

Metodología para Mejorar un Proceso de Ensamble Aplicando el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM)

K. Barcia

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
kbarcia@espol.edu.ec

C. De Loor

MAPLAST. Maderas y Plásticos
Urbanización Santa Leonor, Vía terminal terrestre
Guayaquil-Ecuador
ensamble@gye.maplast.com.ec

Resumen

El objetivo del presente estudio es mejorar el proceso de ensamblaje de PCs, implementando una metodología basada en el mapeo de la cadena de valor (VSM). El VSM ayudará a diagnosticar la situación actual de la cadena logística de la empresa y a detectar los problemas y desperdicios vinculados a los procesos para finalmente seleccionar las técnicas de producción esbelta para eliminar dichos desperdicios. El VSM finaliza con el dibujo del mapa de la situación futura en donde se verá la cadena logística con la aplicación de las mejoras planteadas.

Para el desarrollo de la metodología se realizó un estudio de tiempos en la cadena logística, se hizo un análisis de los procesos y actividades para determinar los problemas y desperdicios presentes y adicionalmente se hizo un estudio de métodos fundamentado en los principios de la economía de movimientos para las actividades puntuales del proceso.

Para analizar el proceso se definieron indicadores para medir la situación actual y la proyectada bajo la aplicación teórica de las mejoras según el plan de acción que se definió. Adicionalmente se realiza un análisis de costo beneficio desde la perspectiva de análisis de proyectos que ayudará a determinar la factibilidad del proyecto.

Palabras Claves: *VSM, mapeo de la cadena de valores, producción esbelta, mejoramiento continuo.*

Abstract

The objective of the present study is to improve the PCs ensemble process, applying a methodology based on the value stream mapping (VSM) approach. VSM application will help to get a current situation diagnostic of enterprise logistic chain, so detect the problems and wastes linked to the process and finally chose the lean production techniques to eliminate those wastes. VSM ends with the future estate showing the proposed improvements.

A time study of the logistic chain was done in the methodology development, it did a complete analyze to the processes, additionally was done a method study based on the movement economic principles to the PC ensemble process punctual activities in order to optimize them.

In the study were defined some indicators to measure the current operations. The indicators also measure the To Be situation in order to compare the results and analyze the application of the improvement based on a proposed action plan. Finally was done a costs and profits analysis of the projects. It helped to determinate the feasibility of the project.

Recibido: Junio, 2007

Aceptado: Agosto, 2007

1. Introducción

En el contexto global que nos encontramos y donde la competencia no tiene fronteras locales sino que simplemente no existen, es necesario dar un giro a la manera tradicional de operar de las empresas y optimizar los procesos productivos y eliminar los desperdicios que se generan en el mismo. En el presente estudio se trata de optimizar el proceso de ensamblaje de computadores personales y eliminar los desperdicios vistos desde la perspectiva de la producción esbelta [1], que contempla los conceptos de valor agregado y valor no agregado en actividades, recursos y demás aspectos dentro del proceso.

Para la determinación de los problemas del proceso y los desperdicios se ha hecho uso fundamental del mapeo de la cadena de valores (VSM), el mismo que al ser aplicado arroja como resultados un análisis integral de la cadena logística y una propuesta de como quedará luego de la aplicación de las técnicas de mejora necesarias junto a la consecución de un plan de acción para el efecto [2] y [3].

Para el estudio se revisa la cadena logística de una empresa ensambladora de computadores personales desde sus contactos con los proveedores hasta las entregas de los productos al cliente, tratando así de abarcar la totalidad de la cadena logística de la misma en lo que tiene que ver a los procesos implicados en la producción de ensamble de computadores.

2. Objetivo

El objetivo del estudio es mejorar la cadena logística y optimizar los procesos implicados.

Este objetivo se logrará aplicando una metodología planteada que se fundamenta en la utilización del mapeo de la cadena de valores. Luego se presentará un análisis comparativo de la medición obtenida de los indicadores en la forma actual de operación versus las estimaciones de los mismos con la aplicación de las mejoras planteadas. La implementación de mejoras se la realiza a través de un plan de acción desarrollado en este estudio.

3. Metodología

En la figura 1 se muestra la metodología planteada para la consecución del objetivo del presente estudio.

