

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA INDUSTRIAL

INFORME FINAL DEL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**“PLAN DE MEJORAMIENTO CONTINUO DEL ÁREA
DE MÁQUINAS AUTOMÁTICAS EN LA EMPRESA
ELÉCTRICA CLARIÓN S.A. DE C.V., PLANTA SAN
JUAN DEL RÍO, QUERÉTARO, BASADO EN LA
FILOSOFÍA KAIZEN.”**

DESARROLLADO POR

YADIRA FAVIEL CERDA

10270153

ASESOR (ES)

ING. JORGE ARTURO SARMIENTO TORRES

ING. ANTONIO ELÍAS ALFARO

ING. ALEXIS AGUILAR BRINDIS

ING. CARLOS RAMÓN ALFONZO SANTIAGO



Tuxtla Gutiérrez, Chis. 30 DE MAYO DEL 2014

INTRODUCCIÓN.

La palabra productividad es actualmente un concepto verdaderamente importante para las organizaciones modernas, las cuales cada vez más integran a su filosofía de trabajo.

La demanda en los mercados y el surgimiento de nuevos competidores hacen de vital importancia que las empresas implementen sistemas de calidad que les permita asegurar que sus métodos y procedimientos son los adecuados y con los cuales darle la satisfacción que sus clientes están buscando, cumpliendo los estándares establecidos, lo cual debe tener un antecedente documentado que pueda optimizarse, con esto los clientes tendrán la confianza que están recibiendo un producto de calidad.

Manufactura es la fabricación de productos a partir de materias primas mediante varios procesos, en los cuales se utilizan máquinas en diferentes operaciones, por medio de un proceso bien organizado para cada una de las actividades a realizar. El objetivo del proceso es obtener un elemento manufacturado que se convierta en un producto útil, obteniendo un valor o un precio de mercado.

El propósito de la presente investigación consiste en proponer una mejora continua en el área de máquinas automáticas, en el cual se hace un análisis para hacer más eficientes los procesos de fabricación reduciendo tiempos de fabricación y reducción de fallas.

El análisis planteado en el presente trabajo se considera, cómo se realizará, hasta ahora la fabricación de tabletas para auto- estéreos, minicomponentes, estéreos, teatro en casa, en la empresa Electrónica Clarión S.A. de C.V., planta San Juan del Río, Querétaro. Para la industria automotriz, electrodoméstica entre otras. Siendo actualmente los únicos fabricantes para las marcas Honda, Nissan Ford, Hitachi, Toyota, Chrysler, Mitsubishi, en México.

San Juan del Río, Qro. 28 de Mayo 2014

**INSTITUTO TECNOLOGICO DE TUXTLA GUTIERREZ
DR. JOSE ERASMO CAMERAS
JEFE DE DEPARTAMENTO DE GESTION TECNOLOGICA Y VINCULACION
P R E S E N T E :**

Por este medio me dirijo a Ud. de la manera más atenta para comunicarle que la alumna **Yadira Faviel Cerda**, con **No. De Control 10270153**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, ha concluido satisfactoriamente su periodo de Residencias Profesionales en esta empresa el cual tuvo el siguiente proyecto:

- MEJORA CONTINUA EN MAQUINAS AUTOMATICAS

Cubriendo el periodo del Enero de 2014 a Mayo de 2014, en horario Mixto dependiendo de las necesidades del departamento de Lunes a Viernes, cubriendo un total de 640 hrs.

Sin más por el momento y agradeciendo el apoyo por parte de su instituto quedo a sus ordenes

Atentamente

Lic. Diana Mendoza Armas
Reclutamiento y Selección



Ave. 3 Esq. Calle 9 Zona Industrial, San Juan del Río, Qro.
Tel. (427) 2718800
R.F.C. ECL-831108-M87

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1. Características del problema

1.1.	Antecedentes del problema.....	2
1.2.	Descripción del problema.....	2,3
1.3.	Objetivos.....	3
1.3.1.	Objetivo general.....	3
1.3.2.	Objetivos específicos.....	3
1.4.	Justificación.....	3
1.5.	Delimitación	4

CAPÍTULO 2 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

2.1.	Ubicación de la empresa.....	6
2.2.	Micro localización.....	6
2.3.	Antecedentes	7,8
2.4.	Distribución de planta.....	9
2.5.	Misión.....	9
2.6.	Visión.....	10
2.7.	Productos o servicios	10

CAPÍTULO 3 MARCO TEÓRICO

3.1	Definición de proceso.....	12
3.1.1	Tipos de proceso.....	12
3.1.2	Elementos y factores de un proceso	13
3.1.3	Mejora continua de los procesos.....	14
3.2	El ciclo de mejora continua: PDCA.....	14,15
3.3	Herramientas para la mejora de proceso.....	15
3.3.1	Lista de verificación	15,16
3.3.2	Histograma.....	16,17
3.3.3	Gráfico de Pareto.....	18,19
3.3.4	Diagrama de dispersión.....	19,20
3.3.5	Diagrama de causa-efecto.....	20,21
3.3.6	Gráficas de control	21,22
3.4	Lean manufacturig.....	22,23
3.5	Herramienta para la mejora: SMED.....	23,24

CAPÍTULO 4 DIAGNÓSTICO

4.1	Identificación de los problemas	26,27,28,29
4.2	Matriz de selección de problemas relevantes.....	29,30
4.3	Análisis de causas de los problemas.....	30
4.3.1	Causas del alto porcentaje de scrap.....	30

4.3.2	Causas del tiempo excesivo por paradas de la maquina.....	31
CAPÍTULO 5 DESARROLLO DEL MÉTODO PARA LA SOLUCIÓN		
5.1	Propuesta de mejora.....	34,35
5.2	Herramienta para la mejora: SMED.....	36
5.2.1	Situación actual.....	36,37,38,39
5.2.2	Propuesta de mejora.....	39,40,41,42
5.2.3	Situación futura.....	42
5.3	Herramienta para la mejora: Límites de control.....	43
5.3.1	Situación actual.....	44,45
CAPÍTULO 6 RESULTADOS OBTENIDOS		
6.1	Impacto económico de la implementación de SMED.....	47,48
CONCLUSIONES		50
RECOMENDACIONES		51

CAPÍTULO 1: CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

La filosofía a la cual haremos referencia se denomina Kaizen, lo cual significa “mejora continua que involucra a todos”. Es pues un sistema integral destinado a mejorar tanto a la empresa, como a los procesos y actividades que las conforman y a los individuos que son los que las hacen realidad. El objetivo primero y fundamental es mejorar para dar al cliente o consumidor el mayor valor agregado, mediante una mejora continua y sistemática de la calidad, los costos, los tiempos de respuestas, la variedad, y mayores niveles de satisfacción.

Problemas como roturas, fallas, falta de materiales e insumos, acumulación de scrap, pérdidas de tiempo por reparaciones / falta de insumos / o tiempos de preparación, son algunos de los muchos que deben ser eliminados.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

En el área de máquinas automáticas en la empresa CLARION hay 18 líneas llamadas SMD en la cual todas hacen tabletas o memorias internas para auto-estéreos, minicomponentes, estéreos de las marcas Honda, Nissan, Ford, Hitachi, Toyota, Chrysler, Mitsubishi.

En la línea de producción hay 6 máquinas las cuales son la PCB CLEANER, SPP, VP, CM, VTR Y EL HORNO, hay dos máquinas importantes que son las que deben de tener los programas indicados para el tipo de tableta que pasen, las maquina son la VP Y VTR, esas son las que identifican que las tableta no lleven ningún corto, exceso de pasta, componentes movidos, componentes cambiados de valor, componentes levantados, etc. Por lo cual en la empresa ese es un gran problema porque no todos los modelos de las tabletas tienen su programa, entonces lo ponen en modo de paso y no se identifica cuando lleva exceso de pasta, cortos, componentes movidos etc. eso hace que cuando pasa a otra área que es TV WHIN se detectan las fallas que trae y provoca que se retrabaje, o sea, se genera scrap.

En las máquinas CM se necesita un buen balanceo de líneas para evitar que los componentes salgan movidos y levantados, pero eso se debe de hacer cada inicio de proceso para que no pierdan tiempo los comodines de andar modificando frecuentemente. El área de máquinas automáticas no tienen suficientes operarios y comodines, en cada línea solo hay 1 o 2 operarios y los comodines se encargan de 2 o 3 líneas, por lo cual el comodín no se da abastó con esas líneas y eso hace






que no saquen a tiempo el proceso, también se observa la necesidad de proporcionar capacitación a los operarios para que operen correctamente las máquinas.

1.3. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer propuestas que coadyuven a la mejora del proceso de montaje e inspección de componentes en el área de máquinas automáticas, en la empresa Eléctrica Clarión S.A. de C.V., planta San Juan del Río, Querétaro, aplicando la filosofía Kaizen.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-  Disminuir del nivel de scrap en el proceso de producción
-  Reducción del tiempo de cambio de modelo de producción
-  Reducción de tiempos en cada de los ajustes
-  Tener una herramienta útil para la capacitación del personal
-  Aumentar la productividad y eficiencia del proceso

1.4. JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta que se le hace a la empresa es importante porque pueden llevar a cabo la mejora continua en el área de máquinas automáticas y se pretende que lo lleven a cabo en todas las líneas, basado en la filosofía Kaizen, para producir cumpliendo los requerimientos del cliente en tiempo y calidad.

1.5. DELIMITACIONES

Este proyecto se realizara en 6 meses aproximadamente en un periodo de enero a junio del presente año, haciendo un plan de mejora continua en el área de máquinas automáticas aplicando la filosofía kaizen, en la empresa Eléctrica Clarión S.A. de C.V., planta San Juan del Río, Querétaro.

CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA

2.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Av. 3 Esq. Calle #9, Zona Industrial, San Juan Del Río, Querétaro, C.P. 76800, México.

