T
IZ
G3

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"MEJORAS A LOS PROCESOS DE EMPAQUE Y ENSAMBLAJE DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE MÁQUINAS DE AFEITAR MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ALGUNAS HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: = VEINTE (20) PUNTOS // MENCION PUB

JURADO EXAMINADOR

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: CESAR PEREZ	Nombre: MAXIMILIANO GIUNTA	Nombre: LUIS A

REALIZADO POR *GARCÉS DÍAZ, IVETH J.*

PROFESOR GUIA *ING. CÉSAR PÉREZ*

FECHA *MAYO 2006*

INDICE

ÍNDICE DE GRÁFICOS III

ÍNDICE DE FIGURAS IV

ÍNDICE DE TABLAS VI

SINOPSIS VII

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN 1

1.1 LA MANUFACTURA ESBELTA ("LEAN MANUFACTURING") 1
1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO 2
1.3 ALCANCE Y LIMITACIONES 3

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 4

2.1. SCHICK WILKINSON SWORD (SWS) 4
2.2. PRODUCTOS 4
2.3 PROCESOS PRODUCTIVOS 5
2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PLANTA 6
2.5 ORGANIZACIÓN 7

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO 9

3.1 INTRODUCCIÓN A LA MANUFACTURA ESBELTA 9
3.2 PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA 11
3.3 OBJETIVOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA 12
3.3.1 Respeto por las personas *12*
3.3.2 Eliminación de Desperdicios *12*
3.4 HERRAMIENTAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA 14
3.4.1 Mapa de Cadena de Valor *14*
3.4.2 EVENTO KAIZEN *16*
3.4.3 5S's *17*
3.4.4 Trabajo Estandarizado *19*
3.4.5 Control Visual *19*
3.4.6 SMED *19*
3.4.7 Células de Manufactura *21*
3.4.8 Una Pieza a La Vez *22*
3.4.9 Manufactura de Punto de Uso *23*
3.4.10 Calidad en la Fuente *23*
3.4.11 Producción Justo a Tiempo-Producción "Halada" *23*
3.4.12 POKA YOKE *25*
3.4.13 Diagrama de Spaghetti *25*
3.4.14 Mapa de Proceso *26*

3.4.15 Balanceo de Línea *26*
3.5 OTRAS HERRAMIENTAS 27
3.5.1 Diagrama de Pareto *27*
3.5.2 Matriz de Evaluación de Proyectos *27*

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE GRADO 29

4.1 METODOLOGÍA DE LA MANUFACTURA ESBELTA 29
4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO 30

CAPITULO 5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE GRADO 32

5.1 ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL DE LA PLANTA 32
5.2 APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE PARETO 33
5.3 ELABORACIÓN DE LOS MAPAS DE CADENA DE VALOR 34
5.3.1 Mapas de Cadena de Valor de Exacta II (*) *35*
5.3.2 Mapas de Cadena de Valor de Xtreme 3 ..... *36*
5.3.3 Mapas de Cadena de Valor de Doble Filo *38*
5.4 SELECCIÓN DE LOS EVENTOS KAIZEN 40
5.4.1 Identificación de los Eventos Kaizen *41*
5.4.2 Aplicación de la Matriz de Evaluación de Proyectos *42*

CAPITULO 6. DESARROLLO Y RESULTADOS DE LOS EVENTOS KAIZEN43

6.1 MEJORA EN EL PROCESO DE PREPARACIÓN DE LAS ETIQUETADORAS 43
6.2 REVISAR EL PROCESO DE LLENADO DE CORRUGADOS(CAJAS DE CARTÓN) PARA X3 POR 8 51
6.3 AUMENTO EN LA CANTIDAD DE PRODUCTO PRODUCIDO PARA EL PROCESO DE X3 POR 8 52
6.4 ANÁLISIS Y MEJORA DEL PROCESO DE EMPAQUE PARA XTREME 3 X 4 MAKRO. 55
6.5 MEJORA DEL PROCESO DE ETIQUETADO PROMOCIONAL PARA "X3 POR 4" 57
6.6 APLICACIÓN DE 5S EN DOBLE FILO. 59
6.7 MEJORA EN LAS CONDICIONES ERGONÓMICAS DE LA "ALLOYD E" 67

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 71

BIBLIOGRAFÍA 74

LISTA DE ABREVIATURAS Y GLOSARIO 75

ANEXOS 80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Promedio de Tiempos en una Preparación Tradicional. 20
Gráfico 2. Metodología Aplicada en el Proyecto. 30
Gráfico3. Diagrama de Pareto de la Demanda de Productos por Familia 33
Gráfico 4. Productos, Presentaciones y Máquinas de las Familias Desechable Premium y Doble Filo. 34
Gráfico 5. Mapa de Cadena de Valor de "ExactaII 2 por 12" en la "Alloyd E". 35
Gráfico 6. Mapa de Cadena de Valor de "Xtreme3 por 8" en la "NewLong". 36
Gráfico 7. Mapa de Cadena de Valor de "Xtreme3 por 4" en la "Alloyd F". 37
Gráfico 8. Mapa de Cadena de Valor en el área de "D/F". 38
Gráfico 9. Detalle del Mapa de Cadena de Valor de Proceso de "X3 por 4" 43
Gráfico 10. Comparación entre el % de Disp. de los equipos entre los meses de Febrero y Abril. 49
Gráfico 11: Proceso de Etiquetado promocional en la "Alloyd F" para "X3 por 4" 57
Gráfico 12 .Diagrama de flujo para la clasificación de materiales en la aplicación de la "1S". 60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Representación General de los Procesos Productivos. 5
Figura 2.Diferentes Presentaciones de "Xtreme3/ Piel Delicada". 6
Figura 3. Representación General de la planta SWS Venezuela. 6
Figura 4. Organigrama General de la Planta SWS detallando el departamento de Lean Manufaturing donde se llevó a cabo el T.E.G. 8
Figura 5. Representación de un Mapa de Cadena de Valor. 15
Figura 6. Diferencia entre la Producción por partes y las Células de Manufactura 21
Figura 7. Proceso de Flujo Continuo. 22
Figura 8. Sistema de extracción del método JIT. 24
Figura 9. Representación de un Mapa de Spaghetti. 26
Figura 10. Mapa de Procesos. 26
Figura 11. Descripción de la etiquetadora 43
Figura 12. Esquema de preparación de la etiquetadora de la "Alloyd F". 44
Figura 13. Comparación entre los rebobinadores de la etiquetadora. 45
Figura 15. Ejemplos prácticos de Manufactura de punto de uso. 46
Figura 16. Control Visual del Cambio de rollo en las etiquetadoras. 47
Figura 17. Aumento del diámetro del rollo. 48
Figura 18. Corrugados utilizados para la presentación de "EII y X3" 51
Figura 19. Célula de empaque de la presentación "X3 por 8". 53
Figura 20. Acumulación de producto 53
Figura 21. Comparación entre tarjetas de sellado de "X3 por 8". 54
Figura 22. Predoblado de tarjetas, insertado y sellados de afeitadora con tarjetas dobles en el proceso de empaque de "X3 por 8". 54
Figura 23: Tarjeta adicional de "X3 por4 Makro". 56
Figura 24: Detalle del diseño de doble alimentación de material de la "Alloyd F". 56
Figura 25. Etiquetado manual promocional de "X3 por 4" 58
Figura 26. Nueva Etiqueta de "X3 por 4" que incluye oferta promocional. 58

Figura 27. Clasificación de los materiales del área "Doble Filo"..... 61
Figura 28. Diseño del área de Doble Filo propuesto, considerando los criterios de organización de material..... 62
Figura 29. Demarcación de áreas en Doble Filo..... 63
Figura 30 Antes y después de la aplicación de la 1era y 2da "S" en el área de D/F. 63
Figura 31 .Área de Recuperación de Material..... 64
Figura 32 .Control Visual para el correcto manejo del Material de Recuperación. 64
Figura 33 .Aplicación de "5S's" en área de ensamblaje de "Xtreme3"..... 65
Figura 34 .Mapa de Spaghetti de la búsqueda de materiales (Antes)..... 66
Figura 35 .Aplicación de "5S's" en área de ensamblaje de "Xtreme3"..... 66
Figura 36. Actividades de la máquina "Alloyd E"..... 67
Figura 37. Diseños propuestos para la máquina "Alloyd E"..... 70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productos fabricados en la planta SWS Guatire. 4
Tabla 2. Características Relevantes de los Diferentes Sistemas de Producción. 10
Tabla3. Tipos de Desperdicios 13
Tabla 4. Iconos del Mapa de Cadena de Valor(MCV). 15
Tabla 5. Formatos de flechas del MCV. 16
Tabla 6. Ejemplo de la Matriz para Evaluación de Proyectos 28
Tabla 7. Resultados de la aplicación de la Matriz de decisión mostrando los 7 "Eventos Kaizen" que conforman este estudio. 42
Tabla 8. Tiempos de preparación de etiquetadoras por equipos, antes y después. 48
Tabla 9. Características del rollo y frecuencia de cambio por equipo antes y despúes. .. 48
Tabla10. Cálculo por equipo de los costos de oportunidad anual adquiridos mediante la mejora del proceso de preparación de las etiquetadoras 50
Tabla11. Cálculo por equipo del costo de oportunidad anual adquirido de la disminución de frecuencia de cambio de rollos 50
Tabla 12 . Ahorro anual en Bs por cambio de unidad de venta para "X3 por 8" 52
Tabla 13: Capacidad de la Actividad 53
Tabla 14. Pruebas realizadas con diferentes tamaños de tarjetas en el proceso de empaque de "X3 por 8". 54
Tabla 15. Ahorro mediante el uso de las tarjetas dobles en el sellado de "X3 por 8" 55
Tabla 16. Ahorro total anual (en Bs) por concepto de reducción de número de personas en "X3 por 4 Makro" 57
Tabla 17. Resultados del cálculo de VPN, TIR y del Período de Recuperación Simple. 57
Tabla 18. Ahorro total anual (en Bs) por concepto de reducción de número de personas para "X3 por 4 etiquetado promocional" 59
Tabla 19. Criterios de organización de los materiales de "Doble Filo". 61
Tabla 20. Resultados de la aplicación de la Matriz de Suzanne Rodgers. 68
Tabla 21 . Resultados de la tormenta de ideas. Propuestas de mejora. 69

SINOPSIS

La Manufactura Esbelta es un sistema de producción que busca la mejora de las operaciones a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de desperdicios, incorporando la calidad en los procesos de fabricación y basándose fundamentalmente en la reducción de costes. Este sistema de producción analiza la cadena de valor desde el punto de vista del cliente.

Este Trabajo Especial de Grado se llevó a cabo en la planta de fabricación y distribución de máquinas de afeitar de Schick Wilkinson Sword Caracas, con la finalidad de mejorar los procesos de ensamblaje y empaque de sus productos aplicando algunas técnicas y herramientas de la "Manufactura Esbelta".

La metodología de este proyecto se basa en la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta, cuyo objetivo es reducir los desperdicios de tiempo, exceso de inventario, movimiento, retrabajo, sobreproducción, distancia y defectos o fallas, para aumentar la productividad del negocio y orientar las acciones corporativas hacia la mejora continua de los procesos. Entre las herramientas mas utilizadas en esta metodología estan: SMED, PokaYoke, Balanceo de Línea, 5S's, Mapas de Cadena de Valor y Eventos Kaizen.

El proyecto está elaborado en siete capítulos que se resumen a continuación:

Capitulo 1: En este capítulo se introduce al lector en el trabajo especial de grado. Se expone tanto el objetivo general como los objetivos específicos del mismo, así como se establece el alcance y las limitaciones del proyecto.

Capítulo 2: En este capítulo se describe el lugar donde fue elaborado el trabajo de grado. Se da una breve descripción de la empresa, los productos que fabrica, los

procesos productivos y finalmente, se detalla el departamento donde fue desarrollado el trabajo especial de grado.

Capítulo 3: En este tercer capítulo se expone la historia del sistema de producción de "Manufactura Esbelta", sus principios, objetivos que persigue y las herramientas y técnicas que utiliza para el logro de sus metas.

Capítulo 4: En este capítulo se muestra la metodología utilizada en este proyecto para lograr cumplir con los objetivos del mismo.

Capítulo 5: En este capítulo cinco se explica, brevemente, la forma en la que fue aplicada la metodología del T.E.G, para la selección de los Eventos Kaizen que serán desarrollados y analizados en el Capítulo 6.

Capítulo 6: Este capítulo corresponde al desarrollo de los Eventos de "Mejora Continua" o "Kaizen" identificados en la aplicación de la metodología del Trabajo de grado. En este apartado se expone cada uno de los proyectos de "Mejora Continua" realizados, la documentación del estado actual, las herramientas utilizadas para mejorar los procesos, los resultados de mejora o las mejoras propuestas y el análisis financiero de cada uno.

Finalmente, el Capítulo 7 proporciona las conclusiones del desarrollo de todo el proyecto de grado.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 LA MANUFACTURA ESBELTA ("LEAN MANUFACTURING")

La Manufactura Esbelta es un sistema de trabajo que tiene sus orígenes en Japón. Después de la Segunda Guerra Mundial, un grupo de empresas automovilísticas japonesas comenzaron a adoptar un nuevo sistema de producción denominado Sistema de Producción Toyota propuesto por Taiichi Ohno, derivado del requerimiento de atender un mercado pequeño con necesidad de variedad de vehículos.

La difusión de este sistema se remonta a la época de la crisis del petróleo de los años setenta, que hizo valorar la enorme ventaja del proceso de producción Toyota respecto de otras formas de organización productiva.

La Manufactura Esbelta "*Es un sistema de producción desarrollado por Toyota que busca la mejora de las operaciones a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de desperdicios y persigue incorporar la calidad en los procesos de fabricación basándose al mismo tiempo en el principio de la reducción de costes*" (9).

Hoy en día muchas compañías utilizan la Manufactura Esbelta con el objetivo de obtener una reducción de los costos de producción, reducción de inventarios, del tiempo de entrega, mejorar la calidad de los productos, disminuir la mano de obra, aumentar la eficiencia de los equipos, disminuir los desperdicios, la sobreproducción, los tiempos de espera (los retrasos) y el tiempo ocioso.

La globalización y la creciente competencia han propiciado que la empresa donde se hizo el trabajo especial de grado denominada: SCHICK WILKINSON SWORD (SWS), adoptara la Manufactura Esbelta como medio para mejorar sus procesos productivos y aumentar la satisfacción del cliente.

El presente trabajo es el resultado de la aplicación de algunas herramientas propuestas por el sistema de Manufactura Esbelta en los procesos de empaque y

ensamblaje de la planta SWS Caracas, en busca de aportar mejoras cuantificables que contribuyan a aumentar la productividad de sus procesos.

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo General:

Mejorar los procesos de empaque y ensamblaje de una empresa productora de máquinas de afeitar mediante la aplicación de algunas herramientas de Manufactura Esbelta.

Objetivos Específicos:

- Seleccionar las presentaciones correspondientes a las familias de productos existentes en la planta, de acuerdo a la demanda de productos, para formular las propuestas de mejora.
- Identificar la cadena de valor de las presentaciones correspondientes a las familias de producto seleccionadas.
- Identificar y diferenciar las actividades que agregan valor, no agregan valor y no agregan valor pero son necesarias.
- Nivelar las ratas de producción con las ratas de demanda.
- Reducir y eliminar pérdidas de material y tiempo asociadas a un proceso o equipo determinado.
- Eliminar defectos o fallas y detectar errores a medida que ocurren para mejorar la calidad del proceso.
- Reducir los recorridos y tiempos del movimiento que realizan las personas y/o materiales en un proceso a fin de mejorar el tiempo de producción y las condiciones del puesto de trabajo.
- Crear, definir y cuantificar los indicadores que miden el desempeño de las actividades realizadas en el área de empaque y ensamblaje.
- Elaborar una propuesta de mejora.
- Evaluar el impacto a nivel económico de las mejoras propuestas.

1.3 ALCANCE Y LIMITACIONES

Alcance:

- El trabajo especial de grado estará concentrado en los procesos de manufactura, específicamente en los procesos de empaque y ensamblaje de afeitadoras.
- Se aplicarán las actividades en aquellas presentaciones de productos de alta demanda, para elaborar la propuesta de mejora.
- Las herramientas de la filosofía de Manufactura Esbelta aplicadas serán: SMED, Mapa de Procesos (Process Mapping), Balance de Líneas (Line Balancing), Poka-Yoke, Mapa Spaghetti, Una pieza a la vez (One-Piece-Flow), Mapa de cadena de Valor (Value Stream Map) ,5'S y Eventos Kaizen.

Limitaciones:

- En el TEG no será presentada de manera explícita aquella información que la compañía considere confidencial.
- La capacidad de inversión que tiene la empresa a la hora de llevar a cabo un proyecto.
- La actitud hacia el cambio que presente el personal involucrado en la implementación de los diferentes proyectos que se desarrollen.

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1.SCHICK WILKINSON SWORD (SWS)

El trabajo que se presenta a continuación tuvo lugar en la planta de productos de afeitado SCHICK WILKINSON SWORD (SWS) para Latinoamérica, ubicada en Guatire, Estado Miranda.

SCHICK WILKINSON SWORD (SWS) es una empresa transnacional norteamericana cuya actividad comercial comprende la fabricación, empaque y distribución de productos de afeitar de alta calidad.

Actualmente SWS posee plantas de producción y ensamblaje en Guangzhu-República Popular de China, Solingen-Alemania, Milford-Estados Unidos (Casa Matriz) y Guatire-Venezuela. Cada una de las plantas abastece, al menos parcialmente, a una región geográfica en particular, abarcando así más de 80 países. La planta en Venezuela, suministra productos a América Latina, desde México y el Caribe, hasta Argentina. De ahora en adelante se hará referencia a la planta como SWS Caracas.

2.2.PRODUCTOS

Los productos fabricados en la planta SWS Caracas, pueden ser agrupados de la siguiente manera:

FAMILIAS	PRESENTACIONES
Doble Filo	Súper Cromium Súper Ras
Desechable	Ultrabarba Vikingo
Desechable Premium	Exacta II Xtreme 3
Sistemas Intermedios	Ultrex Cartuchos Ultrex
Súper Sistemas	Lady Protector Protector 3D Diamond Quattro Xtreme System.

Tabla 1. Productos fabricados en la planta SWS Guatire. Fuente: Propia

2.3 PROCESOS PRODUCTIVOS

Las hojillas provienen de la planta SWS ubicada en Alemania y de la casa matriz ubicada en Estados Unidos. Estas hojillas son tratadas y/o reinspeccionadas antes de ser ensambladas. La fabricación de los productos comprende el ensamblaje de piezas plásticas, hojillas y el empaque del producto ensamblado. Sin embargo, existen algunos productos que no son ensamblados en la planta, sino que son importados listos para empacar, tales como Vikingo y Supersistemas. En el caso particular de Xtreme 3, las hojillas vienen listas de SWS Milford-USA para ser ensambladas con las piezas plásticas.

A continuación se presenta un esquema general de los procesos que se requieren para obtener cada producto terminado:

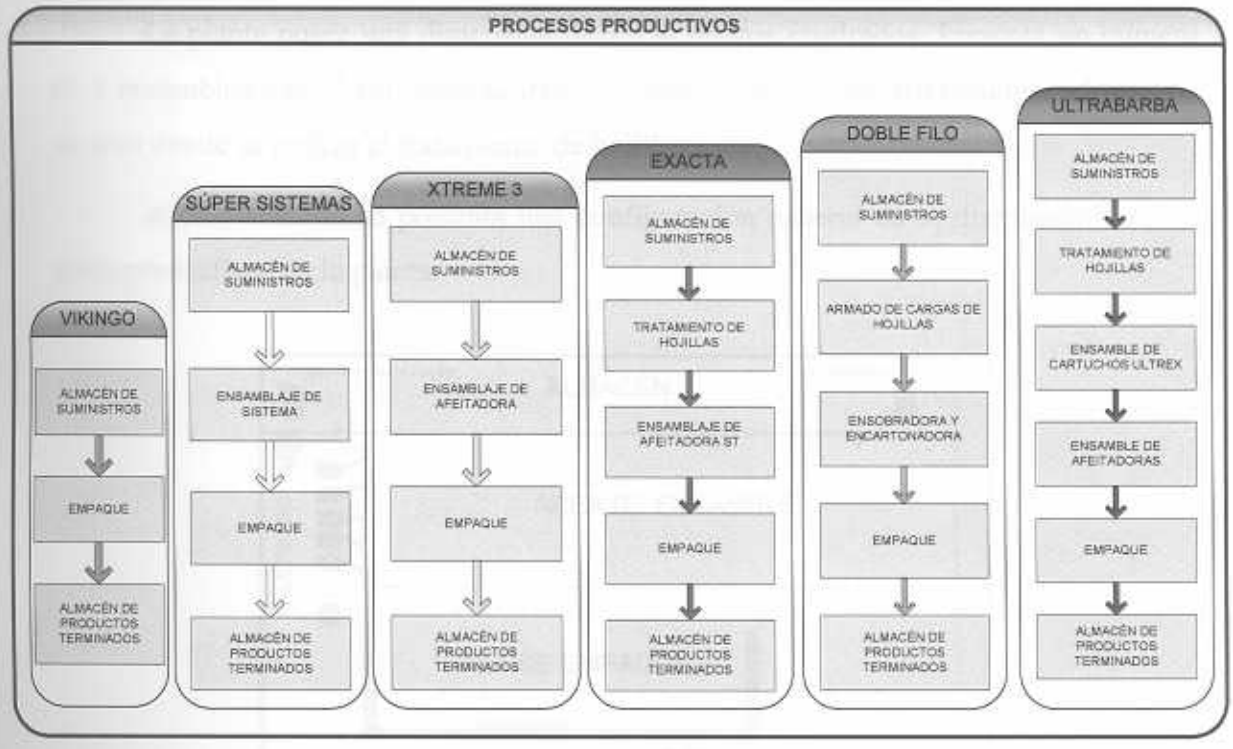


Figura 1.Representación General de los Procesos Productivos. Fuente: SWS Caracas Training.

El proceso de empaque es aún más variado. Un mismo producto tiene diversas presentaciones que se adaptan a las exigencias del mercado y los clientes en particular.

A continuación se presenta, a manera de ejemplo, el producto Xtreme3 y sus diferentes empaques:

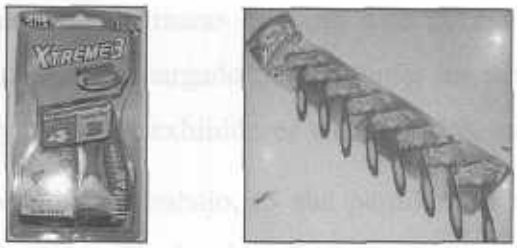


Figura 2.Diferentes Presentaciones de Xtreme3/ Piel Delicada.

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA PLANTA

La planta posee una dimensión de 2.750 metros cuadrados. Presenta un número de 7 ensambladoras, 7 empaquetadoras, 3 ensobradoras y 3 encartonadoras, además de un área donde se realiza el tratamiento de hojillas.

A continuación se presenta una configuración general de la distribución de las áreas productivas de la planta.

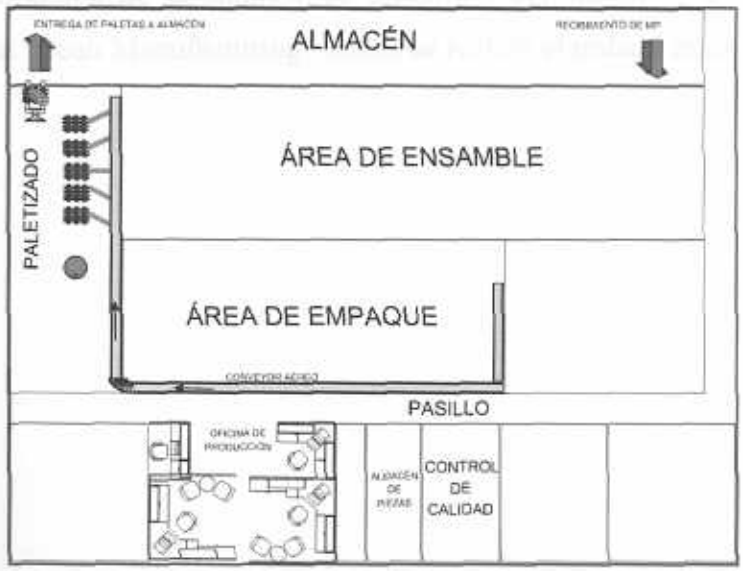


Figura 3. Representación General de la planta SWS Venezuela.

2.5 ORGANIZACIÓN

La planta funciona con aproximadamente 320 personas, de las cuales un 80% pertenece a la mano de obra directa (MOD) y un 20% a la mano de obra indirecta (MOI).

El 80% de personal de mano de obra directa, está compuesta por personal femenino. Este personal es el encargado de manipular los suministros en planta, operar las máquinas y armar y llenar los exhibidores y corrugados, entre otros.

Existen tres jornadas de trabajo, lo que permite tener la planta operativa en 24 horas los 7 días a la semana. El día de trabajo se divide en tres turnos que incluyen media hora de descanso. El primer turno es de 8,5 hr (6:00am-2:30pm); el segundo turno es de 8 hr (2:30pm-10:30pm) y el tercer turno es de 7,5hr (10:30pm-6:00am).

Existen cuatro grupos de trabajo que rotan semanalmente por cada uno de los turnos, de manera que siempre queda un grupo descansando. Por ejemplo; En una semana le corresponde al grupo 1 trabajar el turno I, al grupo 2 el turno II, al grupo 3 el turno III y el cuarto grupo descansa. La siguiente semana trabaja el grupo 4 en el turno I y al grupo 3 le corresponde el descanso.

El organigrama de la empresa se muestra a continuación, en él se detalla el departamento de "Lean Manufacturing" donde se realizó el trabajo especial de grado.

