquetas, en donde se especificaba la medida y cantidad de herramental que contenía, para luego ser llevados a Almacén general. (Figura 5.4)



**Figura 5.4** Evidencia de *Seiri* en gavetas

- **Seiton.** Se identifica cada herramental para su fácil ubicación, además se ordena por medidas dentro de la gaveta (Figura 5.5).

De acuerdo a la lista de herramental que proporciono Almacén general, se procedió a la medición del herramental y se marcó de acuerdo a su medida. Esto se hizo para estandarizar las medidas de acuerdo a la información de almacén, ya que el encargado de este menciona que existía un discrepancia entre las medidas de los operadores y las que el manejaba.

Una vez marcado, se procedió a la colocación de este de forma ordenada de acuerdo a su medida. Este orden ayuda a la reducción de tiempo en búsqueda de herramental, mientras que antes se contaba con un tiempo promedio de 1:21 segundos, ahora el tiempo promedio invertido es de 12 segundos.



**Figura 5.5** Evidencia de identificación y colocación del herramental

- **Seiso.** Limpiar a fondo, mantener el orden y la limpieza.

Ya identificado el herramental, se realizó limpieza en gaveta, en esta se eliminó todo lo que disminuyera la visibilidad y generara una mala apariencia de la misma. Ya limpia, se procedió a ordenar todos los elementos dentro de la misma, para una más fácil ubicación de los mismos. Por medio de la limpieza se obtendrá una mayor visibilidad y orden dentro de la gaveta. (Figura 5.6).



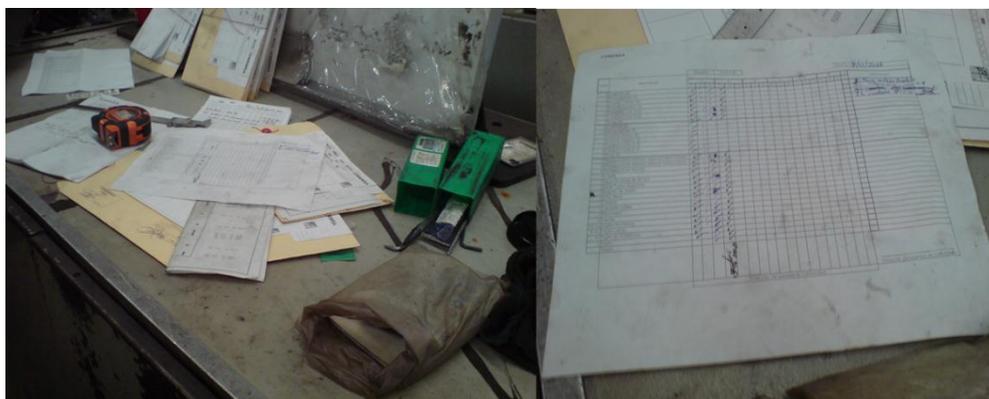
**Figura 5.6** Evidencia de gaveta limpia y ordenada

- **Seiketsu.** Se implementó check-list en las gavetas.

Se generó una lista de todos los elementos que se encontraban dentro de la gaveta, para luego realizar el check-list. Este se le presento al operador y se le informo la forma en que funcionaria, se le menciona lo siguientes:

Al inicio de cada turno se realizara la entrega de gaveta. Esta entrega consiste, en que el operador que recibe tiene que checar que lo mencionado en el check-list corresponde a lo que hay, en caso de que esto coincida el firma de recibido, pero si esto no coincide el tendrá que acudir con el supervisor de taller y mencionarle la situación, este buscara una solución.

Este check-list se hace con la firme intención de que los operadores adquieran una responsabilidad y sentido de pertenecía de los elementos de su gaveta (Figura 5.7).



**Figura 5.7** Evidencia de implementación de check-list

- **Shitsuke.** Actualmente se checa de forma constante la actuación de los operadores ante el cuidado de su gaveta. Y en caso de que ellos no lo tengan, se les habla de la importancia de este control y de las penalizaciones que se tienen, esto aplica para la falta de algún herramental dentro de la máquina.