2.2 MICRO LOCALIZACIÓN

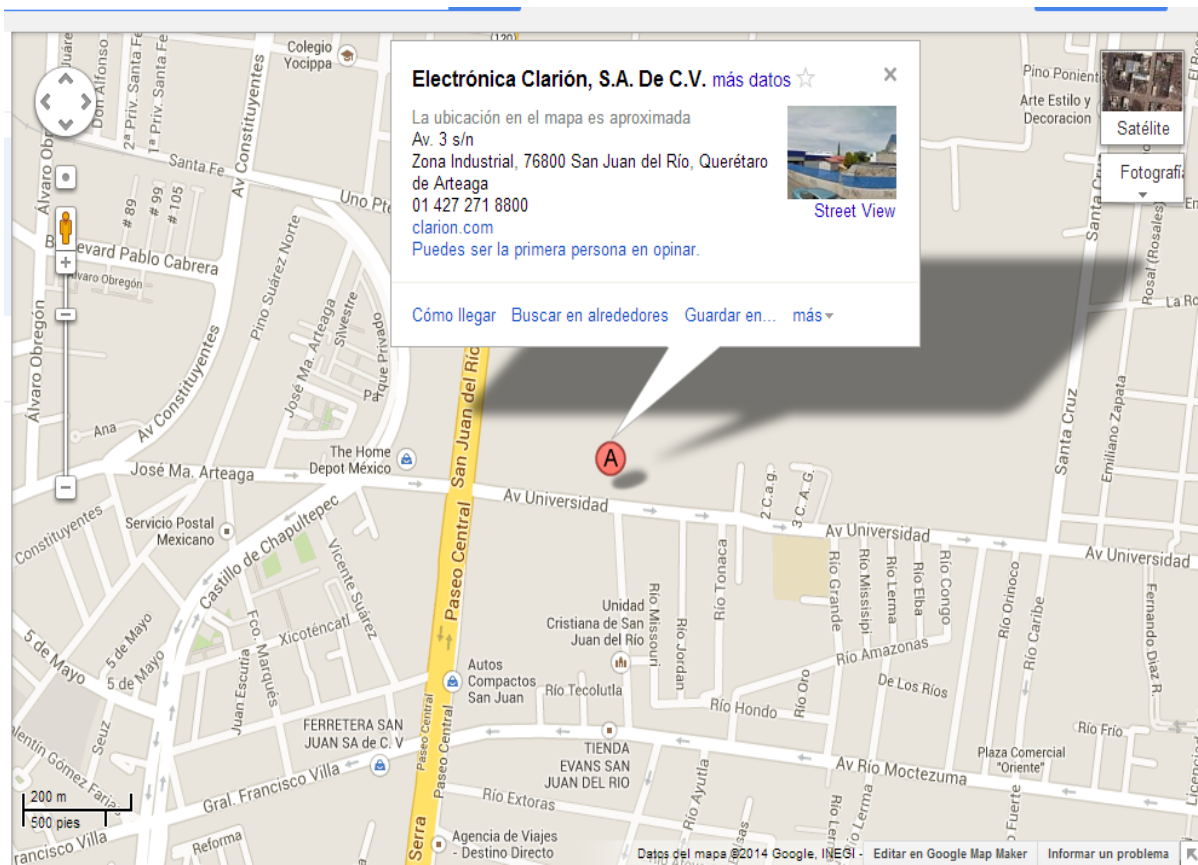


Figura. 2.1 Mapa de localización de la empresa Clarión S. A. de C. V.

Fuente: Google

2.3 ANTECEDENTES

La historia de Clarión está ligada estrechamente por si misma con la historia de la industria automotriz.

Como competidores líderes alrededor del mundo fueron quienes crearon el primer radio y el primer estéreo para auto en Japón, Clarión siempre ha sido el líder en este campo en todo momento.

Le dan prioridad al satisfacer las necesidades del conductor y ofrecen soporte a través de tecnología confiable, así como también proponen con determinación nuevos productos únicos basándose en su reconocida creatividad.

Desde el radio para autos hasta dispositivos audiovisuales y yendo más allá los sistemas de navegación para auto, aunque el tiempo cambie, continúan persiguiendo la “interfaz ideal para música e información” para el auto así como también en todos los entornos móviles, como el “H.M.I de Clarión”.

1948 Japón

Primer radio para auto y sistema PA para autobuses desarrollados y puestos en venta.

1951 Japón

Primer radio original de Clarión Hino Renault “Le Parisien” puesto en venta

1963 Japón

Primer estéreo desarrollado y puesto en venta al año siguiente

1968 Japón

Primer estéreo para auto puesto en venta.

1992 Japón

Primer sistema de navegación guiado por voz (Sistema de narración de mapa) puesto en venta

1993 Japón

Primer sistema de navegación híbrido NAX-700 puesto en venta

1995

ADX8155, la primera unidad 2-DIN en la industria, puesto en venta

1996

Unidad DRX9255 con CD central de alto desempeño y alta calidad puesto en venta

1996

Receptor VRX8250, control de CD/DSP tipo 1-DIN, LCD de 5” TV/AM/FM puesto en venta

1998 El primero en el mundo

Ordenador vehicular AutoPC de Clarion desarrollado en colaboración con Microsoft Corp. Auto PC de Clarion puesto en venta en EE.UU. por primera vez en el mundo.

1999

Receptor de CD DRX8575z equipado con sintonizador AM/FM y control de CD/MD/AV/DSP/EQ/TEL-LINK de tipo 1-DIN puesto en venta.

2002 Japón

Primer ordenador vehicular "AutoPC CADIASTM" puesto en venta. Se adoptó Windows CE para automóviles como el sistema de operación con un tipo de comunicación "Access Navi" para el sistema de navegación.

2005 El primero en la industria

Unidad central VRX755VD de AV 1-DIN equipado con una función de control total para iPod®

2007

Sistema de navegación de AV HDD compatible con iPod® y Bluetooth® puesto en venta

iPod® es una marca comercial registrada de Apple Inc., registrada en los Estados Unidos y en otros países. La marca y la palabra Bluetooth® así como el logotipo son marcas comerciales registradas y son propiedad de Bluetooth SIG, Inc.

2.4 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA



Figura 2.4 Distribución de la planta
fuente: la empresa

Para ver mejor la distribución de la planta: [Lay out AIM.pdf](#)

2.5 MISIÓN

Somos líderes en Latinoamérica en la manufactura, distribución venta y servicio de productos electrónicos con énfasis especial en la industria automotriz. Logramos nuestro objetivo a través de una madura coordinación con nuestra casa matriz y un fuerte compromiso de trabajo en equipo.

2.6 VISIÓN

Líderes en electrónica de infoentretenimiento móvil para Latinoamérica.

2.7 PRODUCTOS O SERVICIOS

La empresa Eléctrica Clarión S.A. de C.V. ofrece a sus clientes los siguientes productos.

PRODUCTOS:

- ✚ Multimedia: (Navegación, Unidades principales, Monitor de techo, Accesorios).
- ✚ Audio: (Unidades Principales, Amplificadores, Subwoofer, Altavoces, Accesorios)
- ✚ Auto marino: (Unidades principales marinas, Amplificadores, Subwoofer, Altavoces, Mando a distancia, Accesorios)
- ✚ Vista envolvente: (Monitores, Cámara, Accesorios)

CAPÍTULO 3: MARCO TEORICO

3.1 DEFINICIÓN DE PROCESO

Un proceso es un conjunto ordenado de actividades repetitivas, las cuales poseen una secuencia específica e interactúan entre sí, transformando elementos de entrada en resultados. Los resultados obtenidos poseen un valor intrínseco para el usuario o cliente.

Un proceso es una serie de tareas que poseen un valor agregado, las cuales se vinculan entre sí, para transformar un insumo en un producto, ya sea este producto resultante un bien tangible o un servicio. Los procesos pueden ir desde simples actividades que se realizan día a día como preparar una taza de café o hasta la fabricación de un automóvil.

Proceso es un conjunto de actividades que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en bienes o servicios capaces de satisfacer las expectativas de distintas partes interesadas: clientes externos, clientes internos, accionistas, comunidad, etc.

3.1.1 TIPOS DE PROCESOS

De acuerdo al impacto que generan en el resultado final, existen tres tipos de procesos en una organización: estratégicos, clave, y de soporte.

Los procesos estratégicos son aquellos mediante los que la organización define y controla sus políticas, objetivos, metas y estrategias. Dichos procesos están relacionados con planificación, desarrollo de la visión, misión y valores de la organización. Estos proporcionan las directrices y límites al resto de procesos, por lo tanto, afectan e impactan en la organización en su totalidad.

Los procesos clave son los que responden a la razón de ser del negocio y que impactan directamente en cualquier requerimiento de los clientes, en otras palabras, son los principales responsables de lograr los objetivos trazados en la empresa. Los procesos relacionados son todos aquellos que transforman recursos para obtener productos y/o brindar servicios; y dependen, básicamente, del tipo de organización y sus operaciones críticas.

Por otro lado, los procesos de soporte son todos aquellos que proporcionan los recursos necesarios y apoyan al desarrollo de los procesos clave de la organización.

3.1.2 ELEMENTOS Y FACTORES DE UN PROCESO

Todo proceso está compuesto de tres elementos fundamentales los cuales son los inputs o entradas, la secuencia de actividades, y finalmente, los outputs o salidas.

Los inputs o entradas se dividen en recursos e insumos. Los primeros permiten el desarrollo de las operaciones del proceso, y pueden ser tangibles; por otro lado, los insumos son bienes materiales que serán procesados para la obtención del producto final (output).

Tal como su nombre lo indica, la secuencia de actividades, es el conjunto de operaciones, relacionadas entre sí, que se realizan para transformar los inputs y convertirlos en outputs.

Por último, los outputs o salidas son los resultados o productos generados por la secuencia de actividades. “El producto del proceso ha de tener un valor intrínseco, medible o evaluable, para sus cliente”.

Los procesos utilizan 6 recursos principales, los cuales se describen a continuación:

- ✚ Mano de obra: se refiere al responsable del proceso y todo el recurso humano que interviene en el mismo, por lo que, sus conocimientos, habilidades y actitudes, influyen directamente en los resultados del proceso.
- ✚ Materiales o suministros: incluye a todas las entradas a ser transformadas, es decir, las materias primas, las partes en proceso y la información para su correcto uso.
- ✚ Maquinaria y equipo: son todas las instalaciones, maquinaria, y software que complementan a la mano de obra y permiten la realización de los procesos; los niveles de precisión y exactitud dependen de su adecuada calibración, mantenimiento y oportuno remplazo.
- ✚ Métodos: se refiera a la definición formal y estandarizada de las políticas, procedimientos, normas e instrucciones empleadas para la ejecución de un determinado trabajo.
- ✚ Medios de control: son las herramientas utilizadas para evaluar el desempeño y los resultados del proceso.
- ✚ Medio ambiente: es el entorno en el cual se lleva a cabo el proceso, incluye el espacio, la ventilación, la seguridad, la iluminación, etc.

3.1.3 MEJORA CONTINUA DE LOS PROCESOS

La mejora de los procesos es el estudio de todos los elementos del mismo; es decir, la secuencia de actividades, sus entradas y salidas, con el objetivo de entender el proceso y sus detalles, y de esta manera, poder optimizarlo en función a la reducción de tiempo y el incremento de la calidad del producto y de la satisfacción del cliente.