ORGANIGRAMA GENERAL DE LA PLANTA SCHICK WILKINSON SWORD

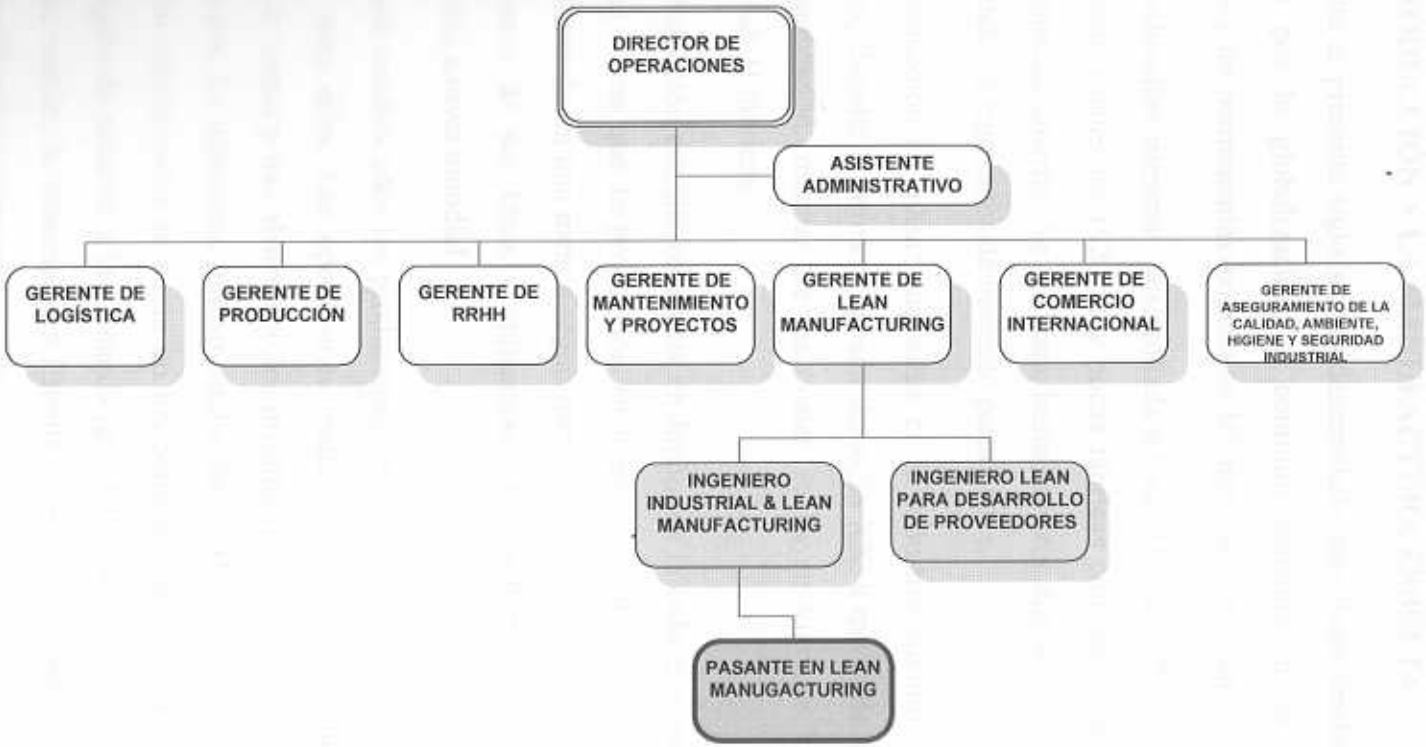


Figura 4. Organigrama General de la Planta SWS detallando el departamento de Lean Manufaturing donde se llevó a cabo el T.E.G.

Fuente: SWS Caracas

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1 INTRODUCCIÓN A LA MANUFACTURA ESBELTA

Durante el presente siglo se han desarrollado tres claras tendencias productivas, influenciadas por la globalización, el continuo aumento de la exigencia de los consumidores y las permanentes exigencias del mercado. Estas son:

- La producción artesanal: desarrollada a fines del año XIX y comienzos del siglo XX. Para finales de 1920 muy pocas fábricas con este sistema de producción permanecían abiertas. Se mantiene hasta nuestros días sólo en algunos productos orientados a segmentos de mercado particulares.
- La producción en masa: que surge en la industria automovilística de Estados Unidos, durante la primera década del siglo XX, a través de variadas formas de automatización, muchas de las cuales se hayan vigentes hasta hoy en gran cantidad de fábricas.
- La producción esbelta: originada en Japón, en la industria automovilística de la misma forma que la producción en masa, cuyo modelo al día de hoy, se ha transformado en una meta a seguir para cualquier industria. Las consecuencias e influencia de sus ideas y aplicaciones han sobrepasado las fronteras en la industria a nivel mundial.

Durante muchos años los productores han creado productos en busca de obtener un mercado para ellos. Las operaciones tradicionales se han manejado a través de pronósticos de ventas y han abarrotado los inventarios de producto en caso de que estos sean necesitados. La diferencia fundamental entre la Manufactura Esbelta y las formas de producción tradicionales se basan en los conceptos de que la producción puede y debe ser dirigida de acuerdo a la demanda real del consumidor. En vez de producir lo que se espera vender, la Manufactura Esbelta se enfoca en producir lo que el cliente necesita respondiendo rápidamente a la demanda del mismo.

Las organizaciones que aplican Manufactura Esbelta son capaces de fabricar productos de alta calidad, a bajo costo, en pequeños volúmenes y llevarlos al mercado de manera más rápida que los productores en masa. La gerencia de la Manufactura Esbelta se concentra en operar de la forma más eficiente y efectiva la organización, con reducidos costos y cero desperdicios.

En la tabla que se presenta seguidamente se resumen las características más relevantes de los distintos sistemas de producción citados con anterioridad:

	Producción Artesanal (1880)	**Producción en Masa (1920)**	**Producción Esbelta (1980)**
Originadores	----------	Frederick Taylor Henry Ford(Ford) y Alfred Sloan(General Motors) Estados Unidos	Eiji Toyoda,Taichi Ohno (Toyota Motors) y Shingeo Shingo Japón
Personas	-Fuerza de trabajo capacitada. -Artesanos realizan todos los aspectos de sus tareas -Conocimientos propios o debido a la experiencia. -Atención al cliente	-Fuerza de trabajo no capacitada -Empleados contribuyen poco en la producción de los productos. -Instrucción para habilidades limitadas. -La gerencia toma las decisiones	-Fuerza de trabajo participativa -Formación de grupos de trabajo
Productos	-Productos no estandarizados -Variaciones en la calidad. -Producción de Bajo volumen -Producción cliente a cliente -Alto costo de producción	-Estandarizados -Enfoque en la producción de altos volúmenes y no en la calidad. -Partes intercambiables, economías de escala	-Enfocados en lo que desea el consumidor -Bajo volumen -Alta calidad -Producción flexible
Ambiente de Trabajo	-Independencia -Discreción -Variedad de habilidades - Responsabilidad -Organización descentralizada.	-Conocimientos y destrezas limitadas. -Trabajos repetitivos. -Poca discreción, simplificación de tareas. -División de trabajo, especialistas.	-Algo de discreción -Grupos efectivos -Células de trabajo

Tabla 2. Características Relevantes de los Diferentes Sistemas de Producción.

3.2 PRINCIPIOS DE MANUFACTURA ESBELTA

1. Entrenar a toda la organización: Para alcanzar los objetivos de la Manufactura Esbelta se necesita de la participación de todos los colegas de la organización, éstos además deben estar motivados y comprometidos con la nueva forma de trabajo.

2. Definir el valor desde el punto de vista del cliente: Se entiende por valor aquella cualidad por la cual el cliente está dispuesto a pagar. Desde el punto de vista de valor, las actividades se clasifican en:

a. Que agregan valor: Son aquellas que efectivamente dan una cualidad al producto por la cual el cliente está dispuesto a pagar, son las que implican transformación de la materia prima.

b. Que no agregan valor: Son aquellas que no modifican el producto. Ejemplo: traslados y retrabajos.

c. Que no agregan valor pero son necesarias: Son las actividades que no modifican el producto, pero son necesarias para la producción. Ejemplo: inspecciones de calidad.

3. Identificar el flujo de valor: A través de la herramienta de mapa de cadena de valor se identifican las actividades que no añaden valor al producto, éstas deben ser eliminadas. Hay pasos que no añaden valor pero son necesarios, éstos deben reducirse.

4. Crear flujo: Todo el proceso debe fluir sin interrupciones de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor, minimizando las distancias recorridas tanto por los materiales como por las personas. Este precepto también es aplicado al flujo de información.

5. Producir el requerimiento del cliente: Una vez definido el flujo, serán capaces de producir por pedidos de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.

6. Perseguir la perfección: Ningún proceso es perfecto pero siempre es mejorable.

3.3 OBJETIVOS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

El sistema de Manufactura Esbelta fue desarrollado para mejorar la calidad y la productividad y está sustentado en dos filosofías medulares: respetar a las personas y eliminar el desperdicio.

3.3.1 Respeto por las personas

En este sistema es fundamental el respeto por las personas. La empresa considera que sus empleados son un activo y no máquinas humanas. La automatización y la robótica son usadas para que ejecuten los trabajos aburridos o rutinarios, de modo que los empleados queden en libertad para concentrarse en tareas importantes de mejoras.

Las decisiones son tomadas en consenso, mediante la formación de equipos. El proceso de toma de decisiones puede ser lento, pero busca involucrar a todas las partes para llegar a la mejor solución.

El principio del respeto por las personas se basa en la capacitación del personal para que ellos mismos contribuyan a la mejora continua de los procesos y a la identificación de fuentes y tipos de desperdicios.

3.3.2 Eliminación de Desperdicios

Se define el término de desperdicio como: "*Todo aquello que exceda el mínimo de equipo, materiales, partes y trabajadores (horas de trabajo) que sean absolutamente esenciales para la producción*" Fujio Cho- Presidente de Toyota. El desperdicio de los recursos impacta negativamente los costos, la calidad y el tiempo de entrega de los productos. Se han identificado siete tipos principales de desperdicios, estos se encuentran detallados a continuación:

DESPERDICIOS	DESCRIPCIÓN	QUE LO ORIGINA
1. Tiempo	Es el tiempo que espera un producto para continuar con su procesamiento o como producto terminado.	Los tiempos de preparación, los cuellos de botella, falta de material, labores de reparaciones o mantenimiento, tiempos de espera de ordenes, tiempos de espera de materias primas o insumos.
2.Exceso de Inventario	Se genera cuando más material o información del que se necesita para satisfacer al cliente es entregado o producido. Mantener un inventario requiere que la compañía disponga de un lugar para almacenarlo y cada pieza almacenada tiene asociado un costo de material, manufactura, transporte, transacciones, procesamiento de data y almacenamiento.	Querer asegurar los insumos, materias primas, y repuestos; falta de recepción a término de los mismos; remesas con defectos de calidad; querer aprovechar bajos precios o formar inventarios ante posibles subidas de precio.
3. Movimiento	Se refiere a los movimientos o acciones de personas y/o material, que no agregan valor	Los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad
4. Retrabajo	Es el esfuerzo que no añade valor.	Analizar, Inspeccionar, Validar, Guardar, Manipular.
5.Sobreproducción	Es el desperdicio generado al producir un producto antes, en más cantidad o más rápido del que el cliente o el próximo proceso necesitan. Esto genera un inventario que exige un espacio físico del que la planta no dispone y dinero detenido tanto en materia prima como en mano de obra aplicada.	Falencias en las previsiones de ventas; producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción; superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción.
6. Distancia	Se refiere al movimiento de producto, materia prima o información que no agrega valor. Esto genera gastos por exceso de manipulación, sobre-utilización de la mano de obra, transportes y energía, además que se generan retrasos.	Excesos en el transporte internos directamente asociados a los errores en la ubicación de las máquinas, materiales o herramientas.
7. Defectos y material de rechazo	Es el desecho más obvio en producción. Es el producto que no cumple las especificaciones de calidad. Los defectos tienen costos ocultos asociados a la devolución de producto, pérdidas de clientes y ventas, gastos de garantía, servicios técnicos, recambio de productos…entre otros	Fallas de la máquina, descuido de los operadores, materia prima defectuosa

Tabla3. Tipos de Desperdicios.

3.4 HERRAMIENTAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

Para reducir o eliminar estos desperdicios se requiere de mejoras tanto en la calidad, como en las labores de mantenimiento, mejoras en los procedimientos de preparación (los grandes tiempos de preparación llevan a excesos de inventarios de productos en proceso), mejoras en la selección y contratación a largo plazo con los proveedores, y un mejor recorrido de los insumos y partes durante el proceso productivo. Para que se pueda "mejorar continuamente" los niveles de calidad y productividad, se debe llevar a cabo un proceso de capacitación y entrenamiento del personal que les permita comprender, entender y tomar conciencia de los distintos tipos de despilfarros y la forma en cada uno de ellos puede ser reducido o eliminado.

Algunas herramientas propuestas para reducir los desperdicios se describen a continuación:

3.4.1 Mapa de Cadena de Valor

La Cadena de Valor se refiere a todas las actividades que la compañía debe efectuar para diseñar, ordenar, producir y despachar los productos a los clientes. De la Cadena de Valor es importante destacar:

1. El flujo de los materiales, desde el proveedor de materia prima hasta el cliente.
2. La transformación de material en proceso a producto terminado.
3. El flujo de información que dirige el flujo de los materiales y la transformación de los materiales en proceso en productos terminados.

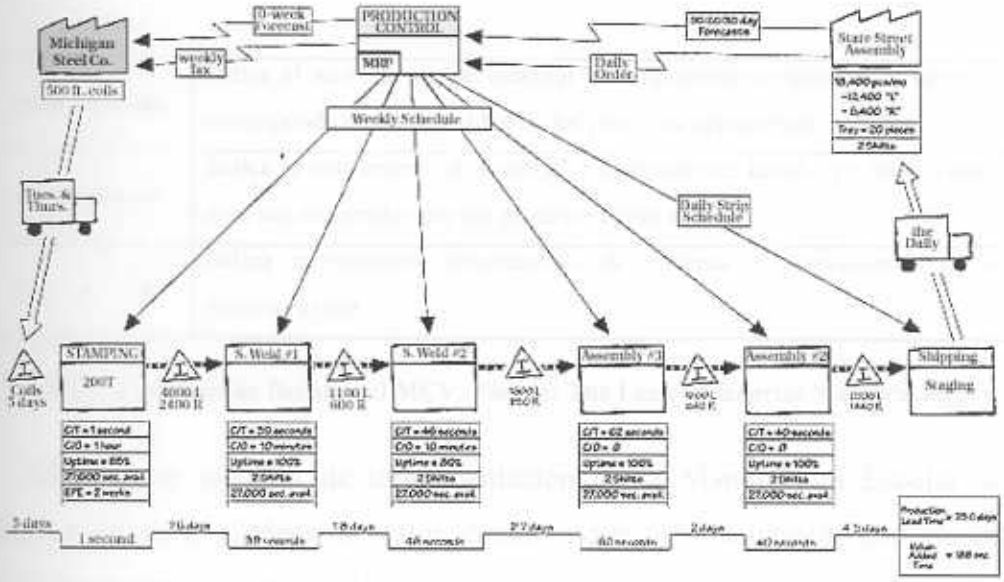


Figura 5. Representación de un Mapa de Cadena de Valor. Fuente: Principles of Lean Manufacturing and Life Simulation DVIRC

El Mapa de Cadena de Valor (MCV) es un método que utiliza gráficos o iconos sencillos para mostrar la secuencia y movimiento de la información, materiales y acciones que se llevan a cabo en la cadena de valor de la compañía. Contiene cuadros de procesos que indican la cantidad de personal que lo opera (), la velocidad y la eficiencia del mismo(C/T y %Eficiencia), el tiempo de cambio de herramientas(C/O), el tiempo disponible de producción(%Disponibilidad), entre otros.

	Muestra el número de empleados requeridos para realizar la operación. Si una persona hace varias actividades, ese indicador tendrá decimales.
FIFO	Indica que el flujo de los materiales es halado y entregados de forma tal que los primeros que entran son los primeros en salir.
	Indica inventario acumulado, debe señalar el número de piezas y el tiempo que dura en espera.
	Refiere a información de fuentes externas, como proveedores y clientes.
	Este tipo se flecha refiere el flujo de información electrónica.
	Refiere al flujo de información manual o en persona.
	Indica producción kanban, es decir, el proceso de aguas arriba produce para un inventario kanban y el proceso de aguas abajo consume de este.
	Es el icono que resalta una oportunidad de mejora identificada, para el desarrollo de un evento kaizen.

Tabla 4. Iconos del Mapa de Cadena de Valor. Fuente: The Lean Enterprise Memory Jogger

- - - - ▶	Indica el movimiento de material o componentes empujado, es decir, no corresponde a una necesidad de los procesos aguas abajo.
——▶	Indica el movimiento de material o componentes halado, es decir, cuando étos son requeridos por los procesos aguas abajo.
• • • • ▶	Indica movimiento automatizado de material o componentes de un proceso a otro.

Tabla 5. Formatos de flechas del MCV. Fuente: The Lean Enterprise Memory Jogger

Para iniciar un plan de implementación de la Manufactura Esbelta se debe elaborar un Mapa de Cadena de Valor, debido a que su visualización permite entender cómo se producen las actividades que agregan valor a los procesos e identificar los lugares en donde se originan los desperdicios. De esta forma pueden encontrarse oportunidades de mejora.

La conclusión de un mapa de cadena de valor es un cuadro que indica el tiempo de entrega de producto, el tiempo en que se agrega valor al producto y el porcentaje que este representa con respecto al tiempo de entrega.

3.4.2 EVENTO KAIZEN

La mejora continua también, llamada "Kaizen" por su significado en japonés, busca mejorar de manera continua la maquinaria, los materiales, el uso de mano de obra y los métodos de producción mediante la aplicación de sugerencias e ideas de los equipos de la compañía.

El evento Kaizen es la organización de un grupo multidisciplinario para estudiar un proceso y aplicarle las herramientas de Manufactura Esbelta. Se relaciona con la identificación de todos los posibles tipos de desperdicios que se generan en el proceso y hacer los cambios necesarios para reducirlos: eliminar los pasos que no agreguen valor y disminuir los que no agreguen valor pero sean necesarios.

Los eventos kaizen se encuentran estructurados de la siguiente forma:

- Se comienza con un análisis de la situación actual.
- Se elabora una tormenta de ideas para crear un plan de acción basado en la aplicación de herramientas que busque reducir o eliminar en lo posible aquellas actividades que no agreguen valor o que agreguen valor pero no son necesarias.
- Poner en marcha las actividades identificadas y factibles en la tormenta de ideas y aplicar las herramientas.
- Medir la mejora.
- Celebrar los resultados

3.4.3 5S's

Definición: Las 5S's es una herramienta que se utiliza para mejorar físicamente el ambiente de trabajo. Este método se refiere a mantener un orden y limpieza permanente en el área de trabajo para reducir los desperdicios en espacios y tiempos de búsqueda. Busca mejorar el ambiente de trabajo, reducir los desperdicios y actividades que no agregan valor y al mismo tiempo incrementar la seguridad en las personas. Todo esto con el fin de mejorar la eficiencia de las tareas que se desarrollan para lograr la calidad. Las 5'S provienen de términos japoneses que comienzan con la letra S. Estos son:

1S (Seiri): Separar y clasificar los elementos que son necesarios de los innecesarios y eliminar estos últimos. La finalidad de esta primera "S" es obtener espacio que puede ser utilizado para organizar elementos o equipos y eliminar del área todo material, objeto o herramienta en desuso o innecesaria.

2S (Seiton): Ordenar e identificar todos los elementos que quedan después del Seiri en un lugar. Dar un lugar para cada cosa y colocar cada cosa en su lugar. El objetivo es eliminar el tiempo perdido buscando cosas, creando almacenes lógicos y estratégicos, demarcando áreas y solicitando materiales o recursos que sean necesarios para ordenar los elementos.

3S (Seiso): Limpiar y mantener el lugar ordenado religiosamente e inspeccionar mientras se limpia.

4S (Seiketsu): Estandarizar. Practicar los tres pasos anteriores en todas las áreas y concentrar la atención en la mejor forma de aplicarlas. Permitir a los empleados participar en el desarrollo de los estándares de limpieza

5S (Shitsuke): Disciplina. Esta es la S más difícil de aplicar. A menudo las empresas aplican 5S y se encuentran con que en poco tiempo el área está desorganizada. La naturaleza humana es la de resistirse al cambio y volver al viejo modo de hacer las cosas. En esta etapa se debe hacer mucho énfasis cumplir con los estándares y definir un nuevo estatus para trabajar en el área.

Beneficios: Organiza el lugar de trabajo para eliminar los desperdicios y mejorar la calidad y la seguridad.

Los beneficios de la Manufactura Esbelta no pueden obtenerse en un lugar de trabajo desorganizado o sucio. Las malas condiciones del lugar de trabajo están asociadas a los desperdicios de movimientos en exceso para evitar obstáculos, desperdicios de tiempo cuando no se sabe donde se encuentra una cosa, retrasos por defectos, fallas de máquinas o accidentes. En muchas compañías, los grupos de empleados utilizan el sistema 5S para mejorar y estandardizar las condiciones del lugar de trabajo para la operación segura y efectiva de sus procesos.

3.4.4 Trabajo Estandarizado

En una empresa de Manufactura Esbelta, el trabajo es una mezcla entre personas, procesos, materiales y tecnología que se combinan para completar un proceso. Estandarizar un proceso o trabajo, se refiere a encontrar la forma más eficiente en la que se unen estos elementos y documentarlos de forma tal que se convierta en una regla de trabajo.

Beneficios: La mejor combinación de los elementos, materiales, personas, equipos...etc. permite la mayor reducción de los desperdicios y es la vía que tiene la organización para mejorar la calidad de sus productos, al menor costo posible.

3.4.5 Control Visual

Se refiere a colocar simples señales visuales referentes a seguridad, ambiente, calidad, condiciones de operación y cualquier otro aspecto importante del proceso que permitan inmediatamente identificar o entender una situación o condición. Ejemplos: Demarcar áreas; Colocar códigos de colores para herramientas; Señales de encendido o apagado de las máquinas.

Beneficios: Previene los errores y defectos o puede detectar que los mismos ocurran. Establece estándares en busca de obtener cero defectos y desperdicios. Mejora las condiciones de calidad y seguridad del empleado. Mejora la eficiencia del área y equipos permitiendo conocer las demandas de los consumidores. Disminuye los costos totales.

3.4.6 SMED

Definición: SMED (Single Minute Exchange of Die) es un método propuesto por Shingeo Shingo, que analiza los procesos de manufactura para lograr reducciones drásticas en los tiempos de preparación del equipo mediante procedimientos del cambio de herramientas y materiales en un solo minuto. La efectividad de este método ha sido

comprobada en compañías que han reducido los tiempos de cambios y preparación de herramientas y equipos de horas a minutos.

Beneficios: La aplicación de esta herramienta persigue reducir las operaciones que no agregan valor y el tiempo de parada de la máquina para producir un producto de la manera más eficiente. Esta herramienta hace efectiva la producción en tamaños y lotes pequeños, por ende mejora el kanban y permite el flujo en línea, proporcionándole a la empresa una mayor flexibilidad, entregas rápidas, mejoras en la calidad y aumento en la productividad.

Los pasos básicos para describir una operación de preparación y ajuste tradicional pueden dividirse en 4:

1. Tiempos de preparación de materiales y herramientas.
2. Montaje y ajuste de herramientas y componentes
3. Medidas y calibración de la máquina o equipo.
4. Pruebas y ajustes para garantizar las características de calidad que debe cumplir el producto.

Gráfico 1. Promedio de Tiempos en una Preparación Tradicional.
Fuente: Principles of Lean Manufacturing and Life Simulation DVIRC

La razón principal por la cual las operaciones de preparación tradicionales demoran, se debe a la falta de distinción entre las actividades que pueden realizarse mientras la máquina se encuentra en funcionamiento (operaciones externas) y las que se realizan mientras la máquina se encuentra detenida (operaciones internas).Las operaciones externas pueden reducir los tiempos de parada de un 30 a 50% sin incurrir en gastos significativos tan sólo con mantener las herramientas y equipos a la mano, disponer de la materia prima o mantener los equipos en el lugar preciso, por citar algunos ejemplos.

3.4.7 Células de Manufactura

Definición: Se basa en agrupar en familias las partes similares y ordenar en una célula de trabajo los procesos necesarios para fabricar estas partes. En lugar de transferir los trabajos de un departamento a otro, a trabajadores especializados, los grupos de tecnología abarcan todas las operaciones necesarias para fabricar una parte y agrupa las máquinas correspondientes.

Beneficios: Las células de grupos de manufactura eliminan el movimiento y el tiempo de espera en las colas que se forman entre las operaciones, reducen los inventarios y disminuyen la cantidad de empleados requeridos.

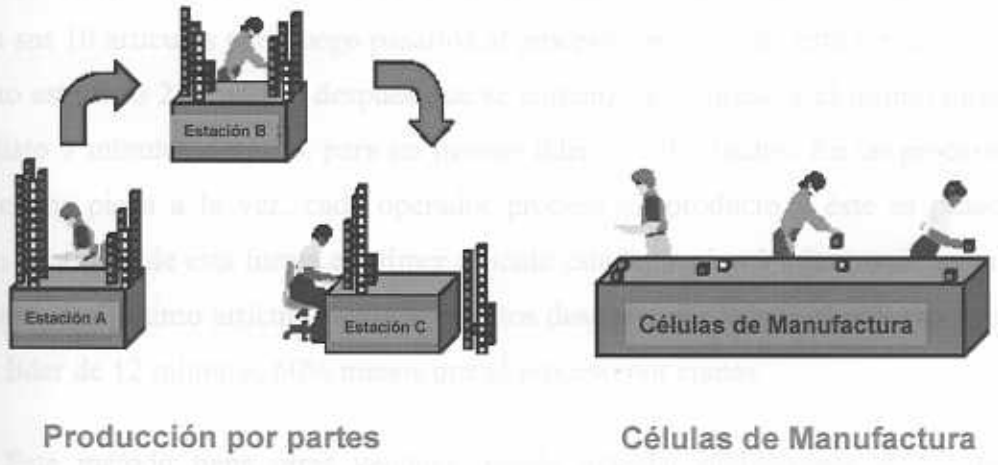


Figura 6. Diferencia entre la Producción por partes y las Células de Manufactura

3.4.8 *Una Pieza a La Vez*

Definición: Es la técnica que se utiliza en las células de manufactura para producir una pieza a la vez, ésta es la forma más rápida de completar los pedidos en un proceso. Esto se contrapone al proceso de producir por "baches" o grandes cantidades idénticas de unidades que luego serán enviadas a otra operación.

Figura 7. Proceso de Flujo Continuo.

En la figura 7 se tienen tres procesos de un minuto de duración cada uno por artículo y se requieren 10 artículos. En un proceso por etapas o "baches", cada operador procesa sus 10 artículos para luego pasarlos al proceso contiguo; de esta forma el primer producto está listo 21 minutos después que se comenzó el proceso y el último producto estará listo 9 minutos después, para un tiempo líder de 30 minutos. En un proceso con flujo de una pieza a la vez, cada operador procesa un producto y éste es pasado al proceso contiguo, de esta forma el primer artículo está listo a los 3 minutos de arrancado el proceso, y el último artículo saldrá 9 minutos después, por lo que el proceso tiene un tiempo líder de 12 minutos, 60% menos que el proceso por etapas.

Este método tiene otras ventajas: puede detectar rápidamente problemas de calidad, y de esta manera prevenir costos asociados a retrabajo; reduce costos de movimiento e inventario de producto en proceso y otorga versatilidad a la planta, la cual

puede cambiar de un proceso a otro sin necesidad de consumir gran cantidad de material en proceso.

El proceso de flujo por etapas es típico del sistema de producción en masa.

3.4.9 Manufactura de Punto de Uso

Definición: Consiste en movilizar la mayor cantidad de equipos, herramientas y materiales al lugar de uso, de forma que al ser necesitados sean alcanzados fácil y rápidamente. De ser necesario se deben duplicar herramientas para cada persona o lugar de trabajo.

3.4.10 Calidad en la Fuente

Definición: Constituye la intención de hacer las cosas bien desde la primera vez y cuando algo resulta mal, se detiene la línea o el proceso de inmediato. Los trabajadores son sus propios inspectores y se encargan personalmente de la calidad en la producción. Los trabajadores se concentran en una parte del trabajo en cada ocasión, de modo que pueden descubrir si hay problemas de calidad. Si el ritmo es demasiado rápido, si el trabajador encuentra un problema de calidad o si descubre un problema de seguridad, debe detener la línea y encender una señal visible para aplicar las acciones que lleven a resolver el problema. Los trabajadores tienen facultades para efectuar el mantenimiento o limpieza mientras se arregla el problema.

