



Entramado

ISSN: 1900-3803

Universidad Libre de Cali

Paredes-Rodríguez, Andrés Mauricio

Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio

Entramado, vol. 13, núm. 1, Enero-Junio, 2017, pp. 262-277

Universidad Libre de Cali

DOI: 10.18041/entramado.2017v13n1.25103

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265452747020>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEM redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio *

Andrés Mauricio Paredes-Rodríguez

Ingeniero Industrial, pertenece al Grupo de Investigación G.LAS.P (Grupo de Lúdicas Aplicadas a la Solución de Problemas) y Grupo de Investigación G.I.M.A.S.T de la Universidad del Valle, Cali, Colombia.
andres.paredes@correounivalle.edu.co

RESUMEN

Las herramientas Lean Manufacturing se han posicionado en el entorno empresarial como metodologías claras y eficientes para la optimización de procesos en cualquier tipo de empresa. En el presente estudio se implementa la metodología lean llamada Value Stream Mapping o mapeo de cadena de valor en una empresa embaladora de productos de vidrio, con el propósito de identificar y eliminar aquellas actividades que no agregan valor al proceso y a su vez mejorar el desempeño del área logística de la compañía, disminuyendo la sensación de un bajo nivel de servicio. Al final de la investigación se logra concluir que la implementación de la herramienta permite reconocer el comportamiento y las relaciones subyacentes dentro del proceso actual, y con base en este proponer mejoras que conlleven a un funcionamiento ideal del sistema, donde las actividades que generen desperdicio dentro del proceso sean mínimas y solo queden aquellas tareas que le den un valor agregado al producto por el cual el cliente sí esté dispuesto a pagar. El plan de acción propuesto en este documento actualmente se encuentra en ejecución y en un corto tiempo ha entregado ahorros considerables en tiempo y dinero a la compañía.

PALABRAS CLAVE

Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, nivel de servicio, cadena de valor.

Application of Value Stream Mapping tool to a company packing glass products

ABSTRACT

Lean Manufacturing tools has been positioned in the business environment as clear and efficient methodologies for process optimization in any type of business. In the present study is implemented the lean methodology called Value Stream Mapping or mapping value chain in a packaging company glass, in order to identify and eliminate those activities that do not add value to the process and in turn improve performance in logistics area of the company, reducing the feeling of a low level of service. At the end of the research is accomplished conclude that the implementation of the tool can recognize the behavior and underlying relationships within the current process, and based on this propose improvements that lead to an ideal system operation, where the activities that generate waste within the process are minimal and only remaining tasks that give added value to the product for which the customer if they are willing to pay. The document proposed in this action plan is currently in progress and within a short span of time has delivered considerable savings in time and money to the company.

KEYWORDS

Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Service Level, Value Chain.

Recibido: 20/08/2016 Aceptado: 30/10/2016

* <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25103> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Cómo citar este artículo: PAREDES-RODRÍGUEZ, Andrés Mauricio. Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. En: Entramado. Enero - Junio, 2017. vol. 13, no. 1, p. 262-277 <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25103>



Aplicação da ferramenta de Value Stream Mapping para uma empresa de empacotamento de vidro

R E S U M O

Ferramentas Lean Manufacturing são posicionados no ambiente de negócios como otimização de processo claro e eficiente em qualquer tipo de metodologias de negócios. No presente estudo a metodologia lean chamado Value Stream Mapping ou cadeia de valor de mapeamento em um copo empresa de embalagens, a fim de identificar e eliminar as atividades que não agregam valor ao processo e, por sua vez melhorar o desempenho é implantado área de logística da empresa, reduzindo a sensação de um baixo nível de serviço. No final da investigação é conseguido concluir que a implementação da ferramenta é capaz de reconhecer o comportamento e as relações subjacentes dentro do processo atual, e com base neste melhorias que levam a uma operação do sistema ideal, onde as atividades que geram resíduos dentro de propor processo são tarefas mínimas e único remanescente que dão valor acrescentado para o próprio produto que o cliente está disposto a pagar. O documento proposto neste plano de ação está sendo executado em um curto espaço de tempo e entregou uma economia considerável de tempo e dinheiro para a empresa.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, nível de serviço, cadeia de valor.

Introducción

En la actualidad, las empresas se enfrentan a una competencia sin fronteras, donde existe la necesidad urgente de cambiar la forma tradicional de operar las compañías, optimizar los procesos y reducir los desperdicios de tiempo, costo y espacio que se generan dentro de los mismos (Barcia & De Loo, 2007). Por este motivo, muchas organizaciones están buscando identificar la cadena de valor en cada uno de sus procesos. Se debe tener en cuenta que la cadena de valor se define como aquellas actividades que le dan un valor agregado al cliente y que involucra todo el camino que debe seguir el producto desde la recepción del pedido hasta la entrega al cliente final (Nash & Poling, 2008). En el presente estudio se pretende optimizar el proceso de recepción, unificación, almacenamiento y alistamiento de corrugado de una empresa nacional que se dedica al empaque de todo tipo de cristalería como platos, vasos, ensaladeras, licoreras, copas, etc.

Para la determinación de los problemas asociados al proceso, se utilizará la herramienta conocida como Value Stream Mapping (VSM) o mapeo de la cadena de valor, debido a que autores como Nash y Poling (2008) han logrado concluir que esta técnica permite, a los stakeholders¹ de una organización, visualizar y entender el proceso; además permite reconocer el valor, diferenciarlo del desperdicio y crear un plan de acción para eliminarlo dentro del proceso.

A continuación se exhiben algunos estudios sobre la aplicación de la herramienta Value Stream Mapping en diferentes escenarios, con lo cual se valida su amplia aplicabilidad.

Haefner, Kraemer, Stauss, & Lanza (2014) presentan un enfoque innovador llamado Calidad del Mapeo de flujo de valor

(QVSM), el cual es creado sobre la base de los elementos de diseño de VSM. La metodología generada por los autores proporciona una adecuada visualización, análisis y diseño de medidas de garantía de calidad dentro de las cadenas de procesos de fabricación. La herramienta es utilizada a modo de ejemplo para una compleja cadena de valor de un fabricante de la industria electrónica, en donde se logra optimizar la calidad de producto de múltiples estaciones de producción.

Brown, Amundson, & Badurdeen (2014) elaboran un Value Stream Mapping sostenible mediante la identificación de las métricas adecuadas y métodos para visualizarlos, enfocándose no solamente al impacto ambiental y económico sino también a la dimensión social; todo esto con el objetivo de desarrollar mejores estrategias para la producción sostenible. Asimismo, Edtmayr, Sunk, & Sihn (2016) combinan algunos parámetros de sostenibilidad con el mapeo de cadena de valor, con el propósito de identificar y reducir los recursos de consumo utilizados en los buffers, transporte y procesos a través de las actividades de la cadena de valor.

Azizi & Manoharan (2015) diseñan un Value Stream Mapping para mejorar la productividad en unas pequeñas y medianas empresas a través de la eliminación de actividades que no agregan valor al producto. Los autores utilizan un caso aplicado a una empresa productora de equipos electrónicos, la cual tenía altos tiempos y costos de producción. Al final del estudio, con la aplicación de la herramienta, se logra reducir el desperdicio y mejorar la calidad, mientras el tiempo y los costos de producción son reducidos.