De la misma manera, la mejora continua, es una filosofía “de nunca acabar”, que asume el reto del perfeccionamiento constante de los procesos, productos y servicios de una empresa. “Esta filosofía busca un mejoramiento continuo de la utilización de la maquinaria, los materiales, la fuerza laboral y los métodos de producción”.

La mejora continua de los procesos, es entonces, una estrategia de gestión que consiste en el desarrollo de mecanismos que permitan mejorar el desempeño de los procesos y, a su vez, elevar la satisfacción de los clientes.

3.2 EL CICLO DE MEJORA CONTINUA: PDCA

El ciclo PDCA (*plan, do, check, act*) o PHVA (planear, hacer, verificar, actuar), también conocido como el Círculo de Deming, explica los pasos a seguir en el proceso de mejora continua.

a) Planear (P): esta etapa se divide en 3 pasos importantes:

- ✚ Seleccionar el problema: partiendo de la premisa de que un problema es un resultado que no se ajusta al estándar establecido, en este paso se identifican los problemas principales, los cuales deben ser vistos como oportunidades de mejora, finalmente se seleccionará el problema más relevante mediante una matriz de ponderación de factores.
- ✚ Comprender el problema y establecer una meta: en este paso se revisará toda la data disponible del proceso para entenderlo completamente; es recomendable elaborar un diagrama de flujo del proceso o producto que se está estudiando.
- ✚ Analizar las causas del problema: primero se debe realizar un brainstorming para poder determinar todas las causas potenciales, la siguiente actividad es hacer un análisis causa – efecto y determinarlas causas más críticas, las cuales deberán ser clasificadas según los 6 recursos de los procesos explicados anteriormente.

b) Hacer (H):

Estés punto se debe proponer, seleccionar, y programar las soluciones ante los problemas principales encontrados. Las alternativas de solución deben atacar las causas críticas y ser analizadas desde distintos enfoques de manera que sean de alto impacto sobre dichas causas. Para seleccionar la mejor alternativa, se deben establecer criterios de evaluación y elaborar una matriz que permita elegir la solución más adecuada. Respecto a la programación de la implementación de la solución elegida, primero es necesario determinar las actividades, recursos y designar responsables, así se podrá elaborar un cronograma de implementación.

c) Verificar (V):

En este punto se determina la efectividad de la solución implementada, para ello se deben medir los resultados en función de desempeño con respecto al proceso antes del cambio. Podría ocurrir que los resultados no sean los esperados, entonces se deberá volver al análisis de las causas del problema, de lo contrario, se continuará con la siguiente etapa del ciclo PHVA.

d) Actuar (A):

Una vez que se ha verificado que la solución se ajusta a los niveles de desempeño deseados, es muy importante documentar los procedimientos de operación actuales ya que una documentación eficiente permite la estandarización, luego se deben brindar las capacitaciones necesarias al personal involucrado. Del mismo modo, se deben establecer parámetros a controlar y que permitan realizar un seguimiento adecuado al proceso. Finalmente, es importante difundir el proyecto de implementación y dar a conocer los resultados alcanzados.

3.3 HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE PROCESOS

3.3.1 LISTA DE VERIFICACIÓN

La lista de verificación de datos es el punto de partida de la mayoría de los ciclos de solución de problemas, esta herramienta se utiliza para observar la frecuencia de características analizadas y construir gráficas o diagramas a partir de ellas. Así también, sirven para informar del estado de las operaciones, evaluar la tendencia de los datos y la dispersión de la producción. Por último, ayudan a comprobar

características de calidad (durante el proceso productivo o en el producto terminado).

Esta herramienta es un formulario que se usa para registrar la frecuencia con que se presentan las características -relacionados con la calidad- de cierto producto o servicio, las cuales se pueden medir sobre una escala continua, por ejemplo: peso, diámetro, longitud, etc.; o por medio de una valoración de “sí” o “no”, por ejemplo: cambio de color de la pintura, mal olor, contenido excesivo de grasas en los alimentos, entre otros, un formato ejemplo de este caso se presenta en la Figura 3.1.

“MÁQUINAS AUTOMÁTICAS”				
Hora	Modelo	Cantidad		Observación
		Programada	Real	
07:00 A 08:00	30-1562-A9-2P			
08:00 A 09:00	30-1562-A9-2P			
09:00 A 10:00	30-1562-A9-2P			
10:00 A 11:00	30-1562-A9-2P			
11:00 A 12:00	30-1562-A9-2P			
12:00 A 13:00				
13:00 A 14:00				
14:00 A 15:00				
15:00 A 16:00				

Fecha _____
 turno _____
 operarios _____
 comodín _____

Figura 3.1: Lista de verificación (ejemplo)

Con esta herramienta se pueden identificar las causas reales de un problema ya que se analizan los hechos, no las opiniones.

3.3.2 HISTOGRAMA

Los histogramas son una representación gráfica de un conjunto de datos y son utilizados para visualizar los datos generados en las hojas de control. Así mismo, los histogramas reflejan el modelo y forma de distribución que sigue la población de la que se extrajeron los datos. Con ayuda de los histogramas es posible ver de

manera clara los resultados de los productos de la muestra que no son conformes, lo cual facilita la toma de decisiones.

Esta herramienta se usa para:

- ✚ Visualizar la variabilidad o distribución de los datos respecto al promedio.
- ✚ Contrastar los datos reales obtenidos con las especificaciones del proceso.
- ✚ Comparar dos grupos de datos con el fin de sacar conclusiones.

Los histogramas pueden presentar los siguientes perfiles:

a) Histograma unimodal: es aquel que presenta la mayor parte de los datos acumulados casi en el centro y los demás distribuidos a los lados.

b) Histograma bimodal: en este caso se presentan dos modas, pareciera que fueran dos histogramas, pero con un mismo grupo de datos se obtienen dos modas. En la Figura 2 se presenta un ejemplo de esta herramienta.

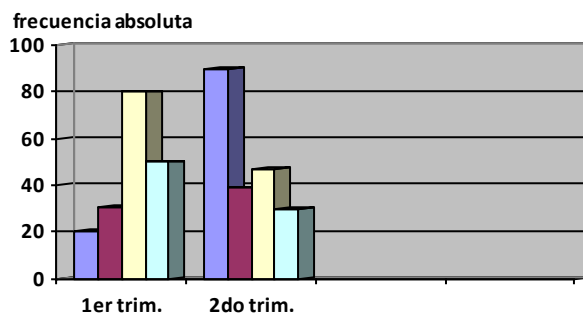


Figura 3.3.2: Histograma bimodal

c) Histograma unimodal de variabilidad pequeña: se refleja una gráfica muy esbelta (ancho del histograma muy pequeño).

d) Histograma unimodal de variabilidad grande: para este caso se presenta un ancho del histograma bastante grande.

e) Histograma de sesgo positivo: este es un histograma unimodal, pero los datos se centran al extremo izquierdo, cabe resaltar que de este lado de la moda no hay datos, solamente del lado derecho.

f) Histograma de sesgo negativo: representa el efecto contrario que el caso anterior. La moda aparece al lado derecho y los datos se acumulan al lado izquierdo.

3.3.3 GRÁFICO DE PARETO

“El principio de Pareto se debe al economista Italiano de origen francés Wilfredo Pareto, quien estableció en términos de promedio que el 80% de las cosas que ocurren gracias a un 20% de ellas, de ahí es donde se le conoce a este principio también como el de 80-20”.

El principio de Pareto favorece la determinación de las pocas causas vitales en la solución de un problema, discriminando los muchos efectos triviales, y ayuda a concentrarlos esfuerzos en lo más beneficioso y fácil para dichas soluciones.

Un ejemplo de este principio, es que el 80% de los productos son comprados por el 20% de los clientes; el 80 por ciento de los defectos son producidos por el 20 por ciento de las máquinas; y que también se encuentran en relación de 80 a 20 las fallas, las cuales se solucionan, resolviendo solo el 20 por ciento de los problemas.

Para la construcción de un gráfico de Pareto, que se muestra en la Figura 3, es necesario seguir los siguientes pasos.

- ✚ Conocer y definir el problema o situación a analizar.
- ✚ Hacer una lista de las posibles causas, ordenándolas de acuerdo a su importancia.
- ✚ Seleccionar la forma de medición de las causas. Las unidades de medición pueden ser dinero, tiempo, frecuencia, o número según corresponda.
- ✚ Organizar los factores de mayor a menor.
- ✚ Calcular el porcentaje relativo de cada factor.
- ✚ Calcular el porcentaje acumulado de cada factor y ordenarlos de mayor a menor.
- ✚ Trazar en el eje vertical las unidades seleccionadas previamente.
- ✚ Dibujar en el eje horizontal un gráfico de barras con los valores decrecientes. En el eje vertical derecho colocar una escala del 0 al 100 por ciento.
- ✚ Dibujar una gráfica lineal que represente el porcentaje acumulado para cada factor.

- ✚ Por último, se puede trazar una línea vertical interceptando la curva acumulada cerca del 80 por ciento, para poder identificar los factores vitales.

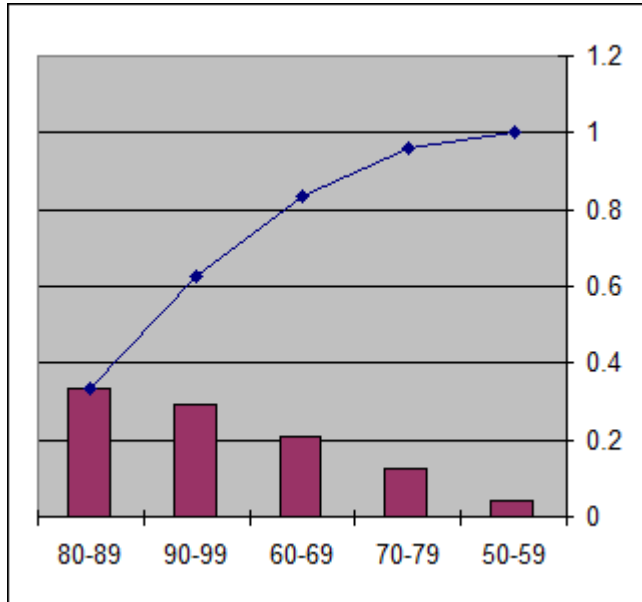


Figura 3.3.3: gráfico de Pareto

3.3.4 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Un diagrama de dispersión es una herramienta estadística que permite visualizar las relaciones entre una causa y un efecto; así mismo, muestra la relación entre datos graficados en un par de ejes, por ejemplo, la relación del comportamiento de la viscosidad y la temperatura.