3.4.11 Producción Justo a Tiempo-Producción "Halada"

Definición: La operación JIT (Justo a tiempo por sus siglas e inglés) incluye una serie de actividades que pretenden alcanzar una producción de gran volumen, empleando inventarios mínimos de materias primas, producción en proceso y bienes terminados. Las piezas llegan a la siguiente estación de trabajo "justo a tiempo", donde son terminadas y pasan por la operación velozmente. Una operación JIT está sustentada en la idea de que no se producirá nada hasta que se necesite.

El JIT considera que todo lo que exceda la cantidad mínima necesaria representa un desperdicio, porque el esfuerzo y el material invertidos en algo que no se necesita de inmediato, no podrán ser empleados e seguida. Con el sistema JIT el tamaño ideal de los lotes es la unidad. La meta es bajar a cero todas las colas de espera de los inventarios para reducir al mínimo la inversión en inventarios y acortar los tiempos de entrega.

Cuando el nivel de inventario es bajo, cualquier problema de calidad se hace visible fácilmente, por ello la producción JIT descubre problemas que de lo contrario quedarían ocultos por el exceso de inventarios y de personal.

Figura 8. Sistema de extracción del método JIT.

Se observa en la Figura 8, que la demanda real del producto crea la necesidad. Cuando un bien es vendido al cliente, el mercado "hala" otro bien, que está justo en el lugar anterior dentro del sistema, para reemplazarlo; en este caso seria el ensamble final. Esta acción origina una orden al proceso de ensamble, donde un operador saca una unidad del lugar siguiente hasta llegar a la liberación de materias primas.

Sistemas de producción usando kanbanes: En japonés Kanban significa "señal" o "tarjetas de de instrucciones". Es una herramienta que utiliza el sistema de producción JIT en el que se usan "tarjetas" como señales visuales para activar o controlar el flujo de

materiales o partes durante un proceso productivo. En un sistema de control sin papeleo se utilizan contenedores en vez de tarjetas. Estas últimas constituyen el sistema de halar con kanbanes.

3.4.12 POKA YOKE

Definición: Shingeo Shingo argumenta que un defecto ocurre cuando las personas cometen errores. Aun cuando los errores son inevitables, los defectos pueden prevenirse si la retroalimentación que lleva a una acción correctiva tiene lugar inmediatamente después de que se cometen los errores. Esa retroalimentación y esa acción requieren de un proceso de inspección de todos los artículos producidos.

Las inspecciones se basan en controles que consisten en dispositivos por procedimientos libres de errores llamados POKA-YOKE. Los POKA-YOKE incluyen listas de verificación o herramientas especiales que impiden que el trabajador cometa un error que produzca un defecto antes de iniciar un proceso o le proporcionan al trabajador una retroalimentación rápida sobre las anormalidades en el proceso para que las corrija a tiempo. Hay una extensa gama de POKA-YOKE, que van desde sacar las partes necesarias de un cajón (para asegurar el uso del número correcto de partes en el ensamble) hasta complejos dispositivos de detección con señales electrónicas.

3.4.13 Diagrama de Spaghetti

Definición: Es un plano que muestra los movimientos de las personas y del material en un proceso de producción. Su análisis nos permite reducir sustancialmente los recorridos y por ende los tiempos de una operación. Es la representación gráfica de la utilidad de la herramienta de punto de uso.

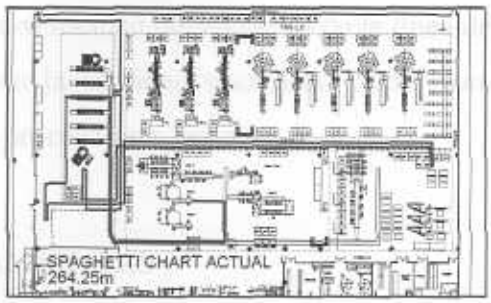


Figura 9. Representación de un Mapa de Spaghetti.

3.4.14 Mapa de Proceso

Definición: Los mapas de procesos tienen su origen en la utilización de los mapas mentales, los cuales presentan de una forma lógica y clara temas complejos. El diseño de un mapa mental es útil para organizar información, administrar el tiempo, liderar gente, o alinear objetivos y estrategias. Los mapas mentales constituyen un método para plasmar sobre el papel el proceso natural del pensamiento.

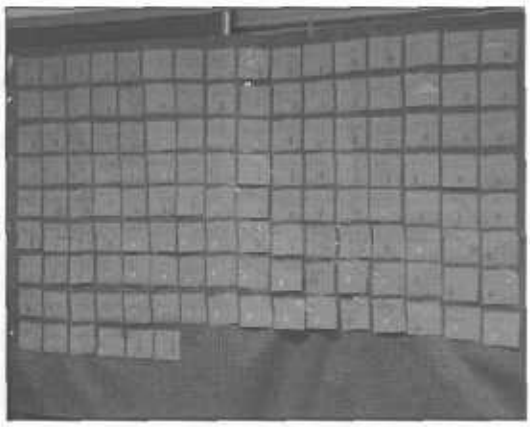


Figura 10. Mapa de Procesos.

Se utilizan para determinar la actividades que agregan valor, que no agregan valor y que no agregan valor pero son necesarias.

3.4.15 Balanceo de Línea

Definición: Esto implica equilibrar el flujo de la producción con el fin de amortiguar las ondas que generalmente se presentan como reacción ante variaciones en las actividades programadas; significa repartir cargas uniformes en la planta. La empresa usa los tiempos de ciclo para ajustar los recursos que necesita con el fin de producir una

cantidad precisa. Ajusta la velocidad del equipo o de la línea de producción de modo que cada día sólo se produzca la cantidad necesaria. "Una línea de producción no debe operar más rápido que su proceso más lento".

3.5 OTRAS HERRAMIENTAS

3.5.1 Diagrama de Pareto

Es una técnica de resolución de problemas, en la cual las causas del problema se clasifican según su influencia. El método de Pareto debe ser utilizado cuando se necesite:

- Determinar un punto de arranque para resolver un problema.
- Monitorear la efectividad de mejoras en un proceso.
- Establecer prioridades en la causas de un problema.

Los problemas o elementos que tienen más relevancia se pueden visualizar mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos. Estos son aquellos que se encuentran del lado izquierdo de la gráfica.

El diagrama de Pareto se utiliza para concentrar los esfuerzos en las actividades más importantes. Destinar los esfuerzos en los procesos productivos más importantes de la empresa, asegura un mejor aprovechamiento del tiempo y proporciona una enorme oportunidad para encontrar grandes posibilidades de mejoras.

3.5.2 Matriz de Evaluación de Proyectos

Es una herramienta creada en la empresa y aprobada por el grupo de consultores de Oliver Wight en el momento de certificación de SWS Caracas como MRPII clase A, que se utiliza para seleccionar los proyectos que se llevarán a cabo. Para poder

desarrollar un proyecto se necesita tomar en cuenta innumerables elementos que le indiquen a la organización que la inversión en recursos, tiempo y /o materiales llevará a la obtención de beneficios reales y cuantificables.

Esta matriz se utiliza para evaluar la implementación de un proyecto basándose en la obtención de un resultado que proporcione la mejor combinación de los elementos. Estos elementos son:

1) La Influencia: Es el nivel de impacto que tiene el proyecto respecto al ojetivo del mismo.
2) La Implementación: Se refiere al grado de dificultad que necesita el proyecto para ser aplicado.
3) Los Beneficios: Tiene que ver con los aportes que proporcione el logro del objetivo del proyecto

				3 - Alta	3 - Muy fácil	3 - Alta	
Objetivo del proyecto				2 - Media	2 - Fácil	2 - Media	
				1 - Baja	1 - Difícil	1 - Baja	
Proyecto	**Resp.**	**Inicio**	**Duración (meses)**	**Influencia**	**Implementación**	**Beneficio**	**Resultados**
Aumentar la disponibilidad de la máquina							
Mejora del Proceso de etiquetado mediante el uso de SMED	IG	Nov-05	1,5	3	2	3	18
Nombre del proyecto							Value >= 18
							12<=Value<18
							Value<12

Tabla 6. Ejemplo de la Matriz para Evaluación de Proyectos propuesta por Oliver Wight. Fuente: SWS Caracas.

La aplicación de esta herramienta la lleva a cabo un grupo de personas que analizan y discuten cada uno de los proyectos y le colocan en consenso una ponderación.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE GRADO

En este Capítulo 4 se describe la metodología desarrollada en el proyecto para encontrar oportunidades de mejora en los procesos de ensamblaje y empaque de la planta SWS Caracas.

4.1 Metodología de la Manufactura Esbelta

Para implementar cualquier iniciativa de la Manufactura Esbelta, se puede comenzar indistintamente por cualquiera de los siguientes puntos:

1) Realizar el Mapa de Cadena de Valor para identificar operaciones que presenten cuellos de botella. La elaboración del mapa de cadena de valor, sirve de guía para la posterior utilización de las herramientas de la Manufactura Esbelta.
2) Evaluar las líneas de producción utilizando entrevistas, mapas de procesos, procesando información y tomando observaciones, para identificar posibles áreas de implementación de herramientas.
3) Entrenar al personal: Después de entrenar masivamente al personal, la implementación debe iniciarse inmediatamente.
4) Implementar las herramientas bases de la Manufactura Esbelta: Estos son la implementación de las 5S's, la creación de controles visuales, rediseñar el layout de la planta en función del flujo continuo, estandarizar el trabajo y aplicar los conceptos de manufactura de punto de uso. Luego, se podrán aplicar otras técnicas o herramientas más complejas en base a las actividades realizadas.
5) Realizar una prueba piloto: Se escoge una operación que presente un cuello de botella y se coordina un evento kaizen para obtener propuestas de mejora y llevar a cabo un plan de acción. Luego se utilizan las lecciones aprendidas y se aplican en otras áreas.

4.2 Metodología del Trabajo Especial de Grado

Las iniciativas de implementación de Manufactura Esbelta utilizadas en este trabajo comenzaron con el entrenamiento del personal y la elaboración de Mapas de Cadena de Valor para identificar oportunidades de mejora.

A continuación se presenta un esquema que indica la metodología aplicada en el proyecto especial de grado, que va desde la selección del área de estudio, hasta el desarrollo y resultados de los eventos Kaizen.

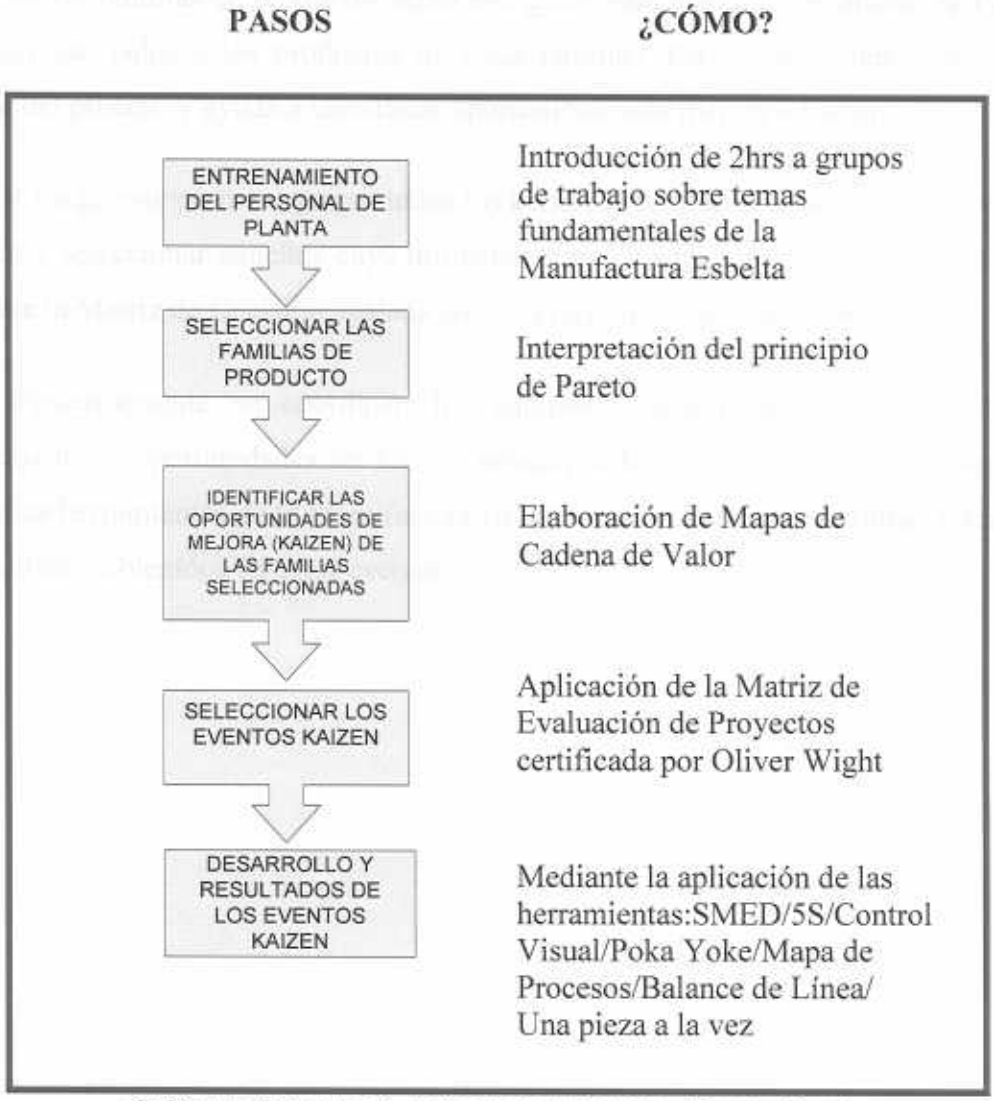


Gráfico 2. Metodología Aplicada en el Proyecto. Fuente: Propia

De acuerdo al objetivo del proyecto de **mejorar** los procesos de empaque y ensamblaje mediante la aplicación de algunas herramientas de Manufactura Esbelta, se comenzó con el entrenamiento de todo el personal de planta para formar a los trabajadores en los conceptos básicos de la Manufactura Esbelta y comenzar con la implantación y desarrollo de los mismos.

Posteriormente se seleccionó el área de estudio. Esta selección se basó en el análisis de la demanda de las familias de productos fabricadas en la planta mediante la elaboración de un Diagrama de Pareto. Los resultados del Diagrama de Pareto indican cuáles de las familias de productos serán escogidas para elaborar los Mapas de Cadena de Valor asociados a los productos de estas familias. Esto permite tener una visión general del proceso y ayuda a identificar oportunidades de mejora o kaizen.

El siguiente paso es agrupar todos los kaizen encontrados en los mapas de cadena de valor y seleccionar aquellos cuya influencia, implementación y beneficio sea mayor, mediante la Matriz de Decisión avalada por los consultores de Oliver Wight.

Posteriormente se coordinan los equipos y planifican los eventos kaizen asociados a las oportunidades de mejora seleccionadas para crear planes de acción y aplicar las herramientas de la Manufactura Esbelta. Finalmente se desarrollan y analizan los resultados obtenidos en estos eventos.

CAPITULO 5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE GRADO

En este Capítulo 5 se explicará brevemente la forma en la que fue aplicada la metodología del T.E.G, para la selección de los Eventos Kaizen que serán desarrollados y analizados en el Capítulo 6.

5.1 Entrenamiento del Personal de la Planta

El entrenamiento del personal de planta comenzó con una dinámica en la cual las personas presentes comentaban los pasos que hacen normalmente para ir al trabajo. El objetivo planteado era "Llegar a la planta". El facilitador enlistó en la pizarra las actividades que mencionaron los participantes y se clasificaron de acuerdo a si le agregan valor al objetivo, no le agregan valor o no le agregan valor pero no son necesarias. Esto permitió aplicar estos conceptos de la Manufactura Esbelta, en actividades cotidianas para introducir a la audiencia en el tema.

Luego se hizo un recorrido por el concepto, los objetivos, los principios y reglas de la filosofía de Manufactura Esbelta.

Para culminar se hizo una dinámica que consistió en simular el proceso de ensamblaje de una pieza. Con ello se logró que las personas visualizarán rápidamente la aplicación de los conceptos tales como el flujo de una pieza a la vez, la organización del material cercano a los puestos de trabajo, la importancia de tener un flujo en línea, entre otros.

El entrenamiento permitió además la participación libre de toda la audiencia. Con ello se logró recopilar información importante y sugerencias, que sirvieron para la posterior selección de los proyectos y actividades realizadas en la planta.

5.2 Aplicación del Principio de Pareto

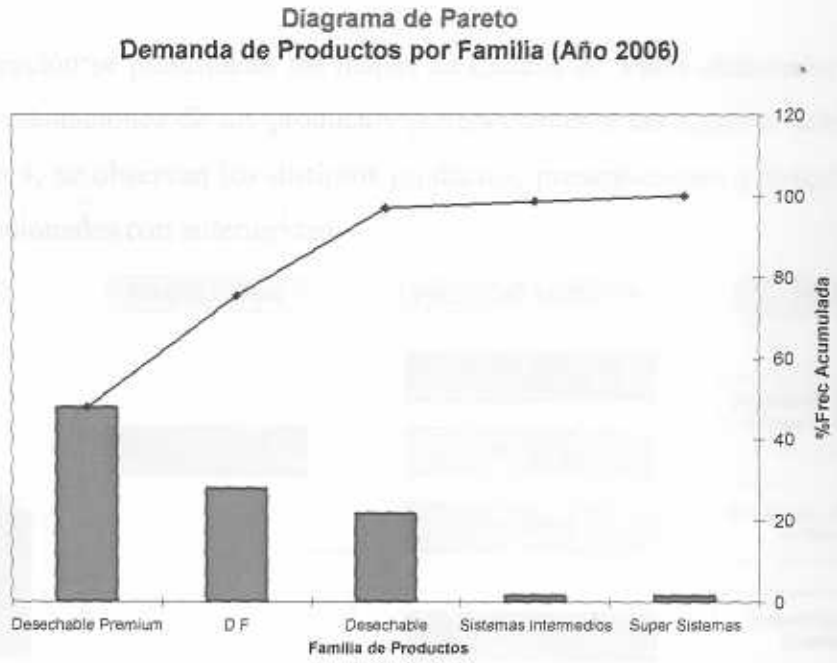


Gráfico3. Diagrama de Pareto de la Demanda de Productos por Familia. Fuente:Propia

Para seleccionar el área de estudio se recolectó información sobre la demanda anual de productos por familia. Estos datos se ordenaron y se presentaron en un Diagrama de Pareto para su posterior análisis y clasificación.

Por el Diagrama de Pareto se visualiza que el 75,33% de las demandas de producto son originadas por la Familia Desechable Premium y la de Doble Filo. De esta manera se dirigen las acciones hacia estas dos familias para proponer propuestas de mejora.

5.3 Elaboración de los Mapas de Cadena de Valor

En esta sección se presentarán los mapas de Cadena de Valor elaborados para cada una de las presentaciones de los productos pertenecientes a las familias seleccionadas. En el Gráfico 4, se observan los distintos productos, presentaciones y máquinas de las familias seleccionadas con anterioridad.

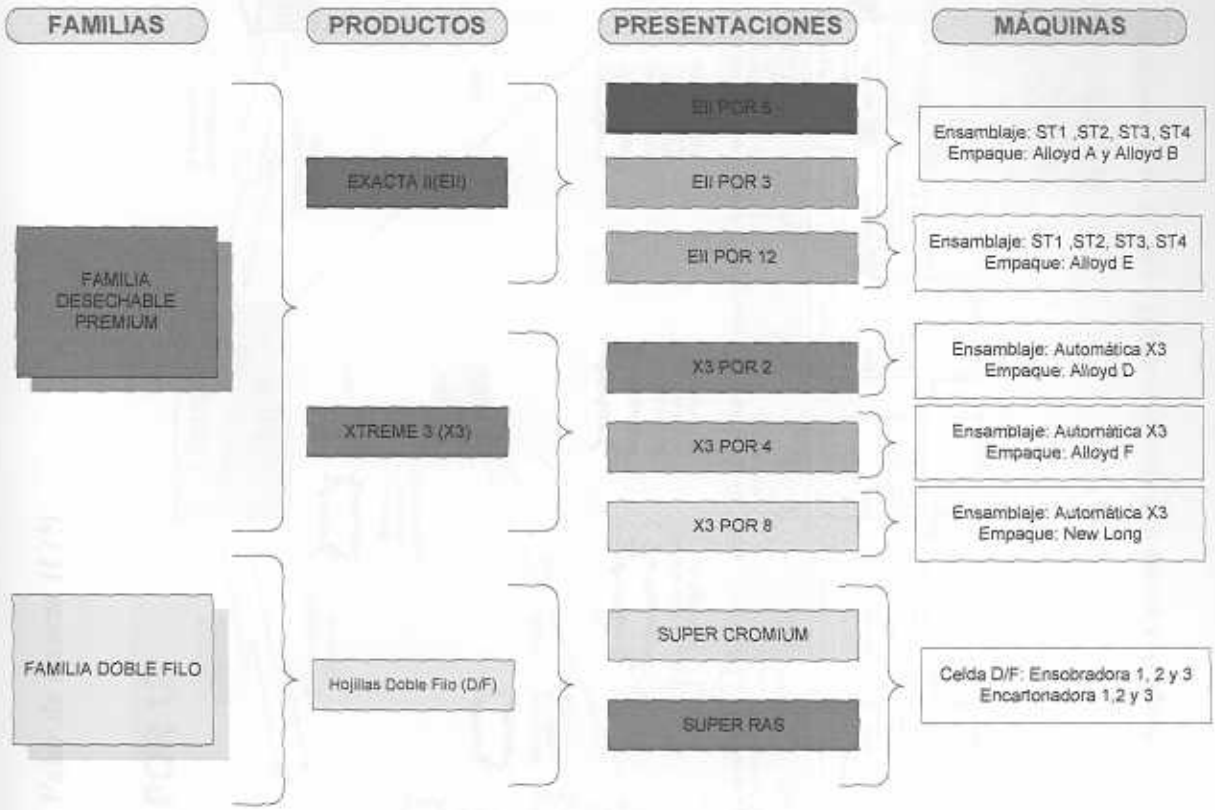


Gráfico 4. Productos, Presentaciones y Máquinas de las Familias Desechable Premium y Doble Filo.

A continuación se muestran los Mapas de Cadena de Valor (MCV) de todas las presentaciones correspondientes a los productos ExactaII (EII), Xtreme3 (X3) y Hojillas Doble Filo (D/F) que conforman este T.E.G.

5.3.1 *Mapas de Cadena de Valor de Exacta II (*)*

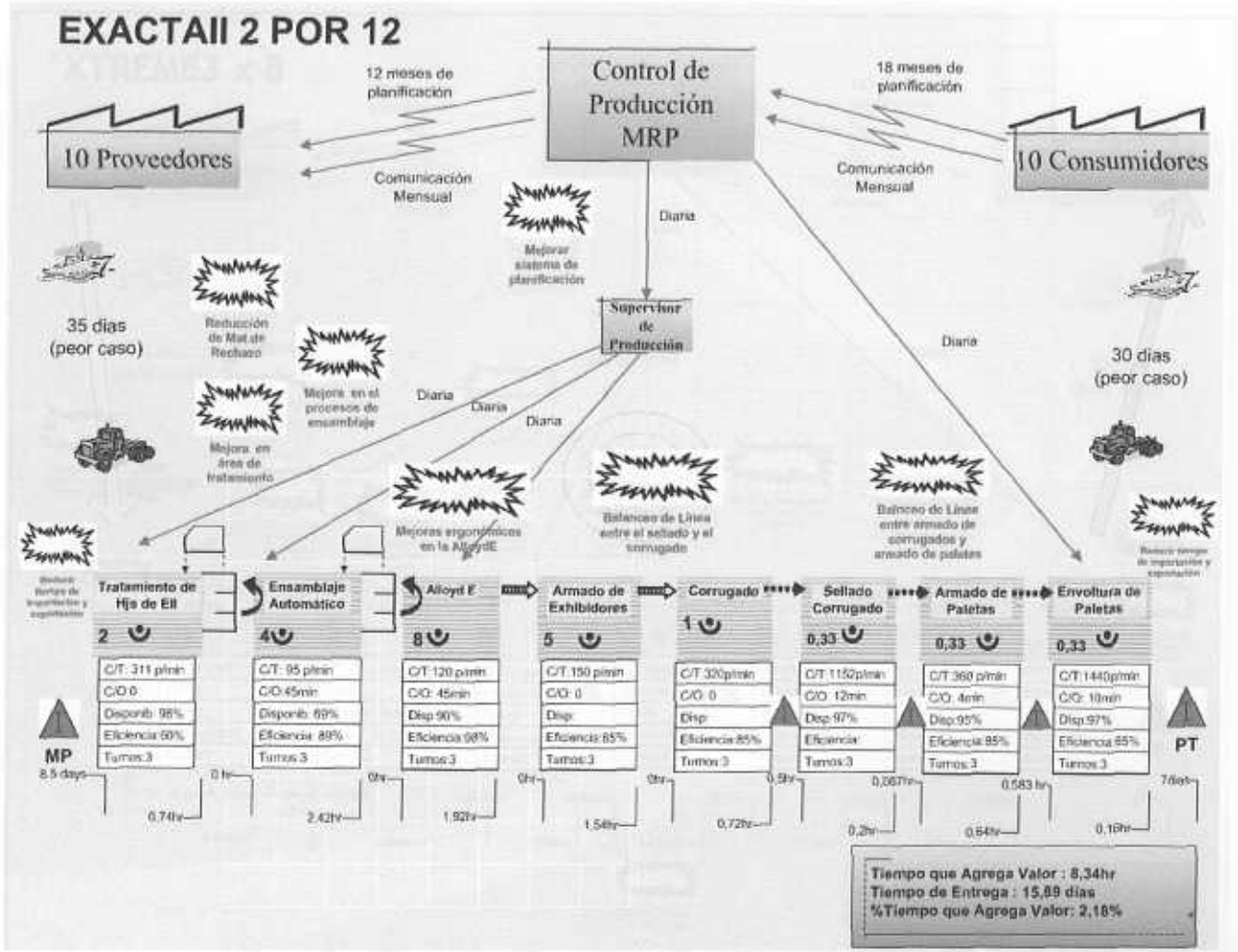


Gráfico 5. Mapa de Cadena de Valor de ExactaII 2 por 12 en la Alloyd E.