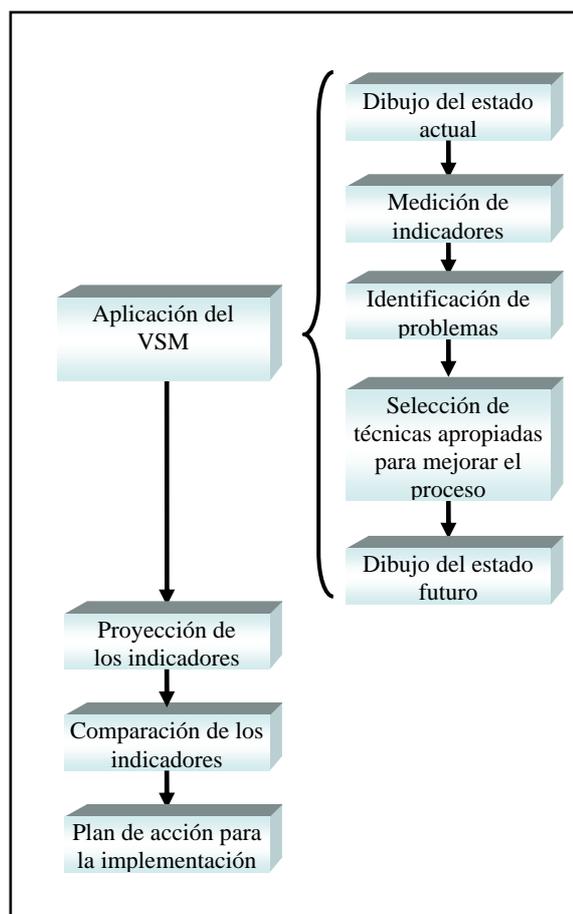


Figura 1. Metodología del proyecto

3.1. Mapeo de la cadena de valor. Situación actual

Aplicando la metodología planteada, la figura 2 bosqueja el mapeo de la cadena de valores, estado actual del caso que se estudia. En él se incluyen los tiempos de ciclo tomados en un estudio de tiempos además de toda la información necesaria del proceso, exigida por la técnica del VSM.

Para el ensamblaje de computadores se ha planteado un proceso genérico de ensamblaje que aglutina todas las actividades necesarias para ensamblar la mayoría de PCs existentes [4].

3.2. Identificación de problemas y selección de las técnicas apropiadas para su eliminación

Con el mapeo de la cadena de valor de la situación actual, se prosigue a la determinación de los problemas existentes en la cadena logística y en los procesos individuales, a dichos problemas se les asignan los desperdicios que generan y en una

siguiente fase de clasificación se los cataloga de acuerdo a la naturaleza del desperdicio (cultura, proceso o tecnología) [1]. En la tabla 1 se muestra

dicha clasificación de los desperdicios encontrados y se adjunta una columna con la selección de la técnica que se utilizará para su eliminación.