Los diagramas de dispersión comprenden cinco etapas:

- Recolectar la información
- Trazar los ejes horizontales y verticales
- Introducir los datos en el diagrama
- Elaborar una tabla de correlación
- Interpretar el diagrama de dispersión

Un diagrama de dispersión es útil para analizar la relación entre:

- ✚ Una causa y un efecto.
- ✚ Una causa y otra causa.
- ✚ Dos pasos de un proceso.
- ✚ La relación existente entre dos fenómenos.

Cuanto más estrechamente se agrupan los puntos del diagrama de dispersión alrededor de una recta, más fuerte será el grado de relación existente entre las dos variables consideradas.

3.3.5 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

Según Paul James (1997), el diagrama de causa – efecto o diagrama de espina de pescado, tiene como principal objetivo la solución de las causas de los problemas, en lugar de la solución de los síntomas de los mismos.

Este diagrama cuenta con un conjunto de ramas, las cuales pueden ser: máquinas y equipos, materiales, hombres, y métodos, que son dibujados sobre una afirmación específica del problema. Generalmente se evaluará más de una afirmación, esto proporciona múltiples perspectivas sobre las causas de los diferentes problemas. La tormenta de ideas es la técnica que se encuentra detrás del análisis, esta se centra en buscar sugerencias sobre cómo reducir cada parte del proceso.

“La lluvia de ideas ayuda a aclarar el objetivo planteado, clasificar y ordenar las contribuciones del grupo, presentar un estado gráfico del avance y facilitar la explicación de las interacciones de los factores”.

El diagrama de causa – efecto, el cual se presenta en la Figura 3.5, tiene como beneficios ayudar a detectar las causas reales del efecto, ayuda a prevenir defectos, desarrolla el trabajo en equipo, y contribuye a la adquisición de nuevos conocimientos, así como a la documentación de los mismos.

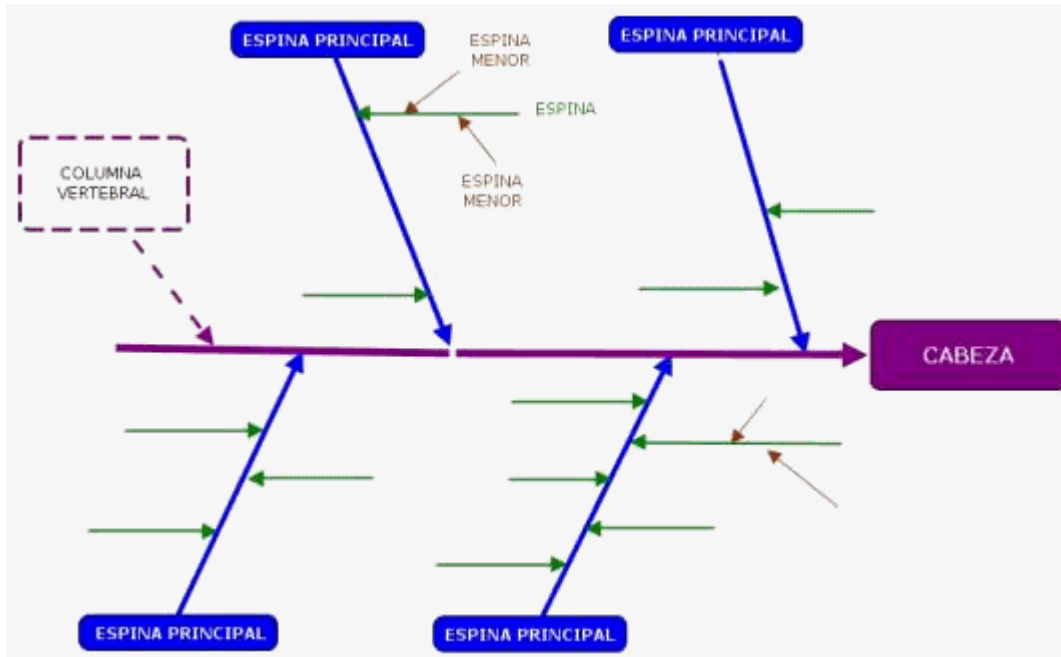


Figura 3.5: Diagrama Causa – Efecto

3.3.6 GRÁFICAS DE CONTROL

Según Guajardo (1996), las gráficas de control consisten en una representación gráfica de datos con límites de control determinados estadísticamente, llamados límites de control superior (LCS) y límites de control inferior (LCI).

Las gráficas de control sirven para establecer el control de los procesos. No es muy común que se necesite emplear la metodología de solución de problemas, pero entenderlas y usarlas sirve, no solo para resolver problemas, sino para prevenirlos. Con esta herramienta se busca convertir al personal en gente tanto proactiva como también preventiva.

El objetivo del seguimiento y control estadístico, es reducir la variación, entendida como los cambios en el valor de una característica determinada, responsable de las pérdidas económicas generadas por diversas causas que impiden la máxima calidad del producto y sus procesos.

La herramienta estadística para el control de los procesos se denomina Gráfico de Control, el cual se presenta en la Figura 5, y es un registro de una determinada característica de calidad que permite diferenciar entre las variaciones por causas naturales y atribuibles con el objetivo de tomar decisiones con respecto al proceso de producción.

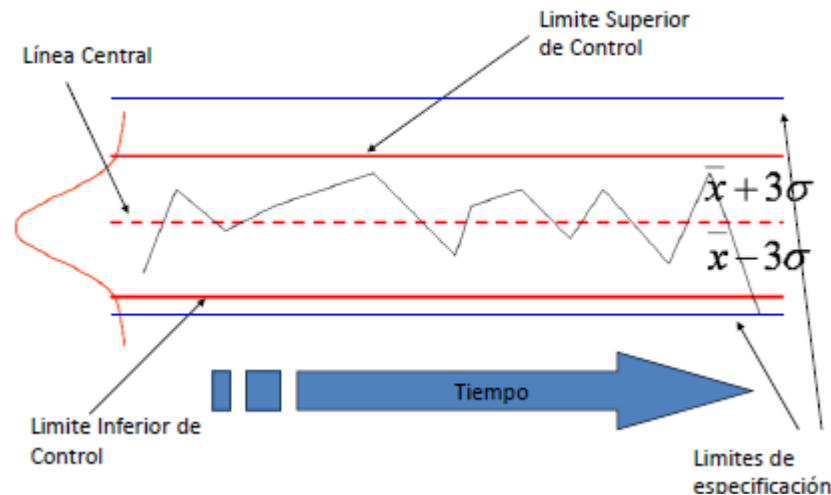


Figura 3.6: Gráfico de Control

3.4 LEAN MANUFACTURING

El lean manufacturing es una metodología que busca eliminar cualquier elemento del proceso que consuma recursos, humanos o económicos, tiempo, o espacio, sin añadir valor al producto final. El objetivo del lean manufacturing es reducir el tiempo de ciclo a través de la optimización de los procesos y la secuencia de operaciones.

La implementación de lean manufacturing en la empresa trae muchos beneficios, siempre y cuando sea un proceso de implementación y mejoramiento continuo, lo beneficios son los siguientes: reducción de los costos de producción, de los inventarios, del lead time, mejora en la calidad, menor uso de mano de obra, mayor eficiencia en los equipos, mayor flexibilidad para reaccionar ante cambios, eliminación sistemática de los desperdicios. Por otro lado, las aplicaciones más comunes del lean manufacturing son:

- ✚ Reducción del tamaño de lote a producir
- ✚ Mantenimiento de las máquinas y equipos

- ✚ Reducción del tiempo de preparación de las máquinas (SMED)
- ✚ Sistemas de producción Pull
- ✚ Método de las 5´S
- ✚ Aseguramiento de la calidad
- ✚ Tecnologías de grupos y Fábricas enfocadas
- ✚ Células de trabajo

3.5 HERRAMIENTA PARA LA MEJORA: SMED

El cambio rápido es un método para analizar los procesos de manufacturas en la organización, para reducir los materiales, recursos especializados y tiempo requerido de ajuste de equipo, incluyendo cambio de herramientas (Reyes, 2009).

Según Reyes (2009), este método contribuye con la reducción de tiempos muertos, así también a mejorar actividades asociadas de mantenimiento. Además, permite a la organización a implementar efectivamente la producción de lote pequeño o flujo de una pieza.

SMED significa “Cambio de útiles en menos de 10 minutos”, sistema que permite minimizar drásticamente el tiempo de preparación de máquinas y de cambio de útiles de trabajo (Udaondo, 1992).

Según Reyes (2009), hay dos tipos de preparación:

- ✚ Preparación interna (IED): Operaciones realizadas con máquina parada.
- ✚ Preparación Externa (OED): Operaciones realizadas con la máquina operando

Según Casanovas (2011), se deben convertir las operaciones internas en externas y organizándolas acercándolas a la máquina y siempre con el objetivo de priorizar el tiempo de máquina por encima del de operario.

Según Paredes (2012), los beneficios del SMED son los siguientes:

- ✚ Flexibilidad: las empresas pueden satisfacer cambiantes demandas de clientes sin necesidad de mantener grandes stocks.
- ✚ Entregas rápidas: la producción en pequeños lotes significa plazos de fabricación más cortos y menos tiempo de espera para los clientes.

- ✚ Productividad más elevada: tiempos de preparación y cambios de útiles más cortos reducen los tiempos de parada de los equipos, lo que eleva las tasas de productividad.
- ✚ Cambio más sencillo: Necesidad de operarios menos cualificados, se evitan situaciones de riesgo (mayor seguridad), se eliminan errores en el proceso (mejor calidad)
- ✚ Producción con stock mínimo: Lotes más pequeños, menor inventario en proceso.
- ✚ Simplificación del área de trabajo: Codificación de utillajes, Lista de verificación de herramientas, limpieza.