*VER ANEXO 1 Y 2: MAPAS DE CADENA DE VALOR DE EII POR 3 EN "ALLOYD A" Y "B"

5.3.2 *Mapas de Cadena de Valor de Xtreme 3*

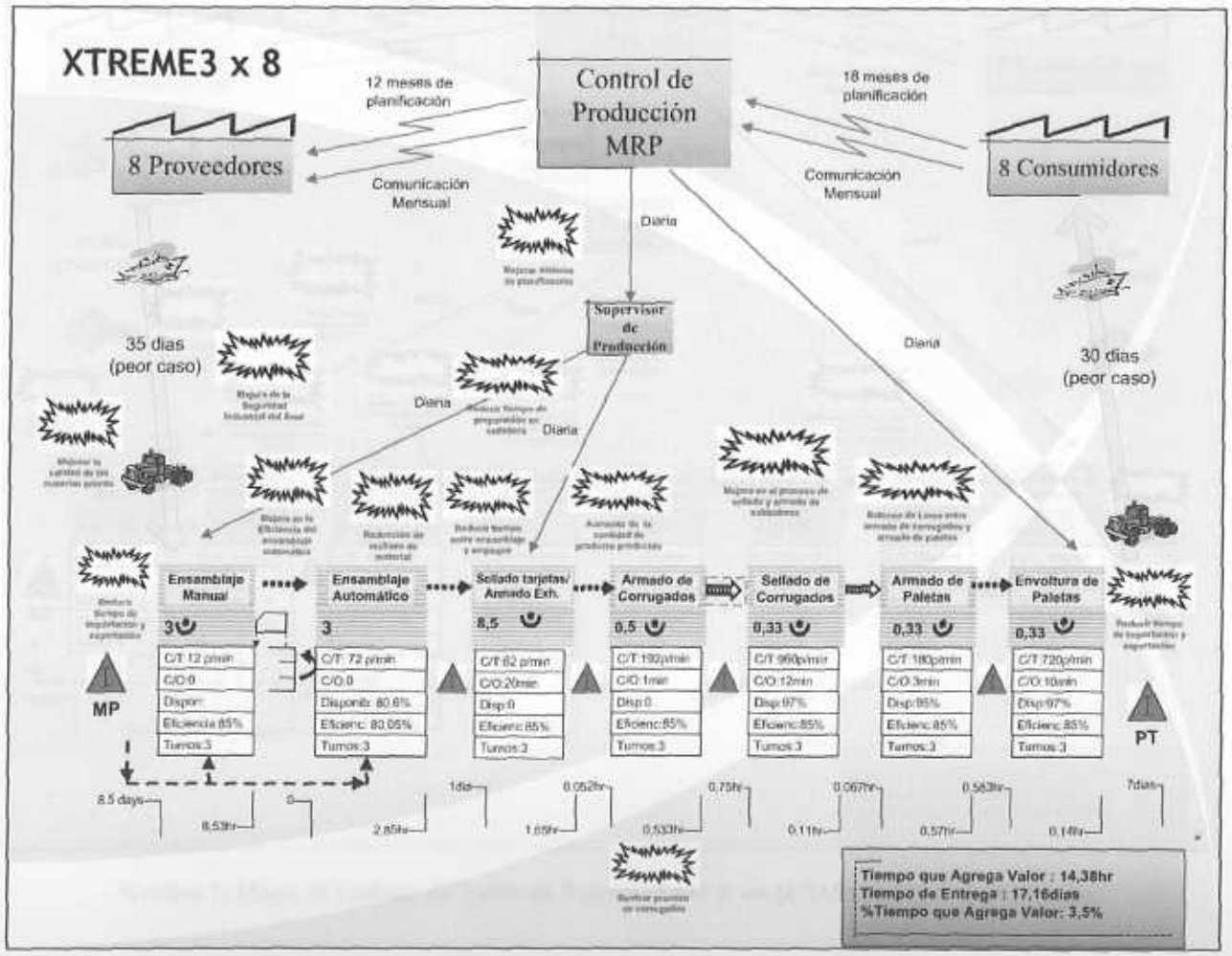


Gráfico 6. Mapa de Cadena de Valor de Extreme3 por 8 en la "NewLong". Fuente: Propia

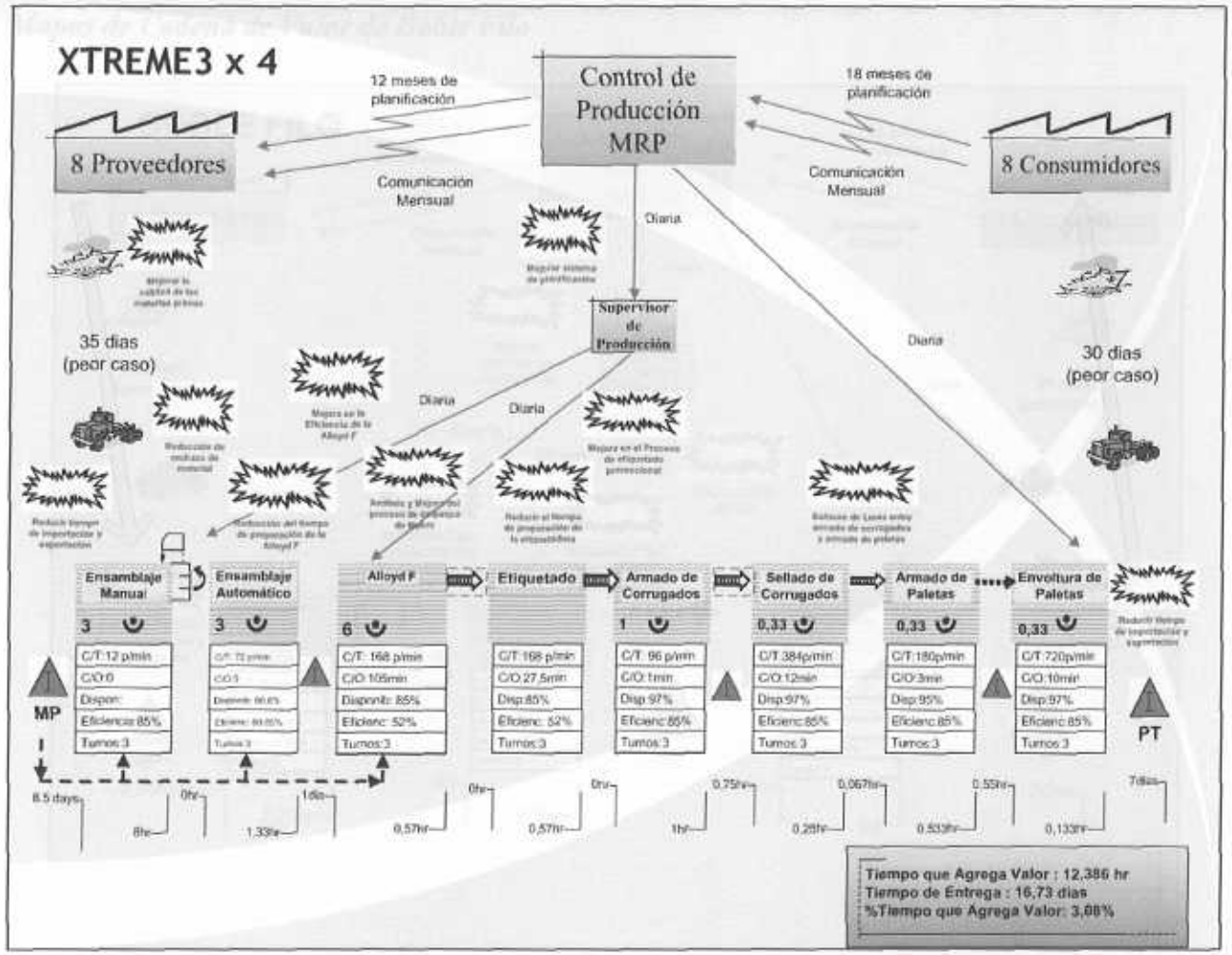


Gráfico 7. Mapa de Cadena de Valor de Extreme3 por 4 en la "Alloyd F". Fuente: Propia

5.3.3 *Mapas de Cadena de Valor de Doble Filo*

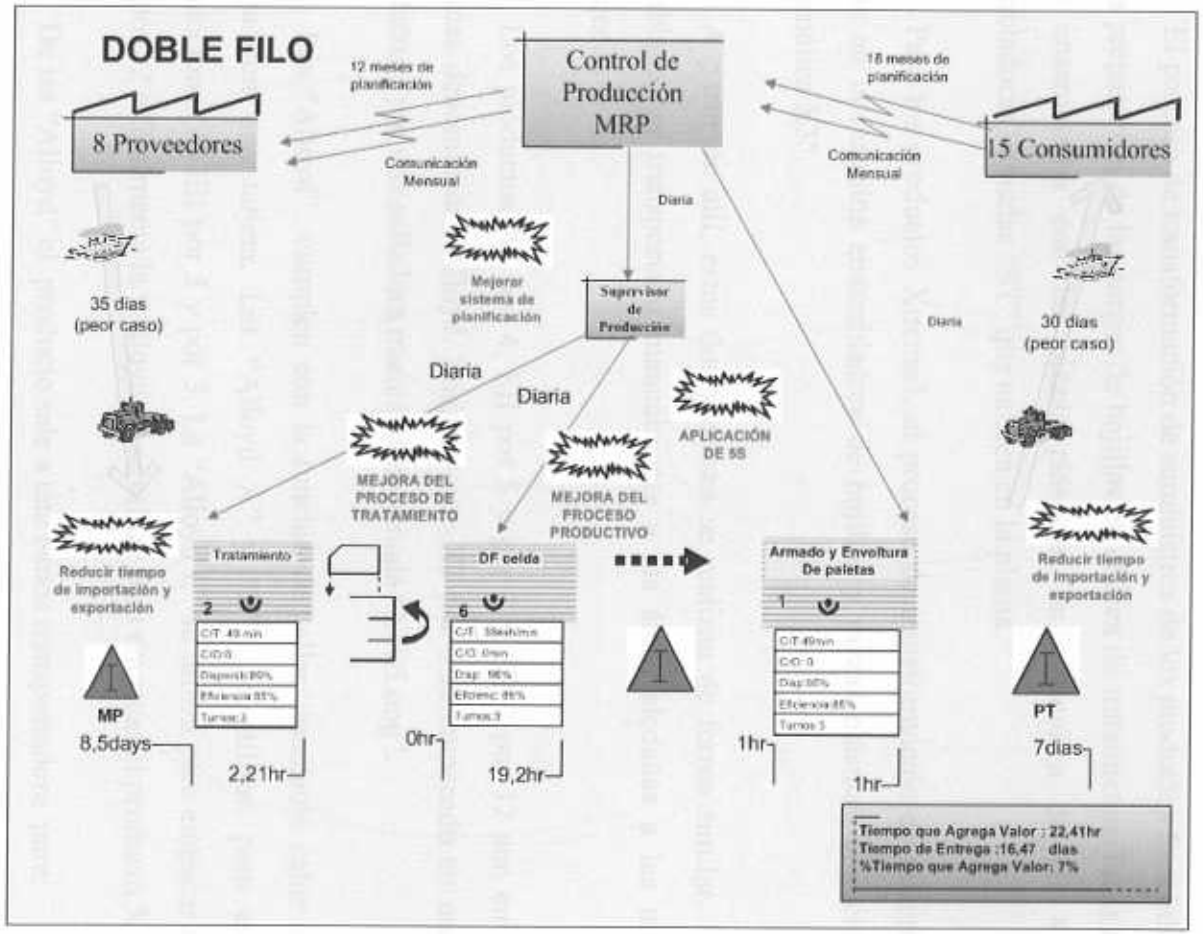


Gráfico 8. Mapa de Cadena de Valor en el área de D/F. Fuente: Propia

** Los datos fueron calculados en relación a la presentación " Súper Cromium" (3 hojillas por "tuck")

El proceso de transformación de los suministros a productos terminados por familia de productos se describe brevemente a continuación.

Transformación de suministros de la Familia Desechable Premium

El proceso de transformación de suministros de los productos ExactaII, comienza con la preparación de las cargas de hojillas en el área de tratamiento. Estas hojillas son luego ensambladas con las piezas plásticas, en cualquiera de las 4 máquinas ensambladoras llamadas "ST" que existen en la planta.

Para los productos Xtreme3, el proceso de transformación de materia prima se origina en la máquina ensambladora de hojillas y piezas plásticas conocida como la "Automática X3".

A partir de allí, estos dos procesos se realizan de forma similar. El producto ensamblado, es transportado manualmente a las áreas aledañas a las máquinas de empaque.

Los productos X3 por 4, EII por 5 y por 3 y EII 2 por 12 son empacados en máquinas denominadas Alloyd. Mientras que X3 por 8 es empacado en una célula de manufactura por una selladora manual denominada "NewLong".

Las "Alloyd" cumplen con la función de sellar mediante calor un blister o burbuja con una tarjeta. Las "Alloyd A" y "B" se utilizan para empacar las presentaciones de EII por 5 y por 3. La "Alloyd E" se utiliza para empacar el producto EII 2 por 12 y finalmente la "Alloyd F" se utiliza para empacar el producto X3 por 4.

De las "Alloyd" el producto sale a una banda transportadora para:

1. Ser etiquetado automáticamente por una etiquetadora en el caso de las "Alloyd F", "A" y "B", ó
2. Para ser colocado en exhibidores en el caso de la "Alloyd E".

Finalmente el producto el producto empacado es colocado manualmente en una caja de cartón, que luego es sellada por una selladora manual y enviada automáticamente al área de paletizado, envoltura de paletas y despacho de producto terminado.

Transformación de suministros de la Familia Doble Filo:

En el proceso de producción "Doble Filo" no hay actividades de ensamblaje.

Las hojillas Doble Filo provenientes de SWS Alemania son reinspeccionadas en el área de tratamiento y colocadas en bandejas. Estas hojillas alimentan una máquina que coloca 3 o 5 unidades dentro de un sobre según la presentación (si es Súper Cromium o Súper Ras). Los sobres son colocados manualmente por una operadora en una máquina encartonadora de "tucks". Los "tucks" son pequeñas cajitas de cartón que identifican el producto. Estos "tucks" caen a una banda transportadora donde las operarias arman con ellos el exhibidor.

La celda de Doble Filo está formada por una ensobradora, una encartonadora y el proceso de armado de exhibidores. Existen tres de ellas en el área.

Finalmente, se arma el corrugado, se sella y se envía automáticamente a la zona de paletizado, envoltura de paletas y despacho a almacén.

5.4 Selección de los Eventos Kaizen

A continuación se enumeran los eventos kaizen identificados en los Mapas de Cadena de Valor.

5.4.1 Identificación de los Eventos Kaizen

Se identificaron 27 kaizen. Estos son:

1) Balanceo de línea entre el sellado y el corrugado.
2) Balanceo de Línea entre armado de corrugados y armado de paletas.
3) Contabilización real del material de Rechazo.
4) Reducción de tiempos de importación y exportación de materias primas.
5) Reducción de tiempos de importación y exportación de productos terminados.
6) Mejora del sistema de planificación de producción.
7) Mejora de la calidad de Materias primas (piezas plásticas)
8) Mejora en el mantenimiento total productivo de equipos en planta.
9) Mejora del proceso productivo de Doble Filo.
10) Mejora en el área de tratamiento de hojillas.
11) Aplicación de 5S en Doble Filo.
12) Mejora en la eficiencia de la Alloyd.
13) Mejora en el proceso de ensamblaje de ST.
14) Revisar el proceso de llenado de corrugados de X3 por 8
15) Reducir el tiempo entre el ensamblaje y el empaque de X3 por 8
16) Mejora de la seguridad industrial del área de automática X3.
17) Mejora en el proceso de ensamblaje de la automática X3.
18) Mejora del tiempo de preparación de la selladora New Long.
19) Mejora en el proceso de preparación de la etiquetadora de la Alloyd A,B y F.
20) Mejora en el proceso de sellado y armado de exhibidores en X3 por 8.
21) Mejora del proceso de etiquetado promocional para Xtreme 3 por 4.
22) Análisis y mejora del proceso de empaque para Xtreme 3 x 4 Makro.
23) Mejorar el tiempo de preparación de la Alloyd F.
24) Mejora de la eficiencia de la Alloyd F.
25) Aumento en la cantidad de producto producido para el proceso de Xtreme 3 x 8.
26) Análisis y mejora del proceso de empaque de Exacta II 2 por 12.
27) Mejora en las condiciones ergonómicas de la Alloyd E.

5.4.2 Aplicación de la Matriz de Evaluación de Proyectos

Los 27 kaizen identificados en la sección anterior fueron jerarquizados siguiendo la matriz de decisión ya descrita. La tabla 7 muestra los resultados de esta jerarquización.

				3 - Alta 2 - Media 1 - Baja	3 - Muy fácil 2 - Fácil 1 - Difícil	3 - Alta 2 - Media 1 - Baja	
Proyecto	**Resp.**	**Inicio**	**Duración (meses)**	**Influencia**	**Implementación**	**Beneficio**	**Resultados**
Aumentar la disponibilidad de la máquina							
1)Mejora en el proceso de preparación de etiquetadoras de la Alloyd A,B y F	IG	Nov-05	1,5	3	2	3	18
Disminuir el número de faltantes de producto							
2)Revisar el proceso de llenado de corrugados de X3 por 8	GC	Nov-05	1	3	2	3	18
Reducir el número de personas trabajando en el área							
3)Aumento en la cantidad de producto producido para el proceso de Xtreme 3 x 8.	IG/GC	Feb-06	En proceso	3	3	3	27
Reducir el número de personas trabajando en el área							
4)Análisis y mejora del proceso de empaque de Xtreme 3 x 4 Makro.	GC	Nov-05	2	3	2	3	18
Reducir el número de personas trabajando en el área							
5)Mejora del proceso de etiquetado promocional para Xtreme 3 por 4.	GC	Dic-05	1	3	2	3	18
Organizar el lugar de trabajo							
6)Aplicación de 5S en Doble Filo.	IG	Feb-06	2	3	3	2	18
Aumentar la productividad de las operarias							
7)Mejora en las condiciones ergonómicas de la Alloyd E.	IG/EV	Ab-06	En proceso	3	2	3	18

Tabla 7. Resultados de la aplicación de la Matriz de decisión mostrando los 7 "Eventos Kaizen" que conforman este estudio.

CAPITULO 6. DESARROLLO Y RESULTADOS DE LOS EVENTOS KAIZEN

En este capítulo se describe en detalle las actividades y los resultados de cada "Evento Kaizen" enumerado en la tabla 7.

6.1 Mejora en el proceso de preparación de las etiquetadoras

Análisis de la situación actual

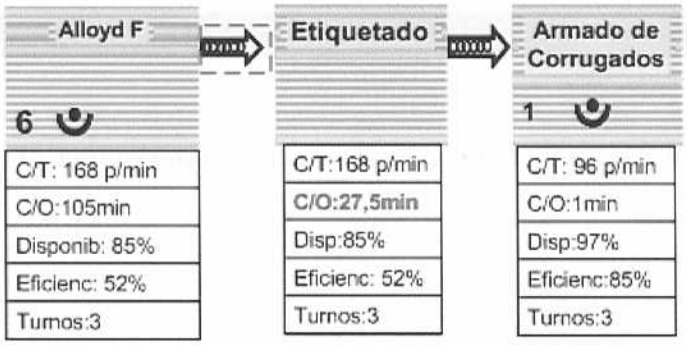
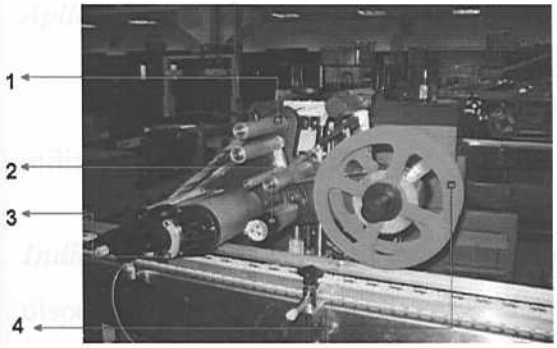


Gráfico 9. Detalle del Mapa de Cadena de Valor de Proceso de "X3 por 4"

Existen en la planta tres etiquetadoras correspondientes a los procesos de producción de la máquina "Alloyd A", "B" y "F". Una operaria se encarga de pasar el producto empacado de la "Alloyd" y colocarlo en una banda transportadora, donde el producto es etiquetado automáticamente. La etiquetadora se muestra a continuación.



1. **Rodillos de transmisión**
2. **Rebobinador de la cinta de silicona**
3. **Rodillos de arrastre**
4. **Casquillo de bloqueo**
5. **Soporte de bobinas (Diámetro máx. 280mm)**

Figura 11. Descripción de la etiquetadora

Los pasos para realizar la preparación de la etiquetadora son los siguientes:

Figura 12. Esquema de preparación de la etiquetadora de la "Alloyd F".

Uno de los problemas que presenta el proceso de etiquetado es que el tiempo para el cambio de rollo y ajuste de las etiquetas, es 27,5min. Este tiempo genera una pérdida de producción de 4620 Hojillas en el caso particular de la "Alloyd F".

Considerando los casos de la "Alloyd A" el tiempo de preparación de la etiquetadora es de 37,27min y para la "Alloyd B" de 21,5min. Para un total adicional de de 6347 Hojillas perdidas en ese tiempo.

Aplicación de Herramientas:

Con el objetivo de reducir el tiempo de preparación de las etiquetadoras, se utilizó la técnica de SMED.

Indicadores de Mejora: El indicador que se utilizará para medir la mejora será el % de disponibilidad de la máquina.

El % de Disponibilidad actual es de 85% para la "Alloyd F" y "B" y 77% para la Alloyd "A"

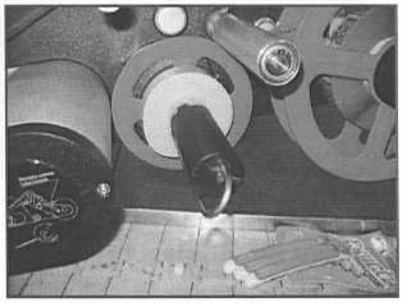
$$\%\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo real de operación x 100\%}}{\text{Tiempo nominal de operación}}$$

Propuestas de Mejora

Con la finalidad de reducir el tiempo de preparación de las etiquetadoras, se concentran los esfuerzos en disminuir los tiempos de cambio de rollo y ajuste de máquina.

Se observó que las operadoras consumían la mayor parte del tiempo del cambio de rollo, desenrollando manualmente el rollo de cinta de silicón del rebobinador. Para evitar esto, se propuso utilizar un mandril de expansión sugerido por el proveedor.

Rebobinador Actual



Rebobinador Propuesto

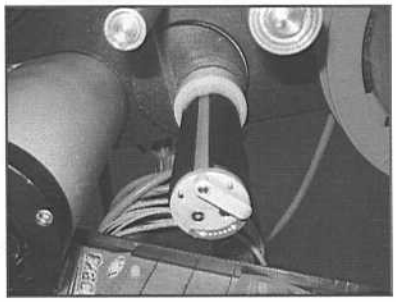


Figura 13. Comparación entre los rebobinadores de la etiquetadota.

Posterior a la obtención de los mandriles, la empresa elaboró una herramienta de uso práctico para abrir y cerrar del nuevo dispositivo sin la necesidad de aplicar mucha fuerza.

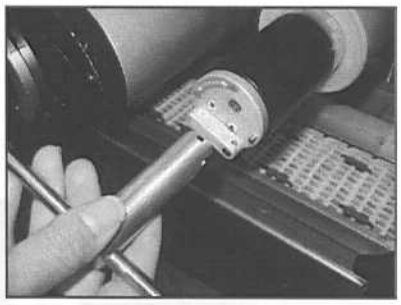
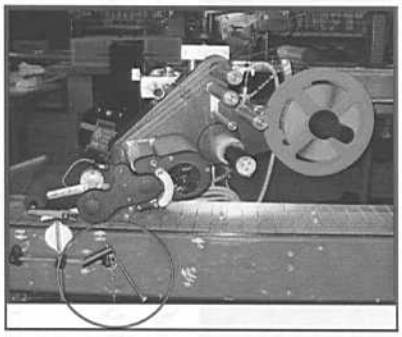


Figura 14. Herramienta diseñada

Basados en los conceptos de "manufactura de punto de uso" se fijó la herramienta mediante una cadena en el lugar del trabajo. Además se elaboraron unos estantes portabobinas para colocar los rollos de etiquetas debajo de las máquinas y así evitar el tiempo perdido por causa del traslado de las operadoras en busca de los mismos.



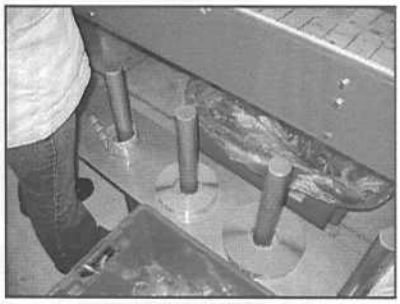


Figura 15. Ejemplos prácticos de Manufactura de punto de uso.

Se elaboraron además controles visuales para cada etiquetadora, con la finalidad de estandarizar la operación de cambio de rollo e indicar el uso correcto de las herramientas.

Figura 16. Control Visual del Cambio de rollo en las etiquetadoras.

Se elaboró además un control visual para estandarizar los parámetros de ajuste de la etiquetadora con la finalidad de reducir el tiempo de prueba y ajuste de la etiquetadora.

Para disminuir la frecuencia de cambio de rollo, se contactaron a los proveedores para aumentar el número de etiquetas por rollo en las presentaciones de EII de 10000 a 20000 etiquetas por rollo. Su desempeño durante el proceso fue evaluado mediante una prueba piloto.

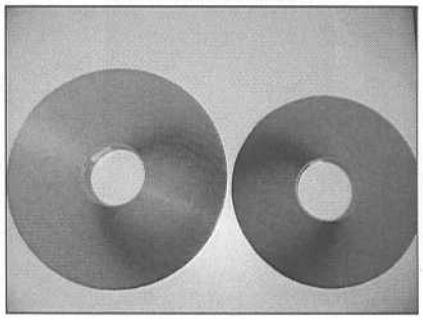


Figura 17. Aumento del diámetro del rollo

Resultados y Análisis

Las siguientes tablas muestran el tiempo promedio de preparación de cada una de las etiquetadotas antes y después de la aplicación de la mejora.

Equipo	Producto	Tiempo de Preparación antes(min)	Tiempo de Preparación despúes(min)
Alloyd F	X3 x 4	27,5	↓ 15,26'
Alloyd A	EII x 3/EII x 5	37,27	↓ 11,73'
Alloyd B	EII x 3/EII x 5	21,5	↓ 13,48'

Tabla 8. Tiempos de preparación de etiquetadoras por equipos, antes y después de la mejora.

Equipo	Producto	N°Etiquetas/ rollo	Frecuencia de Cambio de rollo	N°Etiquetas/ rollo	Frecuencia de Cambio de rollo
Alloyd F	X3 x 4	2500	8 veces	2500	8 veces
Alloyd A	EII x 3/EII x 5	10000	2 veces	2000	1 vez
Alloyd B	EII x 3/EII x 5	10000	2 veces	10000	1 vez

Tabla 9. Características del rollo y la frecuencia de cambio por equipo antes y despúes.

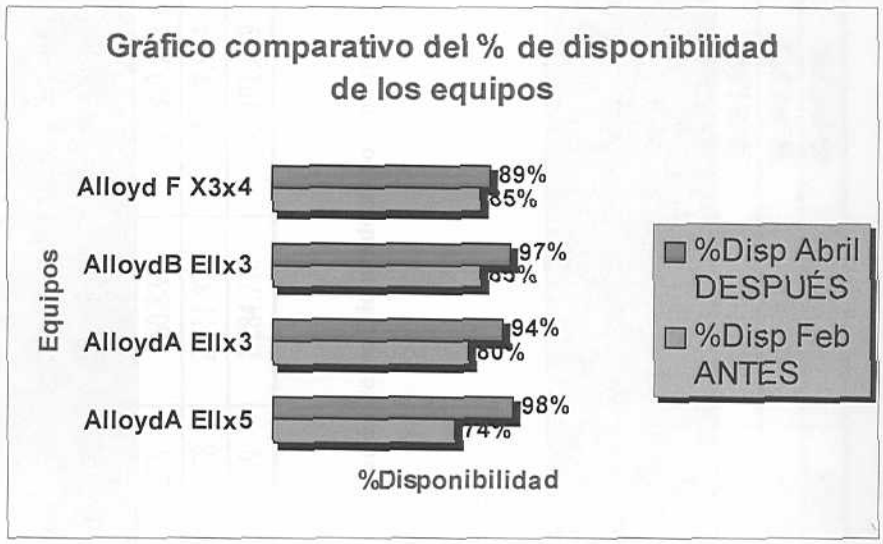


Gráfico 10. Comparación entre el % de Disp. De los equipos entre los meses de Febrero y Abril.