### 5.2.2 Implementación de Ayudas visuales para gavetas

En la etapa de Seiton dentro de la metodología 5 S, se marcó el herramental de acuerdo a su medida. El desarrollo de esta actividad se explicó en la etapa de Seiton. (Figura 5.8)



**Figura 5.8** Evidencia de ayudas visuales en el herramental

Además se implementó ayudas visuales para indicar el máximo y mínimo de matrices de la misma medida en la gaveta. Como se mencionó anteriormente, se tomó como nivel máximo 6 de la misma medida y un mínimo de 4. La indicación que se implementó fue que cuando existiera una matriz en gaveta, sería por que se están usando 4 y por lo tanto habría que realizar un requerimiento de la misma. (Figura 5.9)



**Figura 5.9** Evidencia de control visual para máximos y mínimos

### 5.2.3 Cierre de las gavetas de las máquinas

Para que lo hecho anteriormente tenga continuidad, es fundamental cerrar las gavetas para comprometer a los operadores con el cuidado de esta. Para ello se realizó lo siguiente:

1. Se realizó la solicitud de candados a Almacén general. Para la solicitud, se le informo al Departamento de compras de la necesidad de estos y del impacto que tendrían su implementación.
2. Se etiquetaron y marcaron tanto los candados como las llaves, de acuerdo a la máquina que les corresponda. Para darle una mayor identificación a estos a través de esto sería más difícil la pérdida y mejoraría la localización de los mismos. (Figura 5.10)



**Figura 5.10** Evidencia del etiquetado de candados

3. Se generó un inventario de herramientas, cangurines, dígitos, equipo de medición, punzones y porta-punzones que exista en cada gaveta. En este inventario se especificó: el código, medida, nombre, el herramental para instalación, el que estaría a pie de máquina y el que se regresó a almacén, tanto el que estaba en buen estado como el averiado. (Figura 5.11)

Producto	Descripción	MeOp	Nombre del Herramienta	Para instalación			A pie de maquina			Almacen			Averia
				Actual	Requiere	Falta	Actual	Requiere	Falta	Actual	Requiere	Falta	
PN10002	Punzon std normal 14.4mm		14.4 Punzon			0			0			0	
PN10003	Punzon std normal 17.7mm		17.7 Punzon			0			0			0	
PN10004	Punzon std normal 20.8mm		20.8 Punzon			0			0			0	0
PN10005	Punzon std normal 24.4mm		24.4 Punzon	2	4	-2			0			0	
PN10006	Punzon std normal 27.8mm		27.8 Punzon	1	4	-3			0			0	2
PN10470	Punzon vlnormal 3.7 mm		3.7 Punzon			0			0			0	
PN10480	Punzon vlnormal 4.7		4.7 Punzon			0			0			0	
PN10490	Punzon vlnormal 6.7mm		6.7 Punzon			0			0			0	
PN10501	Punzon vlnormal 8.2mm		8.2 Punzon			0			0			0	
PN10501-1	Punzon vlnormal 9.2mm		9.2 Punzon			0			0			0	
PN10502	Punzon vlnormal 9.5mm		9.5 Punzon			0			0			0	
PN10502-1	Punzon vlnormal 10.7mm		10.7 Punzon	1	4	-3			0			0	
PN10502-2	Punzon vlnormal 11.2		11.2 Punzon			0			0			0	1
PN10503	Punzon vlnormal 12.0mm		12 Punzon			0			0			0	
PN10504	Punzon vlnormal 13.0mm		13 Punzon			0			0			0	
PN10504-1	Punzon vlnormal 13.7mm		13.7 Punzon	3	4	-1			0			0	1
PN10504-2	Punzon vlnormal 15.0		15 Punzon			0			0			0	
PN10505	Punzon vlnormal 14.5mm		14.5 Punzon	4	4	0	2	2	0			0	1
PN10506	Punzon vlnormal 15.5mm		15.5 Punzon	2	4	-2			0			0	1
PN10507	Punzon vlnormal 16.0mm		16 Punzon			0			0			0	
PN10508	Punzon vlnormal 16.8mm		16.9 Punzon			0			0			0	
PN10509	Punzon vlnormal 17.0mm		17 Punzon			0			0			0	
PN10509-1	Punzon vlnormal 17.5		17.5 Punzon			0			0			0	
PN10510	Punzon vlnormal 18.5mm		18.5 Punzon			0			0			0	
PN10511	Punzon vlnormal 18.8mm		18.8 Punzon			0			0			0	
PN10512	Punzon vlnormal 19.1mm		19.1 Punzon	1	4	-3			0			0	
PN10513	Punzon vlnormal 20.5mm		20.5 Punzon			0			0			0	
PN10514	Punzon vlnormal 21.5mm		21.5 Punzon			0			0			0	
PN10515	Punzon vlnormal 21.8mm		21.8 Punzon	1	4	-3			0			0	2
PN10516	Punzon vlnormal 22.0mm		22 Punzon			0			0			0	
PN10517	Punzon vlnormal 22.5mm		22.5 Punzon			0			0			0	
PN10518	Punzon vlnormal 23.0mm		23 Punzon			0			0			0	1
PN10519	Punzon vlnormal 24.0mm		24 Punzon			0			0			0	
PN10520	Punzon vlnormal 25.0mm		25 Punzon			0			0			0	
PN10521	Punzon vlnormal 26.0mm		26 Punzon	3	4	-1			0			0	
PN10522	Punzon vlnormal 27.6mm		27.6 Punzon	4	4	0	2	2	0			0	2
PN10523	Punzon vlnormal 28.0mm		28 Punzon			0			0			0	