CAPÍTULO 4: DIAGNÓSTICO

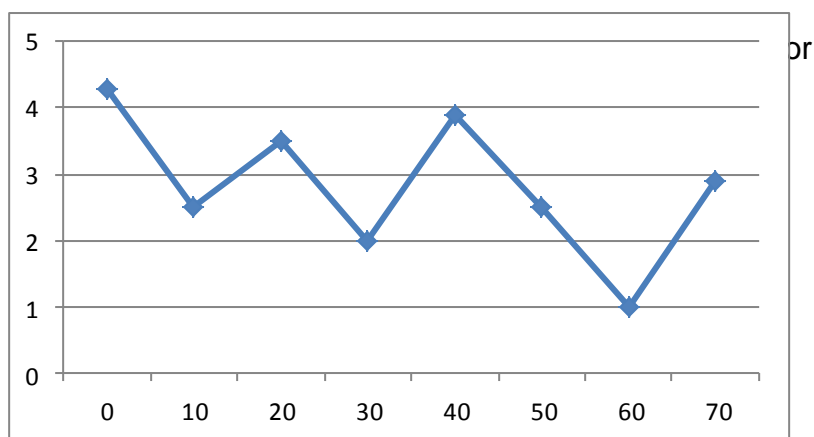
4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS

Para la identificación de los problemas actuales en la empresa, se realizaron visitas a la planta en el área de máquinas automáticas, de esta manera se pudieron observar todas las etapas del proceso productivo, y se entrevistaron a los operarios (turnos mañana y noche); con los datos e información recolectada, a partir de esto se considera que los problemas críticos en la planta actualmente son:

Problema 1: Alto porcentaje de errores masivos

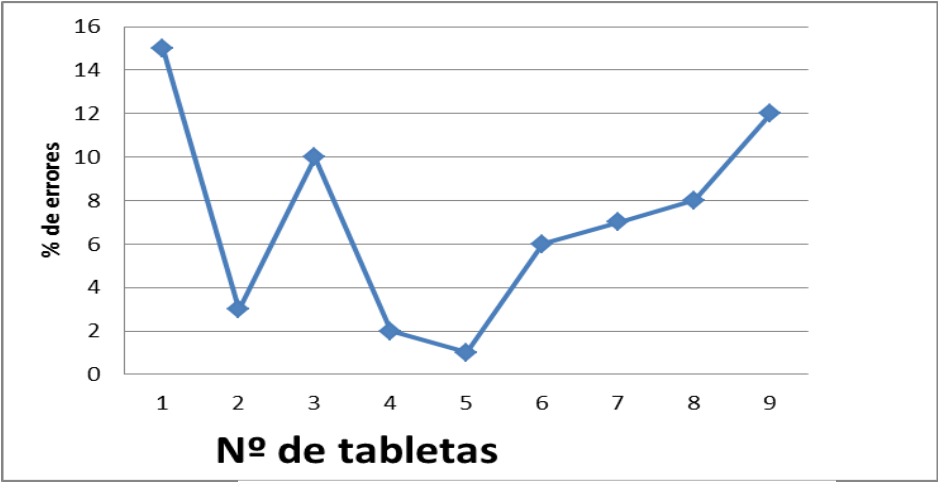
Se presenta un alto y variable porcentaje de errores masivos que son componentes movidos o girados, componentes faltantes y componentes volteados utilizados en el proceso de producción de las tabletas; este problema se observa en todo tipo de modelos que se pasan.

Como se ve en la gráfica los errores de componente movidos o girados, en una muestra de 100 tabletas varían entre 1% y 4%, con picos de hasta 4.23%, dependiendo de la planificación de producción según el tipo de tableta que pasen, en dicha muestra el promedio de tabletas con componente cambiado de valor es de 35 tabletas.



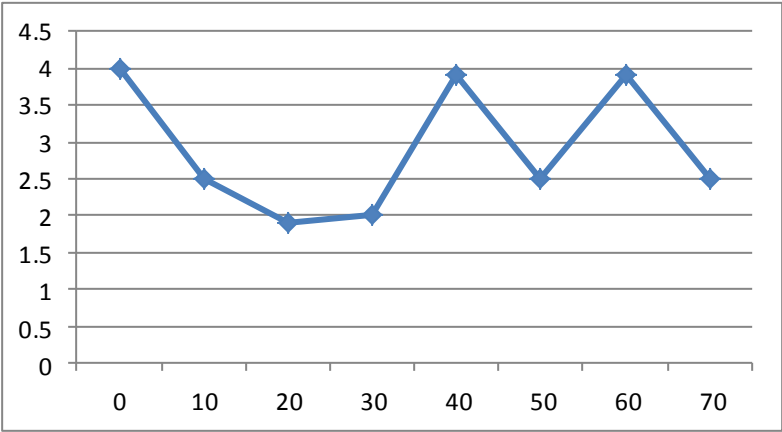
Gráfica 4.1: componentes movidos o girados

En el caso de los componentes faltantes, como se muestra en la gráfica, en una muestra de 60 tableta, el porcentaje mínimo de errores es de 1.04%, mientras que el máximo es 3.12%.



Grafica 4.1: componentes faltantes

Por otro lado, en la gráfica se muestra que en una muestra de 60 tabletas, componente volteado en el proceso productivo varía entre 1% y 3%.

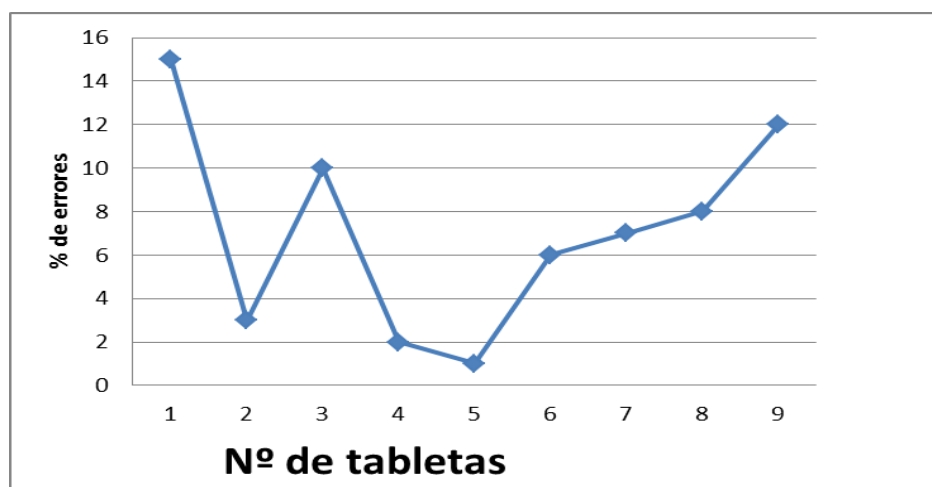


Grafica 4.1: componente volteado

Los porcentajes de errores pueden parecer bajos, sin embargo, no lo son ya que los tipos de tabletas son producidas en grandes volúmenes; los errores, tanto de componentes cambiados de valor, componentes faltantes y polaridad invertida, generan paradas de la producción, demoras, desviaciones en los inventarios y gastos no planificados.

Actualmente no se realiza un control estadístico del proceso, por tal motivo, no hay límites mínimos ni máximos establecidos para los errores que se generan en el proceso productivo de elaboración de tabletas.

En la gráfica se aprecia la variación existente en los errores por cada lote de producción. Las tabletas son los elementos que presentan mayores errores; mientras que la polaridad invertida sigue una tendencia bastante similar a la de los componentes faltantes.



Gráfica 4.1: errores masivos de tabletas

Problema 2: falta de programas de dichas tabletas que se pasan

Otro problema actual que enfrenta la empresa es la falta de programas en algunas tabletas. Dicha falta se presenta en el siguiente paso:

- ✚ En los modelos 039-3392-00-1p y no tienen programas para las máquinas VP y VTR
- ✚ Falta de material para los modelos que se pasan

Problema 3: Tiempo excesivo por paradas de planta

La línea de producción en la que se elaboran varios tipos de tabletas tiene paros entre 20 a 30 horas mensuales.

Los tiempos de paradas de planta, representan Horas-Máquina (H-M) y Horas-Hombre (H-H) perdidas e improductivas. Debido a que el proceso productivo es en línea, si una máquina se detiene, toda la producción deberá parar; si tomamos en promedio 30 horas de paradas, ello significa dejar de producir 300,000 tabletas.

Las paradas en la producción generan disminución de los niveles de productividad global, de los operarios y de las máquinas; adicionalmente, no se logra aprovechar la capacidad máxima de la planta.

4.2 MATRIZ DE SELECCIÓN DE PROBLEMAS RELEVANTES

La selección de los problemas a solucionar se realizó utilizando una matriz de ponderación de factores, asimismo, se utilizó una escala de evaluación del uno al cinco. Los factores o variables elegidos se explican a continuación:

- a) **Uso de recursos:** se refiere a la utilización de todas las entradas del proceso tales como materiales, tabletas, energía e insumos. Si se consumen más recursos de los necesarios, existe un aprovechamiento ineficiente de los mismos, lo cual representa un problema para la empresa. Este factor es importante ya que se relaciona directamente con la reducción de costos por la optimización del uso de recursos. En la escala de evaluación, el 5 es el valor que representa el mayor uso de recursos; y el 1, el problema con menor utilización de los mismos.
- b) **Demoras en el proceso productivo:** este factor tiene efectos notorios sobre la productividad, eficiencia, costos, cumplimiento de plazos y niveles de satisfacción; se relaciona también con el uso óptimo de la capacidad de la planta. En la escala de evaluación, el 5 es el valor que representa al problema que genera mayores demoras en la producción de tipos de tabletas.
- c) **Facilidad de una implementación (cambios en la infraestructura):** vinculado a las modificaciones en la línea de producción que se tendrían que llevar a cabo para solucionar determinado problema. En la escala de evaluación, el 5 es el valor que representa menores cambios en la infraestructura, lo cual es lo más favorable para la empresa económicamente en términos de inversión.

- d) **Impacto ambiental:** esta variable responde a la Política Ambiental de la empresa y a la tendencia mundial del cuidado del medio ambiente; con ello se busca la conservación de los recursos utilizados en las operaciones del proceso productivo. En la escala de evaluación, el 5 y el 1 son los valores que representan el mayor y menor impacto ambiental respectivamente.

Los pesos asignados a cada factor y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4.1 mostrada a continuación.

Tabla 4.1: Matriz de selección

problemas	Uso de recursos	Demoras en el proceso productivo	Factibilidad de implementación (Infraestructura)	Implementación ambiental	Puntaje total
	35%	30%	15%	20%	
Alto porcentaje de errores masivos	5	4	4	3	4.15
Alto consumo de energía	3	1	5	3	2.7
Uso indefinido del recurso hídrico	4	1	1	5	2.85
Tiempo excesivo por paradas en las líneas	5	5	4	2	4.25

De acuerdo a la Tabla 4.1, los problemas a solucionar serán el alto porcentaje de errores masivos y el tiempo excesivo por paradas en la máquina.