Morlock & Meier (2015) desarrollan una adaptación del modelo de mapeo de cadena de valor para una empresa de servicios, logrando mejorar la efectividad de sus procesos,

con lo cual se comprueba que la herramienta es funcional en todo tipo de escenarios de la vida real.

Rohac & Januska (2015) demuestran la aplicabilidad del método de Value Stream Mapping para la visualización y racionalización de procesos en el contexto real empresarial, para cumplir con este propósito, los autores aplican la metodología a una empresa de producción de plásticos que trabaja para la industria del cuidado de la salud. Los autores concluyen que con ayuda del VSM es posible generar pequeñas y continuas mejoras de carácter operativo; además de esto se pueden generar proyectos estratégicos que lleven al cumplimiento de los objetivos y la misión de la compañía.

Mohd & Mojib (2015) diseñan un mapeo de cadena de valor para una industria de colores, con el objetivo de determinar y eliminar los residuos que no agregan valor al producto final. Al término del estudio, luego de la implementación de la herramienta, se logra reducir el tiempo de producción de 8,5 a 6 días.

Tyagi, Choudhary, Cai, & Yang (2015) exploran conceptos de pensamiento lean con el propósito de gestionar, mejorar y desarrollar productos de una forma más rápida mientras se mantiene el mismo nivel de desempeño y calidad. Para este fin, los autores aplican la herramienta de Value Stream Mapping en la dependencia de investigación y desarrollo de una compañía, para la cual se logra reducir el tiempo de diseño de nuevos productos en un 50% luego de la implementación de los planes generados a través del mapeo de cadena de valor.

Sa'udah, Amit, & Ali (2015) utilizan la herramienta de Value Stream Mapping para simular y ver el impacto que tiene el rediseño físico de la planta antes de su implementación y de esta forma seleccionar aquella opción que cumpla con los requisitos exigidos y a su vez genere el menor costo.

La intención del presente documento es proponer e implementar estrategias de mejora en el proceso logístico generadas por la aplicación de la herramienta de mapeo de cadena de valor. El artículo se encuentra distribuido de la siguiente forma: en la sección 2 se presenta el planteamiento del problema del caso de estudio en particular; en la sección 3 se expone la metodología utilizada para la aplicación de la herramienta de mapeo de cadena de valor y se termina exponiendo las principales conclusiones en el apartado 4.

I. Planteamiento del problema

Value Stream Mapping o mapeo de cadena de valor (VSM) es una herramienta de gestión Lean Manufacturing que uti-

liza símbolos, métricas y flechas para mostrar y mejorar el flujo de inventario y de información requerida para generar un producto o servicio que se entrega a un consumidor, buscando que este solo pague las actividades que le generan valor al producto.

El caso de estudio a ser analizado consiste en una empresa maquiladora² que se dedica al empaque de todo tipo de cristalería tales como copas, vasos, platos, ensaladeras, licoreras, etc. La compañía actualmente empaqa tres presentaciones distintas: estuches, avisperos y canastillas (Ver Figura 1).

Para cumplir con este objetivo utiliza tres insumos principales: el vidrio, que es cada artículo que va a ser empacado y el cual es proporcionado por la fábrica; el corrugado, que representa la cartonería necesaria para el determinado re-empaque; y los códigos de barra, que son la forma como se identifican las referencias dentro del sistema de información del cliente (Ver Figura 2).



ESTUCHES



AVISPEROS



CANASTILLAS

Figura 1. Presentaciones de empaque.

Fuente: El autor



VIDRIO



CORRUGADO



CÓDIGOS

Figura 2. Insumos de empaque de cristalería.

Fuente: El autor

En el presente estudio se abordó el proceso de recepción, unificación, almacenamiento y alistamiento de corrugado debido a la inexactitud entre el inventario físico y el virtual que se estaba generando en cada una de las etapas del proceso, ocasionando constantes paradas en la producción por falta de corrugado y a su vez un nivel de servicio bajo para el cliente final. Ese desajuste en el inventario de corrugado provoca actividades de reproceso que consumen un mayor tiempo de lo requerido, por lo tanto se convierten en actividades que no genera valor agregado al producto.

En este estudio se hace necesaria la aplicación del Value Stream Mapping ya que es una herramienta que permite reconocer el estado actual del proceso, y con base en este proponer mejoras que conlleven a un funcionamiento ideal del sistema, donde las actividades que generen desperdicio dentro del proceso sean mínimas y solo queden aquellas tareas que le den un valor agregado al producto por el cual el cliente sí esté dispuesto a pagar.

2. Metodología

En el presente estudio, se utilizará la herramienta de Value Stream Mapping (VSM) para identificar las oportunidades de mejora dentro del proceso de recepción, unificación, almacenamiento y alistamiento de corrugado. Para desarrollar la técnica se tomarán como referentes los pasos realizados por Barcia y De Loor (2007), los cuales son mostrados en la Figura 3.

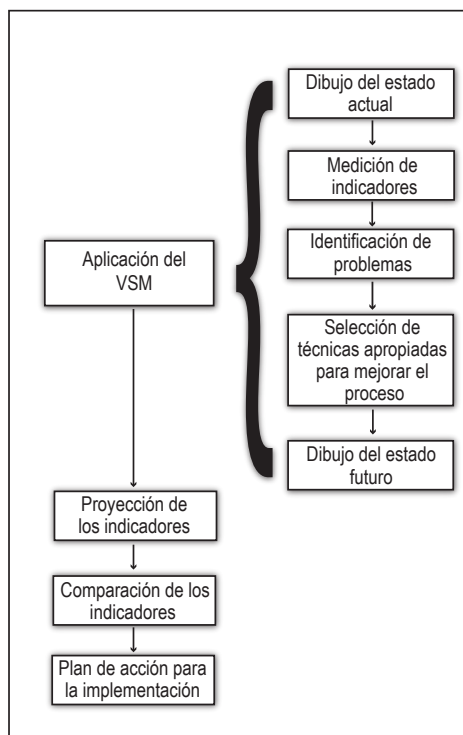


Figura 3. Proceso metodológico de la herramienta Value Stream Mapping
Fuente: Imagen tomada de Barcia y De Loor (2007).

Paso 1: Dibujo del estado actual

Se debe aclarar que el primer paso que definen los referentes es la construcción de un VSM que bosqueje la situación actual, mas no definen las actividades que se deben llevar a cabo para realizar este proceso; por tal motivo, para lograr desarrollar este primer punto se utilizarán las pautas del libro Mapping The Total Value Stream desarrollado por Nash

y Poling (2008), la cual consiste en los pasos descritos a continuación.

Levantamiento y descripción de las actividades que se realizan actualmente en el proceso

Como ya se había mencionado anteriormente, el corrugado es un insumo vital para el *core business* de Compañía, ya que sin esta materia prima no se podría entregar al cliente el producto deseado. Se debe aclarar que el proceso que se va a tratar en este documento es distinto, dependiendo del proveedor del cual llega la cartonería. Existen actualmente tres proveedores de este insumo: la planta de producción, la cual recibe parte del corrugado y lo envía a maquila; la bodega, es el lugar donde la planta de producción almacena toda su mercancía; y por último tenemos la situación en la que el proveedor directamente descarga el corrugado dentro de las instalaciones de la compañía. En este estudio se va a analizar particularmente el proceso que involucra la recepción de producto directamente del proveedor, ya que este implica una mayor complejidad para la organización.