Finalmente, se observa mediante el gráfico 10, que los cambios en los tiempos de preparación de la etiquetadora mostrados en la tabla 6, influyeron positivamente en el aumento del porcentaje de disponibilidad de los equipos.

La prueba piloto que se hizo con el cambio de rollo en los equipos de la "Alloyd A" y "B" permite balancear la línea y crear flujo continuo ya que se evita tener que parar la máquina a mitad de turno para realizar algún cambio. Queda como próximo paso realizar una prueba piloto con un rollo de etiquetas de 5000 unidades para el caso de la Alloyd F (por limitaciones de diámetro del portabobinas) y además considerar la posibilidad de adquirir una nueva etiquetadora, para evitar la cantidad de paradas por objeto de cambio del material.

Análisis Financiero

Reducir los tiempos de parada de preparación y paradas de máquinas permite obtener un costo de oportunidad. En este caso, el costo de oportunidad puede traducirse en la cantidad de producción ganada en el tiempo actual de preparación de las etiquetadoras.

Equipo	Volumen 06	Turnos Requeridos de empaque	Frecuencia de cambio de rollo por turno	Tiempo Anterior setup (min)	Tiempo Actual setup (Min)	Variación (Min)	Tiempo Total Ganado (Min)	Oportunidad de Producción (Hjs)	Costo de Oportunidad anual (Bs)
Alloyd B	21.485.650	384	2	22	13	-8	-6.275	780.834	**27.329.263**
Alloyd A	17.697.740	211	2	37	12	-26	-10.778	2.011.870	**68.097.944**
Alloyd F	5.893.680	82	8	28	15	-12	-8.029	1.284.710	**98.191.839**

Tabla10. Cálculo de los Costos de oportunidad anual adquiridos mediante la mejora del proceso de preparación de las etiquetadotas por equipo

Costo de Oportunidad por concepto de disminución en la frecuencia del cambio de rollo

Producto	Volumen 06	Turnos Requeridos de empaque	cambio de rollo ganados por turno	Tiempo Anterior setup (min)	Tiempo Actual setup (Min)	Variación (Min)	Tiempo Total Ganado (Min)	Oportunidad de Producción (Hjs)	Costo de Oportunidad anual (Bs)
EII x 3 y x 5	21.485.650	384	1	22	13	-8	-3.137	390.417	**13.664.632**
EII x3 y x 5	17.697.740	211	1	37	12	-26	-5.389	1.005.935	**34.048.972**
X3 x 4	5.893.680	82	4	28	15	-12	-4.015	642.355	**49.095.919**

Tabla11. Cálculo del Costo de oportunidad anual adquirido de la disminución de frecuencia de cambio de rollos por equipos.

6.2 Revisar el proceso de llenado de corrugados(cajas de cartón) para X3 por 8

Análisis de la situación actual

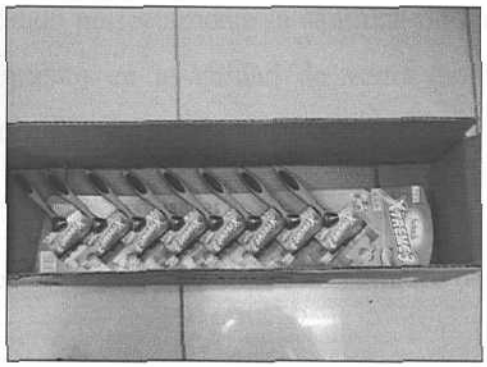


Figura 18. Corrugados utilizados para la presentación de "EII y X3"

Los clientes reciben los productos de X3 por 8 en cajas de cartón corrugado con 6 exhibidores.

Con frecuencia las operarias colocan más de los 6 exhibidores que deben ir en la caja de cartón corrugado. La empresa tiene pérdidas cada vez que se colocan más unidades de las que deben ir en el corrugado.

Aplicación de Herramientas: Con el objetivo de impedir que el trabajador coloque más de 6 exhibidores en una caja, se utilizó la herramienta del POKA YOKE.

Propuestas de Mejora:

En vista de que los lineamientos del área comercial exigían desde la primera vez que se elaboró el producto una unidad de venta de 6 exhibidores por caja de cartón corrugado, se conversó con el departamento de Mercadeo Regional para evaluar la posibilidad de aumentar a 8 unidades de venta por caja de cartón. Los ocho exhibidores

de "X3 por 8" se ajustan perfectamente a la capacidad de la caja de cartón corrugado. El cambio en la unidad comercial fue aprobado.

Resultados:

El dispositivo POKA YOKE consistió en aumentar el número de unidades por corrugado de 6 a 8, ajustando perfectamente la cantidad de unidades a la capacidad del corrugado. Gracias al aumento en la unidad de venta, cometer un error colocando unidades de más dentro del corrugado es imposible.

Análisis Financiero

El cambio en la unidad de venta, mostró ahorros adicionales descritos en la siguiente tabla.

Volumen OP'06	10.812,37				Cambio		
					2150		
	6 Exhibidores	**8 Exhibidores**	**Variación**	**Costo (Bs)**	**Ahorro (USD)**	**Ahorro(BS)**	**Concepto**
Total corrugados	226000	169000	-57000	721,17	-19119,42	-41106747,00	Materiales
Total paletas export	2621	1966	-655	82500,00	-25133,72	-54037500,00	Flete
Total paletas	2888	2166	-722	17847,02	-5993,28	-12885551,24	Wrapping
Total etq cód barra	452000	338000	-114000	20,90	-1108,19	-2382600,00	Materiales
					-51354,60	**-110412398,24**	

Costo promedio de flete + gastos de exportación por paleta. (Asumiendo 43 paletas por contenedor)

Precio actual del nuevo corrugado.

Este volumen no incluye Venezuela.

Costo actual del wrapping de una paleta de X3 x 8.

Precio actual etiqueta código de barra

Otros Beneficios:
Mejora de espacio de almacenamiento dentro del corrugado en un 25%.
Ahorro de flete en la cadena de distribución (Desde nuestras afiliadas hasta los consumidores).
Al corrugado no le caben más exhibidores lo que nos permitirá minimizar el riesgo de sobrante o faltante (Poka-Yoke).

Tabla 12 . Ahorro anual en Bs por concepto de cambio de unidad de venta para "X3 por 8"

6.3 Aumento en la cantidad de producto producido para el proceso de X3 por 8

Análisis de la situación actual

La célula de empaque "X3 por 8" funciona de la siguiente manera: Una operaria predobla las tarjetas de empaque, e introduce una afeitadora en las mismas para que otra las doble y coloque en una selladora llamada "NewLong" . Luego la afeitadora sellada es colocada en un exhibidor de 8 unidades. El proceso se muestra a continuación:

Predoblado de Tarjetas

Inserto de Afeitadoras en tarjetas

Sellado de Tarjetas

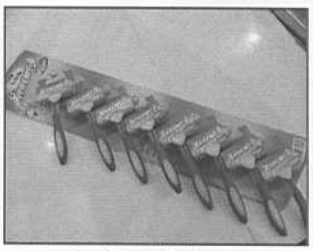

Armado de exhibidor

Figura 19: Célula de empaque de la presentación "X3 por 8"

Actividad	Velocidad
Predoblar e insertar afeitadoras	**30 unid/min**
Doblar tarjeta con afeitadora y pasarla por la selladora	**20 unid/min**

Tabla 13: Capacidad de la Actividad

Figura 20: Acumulación de producto por la diferencia en la Capacidad

Como se puede apreciar en la tabla 13 y la figura 20, el proceso de sellado de tarjetas es un cuello de botella que restringe el flujo continuo del producto de una operación a otra.

Aplicación de Herramientas: Con el objetivo de nivelar la rata de demanda del producto por la operación de sellado, con la rata de producto de la operación de predoblado de tarjetas e insertado de afeitadoras, se aplicaron los principios del Balanceo de línea.

Propuestas de Mejora

Se propuso aumentar el número de tarjetas por sellado y se realizaron las pruebas pertinentes para evaluar su desempeño.

Figura 21. Comparación entre tarjetas de sellado de "X3 por 8".

Resultados

Pruebas realizadas con diferentes tarjetas	Con 1 Tarjeta	Con 2 Tarjetas	Con 4 Tarjetas
Cantidad de Producto Terminado	62 piezas/min	77,5piezas/min	60 piezas/min
Porcentaje de Mejora	0%	25%	-3,20%

Tabla 14. Pruebas realizadas con diferentes tamaños de tarjetas en el proceso de empaque de "X3 por 8".

Figura 22. Predoblado de tarjetas, insertado y sellados de afeitadora con tarjetas dobles en el proceso de empaque de "X3 por 8".

De las pruebas realizadas en la planta, se obtuvo con la misma cantidad de personas un aumento de 25% en la cantidad de producto. Se esperaría obtener un aumento del

50% sin embargo, el predoblado de tarjetas requiere en este caso de más tiempo y el corte de las mismas al salir de la selladora también. Las pruebas realizadas con las 4 tarjetas no arrojaron ninguna mejora porque a las operadoras se les hacía inmanejable el predoblado y corte de las mismas.

La implementación de estas tarjetas no se ha llevado a cabo debido a que para finales de año se espera un cambio de presentación en las tarjetas del producto Xtreme3.

Se propone con este cambio reconfigurar la celda y utilizar sólo dos máquinas "NewLong". Esto contribuye a un ahorro de tres personas en la línea y permite tener una máquina disponible en caso de que alguna de las otras falle o para realizar pruebas de materiales en el departamento de calidad.

Análisis Financiero

Ahorro mediante el uso de dos Tarjetas
129.000.000Bs anual

Tabla. 15 Ahorro mediante el uso de las tarjetas dobles en el sellado de X3 por 8*
Fuente: Departamento de Ingeniería de SWS Caracas.

***Por motivos de "Confidencialidad", no serán presentados los detalles de este cálculo.**

6.4 Análisis y mejora del proceso de empaque para Xtreme 3 x 4 Makro.

Análisis de la situación actual

El cliente comercial "Makro" solicita que en la presentación de los productos X3 por 4, se coloque un inserto adicional con información específica del producto. Cada vez que se produce esta presentación, la línea funciona con dos operarias más, que se encargan de insertar manualmente las tarjetas dentro de las burbujas.

Figura 23: Tarjeta adicional de "X3por4 Makro"

Aplicación de Herramientas: Balanceo de Línea con el objeto de crear flujo continuo

Propuestas de Mejora

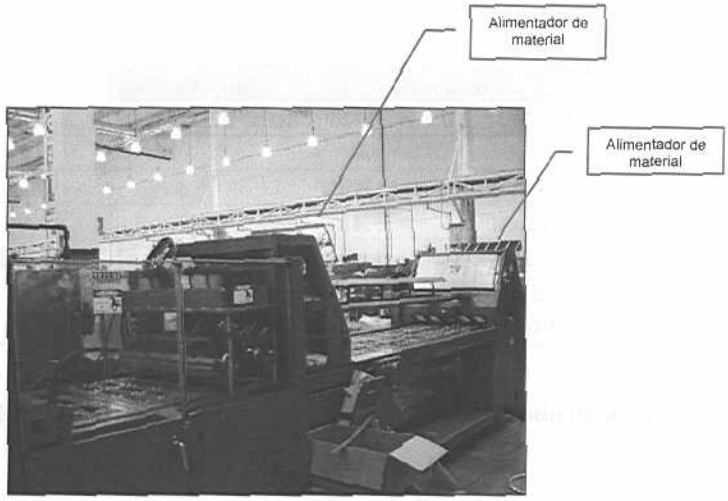


Figura 24: Detalle del diseño de doble alimentación de material de la "Alloyd F".

Aprovechando la doble configuración de alimentación de material de la "Alloyd F", se propuso fabricar unos chupones que insertaran automáticamente las tarjetas de la presentación de "X3 por 4 Makro".

Resultado

Este proyecto fue aprobado y como resultado se obtuvo un ahorro reduciendo

el número de operarias trabajando en la "Alloyd F" cuando se fabrica la presentación de Xtreme3 por 4 Makro.

Análisis Financiero

Ahorro Anual

Nº Personas menos	Ahorro en Bs
2	20,210,000

Tabla 16. Ahorro total anual (en Bs) por concepto de reducción de número de personas en "X3 por 4 Makro"

Inversión de Capital

	Inv Inicial	Año 1	
	-Bs 2.633.750	Bs 21.500.000	
	VPN	Bs 16.562.679	
	TIR	716,33%	
Período de Recuperación		0,1225	años
		1,47	meses
Simple		44,1	días

Tabla 17. Resultados del cálculo de VPN, TIR y del Período de Recuperación Simple.

6.5 Mejora del proceso de etiquetado promocional para "X3 por 4".

Análisis de la situación actual

Gráfico 11: Proceso de Etiquetado promocional en la "Alloyd F" para "X3 por 4"

En el proceso de "X3 por 4" existe una promoción elaborada por mercadeo, que le ofrece al cliente 4 afeitadoras por el precio de 3. Esta promoción se identifica en el producto terminado mediante una etiqueta que es colocada manualmente por 2 operarias. Es ecir, el producto ensamblado, pasa a ser empacado en la "Alloyd F", automáticamente etiquetado mediante la máquina etiquetadora y finalmente se acumula para que se coloque una etiqueta promocional manualmente. Ver Gráfico 11.

Figura 25. Etiquetado manual promocional de "X3 por 4"

Herramienta aplicada: Una pieza a la vez / Flujo Continuo, Balanceo de Línea

Propuesta de Mejora

Se conversó con el departamento de Mercadeo para evaluar la posibilidad de incluir en la etiqueta del producto de X3 por 4 la información de la etiqueta promocional de lleve 4 pague 3. Esta propuesta fue aprobada.

Resultados

Figura 26. Nueva Etiqueta de "X3 por 4" que incluye oferta promocional.

Como resultado se eliminó la cantidad de producto terminado acumulado en espera de ser etiquetado con la promoción. Adicionalmente, se obtuvo un ahorro al reducir el número de dos personas en la línea de trabajo.

Análisis Financiero

Nº Personas menos	Ahorro en Bs
2	20,210,000

Tabla 18. Ahorro total anual (en Bs) por concepto de reducción de número de personas para "X3 por 4 etieutado promocional"

6.6 Aplicación de 5S en Doble Filo.

Análisis de la situación actual

El área de producción de las "Hojillas Doble Filo" destaca por lo siguiente:

- Es un área donde se utiliza diversa cantidad de materiales.
- Es el área más desordenada de la planta.
- Es un área donde se recupera mucho material
- Es un área que permanece operativa las 24 horas del día los 7 días de la semana.

Aplicación de herramientas

Se aplicó la técnica de las 5S's para lograr prácticas de trabajo más convenientes. Las 5S's persiguen obtener un ambiente de trabajo más ordenado, limpio y seguro, motivar a los empleados, eliminar desperdicios, mejorar la eficiencia del trabajo, reducir los movimientos innecesarios y facilitar la identificación de problemas y defectos.

Lo más importante es realizar una prueba piloto en esta área para que posteriormente se puedan llevar a cabo aplicaciones en el resto de los procesos. Aplicando esta herramienta se logra a su vez que la empresa fortalezca su propia cultura organizacional.

Resultados de la Prueba Piloto de las 5S´s en el área de D/F

El plan de implementación de esta herramienta incluyó inicialmente reuniones con todo el personal para dejar claro las definiciones, y explicar el plan de acción y las medidas que se llevaran a cabo.

Aplicación de la 1S(Clasificar o Separar): Los materiales fueron clasificados con etiquetas de colores por el equipo de trabajo, de acuerdo al gráfico 12 .

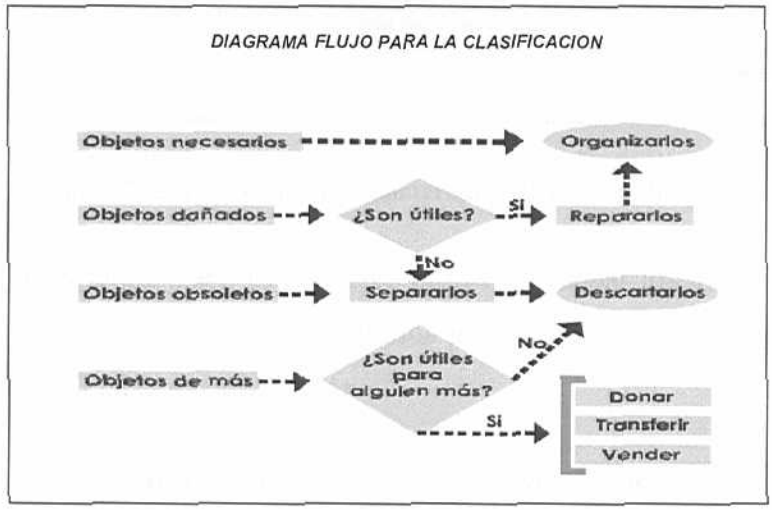


Gráfico 12 .Diagrama de flujo para la clasificación de materiales en la aplicación de la "1S".

Una vez separados los materiales por categorías, fueron eliminados todos aquellos innecesarios o transferidos a otras áreas en el caso de que fueren útiles. Para mayor detalle.

Los distintos tipos de materiales necesarios en el área de Doble Filo fueron identificados para su posterior organización.

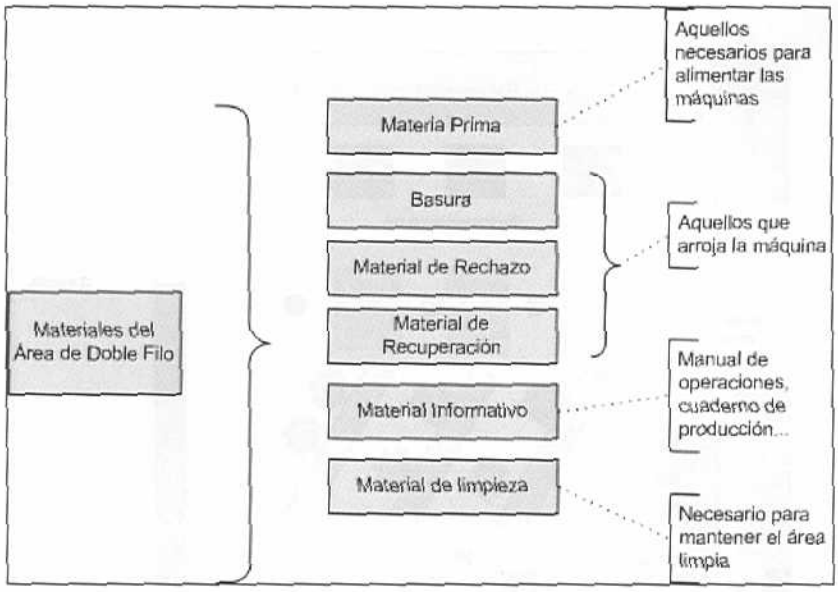


Figura 27. Clasificación de los materiales del área "Doble Filo".

Aplicación de la 2S(Organizar): El siguiente paso fue ordenar los materiales necesarios o propios del área de Doble Filo. Los criterios para ordenar los materiales del área de D/F se muestran el la tabla a continuación:

Criterios de Organización de Materiales	
Seguridad	Que no se puedan caer, mover o estorbar
Calidad	Que no se deterioren o golpeen
Eficacia	Siguiendo los principios de punto de uso de manufactura. Reduciendo los traslados, tiempos y movimientos.

Tabla 19. Criterios de organización de los materiales de "Doble Filo".

De acuerdo a los criterios de organización expuestos anteriormente en la tabla 18, se dividió el área de doble filo de la siguiente forma:

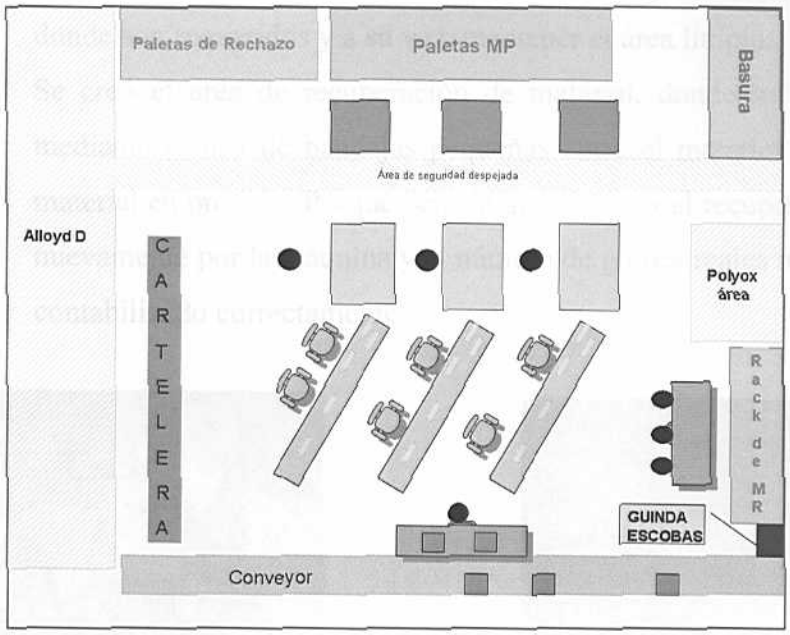


Figura 28. Diseño del área de Doble Filo propuesto, considerando los criterios de organización de material.

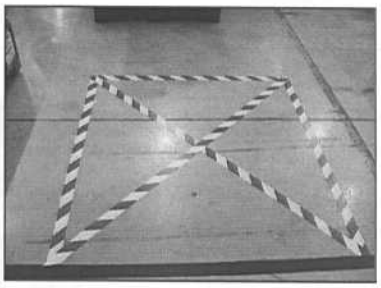
La meta de la aplicación de la "2S" es lograr que el área de D/F sea organizada de la forma propuesta en la Figura 28.

Las acciones ejecutadas fueron las siguientes:

- Se mandaron a realizar diversos trabajos de herrería y carpintería.
- Se identificaron las áreas, mediante la demarcación de paletas y el uso de banderines.
- Se colocaron controles visuales para la correcta identificación del producto.
- Se elaboraron controles visuales con fotos de malas prácticas de trabajo realizadas en el área, para evitar que se sigan cometiendo. Y también como material informativo de las mejoras obtenidas para sensibilizar e involucrar aún más al personal.

- Se diseñaron unos guinda escobas para mantener los materiales cerca de donde son requeridos y a su vez, mantener el área limpia.
- Se creó el área de recuperación de material, donde se hizo distinción mediante el uso de bandejas pequeñas entre el material recuperdo y el material en proceso. Porque ocurría que el material recuperado era pasado nuevamente por la máquina y el número de golpes reales no estaba siendo contabilizado correctamente.

Paletas de Materia Prima



Zona de paletas para material rechazado

Figura 29 .Demarcación de áreas en Doble Filo.

Antes

Después

Figura 30 Antes y después de la aplicación de la 1era y 2da S en el área de D/F.

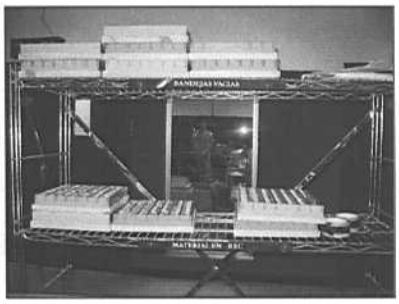


Figura 31 .Área de Recuperación de Material.

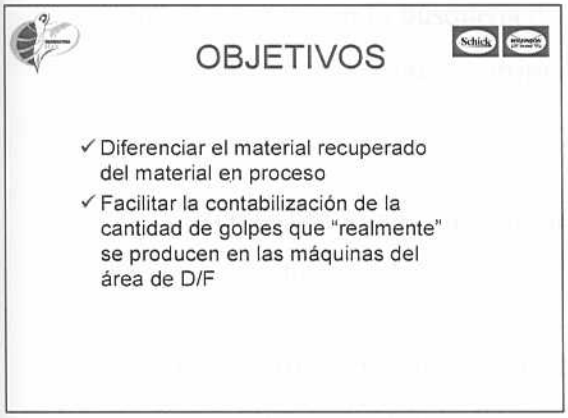


Figura 32 .Control Visual para el correcto manejo del Material de Recuperación.

Aplicación de la 3S (Limpiar)

Se elaboró un plan de limpieza con el equipo de mantenimiento de SWS Caracas, cuya frecuencia es de dos veces por semana durante las horas de almuerzo de las operarias y operadoras, que es el tiempo en el que las máquinas no están en funcionamiento.

Actualmente se está en espera de unos "guinda escobas" que se diseñaron para cada área de la empresa con el objeto de evitar el recorrido de largas distancias y la perdida de tiempo en la búsqueda del material de limpieza. Una vez que se instalen los "guinda escobas", la empresa surtirá con nuevos materiales de limpieza todas las áreas de la planta.

Además se propuso la elaboración de una limpieza profunda que está programada para mediados del mes de Junio.

Otras áreas de aplicación de 5S's: La práctica de 5S's también fue llevada a otras áreas como por ejemplo Xtreme3. En el área de ensamblaje manual, se mandaron a pintar, reforzar y colocar posa-pies y tolvas para colocar el material en las mesas de trabajo del ensamble manual, como se muestra a continuación.

Antes

Después

Figura 33 .Aplicación de 5S's en área de ensamblaje de "Xtreme3".

Para el área de ensamblaje manual y automático, se ajustó el kanban de piezas pláticas para poder situar el material cerca de la zona donde se utiliza. El siguiente

Diagrama de Spaghetti muestra la distancia que las operarias tenían que recorrer para buscar la materia prima en un turno de 7,5 hrs de trabajo.

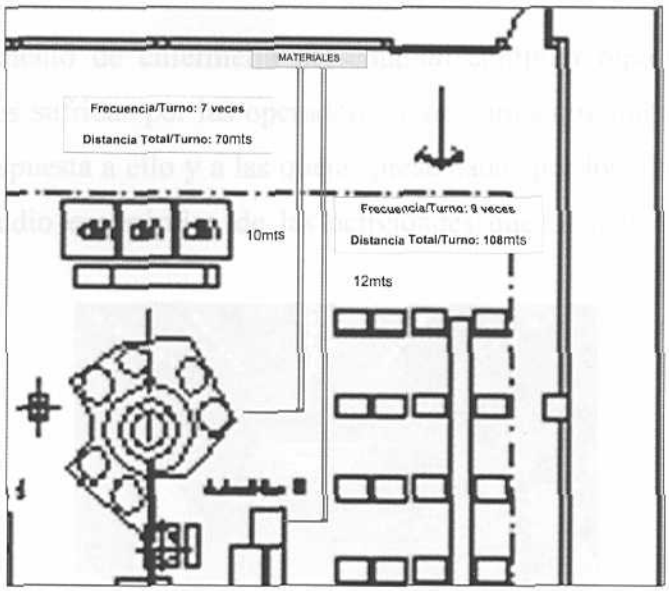


Figura 34 .Mapa de Spaghetti de la búsqueda de materiales (Antes).

Después de los cambios, la distancia es a los sumo 1mt. Para un total de aproximadamente 7 y 9mts por turno.

Antes

Después

Figura 35 .Aplicación de 5S's en área de ensamblaje de "Xtreme3".