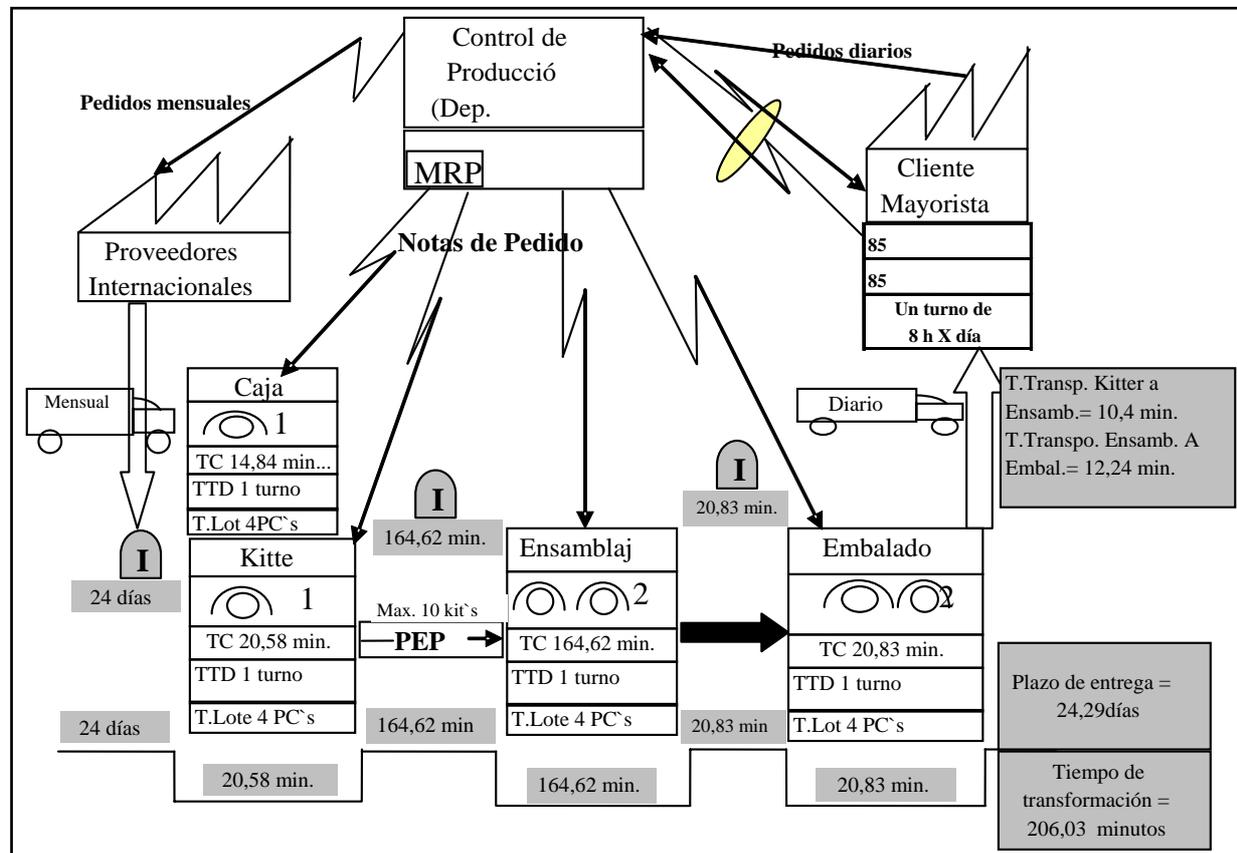


Figura 2. Mapeo de la cadena de valores situación actual

3.3. Mapeo de la cadena de valor situación futura

En la figura 3 se muestra el mapeo de la cadena de valor de la situación futura, es decir, como lucirá la cadena logística luego de implantada las técnicas de mejora planteadas, además se incluyen información esperada gracias a las técnicas lean, tal es el caso de la disminución del tiempo de ciclo y del número de operarios entre otros [5].

3.4. Comparación de indicadores

Los indicadores definidos para medir el grado de operatividad de la cadena logística y sus procesos tanto en la situación actual como en la proyectada con la aplicación de las técnicas de mejora planteadas y que se plasman en el mapeo de la cadena de valores situación futura son:

- Tiempo de Transformación.- Es el tiempo que se utiliza exclusivamente para las actividades de transformación.
 - Plazo de Entrega.- es el tiempo en que la empresa puede reaprovisionarse y ensamblar dichos componentes para ser entregados al cliente. Se lo calcula en base al VSM.
 - Tiempo Permitido de Ciclo.- Es la suma de los tiempos de operación mas los tiempos de transporte. Se lo calcula en base al VSM.
 - Unidades Producidas (Productividad).- Razón del numero de ensambles terminados y entregados al cliente por unidad de tiempo.
 - Utilización del Personal.- Es el porcentaje de tiempo de una jornada de trabajo que esta siendo utilizado por el operario para labores productivas.
- La tabla 2 muestra los resultados de las mediciones.

Tabla 1. Selección de técnicas de producción esbelta para eliminación de desperdicios