El proceso que se abordó estaba dividido en cuatro fases o subprocesos: recepción, unificación, almacenamiento y alistamiento. Para describir cada una de estas actividades se llevó a cabo una entrevista con los encargados de cada tarea, con el objetivo de conocer cuál era el proceso que implicaba cada una de estas, para luego plasmarlo en un diagrama de flujo. A continuación se presenta la descripción de cada actividad del proceso:

- **Recepción:** Esta actividad se inicia cuando el camión llega a la entrada de la bodega de la compañía, donde solo podrá ingresar si existe espacio disponible para descargar la mercancía, de lo contrario deberá esperar un tiempo para ser atendido. Una vez el vehículo se encuentra dentro de la bodega, el conductor deberá entregar la remisión³ al encargado del proceso de cartonería, el cual revisará si el producto que trae el camión pertenece a una referencia que programada para ser empacada. Si la mercancía sí se necesita, el encargado del proceso da la orden para comience el descargue del vehículo; en el caso de que haya llegado corrugado que no está programado para ninguna referencia, no se recibe y se debe devolver el camión a su lugar de origen.

En el proceso de descargue del camión, una persona está encargada de ir verificando que las cantidades que se encuentran dentro de la remisión sean las que realmente están siendo ingresadas a la bodega. Luego de esta actividad, la misma persona va estibando el corrugado y cada vez que termina una estiba, realiza un rótulo que contiene información básica de la cartonería

que ha sido colocada dentro de esta, con lo cual se da finalización al proceso de recepción de cartonería.

- **Unificación:** Esta actividad comienza una vez el corrugado ha sido recibido. Debido a que una referencia tiene varios componentes, por ejemplo: caja, división, avispero, etc.; y no todas las piezas llegan en un solo camión del mismo proveedor, la persona encargada de este proceso debe estar revisando continuamente qué componentes de cartonería van llegando de cada referencia para unificarlos en un solo lote y poderlos almacenar.
- **Almacenamiento:** Esta actividad es la más sencilla de todas, ya que lo único que se hace es verificar si existe espacio disponible en el área de almacenamiento, de ser así se ingresan las estibas con el corrugado; por el contrario si no existe espacio, se almacena en un área temporal a la espera de un lugar en la estantería de almacenamiento.
- **Alistamiento:** Esta actividad comienza con una revisión del Programa Maestro de Producción (PMP) por parte del encargado del almacenamiento; si la referencia va a ser programada para el día siguiente, se da la orden al montacarguista para que baje la estiba de la estantería de almacenamiento y la coloque en la zona de alistamiento, área en la cual el operario puede acceder directamente a la cartonería que necesite. En el caso de que la referencia no está programada para el día siguiente, se mantiene el corrugado dentro del área de almacenamiento

Estudio de tiempos de las actividades que involucra el proceso

Después de haber definido claramente el proceso, se procede a realizar un estudio de tiempos con el objetivo de identificar cuál es el tiempo de ciclo del corrugado dentro de la compañía. Antes de comenzar a realizar el estudio, se debe definir una unidad de medida para este, debido a que la cartonería que maneja la empresa es muy variable; por ejemplo, un día pueden llegar 10 cajas y al otro, pueden arribar 1.000. Esta unidad de medida también será con la que se construirá el VSM actual de la compañía.

La estrategia desarrollada para encontrar esa muestra representativa de cartonería consistió en dos pasos principalmente: El primero estuvo fundamentado en la búsqueda de las referencias más programadas dentro del lapso del estudio, se utilizó como criterio de selección, aquellas referencias que habían sido programadas más de 20 veces. Como las referencias no son programadas siempre en la misma cantidad, se calculó un promedio de cajas con base en el total de cajas y al número de veces que había sido programada. El segundo paso consistió en identificar qué componentes tenía cada referencia, mediante la utilización de la lista de materiales (Bill of Materials, BOM) y luego ver cuántas piezas se necesitaban para cumplir con el promedio de cajas previamente calculado. La Tabla 1 muestra los resultados de este proceso

En la Tabla 1 se puede observar que para la muestra representativa solo se seleccionaron las referencias de cada pre-

Tabla 1.

Cálculo de la muestra representativa para el estudio de tiempos

REFERENCIA	FRECUENCIA	RELEVANTE	CAJAS	PROMEDIO CAJAS	AVISPERO	CANASTILLA	CAJA	ESTUCHE	DIVISION	CORCHO	TAPA	PARTE INTERNA
0259AL	34	IMPORTANTE	2230	66	132	0	66	0	66	0	0	0
0209AL	36	IMPORTANTE	3762	105	210	0	105	0	105	0	0	0
0630AL96	25	IMPORTANTE	1480	59	118	0	59	0	59	0	0	0
0054AL	24	IMPORTANTE	4188	175	350	0	175	0	175	0	0	0
1152AL	21	IMPORTANTE	2912	139	417	0	139	0	278	0	0	0
0507CL6	25	IMPORTANTE	6719	269	0	2152	269	0	0	0	0	0
0399AL	23	IMPORTANTE	885	38	76	0	38	0	38	0	0	0
0269AL	26	IMPORTANTE	2728	105	210	0	105	0	105	0	0	0
0287AL	23	IMPORTANTE	2424	105	315	0	105	0	210	0	0	0
0506CL6	35	IMPORTANTE	4056	116	0	928	116	0	0	0	0	348
0355CL	21	IMPORTANTE	1797	86	0	1032	86	0	0	0	0	258
9149EL	26	IMPORTANTE	1990	77	0	0	77	308	0	308	0	0
0100CD6	25	IMPORTANTE	3011	120	0	960	120	0	0	0	0	360
0619CL	22	IMPORTANTE	601	27	0	216	27	0	0	0	0	81
0396CL6HC	22	IMPORTANTE	778	35	0	280	35	0	0	0	0	105
9108EL	28	IMPORTANTE	2066	74	0	0	74	296	0	0	0	0
9153EL	21	IMPORTANTE	1296	62	0	0	62	248	0	0	0	0
4340AL24	23	IMPORTANTE	3774	164	164	0	164	0	164	0	0	0
				TOTAL	1992	5568	1822	852	1200	308	0	1152

Fuente: El autor

sentación que más rotación habían tenido en el lapso de la investigación (resaltadas por la línea azul oscura). Con base en esta información se determinó la unidad de medida del estudio de tiempos y el VSM de la siguiente manera:

- 295 cajas
- 210 avisperos
- 928 canastillas
- 105 divisiones
- 348 parte interna

Una vez se tiene la muestra representativa con la cual se va a realizar el estudio de tiempos, se procede a definir las tareas de cada uno de las actividades que implica el proceso objeto de estudio. Luego de esto se pasa a calcular el tamaño de muestra para cada tarea con base en el método estadístico propuesto por la Organización Internacional del Trabajo. El método estadístico consiste en efectuar un cierto número de observaciones preliminares (n') y luego aplicar la fórmula (ecuación 1) para un nivel de confianza de 95,45% y un margen de error de 5%.