Ver Anexos 10-14

6.7 Mejora en las condiciones ergonómicas de la "Alloyd E"

Análisis de la situación actual

El departamento de enfermería presenta un continuo reporte de aumento en lesiones musculares sufridas por las operadoras y operarias que trabajan en la máquina "Alloyd E". En respuesta a ello y a las quejas presentadas por los trabajadores del área, se elaboró un estudio ergonómico de las actividades que se realizan en torno a esta máquina.

Figura 36. Actividades de la máquina "Alloyd E".

La configuración actual de la alimentación del material en la "Alloyd E" se observa en la figura 36. Las actividades las realizan cuatro operarias que se sientan al frente de la máquina, con los nidos en movimiento justo al frente, tanto del lado derecho como del izquierdo de la máquina. Del lado derecho, se insertan las burbujas en los nidos y del lado izquierdo, se insertan las afeitadoras en las burbujas previamente colocadas.

Para hacer estas operaciones es necesario subir los hombros e inclinar las muñecas hacia abajo para poder alcanzar los materiales, estar de pie, inclinarse, estirar los brazos y hombros. Estos movimientos son repetidos constantemente a lo largo de 7,5hrs y generan dolencias en el personal de trabajo.

Del otro lado de la máquina se encuentra otro personal colocando las afeitadoras ya selladas en los exhibidores.

Aplicación de Herramientas

El método utilizado fue un método de ergonomía llamado: "Análisis de Fatiga Muscular" propuesto por Suzanne Rodgers. Este método valora la urgencia de cambiar la función, observando la fatiga que se acumula al final de un período de trabajo de 5 minutos, a través de una matriz de evaluación de actividades. Para mayor detalle ver Anexos 6-9.

Resultados

Los resultados de la aplicación de la matriz de Suzanne Rodgers expuestos detalladamente en los anexos 4,5 y 6 orientan los esfuerzos a la actividad de alimentación de nidos con afeitadoras, cuya urgencia al cambio es de máxima prioridad.

Región	Prioridad al cambio
Cuello	MA
Hombros	MA
Espalda	MA
Brazos/Codos	B
Muñecas/manos/ dedos	M
Piernas/Rodillas	M
Tobillos/Pies	B

Alimentación con burbujas

Región	Prioridad al cambio
Cuello	MA
Hombros	MA
Espalda	MA
Brazos/Codos	MA
Muñecas/manos/ dedos	MA
Piernas/Rodillas	MA
Tobillos/Pies	MA

Alimentación con afeitadoras

Región	Prioridad al cambio
Cuello	B
Hombros	M
Espalda	M
Brazos/Codos	B
Muñecas/manos/ dedos	B
Piernas/Rodillas	B
Tobillos/Pies	B

Exhibidores

Tabla 20. Resultados de la aplicación de la Matriz de Suzanne Rodgers.

Las propuestas de mejora se describen a continuación en la tabla 20

Tormenta de ideas/Exhibidores		
#	Idea	Fecha
1	Correr puestos de trabajo hacia atrás (derecha 5 y 6) porque obstaculizan el abrir la máquina	20-Abril-06
2	Eliminar la plancha lateral del primer puesto.	20-Abril-06
3	Disminuir el tamaño de la plancha izq. Del tamaño del exhibidor	20-Abril-06
4	Acumulador de producto en puestos de trabajo	20-Abril-06
5	Colocar varios compartimientos en puestos para maquinas de recuperacion y scrap	20-Abril-06
6	Eliminación de bordes en puestos (dejar un poquito)	20-Abril-06
7	Reparación de burros	20-Abril-06
9	Puestos de trabajo ajustable	20-Abril-06
10	Revisión de sillas	20-Abril-06

Tormenta de Ideas/Alimentación de nidos		
#	Idea	Fecha
1	Colocar las cestas cercanas para que se pueda seleccionar lo que se va a agarrar.(a los lados y arriba)	20-Abril-06
2	Evaluar la colocación una banda transportadora entre la máquina y la operaria	20-Abril-06
3	Evaluar la colocación de una banda transportadora en lugar de cesta en los puestos de alimentación de afeitadoras más alejados.	20-Abril-06
4	Evaluar la colocación de un tope como apoyo para alimentar dos hileras de nido en los dos puestos críticos . Y en los puestos no críticos utilizar la banda transportadora	20-Abril-06

Tabla 21. Resultados de la tormenta de ideas. Propuestas de mejora.

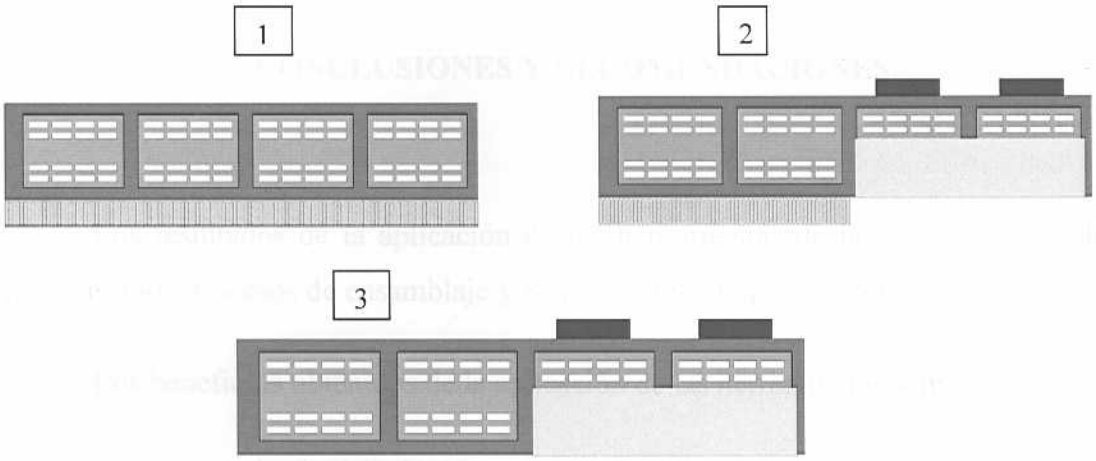


Figura 37. Diseños propuestos para la máquina "Alloyd E"

Actualmente se propone hacer una prueba con el diseño número 1, ya que es muy fácil de aplicar, porque existe una banda transportadora en la planta que no está siendo usada. De los resultados de esas pruebas se recomienda agendar otro "Evento Kaizen" con la finalidad de discutir y evaluar la factibilidad de elaborar alguno de los otros dos modelos propuestos.

Respecto a los puestos de armado de exhibidores, se asignó a un responsable para llevar a cabo las mejoras propuestas.

Se recomienda hacer los cambios propuestos para mejorar las condiciones ergonómicas de la "AlloydE", no sólo por el hecho de que es una de las presentaciones de productos de la familia más demandada por los clientes, sino también, porque la mejora ergonómica, supone un aumento en la productividad, disminución de lesiones y por tanto ausentismo laboral y mejora el ambiente de trabajo. Además de que reduce la posibilidad de generar costos asociados por Servicios Médicos, Reposos (Desórdenes por Traumas ACUMULATIVOS), ausentismo, clima laboral, disminución incuantificable de la productividad y hasta costos asociados a demandas y juicios legales.**Ver Anexo 15.**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de la aplicación de las herramientas de la Manufactura Esbelta mejoraron los procesos de ensamblaje y empaque de la Planta SWS Caracas.

Los beneficios obtenidos de la aplicación de las herramientas son:

De la aplicación de la técnica "SMED"

1. Se logró reducir el tiempo de preparación de las etiquetadoras:

Se redujo el tiempo de preparación de la etiquetadora "Alloyd F" en un 44,51%, de un tiempo inicial de 27,5min se llevó a 15,26min. Para la "Alloyd B" se redujo en un 68,53%, de 37,25 min se llevó a 11,73min. Y finalmente para la "Alloyd A" se redujo en un 37,30%, de 21,5 min se llevó a 13,48min.

En consecuencia:

- Se mejoró el porcentaje de disponibilidad de las máquinas. Para la "Alloyd F" mejoró en un 4,5%. Para la "Alloyd B" mejoró en un 12,37% y para la "Alloyd A" mejoró en un 19,69%.
- Se logró una producción (anual) adicional de Bs. 27.329.263 para la "Alloyd "B"; Bs. 68.097.944 para la "Alloyd A" y Bs. 98.191.839 para la "Alloyd F"

2. Se redujo la frecuencia de preparación de la etiquetadora mediante el cambio de rollo de la "Alloyd B" y de la "Alloyd A". De dos veces por turno pasó a ser 1 vez por turno.

En Consecuencia:

- Se logró una producción(anual) adicional por concepto de disminución en la frecuencia de cambio de los rollos de Bs. 13.664.632 para la "Alloyd "B" y Bs. 34.048.972 para la "Alloyd A"

De la aplicación del "Poka Yoke"

Se eliminó la posibilidad de que el personal de trabajo cometiera el error de colocar piezas de más en las cajas de cartón de la presentación de "Xtreme3 por 8". Los beneficios se resumen en un ahorro de Bs. 110.412.398,24 anual por concepto de ahorro de material de empaque y flete.

De la aplicación del Balanceo de Línea, una pieza a la vez y flujo continuo

1. Se aumento en un 25% el número de piezas producidas por minuto con la implementación de dos tarjetas de sellado para el proceso de "Xtreme3 por 8", lo que proporciona un ahorro anual de Bs. 129.000.000, sin inversión de capital.
2. Se redujo el número de personas requeridas en la línea de producción de "X3 por 4 Makro" lo que significó un ahorro anual de Bs. 20.210.000 con una inversión inicial de Bs. 2.633.750, un VPN de Bs. 16.562.679 y un período de recuperación simple de la inversión de mes y medio.
3. Para el proceso de etiquetado promocional de "X3 por 4", no sólo se eliminaron los desperdicios de retrabajo, tiempo y sobreproducción por concepto de acumulación de material para ser etiquetado manualmente con las etiquetas de la promoción; sino que también se obtuvo un ahorro anual de Bs. 20.210.000 por causa de reducción de dos personas en la línea.

De la aplicación de las 5S en el área de "Doble Filo" y en el área de "X3",

Se eliminaron objetos innecesarios, se ganó más espacio, se involucraron a los trabajadores en el proceso, se ordenó e identificó cada artículo, y se disminuyeron los movimientos y las distancias de búsqueda de materiales que se necesitan en el área de trabajo de "Xtreme3", de 70mts y 108mts por turno a 7mts y 9mts por turno respectivamente.

Finalmente, se recomienda a la empresa no sólo dar un seguimiento a las herramientas desarrolladas en el trabajo especial de grado, sino también continuar con la capacitación intensiva del personal en todas las áreas: mecánicos, electricistas, personal de oficina, operadores y operarios, proveedores, entre otros. De esta forma, se obtiene un equipo de trabajo capaz de detectar fallas, atacarlas de la mejor forma posible y evitar las perdidas de tiempo y dinero.

BIBLIOGRAFÍA

Libros de Texto:

1. Arata, A. y Furlanetto, L., "Organización Liviana: Un Modelo de Excelencia Empresarial". Mc Graw Hill, Santiago de Chile, 2001.
2. Buffa y Taubert. "Sistemas de Producción e Inventario, Planeación y Control". Limusa, México, 1997.
3. Chase; Jacobs y Aquilanao. "Administración de la Producción y Operaciones: Para una Ventaja Competitiva". Mc Graw Hill, México, 2005.
4. Davis, John W., "Fast track to Waste Free Manufacturing". Productivity Press, Nueva York, 1999.
5. "Lean Training". Energizer Battery Inc. y CAMP. Noviembre 2005.
6. MacInnes, R. "The Lean Enterprise; Memory Jogger". Goal/QPC, Estados Unidos. 2002.
7. "Principles of Lean Manufacturing with Life Simulation". DVIRC. Philadelphia, Estados Unidos.
8. Riggs, James L. "Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control". Limusa, 1984.
9. Taichi Ohno, "The Machine that Change the World",1990.

Páginas de Internet:

10. http://www.mamtc.com
11. http://www.strategosinc.com/lean_tools.htm
12. http://www.swmas.co.uk/Lean_Tools/The_7_Wastes.php
13. http://www.oliverwightamericas.com/articles/pdf/0402%20ManUSA%20Manu%20Tech.pdf

LISTA DE ABREVIATURAS Y GLOSARIO

5S: Es un método para organizar el lugar de trabajo aplicando 5 pasos secuenciales: separar, sanear, situar, sostener, seguimiento.

Alloyd A y B (Rotary): Se refiere a máquinas de empaque semi automáticas, que utilizan el calor y la presión para sellar una tarjeta con barniz a una burbuja. Se caracteriza por el movimiento circular de sus nidos. Existen dos en planta diferenciadas por las letras A y B.

Alloyd C y E (Carrusel): Se refiere a máquinas de empaque semi automáticas, que utilizan el calor y la presión para sellar una tarjeta con barniz a una burbuja. Se caracteriza por el movimiento helicoidal de sus nidos. Existen dos en planta diferenciadas por las letras C y E.

Alloyd F y D (Inline): Se refiere a máquinas de empaque semi automáticas, que utilizan el calor y la presión para sellar una tarjeta con barníz a una burbuja. Se caracteriza por el movimiento lineal de sus nidos. Existen dos en planta diferenciadas por las letras D y F.

Balanceo de línea: Consiste en sincronizar los pasos de un proceso de manufactura para que operen a la misma velocidad.

Burbuja: Empaque de plástico de afeitadoras, que es sellada a una tarjeta mediante el uso de las máquinas de empaque denominadas "Alloyd"

C/O (Changeover Time): Notación utilizada en los mapas de cadena de valor para indicar el tiempo necesario para hacer cambios en los accesorios de una máquina de empaque a fin de variar el modelo de producto a sellar.

Control visual: Son ayudas visuales que indican cómo se deben ejecutar las actividades para promover la estandarización.

Correr en Línea: Crear Flujo. Hacer que todos los procesos operen a la misma velocidad, libres de cuellos de botella.

Corrugado: Cajas de cartón en donde son embalados los productos para su distribución.

Costo de Oportunidad: Valor que representa aprovechar una oportunidad. Es la cantidad de producción ganada en el tiempo ahorrado. No es directamente un ahorro porque depende de la demanda del cliente.

C/T (Cycle Time): Notación utilizada en los mapas de cadena de valor para indicar el tiempo requerido para realizar una actividad de un proceso de manufactura. Se expresa en cantidad de Hojillas o piezas por minuto.

Cuello de Botella (Bottle Neck): Es una operación que requiere de mucho tiempo o es crítica a la hora de completar un proceso de manufactura.

Desperdicio: Cualquier actividad que tome tiempo, recursos o espacio y no añada valor al producto o servicio.

Diagrama Spaghuetti: Es una herramienta que permite visualizar las distancias recorridas por el material o personas para llevar a cabo un proceso.

Doble Filo (D/F): Se refiere a la familia de productos que contiene las presentaciones de Super Cromium y Super Ras. El producto es una hojilla que presenta un doble filo. La hojilla es ensobrada y empacada en un tuck en dos presentaciones: presentación de tres hojillas por tuck (Super Cromium) y 5 hojillas por tuck (Super Ras).

EII 2 por 12: Presentación de 24 afeitadoras ExactaII en un exhibidor. Su empaque se elabora en la Alloyd E.

EII por 3: Presentación de las afeitadoras de EII, en donde las Rotary empacan tres afeitadoras por burbuja.

EII por 5: Presentación de las afeitadoras de EII, en donde las Rotary empacan cinco afeitadoras por burbuja.

Ensambladora ST: Denominación de máquina encargada del ensamblaje de afeitadoras Exacta. Actualmente la planta cuenta con cuatro ensambladoras de este tipo diferenciadas numéricamente del "1" al "4".

Ergonomía: Estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina.

Error: Cualquier desviación que ocurra en una operación de manufactura específica. Los errores causan defectos en los productos y servicios.

Evento Kaizen: Es la reunión de un grupo multidisciplinario para la identificación y

eliminación de desperdicios en un proceso.

ExactaII (EII): Máquina de afeitar perteneciente a la familia de Desechable Premium. Se destaca por ser totalmente ensamblada y empacada en planta, con piezas plásticas nacionales.

Flujo una parte a la vez: es una teoría que señala que el movimiento de productos a través del proceso de manufactura se debe hacer una parte a la vez.

Inventario: Cualquier parte o producto que no es inmediatamente requerido por el consumidor, como un exceso de materia prima, producto en proceso o producto terminado.

Mango: Es el componente plástico de la afeitadora por la cual el usuario la agarra.

Mantenimiento Productivo Total: Es una serie de métodos para asegurar que los equipos estén disponibles en todo momento para operar.

Lean Manufacturing: Es una filosofía de manufactura enfocada al desarrollo de la calidad desde el punto de vista del cliente y la reducción de los recursos necesarios (incluyendo tiempo) para llevar a cabo los procesos, esto logrado a través de la eliminación de los desperdicios. También se le ha referido como manufactura esbelta, magra, entre otros.

Manufactura de punto de uso: Es una teoría que indica que todas las herramientas y suministros necesarios para llevar a cabo una actividad, deben estar al alcance de la mano.

Material en proceso: Es la acumulación de producto parcialmente terminado entre actividades de un proceso.

Mapa de Cadena de Valor (MCV): es un método que utiliza gráficos o iconos sencillos para mostrar la secuencia y movimiento de la información, materiales y acciones que se llevan a cabo en la cadena de valor de la compañía

MOD (Mano de obra directa): Se refiere a todo el personal de planta encargado de hacer la transformación de materia prima a producto terminado, es decir, operan las máquinas y manipulan el material para llevar a cabo los diversos procesos.

MOI (Mano de obra indirecta): Se refiere a todo el personal de planta que desarrolla los procesos administrativos de la misma, sin actuar directamente en los procesos de manufactura.

MRP: Es una técnica de planificación de requerimientos de material que toma en cuenta la ista de materiales, la data de inventario y el programa de producción.

MRP II: Se llama así a la evolución de la técnica de planificación MRP, abarcando éste los recursos de manufactura (horas hombre, horas máquina, etc.).

New Long: Es una máquina de empaque que permite el sellado de tarjetas con barniz, al aplicarle calor y presión por medio de un sistema de poleas y flejes.

Nidos: Son planchas metálicas cubiertas con teflón o silicón con cavidades para la colocación del material de empaque y que sirve como soporte para el sellado del producto.

Operador(a): Persona a cargo del funcionamiento de la máquina, maneja los controles de mando y le suministra el material. Debe ser el líder y responsable del equipo de trabajo de su celda y su producción.

Operario(a): Denominación de las trabajadoras encargadas de manipular el producto y asistir a los operadores.

Planta lean: Se refiere así a las plantas de manufactura que siguen la metodología de Manufactura Esbelta para sus procesos productivos.

Poke Yoke: Es un método utilizado para evitar errores o fallas previniendo que estos puedan ocurrir.

Predoblar: Acción de doblar una tarjeta de empaque para darle forma, antes de ser sellada.

Proceso Estándar: Es el proceso más eficiente que se haya podido encontrar combinando las actividades que lleva a cabo.

Producción halada: Es un sistema de producción en el que los suministros son procesados sólo cuando son requeridos por un proceso aguas abajo.

Rack: Es una dispositivo para el almacenaje de material en paletas. Comúnmente tienen capacidad para acomodar más de una paleta verticalmente, y a veces hasta dos paletas de profundidad.

Rebaba: Porción de materia sobrante que sobresale irregularmente en los bordes o en la superficie de un objeto cualquiera.

SMED/Cambio efectivo de presentación: Es una técnica para reducir la cantidad de material,habilidades y tiempo requerido para cambiar los formatos de los equipos.

Súper Sistema: Se llama así a la familia de productos de afeitado caracterizados por cartuchos recargables.

SWS: Son las siglas del nombre de la planta: Schick Wilkinson Sword.

Tiempo de entrega (Lead Time): Es el tiempo que toma completar un proceso de manufactura de principio a fin, incluyendo tiempos de espera y retrasos.

TPS: son las siglas en inglés del sistema de producción Toyota, basado en la eliminación de desperdicios y excesos, la automatización y el justo a tiempo.

Tuck: Es una caja que contiene hojillas ensobradas en su interior.

Valor del Consumidor: Un aspecto del producto o servicio por el cual el consumidor está dispuesto a pagar

Xtreme 3: Modelo de afeitadora perteneciente a la familia Xtreme3. Se caracteriza por ser la única desechable con tres hojillas en el mercado.

Xtreme Sistema: Es un súper sistema caracterizado por utilizar el mismo cartucho que el modelo desechable Xtreme 3.

X3 por 4: Presentación de Xtreme3 que se empaca en la "Alloyd F", que presenta 4 afeitadoras ensambladas por burbuja o empaque.

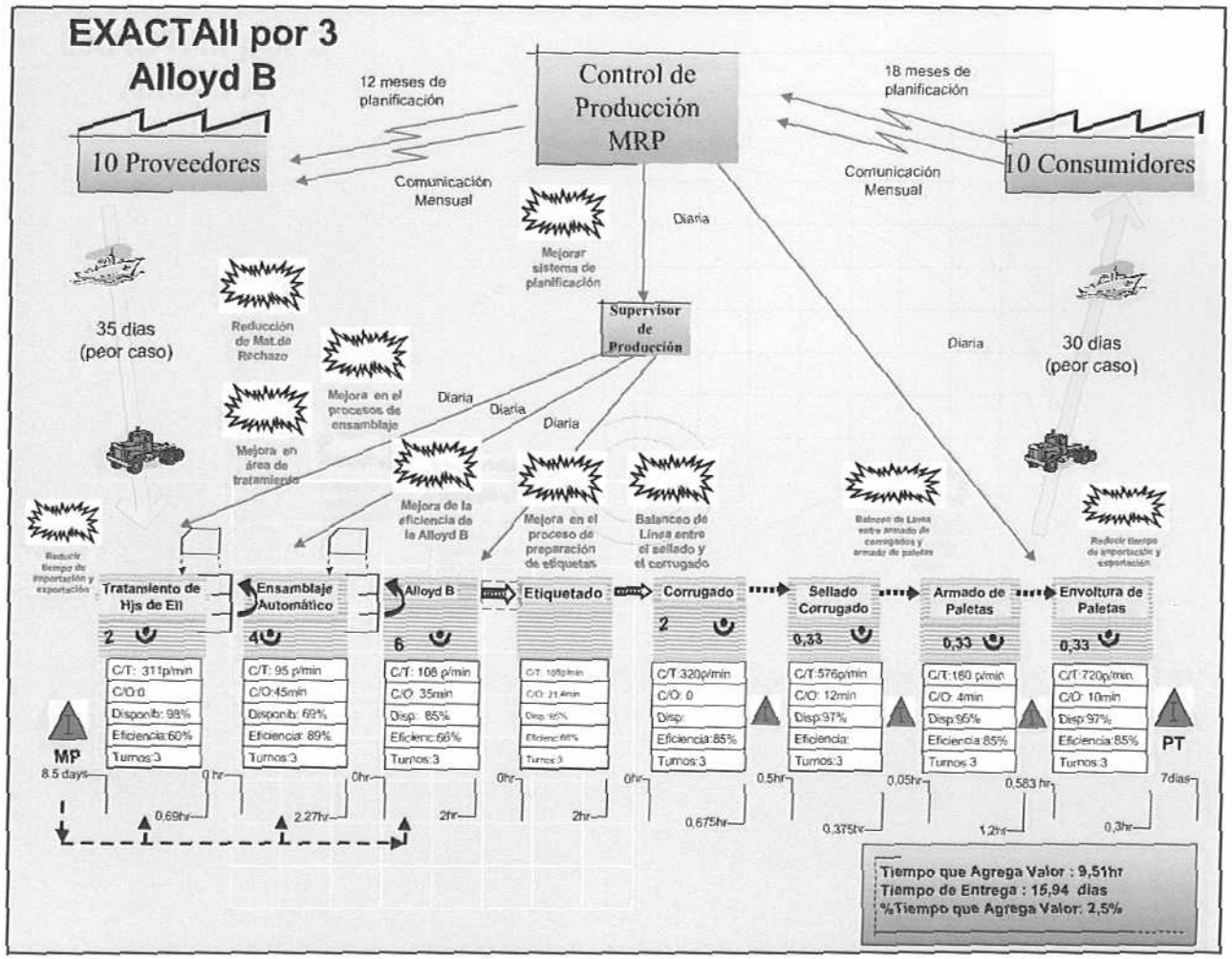
X3 por 8: Presentación de Xtreme3 que se empaca en la "NewLong", que presenta 8 afeitadoras en un exhibidor.