Causas de desperdicios Problemas	Desperdicio identificado	Técnica esbelta a aplicar
Verificar los términos de pago del cliente y confirmar que se han cumplido los parámetros para otorgar la condición de pago	Cultura - Proceso	Trabajo en equipo
Baja estandarización de los productos que se ofrecen.	Cultura - Proceso	Estandarización
Alta variedad de proveedores y productos (partes) que proveen.	Cultura - Proceso	Estandarización
Puesto de trabajo no reúne ciertos requisitos técnicos para el desarrollo de las actividades: Sillas, mesón angosto, la iluminación no permite visualizar detalles del interior del case y desorden.	Cultura - Movimiento	5 S`s, Ergonomía
Falta de orden apropiado de los insumos necesarios para el embalaje	Cultura - Movimiento	5 S`s
Ordenamiento no sistemático de las partes en la bodega para garantizar rapidez al armar (buscar y juntar las partes) los kits	Cultura - Movimiento	5 S`s
Las herramientas para el ensamblaje no están a la mano y en muchos casos se usa alguna que no cumple eficientemente el propósito de la operación	Cultura - Movimiento	5 S`s
Poco técnica distribución física de los departamentos en la empresa	Cultura - Movimiento	Diseño de plantas / MC
Pobre utilización del personal de la estación de Kitter	Cultura - RR HH	Entrenamiento Cruzado / Trabajo en Equipo / MC
No se aprovecha el tiempo que transcurre mientras se carga el sistema operativo, en otras actividades productivas	Cultura - RR HH	Entrenamiento Cruzado / Trabajo en Equipo/MC
Bajo porcentaje de utilización del operario de caja	Cultura - RR HH	Entrenamiento Cruzado / Trabajo en Equipo / MC
Baja utilización del operador que actúa en el departamento técnico de servicio al cliente	Cultura - RR HH	Entrenamiento Cruzado / Trabajo en Equipo / MC
Bajo porcentaje de utilización de los operadores de embalado	Cultura - RR HH	Entrenamiento Cruzado / Trabajo en Equipo / MC
Rígida especialización de los operarios en sus actividades	Cultura - RR HH	Entrenamiento Cruzado / Trabajo en Equipo
Alto inventario de partes	Cultura - Inventario	Trabajo en equipo / Acortar tiempos de inventario
Pequeña capacidad del medio de transporte de los kits y ensambles en la empresa	Cultura - Transporte	Balanceo
Transcribir en el formato de factura la nota de pedido (perdida de tiempo en esta operación repetida)	Proceso - Proceso	Manufactura Celular / Trabajo en Equipo
Existe déficit de operadores en caso de que existan pedidos voluminosos y plazos cortos	Proceso - Proceso	Balanceo / Producción nivelada / Entrenamiento Cruzado
Estación de ensamblaje es el cuello de botella del proceso	Proceso - Proceso	Balanceo de Línea
La realización de las pruebas de funcionamiento del ensamble terminado antes de ser embalado	Proceso - Proceso	Calidad en la Fuente