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Ecuación 1. Fórmula para calcular tamaño de muestra

Donde:

- n = Tamaño de muestra que se desea determinar
- n' = Tamaño de muestra preliminar
- x = Valor de las observaciones

Para el caso de estudio se estableció una muestra preliminar de cuatro observaciones para cada tarea y con ayuda de la ecuación 1, se procedió a calcular el tamaño de muestra de cada elemento de las cuatro fases del proceso previamente definidas (Para ver los resultados diríjase al Anexo A) Luego se procede a estimar el tiempo que se demora la muestra representativa en pasar por todo el proceso, teniendo en cuenta el ritmo al cual trabaja el operario y un tiempo de suplemento basado en las condiciones del ambiente y trabajo. Luego de esto se establece el tiempo tipo de cada una de las fases del proceso y con estos valores se calcula el tiempo de ciclo de la muestra representativa, el cual es equivalente a 359,9 minutos.

Tabla 2.

Tiempo de ciclo del proceso

Actividad	Tiempo (min)
Recepción	42,09
Unificación	48,42
Almacenamiento	68,07
Alistamiento	201,32
Total	359,9

Fuente: El autor

Después de haber determinado el tiempo que se demora la muestra representativa en pasar por todas las etapas del proceso, se procede a realizar el trazado del Value Stream Mapping de la situación actual. Para cumplir con este objetivo se utiliza una versión gratuita limitada de un software llamado eVSM, el cual permite realizar el trazado de mapas de cadena de valor, usando programas como Microsoft Excel y Microsoft Visio Professional. En este software se logra consolidar el estudio de tiempos y la definición de actividades del proceso para crear así el mapa de cadena de valor actual.

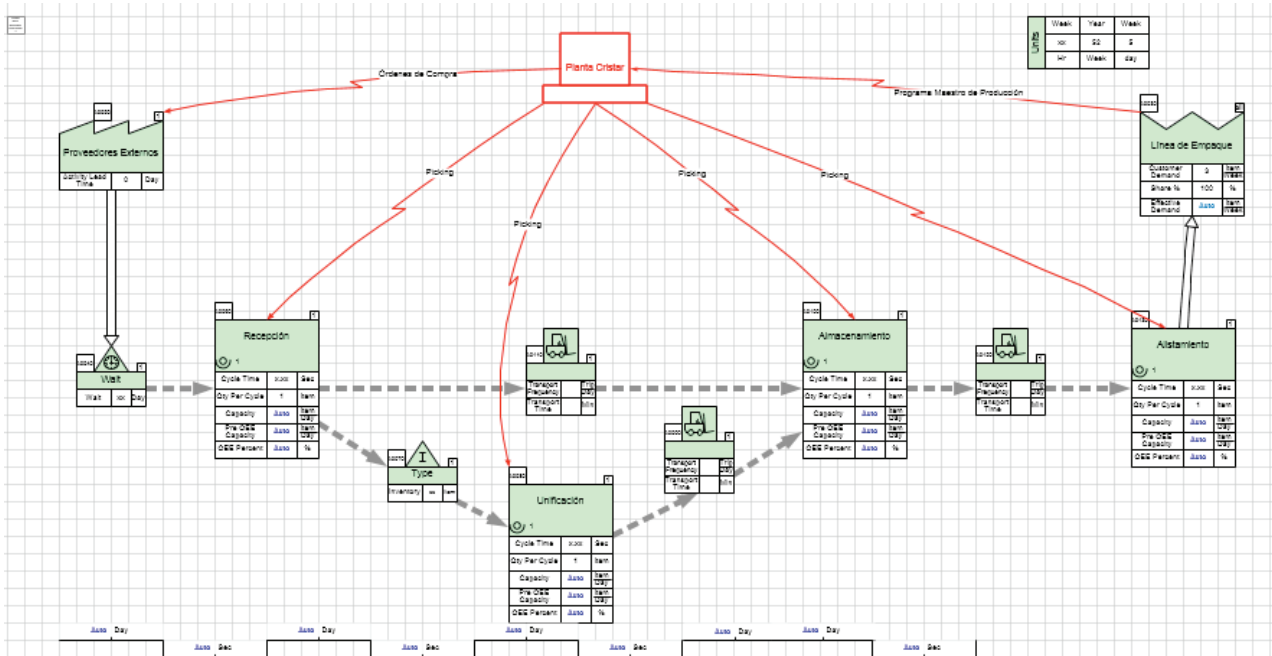
En la Figura 4 se muestra el VSM actual.

En este se puede observar cómo la planta de producción es la entidad de control del sistema, ya que es la encargada de emitir las órdenes de compra a los proveedores de cartonería, y a su vez, programar las referencias a las líneas de empaque, el cual es el cliente del proceso.

El mapa de la cadena de valor refleja el comportamiento del sistema: se puede notar cómo cuando las órdenes de compra llegan a los proveedores, estos envían el pedido a la bodega, teniendo en cuenta que se debe asumir una espera para poder ingresar a esta.

Una vez que el vehículo logra entrar a la empresa, comienza el proceso de recepción, y en caso de que no todos los componentes lleguen juntos, la cartonería se convierte en inventario en proceso en busca de entrar a la fase de unificación.

Luego de que la mercancía ha sido unificada, esta se traslada al proceso de almacenamiento y una vez que es programada la referencia en la cual va a ser utilizada, el corrugado llega a la última etapa del proceso: el alistamiento, lugar en el cual los operarios de la línea de empaque pueden acceder a la cartonería sin ningún problema.



Paso 2: Medición de indicadores

Para determinar el estado de la situación actual se debe primero aclarar y explicar tres conceptos fundamentales, los cuales son:

- Capacidad efectiva: Es la capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones de operaciones existentes. A partir de este indicador, se calcula la eficiencia del proceso.
- Tiempo de ciclo: Es el tiempo promedio entre la producción de dos unidades consecutivas

- Tiempo takt: Es el máximo tiempo de ciclo permitido para producir un elemento y poder cumplir la demanda. La situación ideal es que el takt time sea igual al tiempo de ciclo, de lo contrario se puede incurrir en costos de faltantes o sobreproducción.

Luego de explicados estos conceptos, se procede a analizar los resultados arrojados de la simulación del estado actual hecha mediante el software eVSM. En la Figura 5 se puede notar cómo las etapas de almacenamiento y alistamiento son las menos eficientes del proceso, ya que son las que tienen menos capacidad. Asimismo, en la Figura 6 se puede evidenciar cómo el tiempo de ciclo es mucho menor

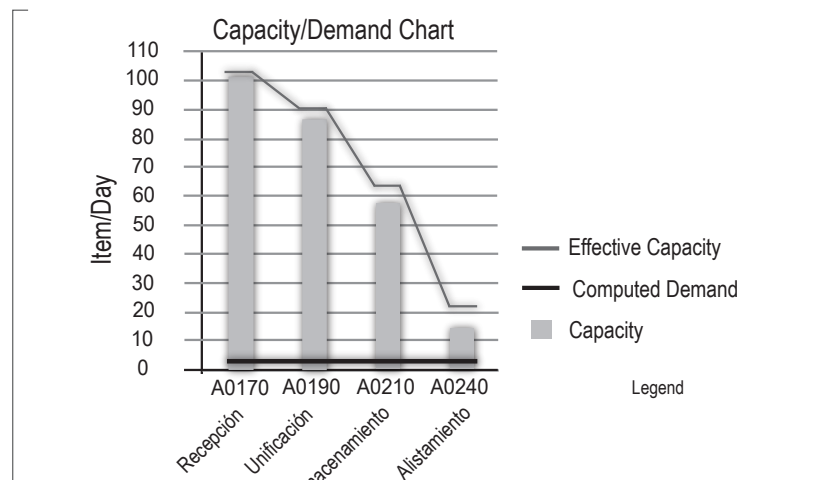


Figura 5. Capacidad efectiva de las etapas del proceso de recepción, unificación, almacenamiento y alistamiento de corrugado