ANEXOS

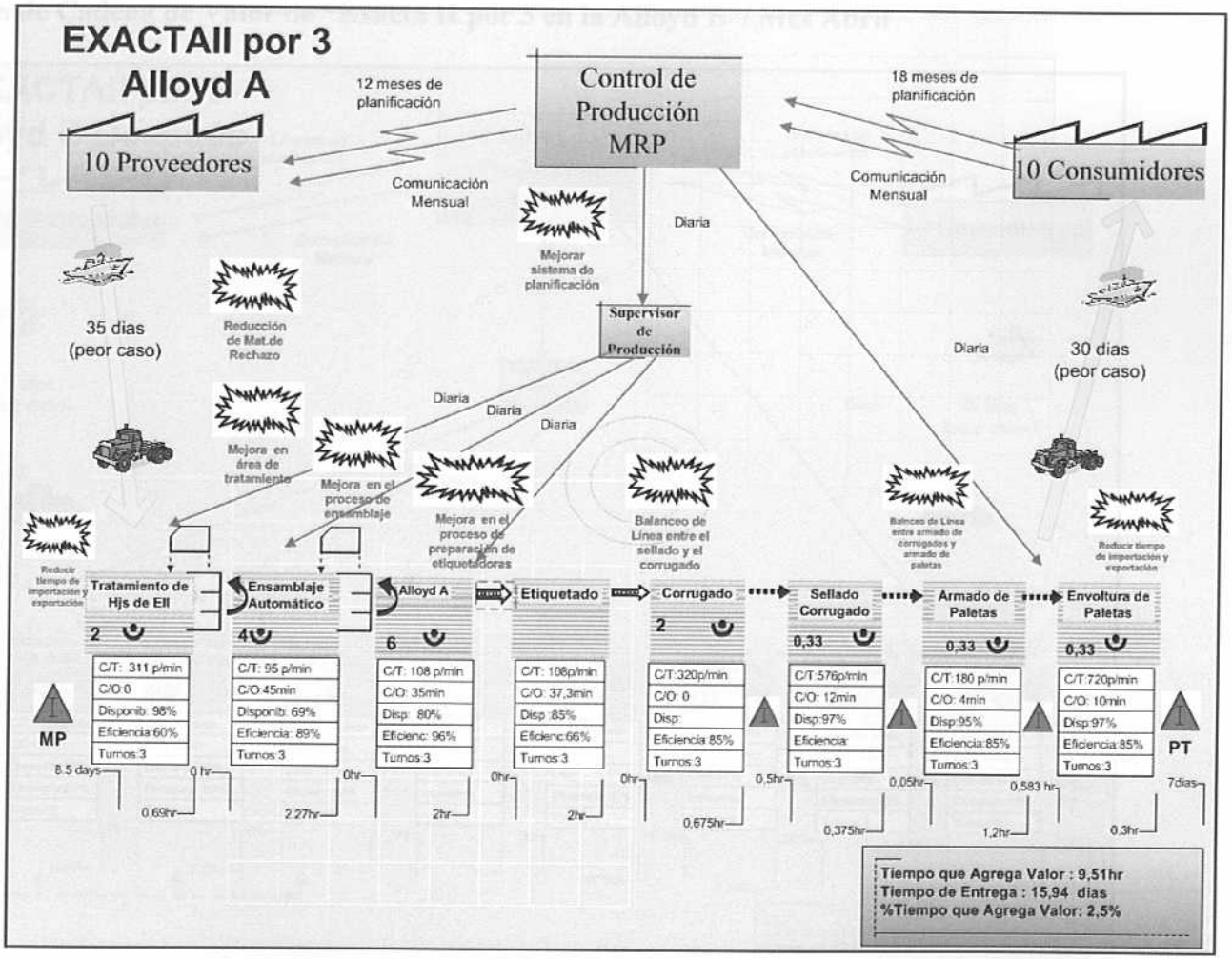
ÍNDICE DE ANEXOS

1. Mapas de Cadena de Valor de "Exacta II por 3 en la Alloyd B"/Mes de Febrero .. 82
2. Mapas de Cadena de Valor de "Exacta II por 3 en la Alloyd A"/Mes de Febrero .. 83
3. Mapas de Cadena de Valor de "Exacta II por 3 en la Alloyd B"/ Mes Abril 84
4. Mapas de Cadena de Valor de "Exacta II por 3 en la Alloyd A"/ Mes Abril 85
5. Mapas de Cadena de Valor de "Xtreme 3 por 4 en la Alloyd F"/ Mes Abril 86
6. Método de Suzanne Rodgers: Análisis de la fatiga muscular 87
7. Método de Suzanne Rodgers: Aplicación del método en la tarea de alimentación de nidos con afeitadoras de la "Alloyd E" 90
8. Método de Suzanne Rodgers: Aplicación del método en la tarea de alimentación de llenado de exhibidores de la "Alloyd E" 91
9. Método de Suzanne Rodgers: Aplicación del método en la tarea de alimentación de nidos con burbujas de la "Alloyd E" 92
10. Implementación de 1S en Doble Filo. Control Visual 93
11. Resultados de la Implementación de la 1S en Doble Filo. Control Visual 94
12. Implementación de 2S en Doble Filo. Control Visual 95
13. Otros Controles Visuales 96
14. Tipos de materiales que se manejan en "Doble Filo" 97
15. Evento Kaizen: Mejora Ergonómica de la "Alloyd E" 98
16. Flujograma del Proceso de Manufactura de la Máquina ExactaII 100
17. Flujograma del Proceso de Manufactura de las Hojillas Doble Filo 101
18. Flujograma del Proceso de Manufactura de la Máquina Xtreme 3 102

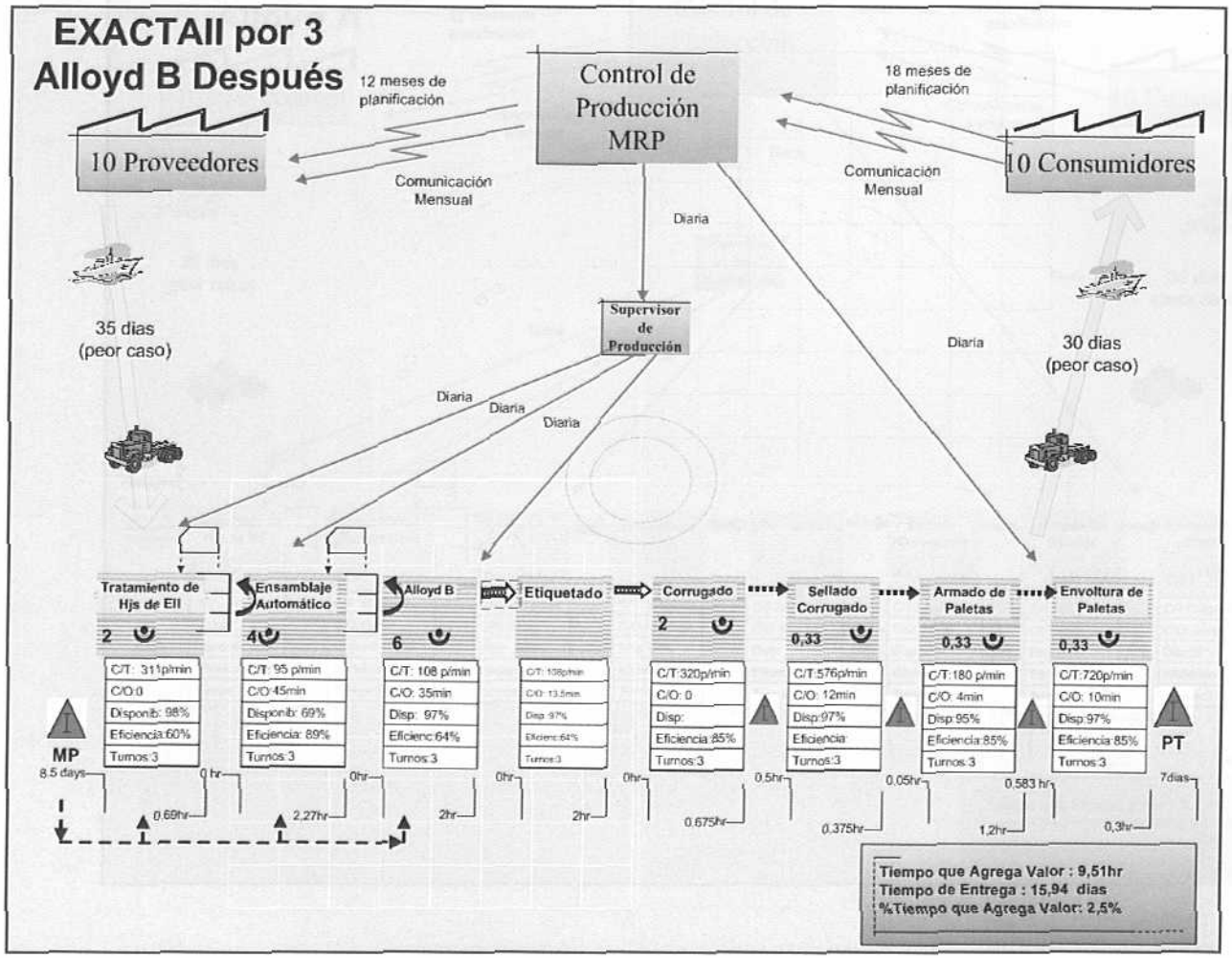
1. **Mapas de Cadena de Valor de "Exacta II por 3 en la Alloyd B"/Mes de Febrero**



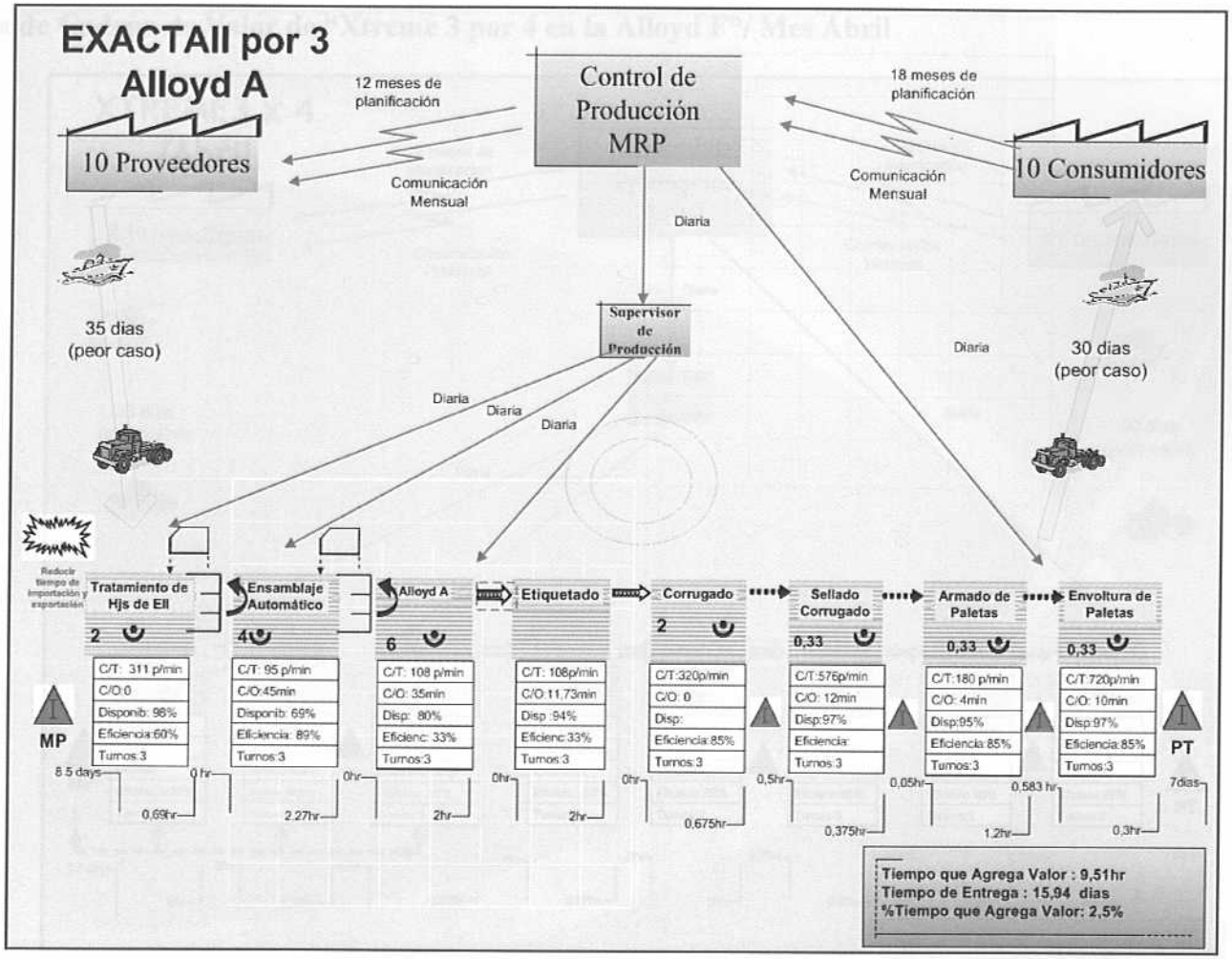
2. Mapas de Cadena de Valor de "Exacta II por 3 en la Alloyd A"/Mes de Febrero



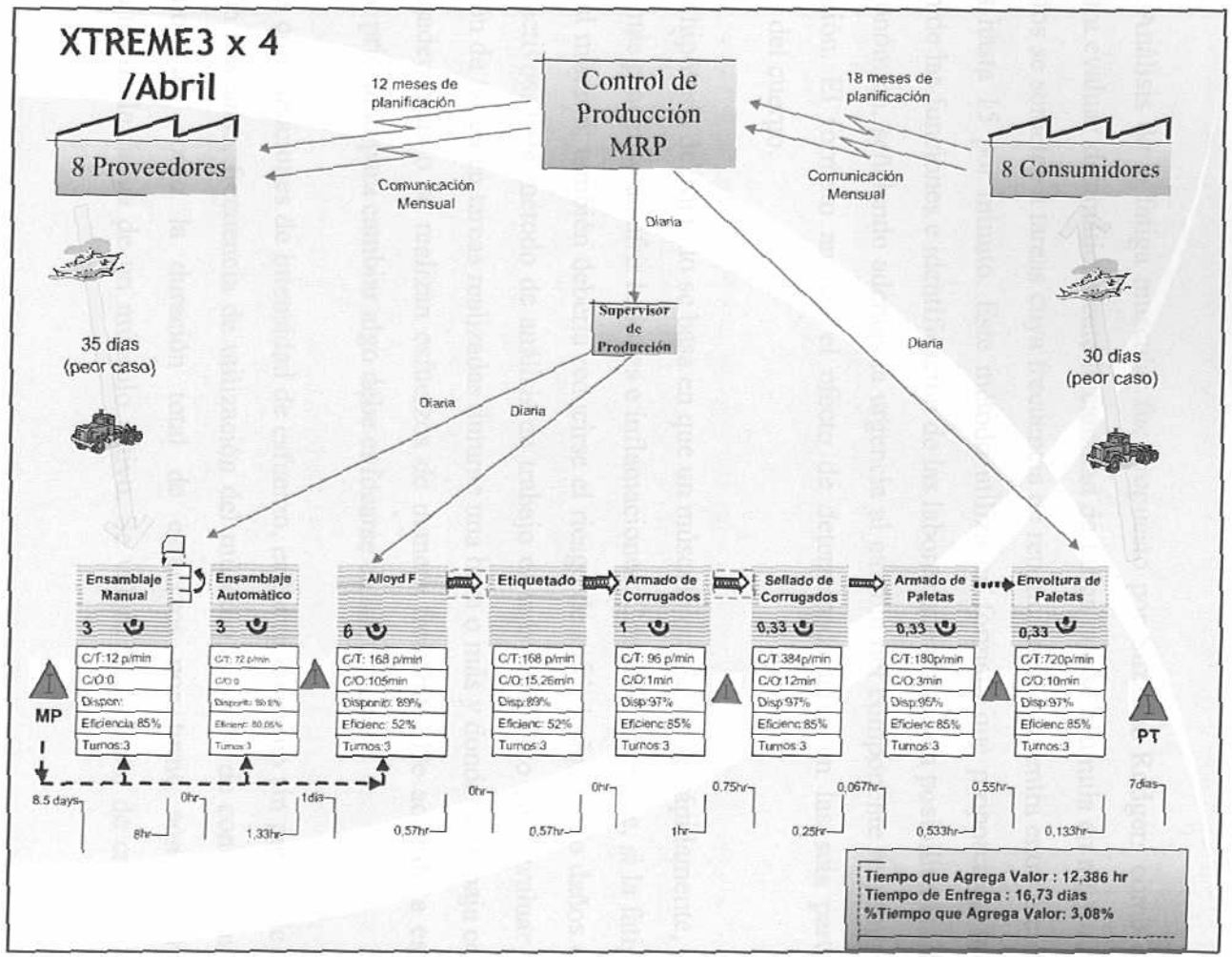
3. Mapas de Cadena de Valor de "Exacta II por 3 en la Alloyd B"/ Mes Abril



4. Mapas de Cadena de Valor de "Exacta II por 3 en la Alloyd A"/ Mes Abril



5. Mapas de Cadena de Valor de "Xtreme 3 por 4 en la Alloyd F"/ Mes Abril



6. Método de Suzanne Rodgers: Análisis de la fatiga muscular

El Análisis de la fatiga muscular fue propuesto por Suzanne Rodgers como un método para evaluar sistemáticamente la cantidad de fatiga que se acumula en músculos cuando estos se someten a tareas cuya frecuencia de repetición se encuentra entre 1 cada 5 minutos hasta 15 por minuto. Este método utiliza un formato que proporciona una valoración de las funciones e identificación de las labores que presentan posibilidades de riesgo ergonómico, señalando además la urgencia al cambio del componente respectivo de la función. El formato analiza el efecto de determinada tarea en las seis partes principales del cuerpo.

La hipótesis del método se basa en que un músculo que se fatiga rápidamente, se encuentra más propenso a sufrir lesiones e inflamaciones. Con esto en mente, si la fatiga se reduce al mínimo, también debería reducirse el riesgo de sufrir lesiones y/o daños en músculos activos. Este método de análisis de trabajo es más apropiado para evaluar la acumulación de fatiga en tareas realizadas durante una hora o más y donde se trabaja con posturas inadecuadas o se realizan esfuerzos de manera frecuente. De acuerdo a este método, la prioridad para cambiar algo debe enfocarse en las tareas.

Las combinaciones de intensidad de esfuerzo, esfuerzo continuo sin permitirle al músculo un descanso, frecuencia de utilización del músculo (número de contracciones por minuto), así como la duración total de esfuerzos por turno son factores determinantes de la fatiga de un músculo activo. Se valora la urgencia de cambiar la

References
- Suzanne H. Rodgers, A functional job evaluation technique, in Ergonomics, edited by J. S. Moore and A. Garg, *Occupational Medicine: State of the Art Reviews.* 7(4):679-711, 1992.
- Suzanne H. Rodgers, Job evaluation in worker fitness determination; *Occupational Medicine: State of the Art Reviews.* 3(2):219-239, 1988.

Contact Information:
Suzanne H. Rodgers, Ph.D.
Consultant in Ergonomics Phone: 716-544-3587
169 Huntington Hills Fax: 716-266-8749
Rochester NY 14622-1121 SHRODGERS@aol

función, observando la fatiga que se acumula al final de un período de trabajo de 5 minutos.

Lo primero que debe hacerse es dividir el trabajo en tareas y determinar en qué porcentaje del turno cada tarea es ejecutada. Luego se debe identificar cuáles de las tareas son consideradas "difíciles" por el personal que las realiza. Después se debe analizar las principales tareas (aquellas cuyo porcentaje en el turno supera el 10%) y todas aquellas que son consideradas "difíciles", sin importar qué porcentaje del trabajo constituyen.

Para cada tarea y parte del cuerpo, se debe contabilizar los tres factores de riesgo de trabajo asignándole a cada uno una puntuación por categoría.

Dentro de cada región del cuerpo, una vez que se escoge el nivel de esfuerzo que representa cada tarea, la asignación del tiempo de esfuerzo continuo y de esfuerzos por minuto debiera estar asociada al esfuerzo seleccionado. Notas: Si el nivel de esfuerzo es tan alto que la mayor parte de los trabajadores no pueden lograrlo, o si la duración del esfuerzo continuo es mayor que 30 seg, o si la frecuencia es mayor que 15 / el minuto, entonces debe clasificarse la tarea como: de alta prioridad para el cambio (MA ó VH).

La prioridad para el cambio se obtiene de la combinación de las puntuaciones de todas las categorías en las tabla 1. Nota: La combinación de 3 y 3 para la duración de la frecuencia no es posible. La primera tabla de la pág.3 proporciona una indicación del riesgo relativo de fatiga dentro de cada categoría.

References
- Suzanne H. Rodgers, A functional job evaluation technique, in Ergonomics, edited by J. S. Moore and A. Garg, *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*, 7(4):679-711, 1992.
- Suzanne H. Rodgers, Job evaluation in worker fitness determination; *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*, 3(2):219-239, 1988.

Contact Information:
Suzanne H. Rodgers, Ph.D.
Consultant in Ergonomics Phone: 716-544-3587
169 Huntington Hills Fax: 716-266-8749
Rochester NY 14622-1121 SHRODGERS@aol

Nivel de Esfuerzo 1			Nivel de Esfuerzo 2			Nivel de Esfuerzo 3		
Duración	Frecuencia	Prioridad	Duración	Frecuencia	Prioridad	Duración	Frecuencia	Prioridad
1	1	B	1	1	B	1	1	B
1	2	B	1	2	B	1	2	M
1	3	B	1	3	M	1	3	A
2	1	B	2	1	B	2	1	A
2	2	B	2	2	M	2	2	A
2	3	M	2	3	A	2	3	MA
3	1	B	3	1	M	3	1	MA
3	2	M	3	2	M	3	2	MA
3	3	/	3	3	/	3	3	/

Tabla 1. Combinaciones de las Calificaciones de la matriz de Suzanne Rodgers para obtener la prioridad al cambio

7. Método de Suzanne Rodgers: Aplicación del método en la tarea de alimentación de nidos con afeitadoras de la "Alloyd E"

Trabajo	Alimentación de la Alloyd E			Analista			
Tarea	Alimentación de nidos con afeitadoras	%De tiempo en el turno 33,33%		Fecha 28 / 03 / 2006			
	Nivel de Esfuerzo (si el esfuerzo no se puede ejercer por la mayoría de la gente, coloque 4 para el esfuerzo y MA para la prioridad)			Puntuación			Prioridad
Region	Liviano---1	Moderado---2	Pesado---3	Esfuerzo	Duración	Frecuencia	
Cuello	Cabeza volteada parcialemte hacia un lado o un poco hacia delante	Cabeza volteada hacia un lado;cabeza totalmente hacia atrás;hacia delante unos 20 grados	Igual a moderado pero con fuerza o peso. Cabeza proyectada hacia delante	1	4		MA
Hombros	Brazos un poco apartados de los costados; extendidos con algo de apoyo	Brazos apartados del cuerpo; sin apoyo trabajando hacia arriba, ejerciendo fuerza o soportando algo a distancia	Ejercer fuerzas arriba o soportar peso con los brazos apartados del cuerpo o arriba de la cabeza	Right 2	4		MA
				Left 2	4		MA
Espalda	Inclinarse hacia un lado o agacharse; arquear la espalda	Agacharse hacia delante sin carga; Levantar carga de peso moderado pegadas al cuerpo; trabajar por encima de la cabeza	Levantar o hacer fuerza al torcerse;ejercer fuerza al levantar o agacharse con carga	2	4		MA
Brazos/Codos	Brazos apartados del cuerpo sin carga; fuerzas livianas, levantar pegado al cuerpo	Girar el brazo al hacer un esfuerzo moderado	Hacer mucha fuerza al girar, levantar los brazos extendidos	Right 2	2	4	MA
				Left 2	2	4	MA
Manos/Muñecas/Dedos	Fuerzas livianas o manejo de cargas pegadas al cuerpo;muñecas rectas;apretón de poder cómodo	Apretón con distancia muy corta o ancha, ángulo moderado de muñeca, especialmente flexión; uso de guantes con esfuerzos moderados	Apretón muy cerrado, ángulo de muñeca ,uy pronunciado;superficies resbalosas	Right 2	1	4	MA
				Left 2	1	4	MA
Piernas/Rodillas	Estar de pie, caminar sin agacharse ni inclinarse; peso en los pies	Inclinarse hasta adelante, inclinarse sobre una mesa, pero por un lado; girar al hacer fuerza	Hacer mucha fuerza al empujar, jalar o levantar; ponerse en cunclillas al hacer fuerza	Right 2	4		MA
				Left 2	4		MA
Tobillos/Pies/ Dedos	Estar de pie, caminar sin agacharse ni inclinarse; peso en los pies	Inclinarse hasta adelante, inclinarse sobre una mesa, pero por un lado; girar al hacer fuerza	Hacer mucha fuerza al empujar, jalar o levantar; ponerse en cunclillas al hacer fuerza	Right 2	4		MA
				Left 2	4		MA
Duración de continuo esfuerzo	<6s 1	6-20s 2	20-30s 3	>30 s 4 (colocar MA en prioridad)			
Frecuencia del Esfuerzo	<1/min 1	1-5/min 2	>5-15/min 3	>15 min 4 (colocar MA en prioridad)			

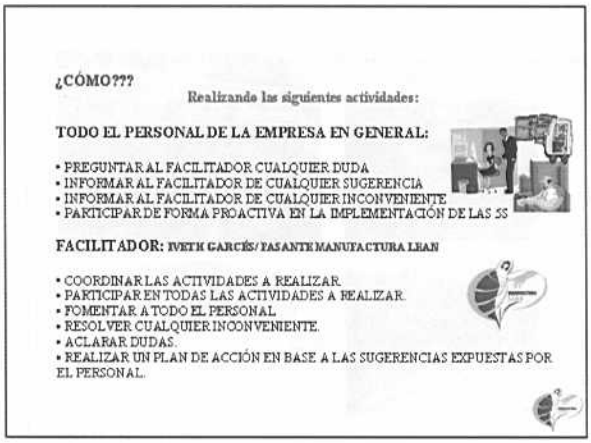
8. Método de Suzanne Rodgers: Aplicación del método en la tarea de alimentación de llenado de exhibidores de la "Alloyd E"

Trabajo	Alimentación de la Alloyd E			Analista			
Tarea	Llenado de Exhibidores		%De tiempo en el turno 33,33%		Fecha 28 / 03 / 2006		
	Nivel de Esfuerzo (si el esfuerzo no se puede ejercer por la mayoría de la gente, coloque 4 para el esfuerzo y MA para la prioridad)			Puntuación			Prioridad
Region	Liviano---1	Moderado---2	Pesado---3	Esfuerzo	Duración	Frecuencia	
Cuello	Cabeza volteada parcialemte hacia un lado o un poco hacia delante	Cabeza volteada hacia un lado;cabeza totalmente hacia atrás;hacia delante unos 20 grados	Igual a moderado pero con fuerza o peso. Cabeza proyectada hacia delante	1	2	1	B
Hombros	Brazos un poco apartados de los costados; extendidos con algo de apoyo	Brazos apartados del cuerpo; sin apoyo trabajando hacia arriba, ejerciendo fuerza o soportando algo a distancia	Ejercer fuerzas arriba o soportar peso con los brazos apartados del cuerpo o arriba de la cabeza	Right 2	1	3	M
				Left 2	1	3	M
Espalda	Inclinarse hacia un lado o agacharse; arquear la espalda	Agacharse hacia delante sin carga; Levantar carga de peso moderado pegadas al cuerpo; trabajar por encima de la cabeza	Levantar o hacer fuerza al torcerse;ejercer fuerza al levantar o agacharse con carga	1	1	2	B
Brazos/Codos	Brazos apartados del cuerpo sin carga; fuerzas livianas, levantar pegado al cuerpo	Girar el brazo al hacer un esfuerzo moderado	Hacer mucha fuerza al girar, levantar los brazos extendidos	Right 1	1	3	B
				Left 1	1	3	B
Manos/Muñecas/Dedos	Fuerzas livianas o manejo de cargas pegadas al cuerpo;muñecas rectas;apretón de poder cómodo	Apretón con distancia muy corta o ancha, ángulo moderado de muñeca, especialmente flexión; uso de guantes con esfuerzos moderados	Apretón muy cerrado, ángulo de muñeca ,uy pronunciado;superficies resbalosas	Right 1	1	3	B
				Left 1	1	3	B
Piernas/Rodillas	Estar de pie, caminar sin agacharse ni inclinarse; peso en los pies	Inclinarse hasta adelante, inclinarse sobre una mesa, pero por un lado; girar al hacer fuerza	Hacer mucha fuerza al empujar, jalar o levantar; ponerse en cunclillas al hacer fuerza	Right			
				Left			
Tobillos/Pies/ Dedos	Estar de pie, caminar sin agacharse ni inclinarse; peso en los pies	Inclinarse hasta adelante, inclinarse sobre una mesa, pero por un lado; girar al hacer fuerza	Hacer mucha fuerza al empujar, jalar o levantar; ponerse en cunclillas al hacer fuerza	Right			
				Left			
Duración de continuo esfuerzo	<6s 1	6-20s 2	20-30s 3	>30 s 4 (colocar MA en prioridad)			
Frecuencia del Esfuerzo	<1/min 1	1-5/min 2	>5-15/min 3	>15 min 4 (colocar MA en prioridad)			

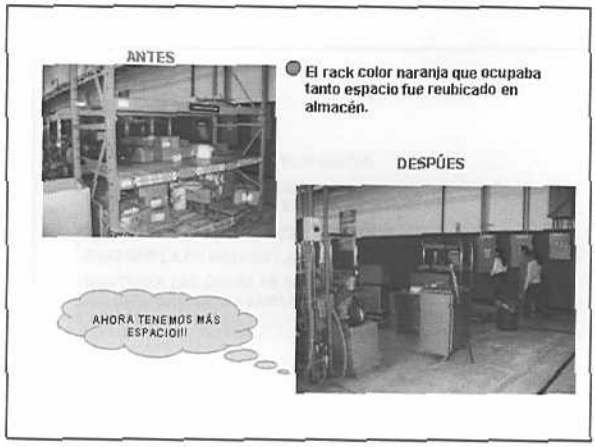
9. Método de Suzanne Rodgers: Aplicación del método en la tarea de alimentación de nidos con burbujas de la "Alloyd E"