**Figura 5.11** Inventario de herramental de maquina

Además se realizó la solicitud de herramientas de trabajo, ya que se les pregunto a los operadores que herramientas les hacían falta, para desarrollar de forma idónea su trabajo. Se realizó la lista, la cual fue corroborada por los supervisores de taller. (Figura 5.12)

Herramienta	Cantidad	
Ujaves Allen de 4, 5, 6, 8 y 12 mm. Largas	2	Juegos
Marro de 12 Lbs	3	Unidades
Ulave de Estrias de 33mm.	1	Unidad
Cizalla	5	Unidades
Ulave Perica de 12"	3	Unidades
Juego de llaves Allen Milimetricas Largas	4	Unidades
Ulaves Allen Milimetricas Largas de 14 y 17 mm.	1	Juego
Marro de 3 Lbs.	1	Unidad
Pulidor de 7" 1/2 Bosh	1	Unidad
Cinzel de 8 1/4 Pulg.	5	Unidades
Inyector de Grasa Manual a una sola mano de 16 oz.	6	Unidades
Ulave de Estrias de 30 mm.	3	Unidades
Ulave Allen estandar de 3/16 Pulg. Larga	1	Unidad
Martillo de Puntos de Bola de 12 Oz.	2	Unidades
Marro de 6 Lbs.	3	Unidades
Matraca y Maneral	3	Unidades
Dados p/matraca de 14 y 8 mm.	1	Juego
Ulave perica de 8"	1	Unidad
Pinzas de Presion de 8"	1	Unidad
Arco para Segueta tubular fijo (URR354F)	1	Unidad
Ulaves Allen Largas de 4 y 5 mm	2	Juegos
Ulave de Estrias de 46 mm.	2	Unidades
Dados p/matraca de 30 mm. y 15/16"	2	Juegos
Marro de bronce de 3.85 Lbs.	4	Unidades
Pinzas de Presion de 12"	4	Unidades
Esmeril como el de la DNB	1	Unidad
Inyector de Aceite	1	Unidad
Ulave Allen Corta de 4 mm.	1	Unidad
Desarmador Plano	1	Unidad
Boquillas para multifilama 2290-2H	2	Unidades
Escuadra Falsa	1	Unidad
Ulaves Pericas de 10"	2	Unidades
Ulave Mixta de 24 mm.	1	Unidad
Ulave Mixta de 25 mm	1	Unidad
Nivel de Gota	1	Unidad
Ulave Mixta de 7/8"	1	Unidad
Ulave Allen de 6 mm.	1	Unidad
Ulave Allen de 5 mm.	1	Unidad
Total	77	

**Figura 5.12** Lista de herramientas de trabajo

4. Se entregó el check-list al operador en turno y se realizó todo lo mencionado en etapa *Seiketsu* de la metodología de las 5 S, por último se procederá al cierre de la gaveta (Figura 5.13).