Fuente: El autor

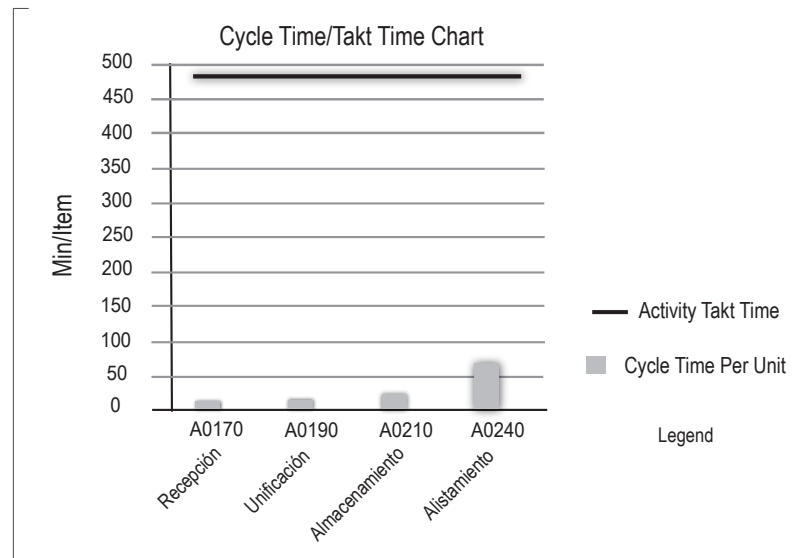


Figura 6. Takt time vs tiempo de ciclo

Fuente: El autor

al tiempo takt, lo que refleja que el proceso está respondiendo lentamente a las necesidades que está exigiendo el cliente, por lo que se está generando un nivel de servicio bajo y se está haciendo necesaria la implementación de actividades de reproceso para poder cumplirle al cliente.

En conclusión, los resultados de simulación de la situación actual reflejan un comportamiento indeseable del sistema, donde se está teniendo un nivel de servicio bajo y a la vez se están desperdiciando recursos de espacio, tiempo y dinero.

Paso 3: Identificación de problemas en el proceso actual

El estudio de tiempos no solo se convirtió en una herramienta para medir el tiempo de ciclo del proceso, sino que también se consolidó como una forma de ver todo el sistema y poder encontrar oportunidades de mejora dentro de este. Luego de la observación del proceso, se encontraron cuatro problemas principales que afectaban el desempeño del sistema. A continuación se menciona cada uno de estos:

Carencia de un sistema de control de inventario de estibas y láminas en la etapa de recepción

Cuando se estaba realizando la toma de tiempo para el estudio, se logró evidenciar un hecho, en la etapa de recepción, que se repetía continuamente: la persona que descargaba la cartonería se quedaba sin estibas y láminas, lo que provocaba que este parara el proceso para recorrer la bodega en busca de estos insumos tan necesarios para esta etapa. Falta de un área definida para el almacenamiento temporal de corrugado

Como ya se había comentado, la cartonería que no llega completa, se deja en un lugar a espera de que los componentes que faltan arriben a la bodega. El problema consiste en que esta área de almacenamiento temporal es seleccionada aleatoriamente y no tiene un lugar fijo dentro de la bodega, lo que ocasiona desorden y movimientos innecesarios para el operario encargado de la fase de unificación.

Carencia de un montacargas disponible para el proceso

Actualmente la empresa cuenta con dos montacargas: uno encargado del surtido de vidrio a las líneas y otro que provee despacho de producto terminado. Debido a que el proceso involucra movimiento constante de estibas, es necesario que un montacargas preste continuamente su servicio a este proceso, para evitar esperas innecesarias de traslado de estibas de un lugar a otro.

Falta de comunicación entre las dependencias de la compañía

Por último, se logró identificar que la empresa tiene un déficit de comunicación entre sus dependencias, por lo que muchas veces lo que sucede en el área de producción no es informado al proceso de cartonería y esto provoca actividades de reproceso que se podrían evitar simplemente teniendo intercomunicada toda la compañía.

Paso 4: Selección de técnicas apropiadas para mejorar el proceso

Para cumplir con este paso, se empleó la misma metodología utilizada por Barcia y De Loor (2007), los cuales usa-

ron una tabla donde se especificaba el problema, el tipo de desperdicio que este involucraba y la técnica que ayudaría a solucionarlo.

En la Tabla 3 se presentan dichas características, en las cuales se puede notar lo siguiente: para el primer problema planteado se va implementar un sistema de control kanban, buscando reducir el desperdicio generado por la ausencia de este inventario; para mejorar el segundo problema, en el cual existe un desperdicio en los movimientos del operario, se ejecutará un plan de 5S y luego un estudio de capacidad y distribución de la bodega; para el tercer problema, se buscará dar una capacitación a los montacarguistas para que le presten su servicio al proceso y por último, para mejorar la comunicación entre las dependencias de la compañía se efectuará un trabajo conjunto de los jefes de las áreas con

el objetivo de establecer una red de intranet para la compañía.

Paso 5: Mapeo de la cadena de valor de la situación futura

Luego de identificar las soluciones a los problemas que se presentan dentro del proceso, se pasa a plasmar dichas técnicas en el mapa de la cadena de valor, con el objetivo de simular el comportamiento ideal del sistema y compararlo con los indicadores actuales.

En la Figura 7 se puede observar cómo la primera mejora a establecer es la ejecución de un sistema de control kanban para las estibas y láminas, la cual buscará reducir los desperdicios asociados a la etapa de recepción.

Tabla 3.

Selección de técnicas lean para reducir desperdicios

Problema	Desperdicio identificado	Técnica lean a aplicar
Carencia de un sistema de control de inventario de estibas y láminas en la etapa de recepción	Cultura-inventario	sistema kanban
Falta de un área definida para el almacenamiento temporal	Cultura-movimiento	5S-distribución en planta
Carencia de un montacarga disponible para el proceso	Cultura-RRHH	trabajo en equipo
Falta de comunicación entre las dependencias	Cultura-RRHH	trabajo en equipo – 5S - wms