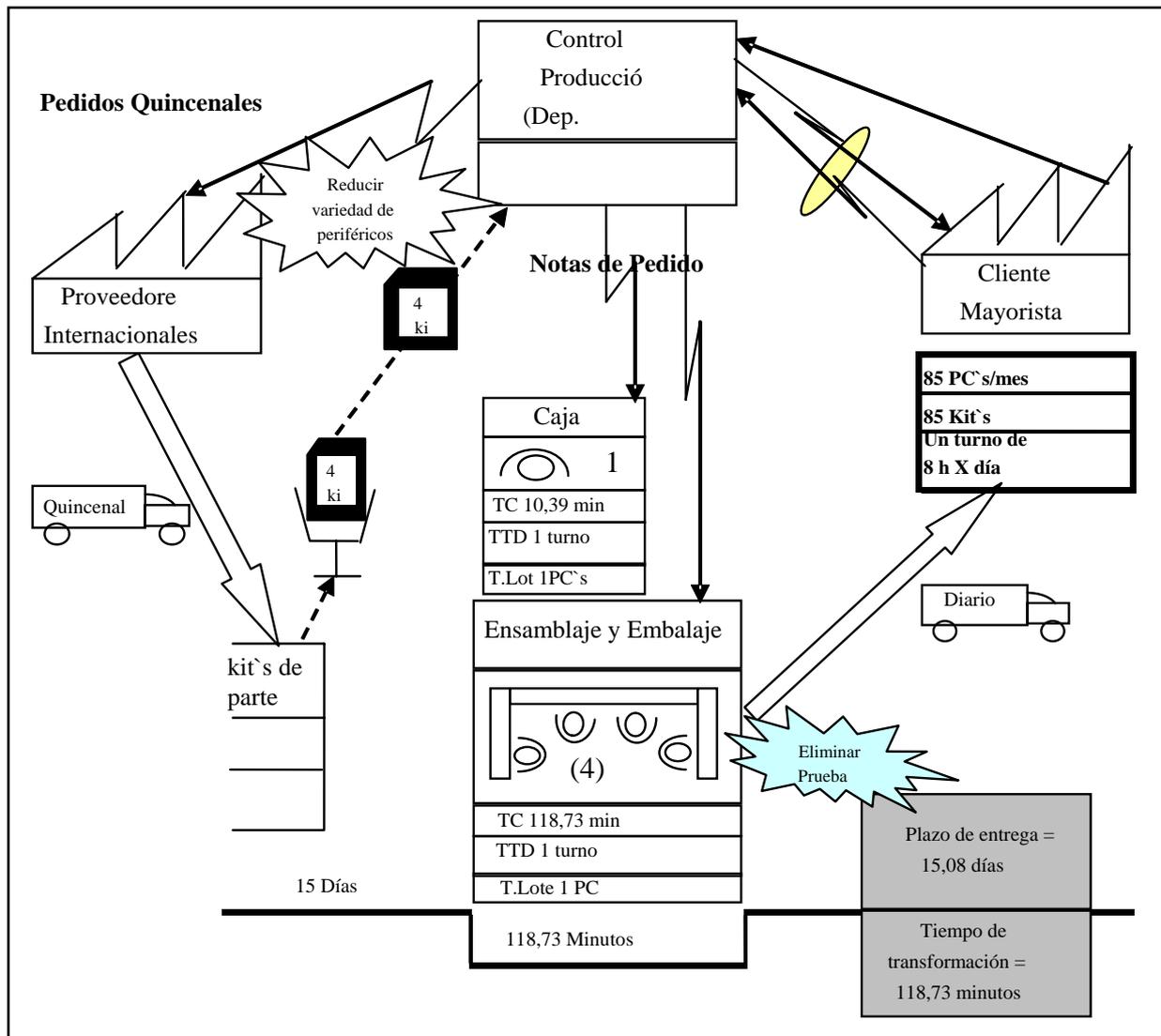


Figura 3. Mapeo de la cadena de valores situación futura

Tabla 2. Tabla comparativa de indicadores

Indicadores	medidas proceso tradicional	Expectativas mejor	Diferenci (minutos/%)	Porcentaje (%)	Interpretación	
Tiempo de Transformación (minutos)	206.03	118.73	-87.3	-42.37	Disminución	
Plazo de Entrega (días)	24.29	15.08	-9.21	-37.92	Disminución	
Tiempo Permitido de Ciclo (minutos)	438.54	118.73	-319.81	-72.93	Disminución	
Unidades Producidas (productividad PC's/día)	6	12	6	100.00	Aumento	
Utilización del Personal (%):	Caja	12.5	8.7	-3.8	-30.40	Disminución
	Ensamble	66.66	33.33	-33.33	-50.00	Disminución
	Embalaje	8.69	3.57	-5.12	-58.92	Disminución
	Kitter	17.39	Eliminado			

El impacto de los cambios propuestos se resume en: aumento del 100 % de la capacidad productiva; disminución del 72.93 % del tiempo de ciclo; disminución del 42.3 % el tiempo de transformación; disminución del 37.92 % del plazo de entrega; y, disminución del personal en la línea, el mismo que será reubicado en otros procesos dentro de la planta.

3.5. Plan de acción

La metodología planteada impone el desarrollo de un plan de implementación de las mejoras planteadas con los objetivos que se detallan a continuación.

Objetivo 1: Adecuación del área física para la célula de manufactura [6].

Medible: Área física adecuada.

Contable: Maestros de obra, albañiles.

Recursos: US\$ 3863,04.

Inicio: 02/04/2007

Fin: 09/04/2007.

Objetivo 2: Reducir la variedad de periféricos.

Medible: Periféricos revisados y definidos.

Contable: Gerente de compras y vendedores.

Recurso: Intelectual (planificación) y tiempo.

Inicio: 02/04/2007.

Fin: 02/06/2007.

Objetivo 3: Implantación de la célula de manufactura [6], [7], [8] y [9].

Medible: Célula de manufactura trabajando.

Contable: Equipo de trabajo de la célula, dirección y experto.

Recursos: US\$ 4286,50.

Inicio: 09/04/2007.

Fin: 09/07/2007.

Objetivo 4: Implantación de la técnica 5S en la bodega de partes y áreas de trabajo de ensamblaje [10].

Medible: Técnica 5S revisadas, definidas y aplicado.

Contable: Experto contratado.

Recursos: US\$ 2792,18.

Inicio: 09/07/2007.

Fin: 23/08/2007.