4.3 ANÁLISIS DE CAUSAS DE LOS PROBLEMAS

4.3.1 CAUSAS DEL ALTO PORCENTAJE DE ERRORES MASIVOS

Como se explicó anteriormente, los rangos de los porcentajes de los errores masivos de componentes cambiado de valor, componentes faltantes y polaridad invertida son semejantes; dichos componentes son igual de importantes ya que sin uno de ellos el producto no puede salir al mercado, por dichas razones, se analizarán las causas de los tres elementos. Las causas del alto porcentaje de errores masivos que se presentan, la cual muestra un diagrama causa - efecto.

4.3.2 CAUSAS GENERALES DE LOS ERRORES MASIVOS

Una de las causas por las cuales existe variación en los errores masivos de componentes cambiado de valor, componentes faltantes y polaridad invertida, es que no existe un control estadístico del porcentaje de las mismas, es decir, no se han establecidos límites mínimos ni máximos.

4.3.3 CAUSAS DEL TIEMPO EXCESIVO POR PARADAS EN LAS LÍNEAS

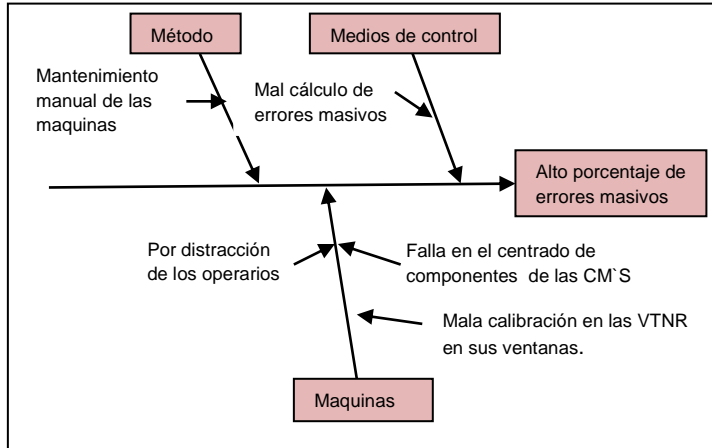
Las causas de este problema se presentan en los siguientes diagramas, la cual muestra el diagrama causa-efecto que analiza el tiempo excesivo por paradas en la producción; dichas causas se explican a continuación:

4.3.3.1 Causas relacionadas a los métodos: Las actividades para el cambio de formato que se realiza para producir tabletas de varios modelos, son netamente diarias lo cual genera demoras al no haber precisión al ser ejecutadas. Adicionalmente, no se cuenta con todos los programas del modelo de las tabletas, por ello, no existe estandarización en los procesos, y al ser realizados de manera distinta por cada operario según el turno de operación, los tiempos varían y en la mayoría de casos incrementan el tiempo total por parada en las máquinas.

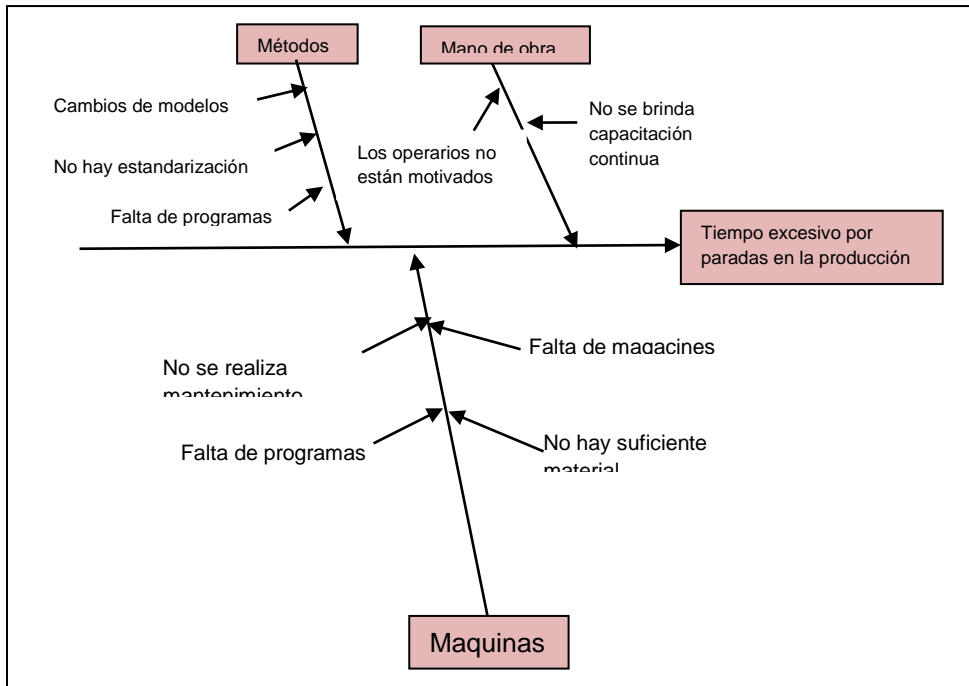
4.3.3.2 Causas relacionadas a la mano de obra: Los operarios que laboran en la planta de producción no son suficientes, es decir, cada uno tiene una actividad específica asignada; pero los comodines no son suficientes para elaborar en dos líneas más cuando se hacen cambios de modelo en ambas máquinas; así que es necesario capacidad a mas operadores para que sean comodines y poder realizar sus actividades mejor.

4.3.3.3 Causas relacionadas a la maquinaria y equipos: En la planta de producción actualmente solo existe el mantenimiento correctivo ya que las máquinas no reciben mantenimiento preventivo, al no ser conocidas las especificaciones de uso y mantenimiento, la maquinaria y equipos fallan en cualquier momento lo cual ocasiona paradas en las líneas inesperadas y por lo tanto retrasos en la producción.

Se puede definir que las causas más importantes del tiempo excesivo por paradas en las líneas son: operarios especializados, y por programas que no hay en todos los modelos.



4.3.1: Diagrama Causa-Efecto para alto porcentaje de errores masivos



4.3.2: Diagrama Causa-Efecto para tiempo excesivo por paradas en la producción

CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL MÉTODO PARA LA SOLUCIÓN

5.1 PROPUESTAS DE MEJORA

En el capítulo 4 se determinó, a partir de una matriz de ponderación de factores, que los problemas más relevantes en la planta de producción son: 1) tiempo excesivo por paradas en la producción, y 2) alto porcentaje de errores masivos. De la misma manera, se explicaron los motivos que contribuyen a la generación de dichos problemas, en ese sentido, el objetivo es disminuir o eliminar las causas detectadas para mitigar el impacto de las mismas. En la Tabla 5.1 se presentan propuestas de mejora asociadas a dichas causas, asimismo, se detalla la frecuencia y responsable de la ejecución de la acción correctiva.

Causas vinculadas	Propuesta de mejora	Frecuencia	Responsables
-Operarios especializados. -Falta de capacitación a los operarios.	Brindar capacitación y entrenamiento en buenas prácticas de manufactura a los operarios, con el fin de que aprendan a operar todas las máquinas y sean multifuncionales.	Mensual	-Gerente de Producción -Departamento de Calidad
- Falta de motivación de los operarios	Colocar un mural de indicadores, de tal manera que se pueda apreciar el avance, eficiencia y metas, buscando la motivación del personal.	Actualización diaria	- Área de Recursos Humanos
- Procedimiento del cambio de formato no estandarizado - Mala calibración de las máquinas	Implementación de la metodología SMED y posterior elaboración de manuales para el cambio de formato.	Única vez	- Jefe de Planta
- Procedimiento del cambio de formato no estandarizado - Mala calibración de	Realizar mejoras en los procedimientos de producción, específicamente en la operación de la	Única vez	- Jefe de Planta - Gerente de Producción

las máquinas.	maquinaria, y documentar los procedimientos involucrados.		
-Falta de control del proceso productivo - Falta de motivación de los operarios	Realizar círculos de calidad, para poder instruir a los operarios en las tareas a realizar.	Diaria	- Jefe de Planta - Gerente de Producción
- Inexistencia de mantenimiento preventivo	Realizar mantenimiento preventivo a todas las máquinas.	Mensual	- Jefe de Planta - Departamento de Mantenimiento
- Falta de control estadístico del proceso - Mala calibración de las máquinas y equipos	Realizar un control estadístico del proceso para establecer límites mínimos y máximos de tabletas que deberán cumplirse para cada lote de la producción.	Semanal	- Área de Control de Calidad

Tabla 5.1: Propuestas de mejora

Se ha determinado seleccionar las soluciones que permitan eliminar, total o parcialmente, las causas más importantes de los problemas expuestos. El tiempo excesivo por paradas en la producción será reducido mediante la implementación de la metodología SMED para el cambio de formato, luego de ello se procederá a elaborar manuales de procedimientos para que las actividades sean realizadas de manera óptima. Un paso paralelo además, sería la capacitación de los operarios para que puedan ser multifuncionales y las tareas se realicen en menor tiempo.

Por otro lado, el alto porcentaje de errores masivos, será reducido mediante la implementación de un control estadístico del proceso, con ello se podrá verificar que las tabletas generadas por cada lote de producción se encuentren dentro de los límites permitidos, de salirse de los límites, se procederá a analizar la causa y plantear soluciones inmediatas. Otra solución es que se realizarán mejoras referentes a la operación de la maquinaria para que pueda ser utilizada a su máxima capacidad y de forma eficiente.

5.2 HERRAMIENTA PARA LA MEJORA: SMED

5.2.1 SITUACIÓN ACTUAL

El cambio de formato se refiere a los ajustes de calibración, preparación, y/o adecuación que se deben realizar en determinadas máquinas de la línea de producción cuando se debe hacer un cambio de modelo.

A continuación se describen las actividades a seguir para el cambio de modelo de las siguientes máquinas: SPP, VP, CM'S, VTNRS Y EL HORNO.

- a) Máquina SPP: Primero se busca el dibujo y se imprime las hojas del modelo para surtir el material, se empieza a surtir los carretes tabla por tabla, se busca la placa el esténcil y la tabla ya cuando se termina, se baja el programa a la máquina y se guarda en la maquina SPP por número de tablas, se quita la pasta que sobra al esténcil, se limpia y se lleva al área de lavado, se quitan squeegees, se quita exceso de pasta y se lavan, se ajusta el conveyon de la SPP según el modelo que se pase y se coloca la placa que lleva, se pone el esténcil nuevo y se aprieta, se mete la tableta que se va a usa para que se ajuste al tamaño que es y no se caiga, cuando la pantalla marca ok se checa que vayan bien los orificios para que la pasta no vaya corrido, por último se pone la pasta nueva para que se arranque la máquina. Figura 3.5.1 se muestra la máquina SPP.