Fuente: El autor

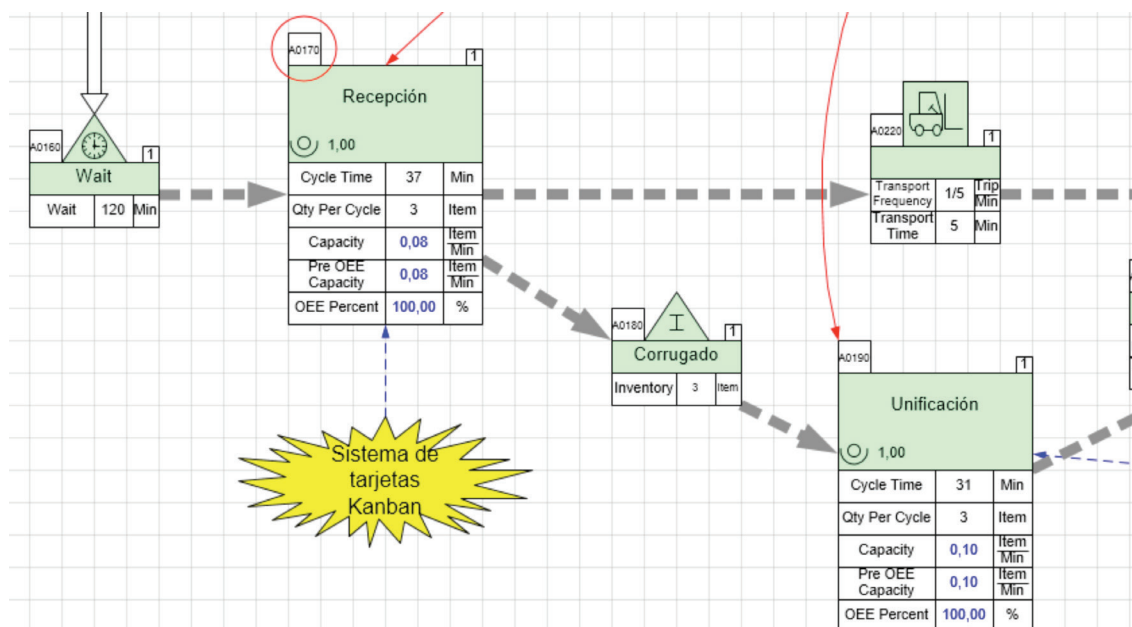


Figura 7. Implementación del sistema de control kanban al proceso base

Fuente: El autor

Asimismo en la Figura 8 se nota cómo un proyecto de distribución en planta puede mejorar el desempeño de las fases de unificación, almacenamiento y alistamiento.

Por último, en la Figura 9 se evidencia la aplicación de las dos últimas mejoras propuestas para el proceso en cuestión: la capacitación de montacargas que implica un transporte más eficiente de recursos y el sistema de información que intercomunique a todos los encargados del proceso.

La aplicación de las técnicas propuestas dentro del mapa de cadena de valor crea una situación futura óptima, la cual

consolida la última fase de la metodología aplicada y es llamada Value Stream Mapping futuro (Ver Figura 10).

Paso 6: Proyección y comparación de indicadores

Una vez se tiene plasmada la situación ideal se procede a realizar la simulación del sistema y a compararlo con el proceso actual. Se debe tener en cuenta que las fases del proceso se identifican en los gráficos a través de una numeración ascendente, donde 1 es la primera etapa y 4 es la última. En la Figura 11 se evidencia cómo el tiempo de ciclo de la muestra representativa es menor en la situación futura, ya que en

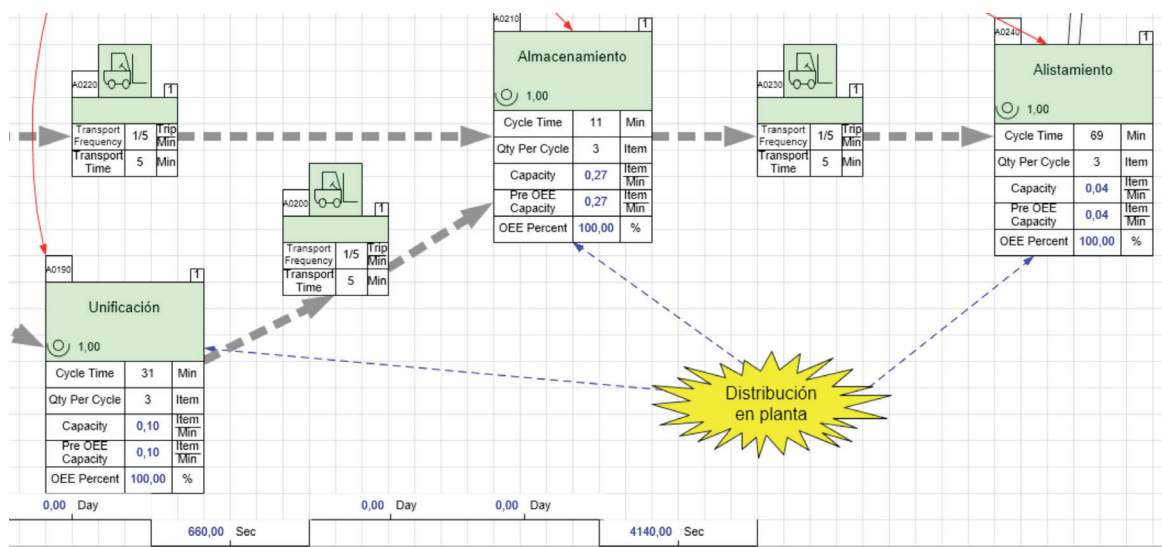


Figura 8. Establecimiento de un proyecto de distribución en planta para el proceso base

Fuente: El autor

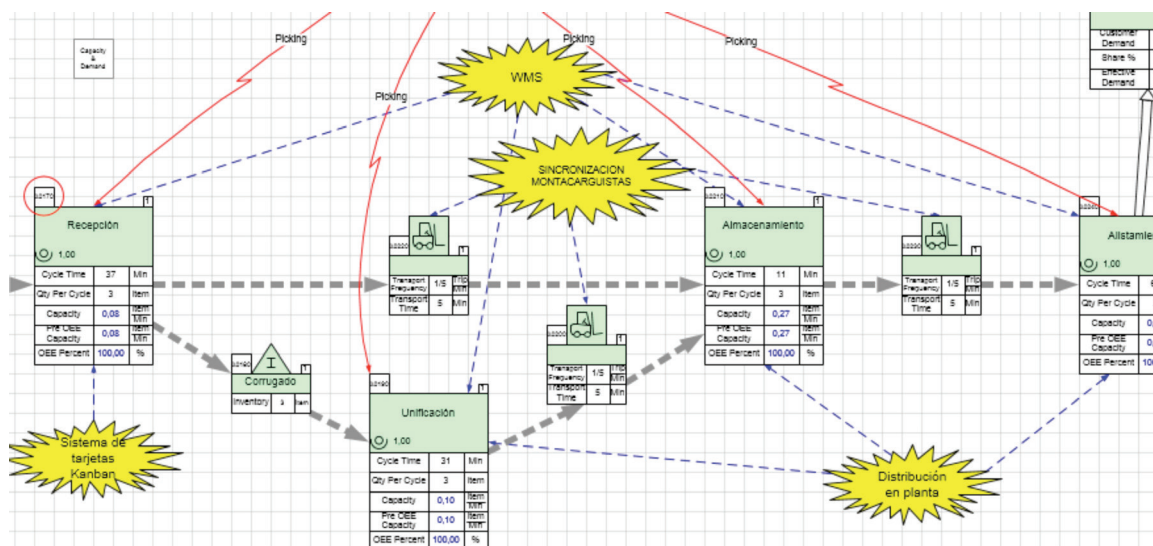


Figura 9. Ejecución de la capacitación de montacargas y el sistema de información dentro del proceso base