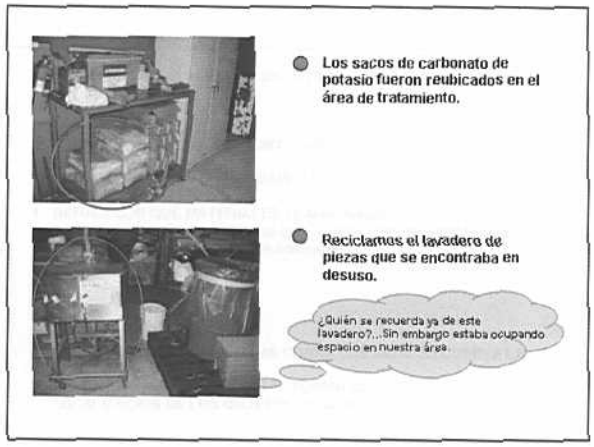
Trabajo	Alimentación de la Alloyd E			Analista			
Tarea	Alimentación de nidos con burbujas	%De tiempo en el turno 33,33%		Fecha 28 / 03 / 2006			
	Nivel de Esfuerzo (si el esfuerzo no se puede ejercer por la mayoría de la gente, coloque 4 para el esfuerzo y MA para la prioridad)			Puntuación			Prioridad
Region	Liviano---1	Moderado---2	Pesado---3	Esfuerzo	Duración	Frecuencia	
Cuello	Cabeza volteada parcialemte hacia un lado o un poco hacia delante	Cabeza volteada hacia un lado;cabeza totalmente hacia atrás;hacia delante unos 20 grados	Igual a moderado pero con fuerza o peso. Cabeza proyectada hacia delante	1	4		MA
Hombros	Brazos un poco apartados de los costados; extendidos con algo de apoyo	Brazos apartados del cuerpo; sin apoyo trabajando hacia arriba, ejerciendo fuerza o soportando algo a distancia	Ejercer fuerzas arriba o soportar peso con los brazos apartados del cuerpo o arriba de la cabeza	Right 2	4		MA
				Left 2	4		MA
Espalda	Inclinarse hacia un lado o agacharse; arquear la espalda	Agacharse hacia delante sin carga; Levantar carga de peso moderado pegadas al cuerpo; trabajar por encima de la cabeza	Levantar o hacer fuerza al torcerse;ejercer fuerza al levantar o agacharse con carga	1	1	2	B
Brazos/Codos	Brazos apartados del cuerpo sin carga; fuerzas livianas, levantar pegado al cuerpo	Girar el brazo al hacer un esfuerzo moderado	Hacer mucha fuerza al girar; levantar los brazos extendidos	Right 1	3	2	M
				Left 1	3	2	M
Manos/Muñecas/Dedos	Fuerzas livianas o manejo de cargas pegadas al cuerpo;muñecas rectas;apretón de poder cómodo	Apretón con distancia muy corta o ancha, ángulo moderado de muñeca, especialmente flexión; uso de guantes con esfuerzos moderados	Apretón muy cerrado, ángulo de muñeca ,uy pronunciado;superficies resbalosas	Right 1	1	3	B
				Left 1	1	3	B
Piernas/Rodillas	Estar de pie, caminar sin agacharse ni inclinarse; peso en los pies	Inclinarse hasta adelante, inclinarse sobre una mesa, pero por un lado; girar al hacer fuerza	Hacer mucha fuerza al empujar, jalar o levantar; ponerse en cunclillas al hacer fuerza	Right			
				Left			
Tobillos/Pies/ Dedos	Estar de pie, caminar sin agacharse ni inclinarse; peso en los pies	Inclinarse hasta adelante, inclinarse sobre una mesa, pero por un lado; girar al hacer fuerza	Hacer mucha fuerza al empujar, jalar o levantar; ponerse en cunclillas al hacer fuerza	Right			
				Left			
Duración de continuo esfuerzo	<6s 1	6-20s 2	20-30s 3	>30 s 4 (colocar MA en prioridad)			
Frecuencia del Esfuerzo	<1/min 1	1-5/min 2	>5-15/min 3	>15 min 4 (colocar MA en prioridad)			

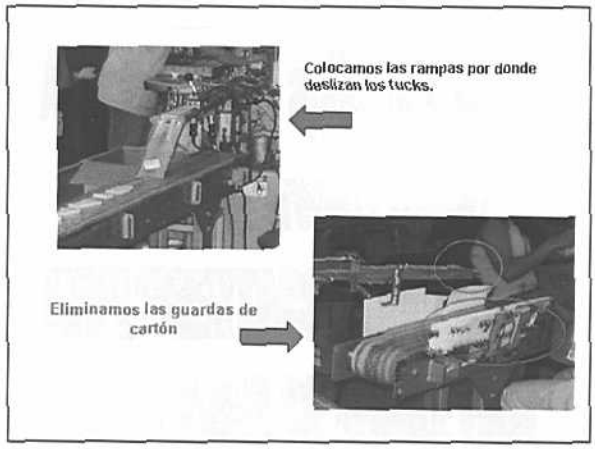
10. Implementación de 1S en Doble Filo. Control Visual



11. Resultados de la Implementación de la 1S en Doble Filo. Control Visual







12. Implementación de 2S en Doble Filo. Control Visual

POR HACER:

- IDENTIFICAR LAS SILLAS QUE SE ENCUENTRAN DAÑADAS EN TODA LA PLANTA CON LAS ETIQUETAS AMARILLAS.
- SACAR LA MESA ROTA DONDE SE ARMA EL CORRUGADO
- REPARAR LA GUARDA DE LA ENCARTONADORA 2
- MANTENER LAS COSAS EN SU LUGAR Y SUPERVISAR QUE TODOS LOS COMPAÑEROS HAGAN LO MISMO

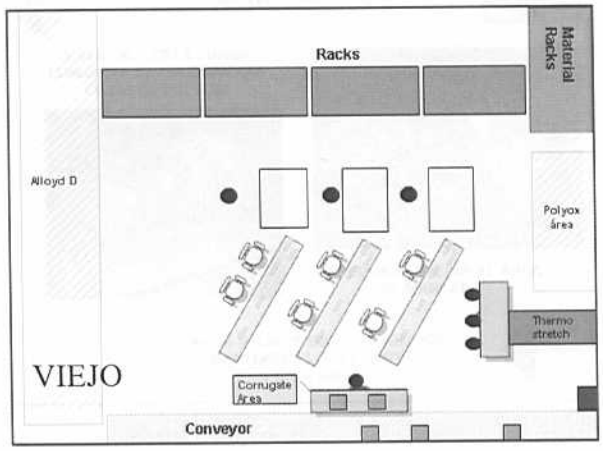
El siguiente paso es aplicar la 2S: SITUAR Y ORDENAR

QUÉ HAREMOS??

¡COLOCAR LO NECESARIO EN UN LUGAR FACILMENTE ACCESIBLE!

PASOS PROPUESTOS PARA ORGANIZAR:

1. DEFINIR CON QUÉ MATERIALES TRABAJAMOS:
   - Material en proceso: Todo el material que se utiliza para alimentar la máquina.
   - Material de desperdicio (todo tipo de basura)
   - Material a ser recuperado
   - Material Rechazado
   - Material de limpieza
   - Material informativo
   - Material de otras áreas: Polyox
2. DECIDIR DÓNDE GUARDAR LAS COSAS TOMANDO EN CUENTA LA FRECUENCIA DE SU USO.
3. ACOMODAR LAS COSAS DE TAL FORMA QUE SE FACILITE LA LOCALIZACIÓN DE LOS OBJETOS DE MANERA RÁPIDA Y SENCILLA.

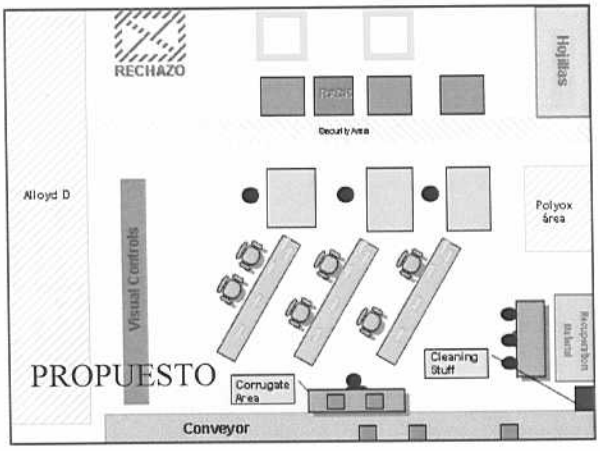


Ahora estamos aplicando la 2S!!

A esto queremos llegar!

IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5 S

EN EL ÁREA DE DOBLE FILO



PARA ELLO SE DEBE:

-SUGERIR MEJORAS EN EL DISEÑO PROPUESTO

-SUGERIR EN QUÉ LUGAR SE DEBEN COLOCAR LOS OBJETOS PARA QUE SE ENCUENTREN ORGANIZADOS DE ACUERDO A LOS SIGUIENTES CRITERIOS:

Seguridad: Que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no estorben.
Calidad: Que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren.
Eficacia: Minimizar el tiempo perdido.

-ASEGURARSE DE MANTENER EL ORDEN Y CADA COSA EN SU LUGAR

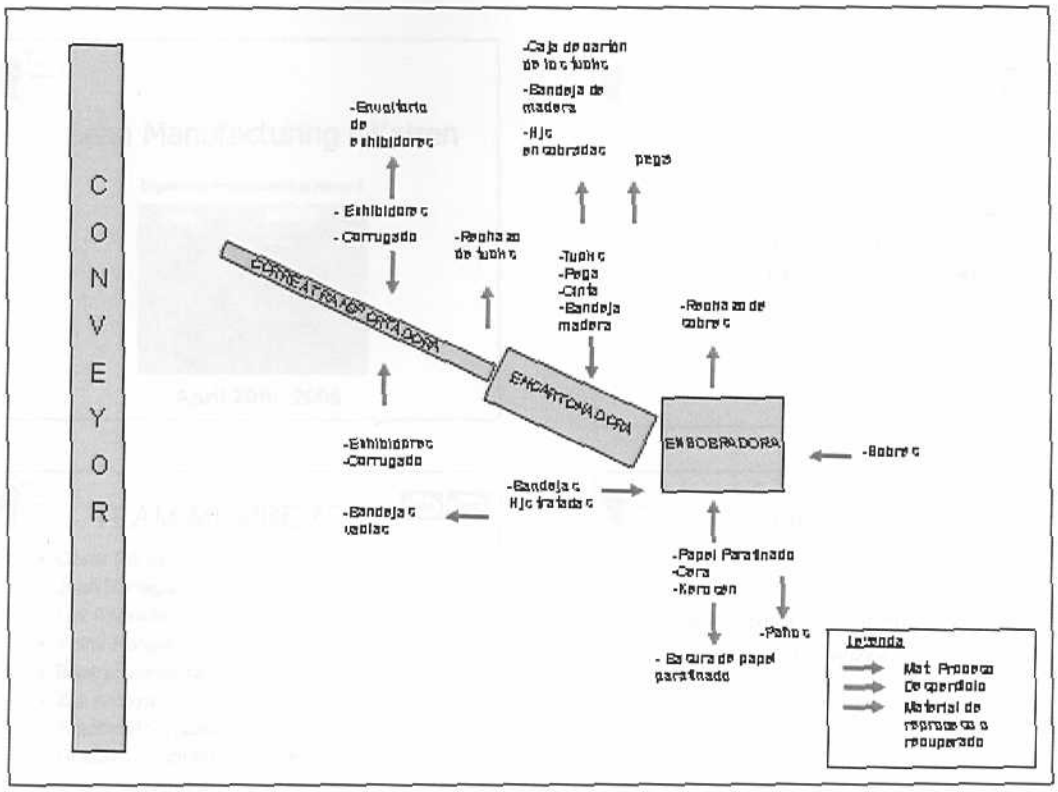
NOTA: El tiempo en que este plan se llevará a cabo depende:

1. De la participación y sugerencias de todos
2. De la rapidez con la que nuestros proveedores de mesas, racks, etc. Realicen el trabajo.

Figura 1. Presentaciones de la aplicación de las 5S's

13. Otros Controles Visuales

14. Tipos de materiales que se manejan en "Doble Filo"



15. Evento Kaizen: Mejora Ergonómica de la "Alloyd E"

Lean Manufacturing - Kaizen

Ergonomic Improvement in Alloyd E

April 20th, 2006

AGENDA

- ✓Kaizen Introduction
- ✓Review Objectives
- ✓Review Before Process
- ✓Brainstorming
- ✓Review After Process
- ✓Closing Points

TEAM MEMBERS

- ✓ César Pérez
- ✓ Juan Bonaguro
- ✓ Luz Andrade
- ✓ Yeimi Rangel
- ✓ Beatriz Mendoza
- ✓ Zuli Arcaya
- ✓ Antonio Rodríguez
- ✓ Gustavo Coutinho — Team Leader
- ✓ Ennio Velazquez — Co Leader
- ✓ Iveth Garcés — Facilitator

OBJETIVES

To improve Ergonomic Condition in Alloyd E

ACTUAL SITUATION

Ergonomic Tools:

Rodgers Muscle Fatigue Analysis

de Suzanne Rodgers

This method for job analysis is most appropriate to evaluate the risk for fatigue accumulation in tasks that are performed for an hour or more and where awkward postures or frequent exertions are present. Based on the risk of fatigue, a Priority for Change can be assigned to the task.

References

- Suzanne H. Rodgers, A functional job evaluation technique, in Ergonomics, edited by J. S. Moore and A. Garg, *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*, 7(4):679-711,1992.
- Suzanne H. Rodgers, Job evaluation in worker fitness determination, *Occupational Medicine: State of the Art Reviews*, 3(2):219-239, 1988.

ACTUAL SITUATION

Blisters Station

Region	Priority for Change
Neck	VH
Shoulders	VH
Back	VH
Arms/Elbow	L
Wrists/Hands/Fingers	M
Legs/Knees	M
Ancles/Feets/Toes	L

ACTUAL SITUATION

Razors Station

Region	Priority for Change
Neck	VH
Shoulders	VH
Back	VH
Arms/Elbow	VH
Wrists/Hands/Fingers	VH
Legs/Knees	VH
Ancles/Fees/Toes	VH

ACTUAL SITUATION

Displays Station

Region	Priority for Change
Neck	L
Shoulders	M
Back	M
Arms/Elbow	L
Wrists/Hands/Fingers	L
Legs/Knees	L
Ancles/Fees/Toes	L

BRAINSTORMING

Tormenta de Ideas/Exhibidores

#	Idea	Fecha
1	Cortar puestos de trabajo hacia atrás (derecha 5 y 6) porque obstaculizan el abrir la máquina	20-Abril-06
2	Eliminar la plancha lateral del primer puesto	20-Abril-06
3	Disminuir el tamaño de la plancha izq. Del tamaño del exhibidor	20-Abril-06
4	Acumulado de productos en puestos de trabajo	20-Abril-06
5	Colocar varios compartamientos en puestos para maquinas de recuperación y scrap	20-Abril-06
6	Eliminación de bordes en puestos (bajar un poquito)	20-Abril-06
7	Reparación de bustis	20-Abril-06
8	Puestos de trabajo ajustable	20-Abril-06
10	Revisión de pilas	20-Abril-06

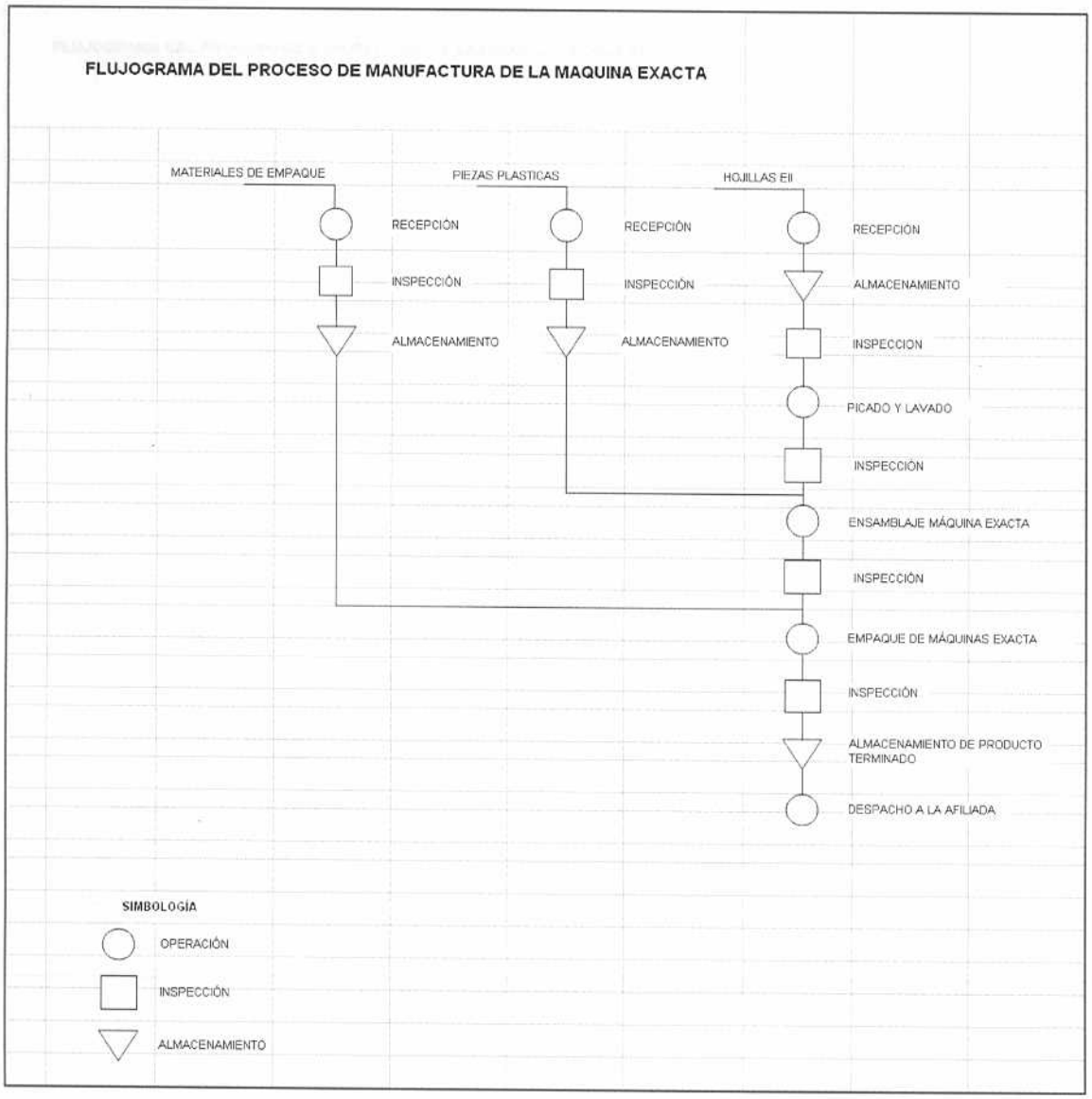
BRAINSTORMING

Tormenta de Ideas/Alimentación de nidos

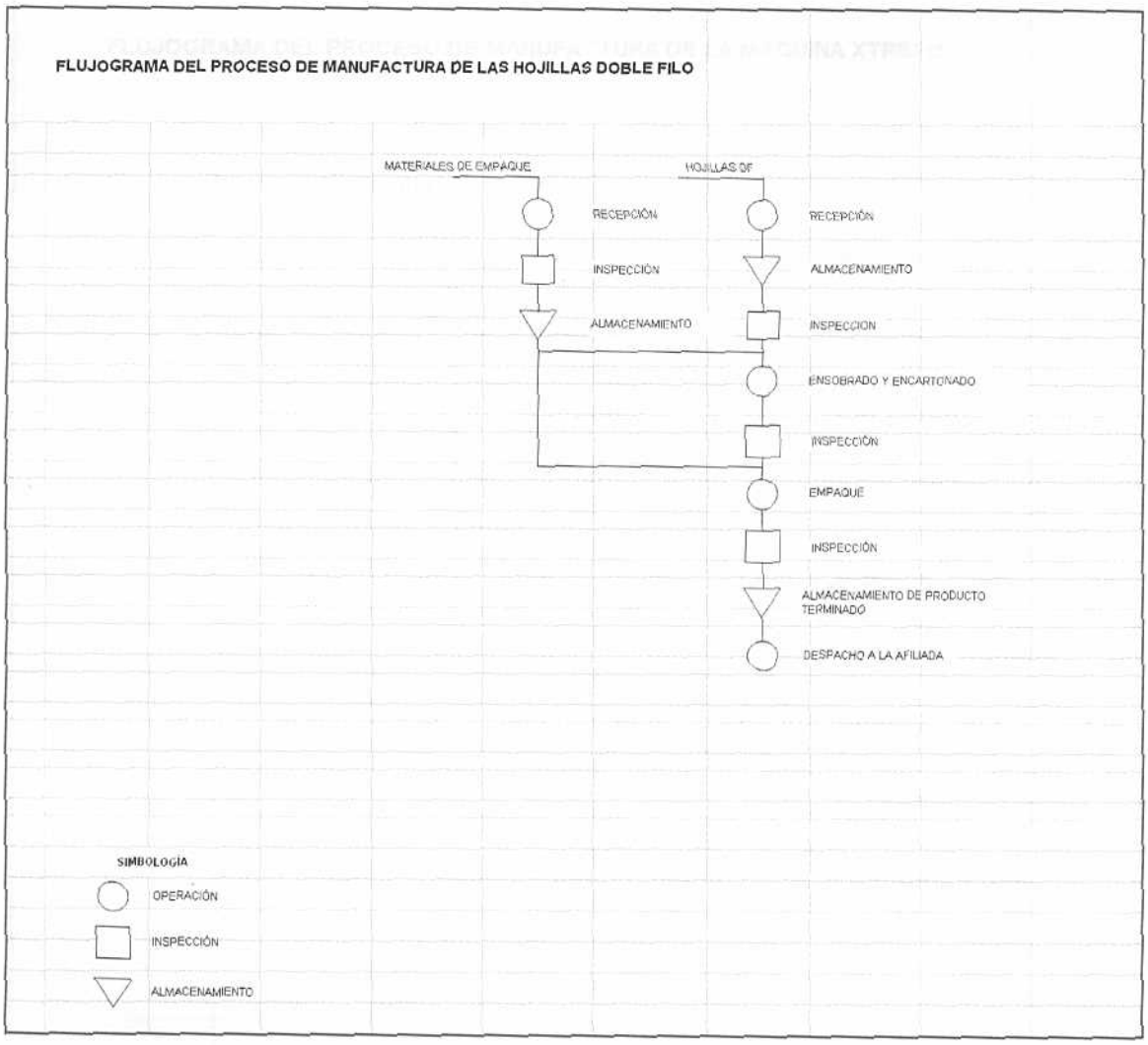
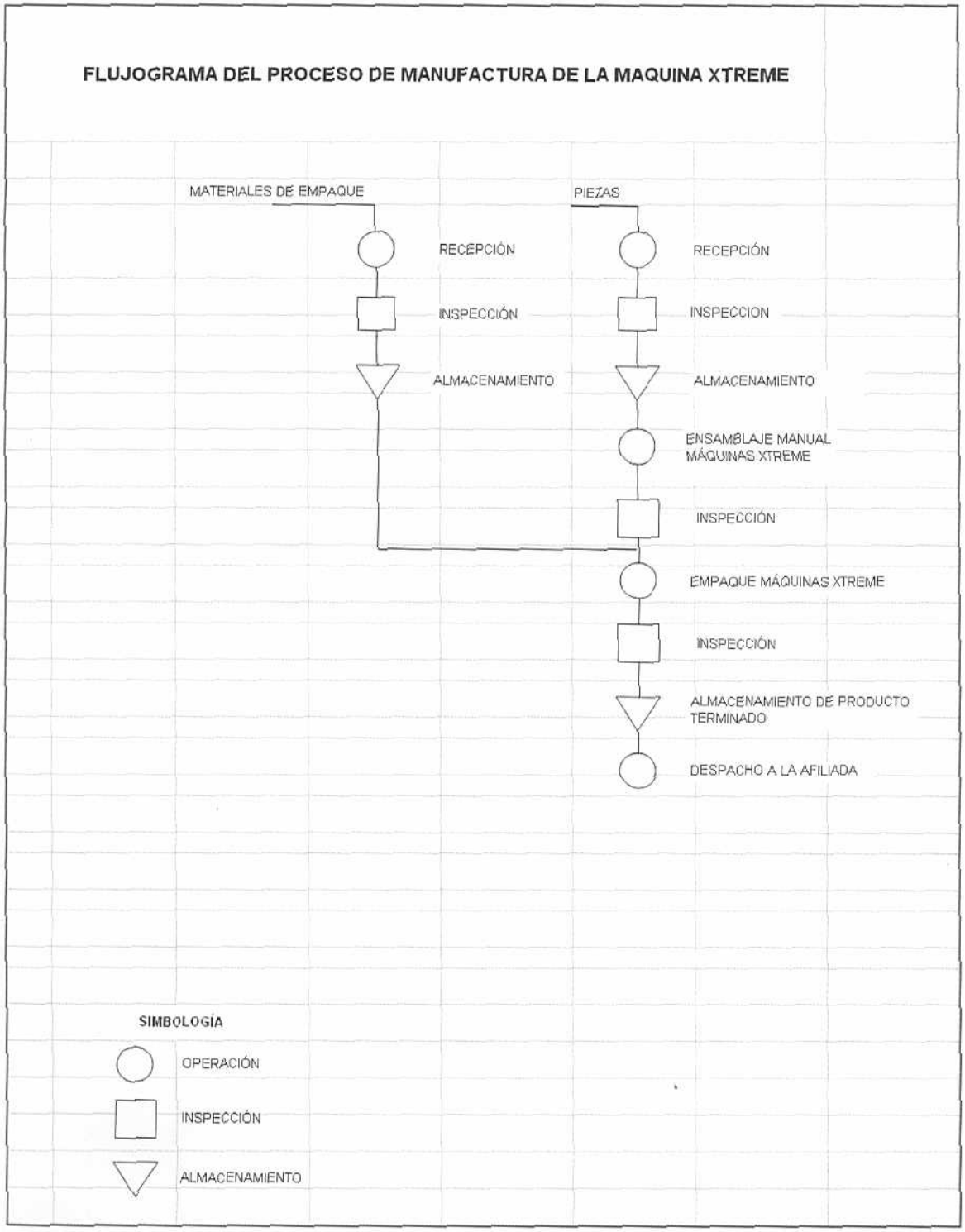
#	Idea	Fecha
1	Colocar las cestas circulares para que se pueda seleccionar lo que se va a agarrar (a los lados y arriba)	20-Abril-06
2	Evaluar la colocación una banda transportadora entre la máquina y la cortadora	20-Abril-06
3	Evaluar la colocación de una banda transportadora en lugar de pila en los puestos de alimentación de alimentación más lejanos	20-Abril-06
4	Evaluar la colocación de un tope como apoyo para alimentar dos fileras de nido en los dos puestos críticos. Y en los puestos no críticos utilizar la banda transportadora	20-Abril-06

BRAINSTORMING WILL BE UPDATE ACCORDING TO DEADLINES

16. Flujograma del Proceso de Manufactura de la Máquina ExactaII



17. Flujograma del Proceso de Manufactura de las Hojillas Doble Filo



18. Flujograma del Proceso de Manufactura de la Máquina Xtreme 3