Figura 3.5.1: máquina SPP
fuente: la empresa

- b) Máquina VP5200: en esta máquina se busca el número de tableta o modelo y se programa para que lo ajuste automáticamente e inspeccione si la tableta no lleva cortos o exceso de pasta. Como se muestra en la figura 3.5.1



Figura 3.5.1: máquina VP5200
fuente: la empresa

- c) Máquinas CM`S: en esta máquina se programas automáticamente cuando se baja el programa desde la pc. Se baja el material del modelo anterior y se empieza a subir el material conforme el programa, se ajusta las boquillas depende de lo que pida el programa, tabla por tabla, se resetean contadores de las dos CM`S y se ponen la nueva cantidad a producir, por último se checa con pokano y se centra fider por fider y después se saca un componente de cada carrete para checar valores. Ver figura 3.5.1



Figura 3.5.1: máquinas CM`S
fuente: la empresa

- d) Máquina VTNRs: en esta máquina se cancela inspección del modelo anterior y se busca el programa del nuevo modelo y se selecciona para que empiece a inspeccionar tal como se muestra en la figura 3.5.1.



Figura 3.5.1: máquina VT-RNS
fuente: la empresa

- e) Horno: se guarda el modelo anterior se pone en infra miento y se empieza a buscar el nuevo modelo, esperar que las temperatura sea igual que el TMA (hoja de modelo que llevan las temperaturas), y automáticamente se carga las temperaturas. En la figura 3.5.1 se puede ver el horno.



Figura 3.5.1: máquina HORNO
fuente: la empresa

A continuación se presenta en la Figura 3.5.1 el formato que usa para cada cambio de modelo, de esta manera se toma el tiempo en horas que realizara cada actividades que se a ajuste y calibración necesarios para cada una de las máquinas, adicionalmente se presenta el número de operarios requeridos por cada una de las mismas. El formato presentado es por un turno de 12 horas.

"MAQUINAS AUTOMATICAS"				
HORA	MODELO	CANTIDAD		OBSERVACIONES
		PROGRAMA	REAL	
08:00				
09:00	30154809ZF	50	14	
10:00	30154809ZF	50	39	
11:00 A 12:00	301557A9ZF	50	10	Temina 2 no cambio de modelo. C.T. reorgan. mal.
12:00 A 13:00	301557A9ZF	50		
13:00 A 14:00	301557A9ZF	50		
14:00 A 15:00				
15:00 A 16:00				
16:00 A 17:00				
17:00 A 18:00				
18:00 A 19:00				
19:00 A 20:00				
20:00 A 21:00				
21:00 A 22:00				
22:00 A 23:00				
23:00 A 24:00				
00:00 A 01:00				
01:00 A 02:00				
02:00 A 03:00				
03:00 A 04:00				
04:00 A 05:00				
05:00 A 06:00				
06:00 A 07:00				

15 SMD

FECHA
OPERADOR
COMODIN

Figura 3.5.1: Formato
fuente: la empresa

5.2.2 PROPUESTAS DE MEJORA

Eliminación de tiempo por traslado de materiales

Actualmente existe un tiempo de traslado de materiales de 63 minutos, este tiempo en el que se incurre para el cambio de formato debe ser eliminado ya que no agrega valor al proceso.

La mejora propuesta para este caso es bajar suficiente material que se va a utilizar para cualquier modelo y no tener parada las líneas, y colocarlas en el área de almacén en dichos estantes.

La verificación de la disponibilidad de las materiales mencionados será realizado por un operario del turno, este debe hacer un listado de las materiales necesarios por máquina y debe colocarlos en el carro porta material con el fin de poder facilitar al operario del siguiente turno. Para ello no solo se debe comprobar que

todos los materiales necesarios se encuentren disponibles, sino también funcionales para realizar las operaciones necesarias.



Figura 5.2: Carro porta material

La lista de comprobación ayuda a tener todos los materiales a la mano antes de empezar con el cambio de modelo.

Como ya se ha mencionado anteriormente, esta lista debe hacerse por el operario del turno con el fin de optimizar la operación del cambio de modelo.

Ajustes en las máquinas

Los centrados de ciertas máquinas o equipos de la línea de producción, se realiza de forma manual ya que se mide la posición. Dichos ajustes, necesarios para el cambio de modelo, se realizan en las máquinas CM`S.

Para este punto específico se propone realizar antes de empezar la producción el centrado de cada máquina. El objetivo de realizar esta propuesta, es evitar paros a cada rato por eso se hace el chequeo de la primera pieza.

En las máquinas VP Y VTNRS se buscan los programas de pende del modelo que vaya a pasar eso también se hace manual.

Para esto se propone tener hecho todos los programas de los modelos que se pasan para evitar problemas con las tabletas y no sacar ningún scrap, y no tenerlo en modo de paso.

Plan de Capacitación

Se puede apreciar el Diagrama de Actividades actual para el cambio de modelo; es notorio que actualmente no se aprovecha la capacidad de mano de obra disponible, ya que los operarios no son polivalentes, de esta manera se incurren en Horas Hombre y Horas Máquinas improductivas, es decir, no se aprovecha la capacidad disponible de los recursos y la eficiencia global se ve reducida.

Para este caso se plantea realizar capacitaciones para la operación de todas las máquinas involucradas en el cambio de modelo, con el fin de que si un operario termina sus actividades correspondientes al cambio de formato en una máquina, pueda rotar a otra para reducir el tiempo del mismo. Con el mencionado plan de capacitación, los operarios tendrán las capacidades técnicas requeridas y podrán ser considerados como polifuncionales; esta mejora se verá reflejada en una reducción de 6 horas en el cambio de modelo. A continuación se presenta la tabla 5.2 el plan de capacitación a implementar en la empresa.

Plan de Capacitación		
Objetivos: Capacitar a todos los operarios de la planta, en todas las máquinas de la misma. Con el fin de que los operarios puedan rotar de máquinas o cambiar funciones. De esta manera se logrará minimizar tiempos en el cambio de formato.		
Descripción: El plan de capacitación se desarrollará en dos partes, charlas teóricas y prácticas, las cuales serán instruidas en dos grupos según el turno de trabajo.		
Actividades	Responsable	Tiempo
Dictar charla teórica. En esta charla se hablara de cada una de las máquinas, sobre sus funciones y características.	Supervisor de planta	1 hora
Dictar charla práctica. En cada una de las maquinas, se harán de manera presencial, una máquina por vez.	Comodín	2 horas
Pruebas de rotación de operarios en cada máquina con el fin de afianzar conocimientos en todas las máquinas.	Supervisor de planta y comodín	9 horas
Duración:		
La duración total del plan de capacitación será de 12 horas. Estas horas de trabajo involucran cada una de las líneas. Estas 12 horas se distribuirán en 2 días por turno, como son dos turnos por día, la capacitación de todos los operarios tomará un promedio de 4 días.		

Tabla 5.2 el plan de capacitación a implementar en la empresa

Como se mencionó anteriormente, la mayor importancia del plan de capacitación radica en que los operarios de la planta sean polifuncionales y se logre aumentar la cantidad de Horas Hombre y Horas Máquina productivas, por lo tanto, la eficiencia global de la planta.

Según las mejoras descritas anteriormente se logra reducir el tiempo de cambio de modelos 6 horas, es decir se logra reducir el tiempo al 50%. El tiempo que antes se incurría para las actividades, se utilizará para la producción de tabletas de cualquier modelo que se pase.

5.2.3 SITUACIÓN FUTURA

Habiendo utilizado la herramienta de *Lean Manufacturing*: SMED, al analizar las tablas de preparación de las máquinas de la situación futura se puede apreciar que hay varios tiempos reducidos gracias a que se logró convertir actividades de preparación internas en externas; se reduce el tiempo de cambio de modelo. La propuesta que complementa a la anteriormente descrita es el plan de capacitación que tiene por objetivo formar operarios multifuncionales, de manera que las Horas Hombre improductivas se conviertan en productivas, y de esta manera se vea un aumento en ratios importantes como productividad y eficiencia de la planta. Actualmente el cambio de modelo se realiza en 12 horas, es decir, un turno completo; la situación futura muestra un tiempo incurrido de 6 horas para el cambio de modelo, mientras las otras 6 horas quedan disponibles para la producción.

Según las mejoras descritas anteriormente, es decir, la eliminación de tiempos de traslado, ajustes en las máquinas, y el plan de capacitación, se logra reducir el tiempo de cambio de modelo a 6 horas, es decir se logra reducir el tiempo actual incurrido al 50%. La importancia de esta reducción de tiempo radica en que ahora se tendrán mayores horas disponibles para la producción de tabletas y se podrá cubrir una parte de demanda no satisfecha, la cual aumenta en las épocas de verano; al llevar una adecuada planificación de la producción, se podrá aprovechar al máximo la capacidad disponible de la planta para poder colocar mayores productos en el mercado, y por lo tanto, generar mayores ingresos por ventas.

5.3 HERRAMIENTA PARA LA MEJORA: LÍMITES DE CONTROL

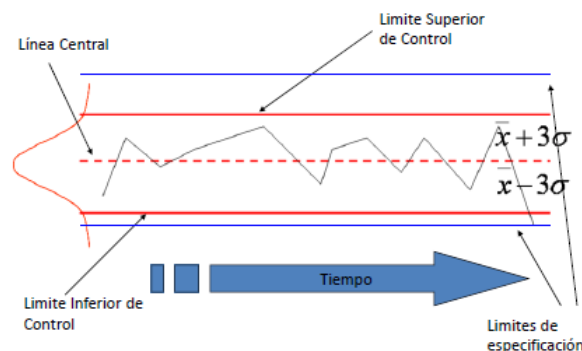
En el punto 5.2 se plantearon las mejoras que permitan la generación de menor cantidad de desperdicios, tales como tiempo, reproceso, errores masivos, etc. El siguiente paso es el aseguramiento de dichas mejoras mediante el control de calidad, en este caso, con límites de control para los errores masivos observadas durante el proceso productivo.

El control estadístico se refiere al conjunto de técnicas y herramientas para medir y controlar el desempeño de los procesos, las variables más importantes pueden ser: producción, scrap, reproceso, errores, productos aceptados y rechazados, entre otros. (García, 2010).