Objetivo 5: Implementación del sistema Kanban interno de partes.

Medible: Kanban revisado, definido y aplicado.

Contable: Operadores de la célula, Dep. de ventas y gerencia de compras.

Recursos: US\$ 1848,50.

Inicio: 09/07/2007.

Fin: 10/08/2007.

Objetivo 6: Implementación de calidad en la fuente.

Medible: Técnicas revisadas, definidas y aplicadas.

Contable: Equipo de trabajo de la célula, experto.

Recursos: US\$ 1713,50.

Inicio: 09/07/2007.

Fin: 10/08/2007.

Objetivo 7: Modelo del control de inventarios de la bodega de partes.

Medible: Definir algunas políticas de inventarios.

Contable: Técnicos de ensamble.

Recursos: Intelectual, Kardex y suministros de oficina.

Inicio: 09/04/2007.

Fin: Permanente, hasta que se le aplique un proceso de mejora.

	Período						
	1/4 mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Adecuación del área para la célula de manufactura							
Reducir la variabilidad de periféricos							
Implantación de célula de manufactura							
Implantación de 5S's							
Implantación de Kanban							
Implantación de calidad en la fuente							
Capacitación (entrenamiento cruzado, trabajo en grupo, etc.)							
Total de tiempo para la implementación de técnicas					6 Meses y una semana		
Aumento del 25% de las ventas (base a volumen actual de clientes mayoristas)					5 años		

Figura 4. Cronograma de implementación del plan de acción

Objetivo 8: Aumentar las ventas totales (con la base de los 85 PC's de los clientes mayoristas) en un 25% en 5 años.

Medible: Definir estrategias de ventas.

Contable: Agentes vendedores.

Recursos: Tiempo, intelectual, aumento del 2% de comisiones por ventas.

Inicio: 01/01/2008.

Fin: 01/01/2013.

La figura 4 muestra un cronograma de aplicación de las acciones trascendentales del plan de acción elaborado.

4. Resultados

Se determinó el costo de implementación de las técnicas de mejora seleccionadas con su respectivo prorrateo y demás, así como también se distribuyó el ahorro por el operario de embalaje eliminado. Se preparó un flujo de caja considerando que esta inversión en las técnicas corresponden a un proyecto que la empresa pretende emprender financiando lo con una tasa bancaria de interés activa del 14% a 5 años plazo, la tabla 3 muestra algunos de los valores más relevantes del flujo de caja preparado para este análisis.

La preparación del flujo de caja permite el cálculo de los indicadores financieros que son el criterio de viabilidad de un proyecto del tipo planteado y son un VAN (valor actual neto) de \$27041 que al ser positivo hace factible el proyecto y para reforzar el criterio se obtiene una TIR (tasa interna de retorno) de 51,52% que es muchos puntos porcentuales más alta que la tasa a la cual se adquiere el dinero, por lo tanto el proyecto de implementación de las mejoras con sus beneficios planteados y costos incurridos *es viable*.

5. Conclusiones

- El desarrollo del VSM de la situación actual mostró una radiografía bastante interesante del estado actual de la empresa y se convirtió en una herramienta importantísima para la detección y análisis de los problemas y desperdicios que se generaban causa de ellos. Esta técnica permitió desarrollar la metodología que aplicada al proceso de ensamble de PCs logró mejorarlo y hacerlo más productivo.

Tabla 3. Montos del proyecto

RUBRO	MONTO
P.V.P. un PC con características preestablecidas estandares	\$ 720
Inversión en Célula de Manufactura	\$ 3963.04
Inversión en 5S`s	\$ 505,68
Consultor	\$ 10000
Inversión en Sistema Kanban	\$ 135
Ahorro embalador eliminado	\$180 mensuales
Ganancia promedio por PC vendido	13%
Comisiones por ventas	3%