Fuente: El autor

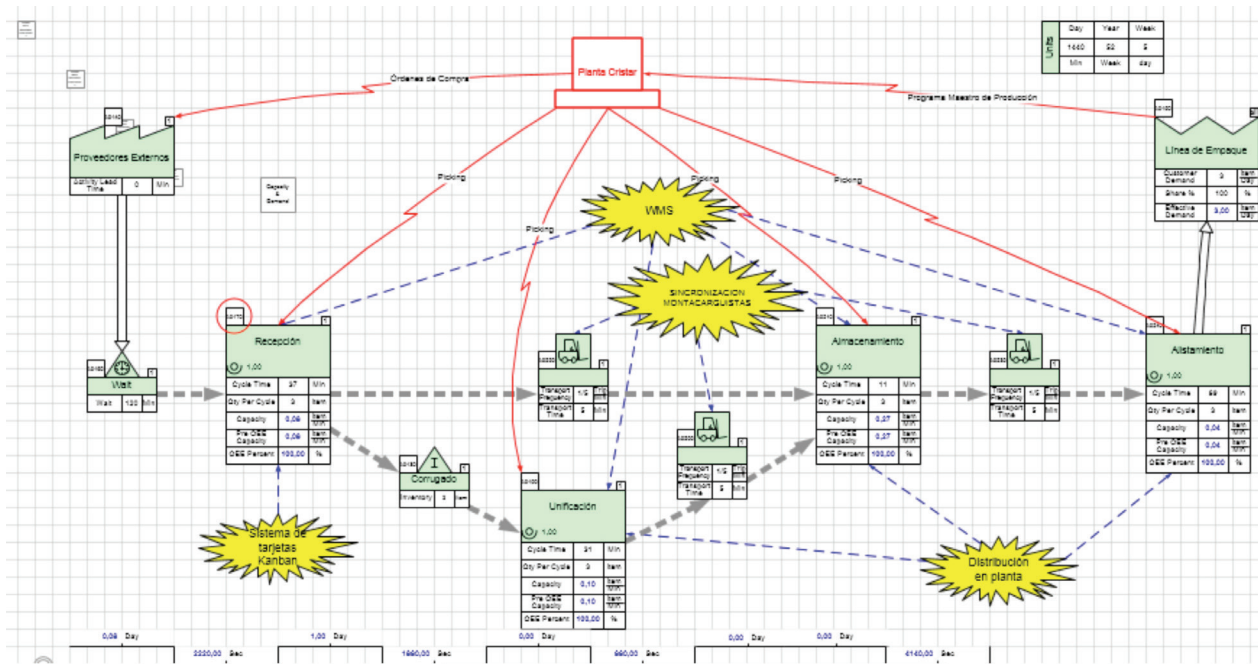


Figura 10. Mapa de cadena de valor de la situación futura.
Fuente: El autor

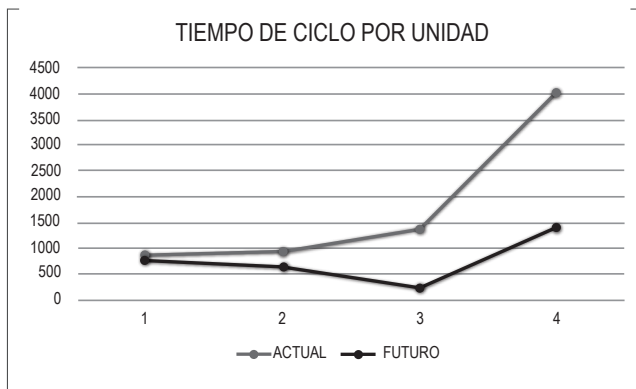


Figura 11. Comparación del tiempo de ciclo por unidad
Fuente: El autor

este escenario se logran eliminar aquellas actividades que generaban desperdicio de tiempo en el proceso y por ende no agregan valor al producto.

De igual forma, se debe resaltar cómo todas las fases del proceso aumentan su capacidad efectiva (Ver Figura 12), es decir, ahora en el mismo tiempo se logra llevar una muestra de corrugado más grande al cliente, que en este caso es la línea de empaque, lo que hace que la eficiencia del proceso aumente.

Paso 7: Establecimiento del plan de acción

Luego de confirmar que las técnicas a ser aplicadas dentro del proceso pueden mejorar el desempeño de este, se pro-

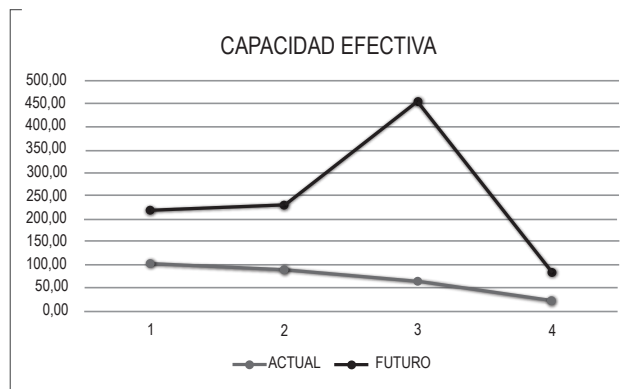


Figura 12. Comparación de la capacidad efectiva de las fases del proceso
Fuente: El autor

cede a definir un posible plan de implementación de estas. A continuación se explican las mejoras que se lograron implementar dentro del proceso

Aplicación de las 5S a la bodega de insumos

Para la implementación de esta técnica se dispuso de un día donde no había labor de empaque, todo con el objetivo de clasificar, organizar y limpiar toda la bodega. Al final de este proceso se delimitó un área para cartonería y para vidrio; además se implementó un programa de limpieza para los encargados del proceso, con el objetivo de comprometer a las personas a mantener un lugar de trabajo limpio y ordenado.

Implementación de sistema kanban para el control del inventario de estibas

Para la ejecución de esta mejora se comenzó con la idea de colocar un número determinado de tarjetas en las estibas y cada vez que una de estas se utilizara, sacar la tarjeta de la estiba y dejarla en un lugar prefijado, para que la persona encargada del proceso de cartonería repusiera las estibas equivalentes al número de tarjetas que estaban sueltas. Se implementó esta idea pero surgió el problema de que dichas fichas de cartulina se caían de la estiba, antes de ser utilizadas, lo que ocasionaba un descontrol en el inventario de estibas, ya que no todas las tarjetas sueltas representaba una situación en la que se debían reponer estibas.

Al fracasar esta idea, se pasó a proponer una forma diferente para el control de inventario de este insumo: Se iba a calcular el inventario máximo y mínimo de estibas necesarias para todo el proceso de la compañía (incluyendo despacho y área de producción). Luego de esto, se iban definir tres límites: inventario máximo, inventario mínimo y punto de reorden. Para hacer más fácil la identificación del momento en el que se debe pedir, se pasaría entonces a colorear el piso del área destinada para el almacenamiento de este insumo: el color verde representaría el hecho de que hay suficientes estibas para cumplir con todos los procesos normales de la compañía; el color amarillo implicaría llevar un seguimiento riguroso del inventario, ya que es una alerta de que en cualquier momento se debe pedir; por último, el color rojo representaría la situación en la cual el encargado del proceso de cartonería debe pedir las estibas a la planta. Esta propuesta fue aprobada por la gerencia y actualmente se encuentra en proceso de ejecución.

El indicador que se utilizó para medir el impacto del estudio sobre el desempeño de la compañía fue el dinero gastado en horas extras para el proceso de cartonería, ya que estas representan un tiempo de reproceso que se debe eliminar

para agregar valor al producto. En la Tabla 4 se puede notar cómo, antes de que se implementaran las mejoras, la empresa llegó a gastar hasta \$1.298.768 en un mes para cubrir actividades de reproceso en el área de cartonería. La implementación de las propuestas eliminó las horas extras en el proceso de recepción, unificación, almacenamiento y alistamiento de empaque, lo que evidencia el impacto de las mejoras en la compañía a través de un ahorro en tiempo, que implica que el cliente no está pagando por una actividad que no le agrega valor a su producto.