En los Gráficos de Control, tal como se muestra en la Figura 15, deben establecerse límites de control mínimos y máximos, los cuales se calculan de la siguiente manera:

- ✚ Límite de Control Superior
 $LCS = \text{Esperado } (x) + K \text{ Desviación estándar } (x)$
- ✚ Límite de Control Inferior
 $LCI = \text{Esperado } (x) - K \text{ Desviación estándar } (x)$

*Generalmente se utiliza $K = 3$



5.3: Gráfico de Control
Fuente: García, 2010

5.3.1 SITUACIÓN ACTUAL

Para la construcción de las gráficas de control de las mermas presentadas durante el proceso productivo, el procedimiento a seguir fue el siguiente:

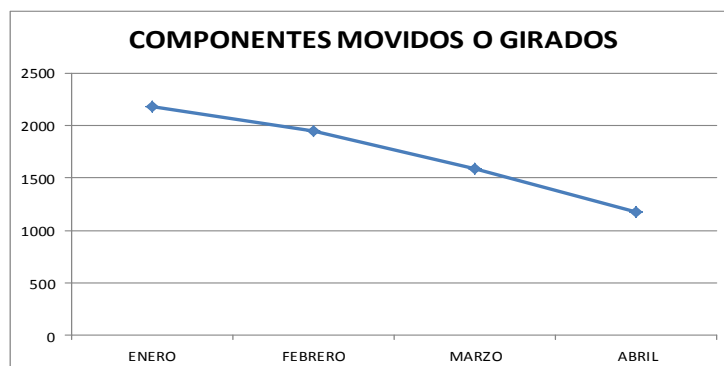
1. Definir una característica de la calidad, en este caso son los errores masivos de componentes cambiados de valor, componentes faltantes y polaridad invertida del proceso de producción.
2. Realizar una prueba de normalidad para los datos de la muestra de los errores masivos de componentes cambiados de valor, componentes faltantes y polaridad invertida. El método a utilizar es la prueba Anderson-Darling.
3. Utilizar un gráfico de control de valores individuales el cual presente los límites de control superior e inferior para la situación actual del proceso productivo.

Errores masivos: Para este caso se hace una tabla 5.3.1 de dichos meses para ver cuantos errores tuvieron en los componentes movidos o girados, componente faltantes y componentes volteados.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
COMPONENTES MOVIDOS O GIRADOS	2177	1951	1587	1175
COMPONENTES FALTANTES	1537	1281	667	1048
COMPONENTES VOLTEADOS	852	1372	1093	715

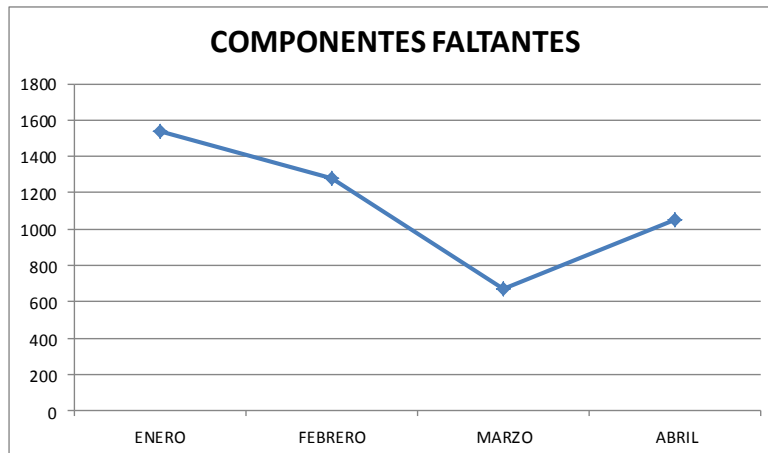
Tabla 5.3.1: errores masivos de los meses
Fuente: la empresa

En la gráfica se muestra la diferencia de los meses de cuantos componentes movidos o girados hubo.



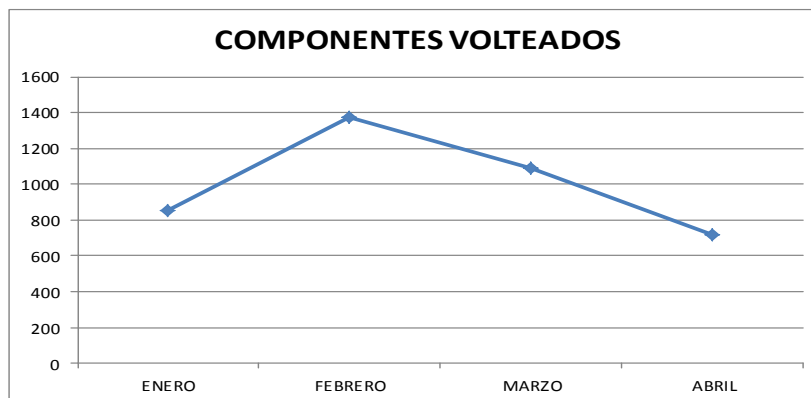
5.3.1: componentes movidos o girados

En la gráfica se presenta cuantos componentes faltantes hubo en los meses.



5.3.1: componentes faltantes

En la gráfica se presenta la gráfica de cuantos componentes volteados se ponen en las tabletas en los siguientes meses.



5.3.1 componentes volteados

CAPÍTULO 6 RESULTADOS OBTENIDOS

6.1 IMPACTO ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SMED

La aplicación del SMED permitirá una reducción de 6 horas para el cambio de modelos, es decir, habrá mayor tiempo para la producción. Dado que se realizan cambios de modelos en las líneas productiva mensualmente, se tendrá 12 horas adicionales disponibles para la elaboración de ambas presentaciones de las tabletas, según la planificación de la producción. En la Tabla se presenta el listado de costos a incurrir para la implementación de las mejoras.

Tabla 6.1: costos de la implementación se las mejoras

	Frecuencia	Costo(S/.)
plan de capacitación a los operarios	Anual	1,200.00
carro porta materiales	Única vez	800.00
revisión de manuales de proceso	Anual	500.00
		2,500.00

Considerando las 50 horas mensuales de parada de planta, la producción mensual actual por cada presentación se muestra en la Tabla.

Tabla 6.2: producción mensual actual

Presentación	Total horas disponibles	% Tiempo asignado	Horas disponibles	Tabletas horas	Tabletas mes
Tipos de modelos	670	100%	670.00	27000	9768600

Con la aplicación del SMED, se logra reducir los tiempos de parada de planta en un 24%, el impacto en la producción se muestra en la Tabla.

Tabla 6.3: Producción mensual futura

Presentación	Total horas disponibles	% Tiempo asignado	Horas disponibles	Tabletas horas	Tabletas mes
Tipos de modelos	682	100%	682.00	27000	9768600

Analizando los gráficos anteriores, se presenta a continuación el análisis de costo beneficio, el cual se ilustra en la Tabla.

Tabla 6.4: Análisis costo beneficio

	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Costo (S/.)	2,500.00	1,100.00	1,100.00	4,700.00
Beneficios (S/.)	1,536,225.92	1,536,225.92	1,536,225.92	4,608,677.76
Razón	0.00	0.00	0.00	0.00

Como se puede apreciar, la razón de recuperación de la inversión es cero, es decir que se logra implementar las mejoras y recuperar los costos incurridos en un tiempo corto, menor a un mes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La mejora continua tiene por objetivo optimizar los procesos mediante la reducción de costos, el aumento de la producción, y el incremento de la calidad del producto y la satisfacción del cliente; en este enfoque están basadas las mejoras propuestas ante los problemas más relevantes determinados en el diagnóstico de la empresa.

Los dos problemas más relevantes hallados fueron: el excesivo tiempo de paradas en la planta de producción, y los altos porcentajes de los errores masivos. Los métodos para la realización de actividades relacionadas al cambio de modelo, y la falta de un control estadístico, son las principales causas de ambos problemas respectivamente.

Con respecto al excesivo tiempo de paradas en la planta de producción, que era de aproximadamente 30 horas mensuales, la herramienta utilizada para analizar el cambio de formato fue el SMED y las propuestas de mejora son: la eliminación del tiempo incurrido por traslado de materiales y un plan de capacitación para la formación de operarios polivalentes.

Las principales causas radican en la mala calibración de las máquinas durante el cambio de modelo, y la inexistencia de límites de control. En este caso, se analizaron los errores masivos registradas en distintas líneas de producción y se propusieron límites de control basados en la planta modelo ubicada en México y manteniendo la desviación estándar de la situación actual.

En el caso de las propuestas de mejora para el cambio de modelo, el impacto se ve reflejado en el incremento del tiempo para la elaboración de tabletas ya que habrá 6 horas disponibles de horas hombre y horas máquina para la producción, las cuales antes eran horas improductivas o utilizadas para realizar las actividades del cambio de formato.

Al mejorar los métodos del cambio de modelo, es factible implementar límites de control para las tabletas durante el proceso productivo. Esta propuesta permite la reducción de costos incurridos por el elevado porcentaje de errores presentados en las líneas de producción para ambas tabletas; el ahorro por reducción de errores.

Las propuestas de mejora planteadas permiten una reducción de costos, y el mejor aprovechamiento de la capacidad disponible de las máquinas para la producción de tabletas, es decir, se logra un incremento en los indicadores de productividad y eficiencia global de la planta.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar capacitaciones referentes a Lean Manufacturing y Buenas Prácticas de Manufactura al personal de todos los niveles de la empresa, de manera que puedan concientizarse de la importancia de la eliminación de scrap para el incremento de la producción y los demás beneficios que suponen las buenas prácticas de manufactura.

Se recomienda también formar círculos de calidad con el objetivo de buscar causas y soluciones si en una jornada se presenta un punto fuera de los límites de control establecidos, así como también, de dar iniciativas para la mejora continua. El círculo de calidad deberá estar conformado por el Gerente de Producción, los supervisores y dos operarios de cada turno, de modo que haya sinergia en las reuniones las cuales deberán tener una frecuencia quincenal.

Se debe evaluar la posibilidad de automatizar las actividades de cambio de modelo y hacer un análisis costo beneficio de esta posible implementación, tomando en cuenta que, de ser factible reducir más los tiempos de preparación de máquinas, se podría aprovechar mejor la capacidad de la planta.

Los operarios comodines de cada máquina deberían elaborar manuales de procesos u hojas de instrucción para la preparación de la planta para el cambio de modelo, de manera que se busque la estandarización de métodos y procedimientos de la planta.

Se recomienda también difundir el plan de seguridad en el trabajo ya que en algunas ocasiones se observó que los operarios realizaban sus actividades sin llevar los equipos de protección personal adecuadamente. Muchas veces esta razón afecta directamente a la calidad del producto ya que la planta elabora productos de consumo y cualquier contacto externo puede ser perjudicial.