- El diseño de una célula de manufactura que congrege a todos los procesos que intervienen en la producción de ensambles, produjo muchos beneficios entre los que destacan la disminución de personal, reducción sustancial del tiempo de ciclo, mejora del 100% de la capacidad productiva y la liberación de espacio en la empresa 50% del piso número 2.
- La implantación de las 5S`s origina orden y limpieza en el interior de la célula además de una cultura de mantenimiento autónomo y apoya fuertemente a la mejora de los indicadores.
- El diseño de un sistema kanban ajustado a la dinámica de los procesos de la empresa ayudará a reducir los inventarios de partes y eventualmente el espacio destinado para la bodega de las mismas y a optimizar los pedidos y calidad del stock de las mismas.
- El análisis de movimientos e implantación de una metodología de trabajo fundamentada en los principios de la economía de movimientos que con la organización derivada de las 5S`s en el lugar de trabajo generará un ahorro estimado de tiempo de aproximadamente el 30% de las actividades.
- En la bodega de partes la metodología 5S`s prevé que se ahorren un 40% de tiempo en las labores de búsqueda y armar el kit.
- Todo esto demuestra que la aplicación de las mejoras de la manufactura esbelta han logrado

que se cumpla el objetivo central de este estudio “Mejorar el proceso productivo de ensamble de PC’s, implementando una metodología basada en el mapeo de la cadena de valor”, lo que se demuestra en todo los beneficios obtenidos en el proceso, utilización del personal y la capacidad de emprender estrategias para duplicar el volumen de ventas (gracias a el aumento de la capacidad productiva) y finalmente beneficios monetarios reales para la empresa.

- El proyecto de implementación de las mejoras es factible tal como lo muestran los valores calculados para el VAN y la TIR que son valores positivos para el primer caso y una TIR mayor que la tasa activa referencial del valor del dinero para la implementación y la empresa estima una tasa de corte del 20% en sus actividades comerciales.

6. Recomendaciones

- El rol de la dirección en todos los procesos de mejora y la aplicación de las técnicas de la manufactura esbelta deberá ser determinante y decidido en todos los aspectos, desde las tareas de control y evaluación del sistema hasta el soporte moral e ideológico y la asignación de recursos para el manteniendo y consecución de los objetivos.
- Se debe hacer una conciencia general y plena en todos los miembros de la célula de manufactura sobre la importancia de la aplicación de las técnicas y mejoras implementadas ya que son un beneficio para la empresa y para ellos mismo, esta actitud positiva y compromiso con las metodologías sugeridas debe ser un germen que contamine paulatinamente a todos los miembros de la empresa y así generar la cultura que necesita la empresa para mantener dichos procesos y metodologías.
- Se recomienda que el entrenamiento cruzado se de de manera constante ya que las tecnologías computacionales son muy variantes y se necesita que los operadores estén capacitado a todo momento para desempeñar las funciones más diversas dentro de la célula de manufactura.
- Se recomienda que el soporte a la aplicación de las técnicas y metodologías implementadas sea constante y medurado con respecto a la consecución de los resultados en el mediano plazo, pues es un error de las directivas esperar resultados inmediatos ya que de no conseguirse instantáneamente se los abandona y esto hace fracasar el sistema propuesto de mejoras.
- Se recomienda además que la filosofía de la producción esbelta se promocióne e implante en las demás áreas administrativas de la empresa empezando por el departamento de ventas con el

afán de que el sistema se integre de manera corporativa en un mediano plazo.

7. Referencias

- [1] Barcia K., *Modelo para Mejorar Sistemas de Producción Industriales*, Guía de implementación, Producción esbelta, octubre 2003.
- [2] Rother M. & Shook J., *Observar para crear valor*, v 1.2, The lean Enterprise Institute, febrero 2000.
- [3] Rojas J., Gpe. de la O Minerva, Moreno A. y Fourcamps H., “Manual de Mapeo de Cadena de Valor”, Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad Autónoma del Noreste (UANE), www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/mapeoc a.htm, diciembre 2006.
- [4] Curso de Arquitectura y Ensamblaje de Computadoras, System Centros de capacitación 2005.
- [5] Barcia K., “Producción Esbelta”, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, ESPOL, apuntes de clase, Octubre 2006
- [6] Villavicencio M., “Métodos para Distribución en Planta”, www.monografias.com, diciembre 2006.
- [7] Chase, Aquilano & Jacob, *Administraciones de Producción y Operaciones*, editorial MC Graw Hill, 8va edición, 2000.
- [8] Hodson W., Maynard, *Manual del Ingeniero Industrial*, cuarta edición, Mc Graw-Hill, 1998.
- [9] Niebel B., *Estudio de tiempos y Movimientos*, Ingeniería Industrial, AlfaOmega, 1996.
- [10] Hirano, H., *5 Pilares de la Fabrica Visual*, Madrid – España, TGP – Hoshin, S.L., 1997.