**Figura 5.13** Evidencia del cerrado de gaveta

## Capítulo 6. Evaluación de resultados

Los resultados que se obtuvieron con la implementación de las acciones de mejora, fueron resultados de impacto en cuanto a la calidad de herramental y equipo de medición que se encontraba en taller. A continuación se muestra la descripción de lo antes mencionado:

- **Equipo de medición.** A través de la asignación de equipo por máquina, en taller solo se encuentra equipo de medición en buen estado y dentro del plan de calibración, además se cuenta con cambio rápido de equipo, en caso de que este sufriera alguna avería. Además se obtuvo un incremento en la vida útil del vernier y una reducción de 66% de equipos en el área de taller.
- **Herramental.** Por medio de las 5 S, se logró una disminución en el inventario de herramental en gaveta y se eliminó todo lo que estaba averiado. Con esta acción se dejó en gaveta solo lo necesario y lo que está en condiciones idóneas.

El porcentaje por máquina de herramental averiado fue de:

A-18-A y A-18-B: 28.18%

A-15-A y A-15-B: 00.00%

A-166-T y A-124-T: 25.62%

VP-121 y HP 25: 02.61%

El porcentaje de herramental que generaba un exceso de inventario fue de:

A-18-A y A-18-B: 16.36%

A-15-A y A-15-B: 00.00%

A-166-T y A-124-T: 36.95%

VP-121 y HP 25: 32.17%

- **Preparación de máquina.** Por medio de la implementación de ayudas visuales y 5 S se obtuvo una reducción en la búsqueda de herramental de un minuto. Anteriormente un operador se demoraba en promedio 1:23 min, ya que antes tenían que medir una por una hasta encontrar la que les iba a servir; actualmente solo le toma 5 segundos ubicar su herramental.

# Conclusiones y Recomendaciones

## Conclusión

Al culminar este proyecto de residencia, se detectó que dentro de taller se realizaban muchas actividades que no le agregaban valor al proceso, estas se venían realizando desde la creación de la empresa. Esto se debió, a que la empresa tenía una forma de trabajo, la cual no había sido modificada de forma radical. Al implementarse y proponer las mejoras, salió a relucir la magnitud de tiempos muertos que producían estas actividades. Con la implementación de las acciones de mejora se logró esto y con la implementación de las propuestas lograra y se solidificara lo ya logrado.

Respecto a la muda de mala calidad, en la actualidad todas las maquinas cuentan con equipo de medición en condiciones idóneas, esto genera que los productos que se generen se encuentren dentro de la especificación.

Durante el proyecto no encontramos con elementos del proceso que exponían una resistencia al cambio, los cuales, al ir observando los resultados, se transformaron en elementos con actitud de cooperación. No cabe duda, que la mejor forma de lograr los objetivos que se nos fijan, es trabajando en equipo.

Todas mejoras impactan en la calidad del producto y a su vez evitan:

- El re-trabajo
- La mala calidad
- Movimientos innecesarios
- Exceso de inventario



## Recomendaciones

Al implementar una mejora dentro de un proceso y estancarse, esta mejora solo será momentánea. Por lo que se recomienda que la empresa adapte el mejoramiento continuo como una filosofía, ya a través de la mejora se tendrá una empresa competitiva.

## Bibliografía

Alberto, Galgano (1995). Los 7 instrumentos de la calidad total. España: Ediciones Díaz de Santos.

Edgardo, J. Escalante (2005). Seis-Sigma: metodología y Técnicas. México: Editorial Limusa.

Emilio, Pérez Villa (1988). Reflexiones para implementar un sistema de gestión de calidad (ISO 9001:2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria. Colombia: U. cooperativa de Colombia.

Joseph, M. Juran (1990). Juran y El Liderazgo para la calidad: un manual para directivos. España: Ediciones Díaz de Santos.

Mary, Walton (1988). El método de Deming en la práctica. México: Grupo editorial norma.

Ramón, C. Pascual (1989). Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT. España: Marcombo boixareu editores.

Ronald, H. Lester (1989). Control de calidad y beneficio empresarial. España: Ediciones Díaz de Santos.

Yasuhiro, Monden (1996). El Just in time hoy en Toyota. España: Ediciones Deusto S.A.