Conclusiones

La implementación de la herramienta de Value Stream Mapping permitió mostrar a la alta gerencia cómo se desempeñaba uno de los procesos más críticos dentro de la compañía y con esa base ver el comportamiento de todo el sistema de una forma global y no por partes. Al identificar el comportamiento y las relaciones subyacentes dentro del proceso, se logró establecer un plan de acción que actualmente se encuentra en ejecución y que en corto tiempo ha entregado ahorros considerables a la compañía.

Además, las mejoras propuestas se han convertido en herramientas fáciles de aprender y que les han mostrado a los encargados del proceso cómo debe ser la manera correcta en la que debe funcionar el sistema y cuál es la forma de actuar en ocasiones de crisis.


Entre las técnicas desarrolladas y que han evidenciado excelente resultados se encuentra la aplicación de un sistema de 5S con lo que se logró tener una bodega limpia y ordenada. Asimismo se espera que la idea de controlar el inventario de estibas a través de franjas de colores tenga un efecto positivo en los encargados del proceso y provoque un ahorro en tiempo y dinero para la compañía. 

Tabla 4.
Dinero gastado en horas extras del área de cartonería Enero-Junio 2015

Mes	Horas extras cartonería	Valor horas extras
Enero	93	\$ 312.107
Febrero	139	\$ 464.805
Marzo	387	\$ 1.298.768
Abril	48	\$ 161.088
Mayo	171	\$ 572.196
Junio	0	\$ -

Fuente: El autor

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Notas

1. El término agrupa a trabajadores, clientes, accionistas y proveedores, entre muchos otros actores clave que se ven afectados por las decisiones de una empresa
2. Un proceso de maquila funciona a partir de un contrato, (denominado comúnmente contrato de maquila), el cual plantea como objetivo de compromiso que la empresa maquiladora utilice su capacidad instalada y procesos productivos para la fabricación de productos tangibles o la prestación de servicios intangibles (dentro de un programa de producción pre-determinado).
3. Documento en el cual se especifica el producto que contiene el camión, junto con sus respectivas cantidades.

Referencias bibliográficas

1. AZIZI, Amir y MANOHARAN, Thulasi. Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study. En: *Procedia Manufacturing*. Febrero, 2015. Vol. 2, p. 153-158
2. BARCIA, Kleber y De Loo, Carlos. Metodología para Mejorar un Proceso de Ensamble Aplicando el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM). En: *Revista Tecnológica ESPO*. Octubre, 2007. Vol. 20, no. 1, p. 31-38.
3. BROWN, Adam, AMUNDSON, Joseph y BADURDEEN, Fazleena. Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: application case studies. En: *Journal of Cleaner Production*. Junio, 2014. Vol. 85, p. 164-179.
4. EDTMAYR, Thomas, SUNK, Alexander y SIHN, Wilfried. An approach to integrate Parameters and Indicators of Sustainability Management into Value Stream Mapping. En: *Procedia CIRP*. Junio, 2016. Vol. 41, p. 289-294.
5. HAEFNER, Benjamín., KRAEMER, Alexandra, STAUSS, Torsten y LANZA, Gisela. Quality Value Stream Mapping. En: *Procedia CIRP*. Junio, 2014. Vol. 17, p. 254-259.
6. MORLOCK, Friedrich. y MEIER, Horst. Service Value Stream Mapping in Industrial Product-Service System Performance Management. En: *Procedia CIRP*. Diciembre, 2015. Vol. 30, p. 457-461.
7. NASH, Mark y POLING Sheila. Mapping the Total Value Stream. I Ed. New York. Taylor & Francis Group, 2008. 296 p.
8. ROHAC Thomas y JANUSKA, Martin. Value Stream Mapping Demonstration on Real Case Study. En: *Procedia Engineering*. Noviembre, 2014. Vol. 100, p. 520-529.
9. ROHANI, Jafri y ZAHRAEE, Seyed. Production line analysis via value stream mapping : a lean manufacturing process of color industry. En: *Procedia Manufacturing*. Febrero, 2015. Vol. 2, p. 6-10.
10. SUHADAK, Nurulzulaiha, AMIT, Norani y ALI, Mohammad. Facility Layout for SME Food Industry via Value Stream Mapping and Simulation. En: *Procedia Economics and Finance*. Agosto, 2014. Vol. 31, p. 797-802.
11. TYAGI, Satish., CHOUDHARY, Alok, CAI, Xianming y YANG, Kai. Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. En: *International Journal of Production Economics*. Noviembre, 2014. Vol. 160, p. 202-212.
12. VARSEI, Mohsen y POLYAKOVSKIY, Sergey. Sustainable supply chain network design : A case of the wine industry in Australia. En: *Omega*. Noviembre, 2015. P. 1-12.

Anexo A.

Tamaño de muestra para los elementos del proceso objeto de estudio

		Tiempo en minutos						
PROCESO DE RECEPCIÓN		1	2	3	4	ΣX	ΣX^2	N
1	Da la orden para que el camión ingrese	2,00	1,50	1,70	1,80	7	12,4	17
2	Espera mientras el camión ingresa a la bodega	2,50	3,00	3,42	3,17	12	37,0	20
3	Recibe la remisión por parte del transportista	0,42	0,38	0,50	0,42	2	0,7	16
4	Revisa si la orden coincide con el picking del día	1,80	2,20	2,00	2,00	8	16,1	8
5	Descarga las cajas y las estiba	2,85	3	3	3,2	12	36,5	3
6	Verifica que la cantidad de cajas descargadas coincida con la orden de picking	1,67	2,00	2,17	1,83	8	14,8	15
7	Rotula las cajas recibidas	0,55	0,50	0,53	0,67	2	1,3	20
8	Descarga los avisperos y los estiba	1,03	1,10	1,20	0,97	4	4,7	10
9	Verifica que la cantidad de avisperos descargados coincida con la orden de picking	1,27	1,33	1,50	1,42	6	7,6	6
10	Rotula los avisperos recibidos	0,83	0,72	0,78	0,88	3	2,6	9
11	Descarga las canastillas y las estiba	1,23	1,05	1,48	1,62	5	7,4	42
12	Verifica que la cantidad de canastillas descargadas coincida con la orden de picking	2,10	2,68	2,08	2,50	9	22,2	19
13	Rotula las canastillas recibidas	0,92	0,82	0,97	0,93	4	3,3	6
14	Descarga los estuches y los estiba	2,22	2,33	2,10	2,37	9	20,4	3
15	Verifica que la cantidad de estuches descargados coincida con la orden de picking	0,67	0,75	0,70	0,83	3	2,2	12
16	Rotula los estuches recibidos	0,92	0,78	0,97	0,82	3	3,1	12
17	Descarga las partes internas y las estiba	0,75	0,87	0,78	0,95	3	2,8	14
18	Verifica que la cantidad de parte interna descargada coincida con la orden de picking	0,58	0,63	0,53	0,65	2	1,4	9
19	Rotula la parte interna recibida	0,87	0,95	0,98	0,88	4	3,4	4
20	Descarga las divisiones y las estiba	0,63	0,58	0,57	0,80	3	1,7	33
21	Verifica que la cantidad de divisiones descargadas coincida con la orden de picking	1,18	0,88	1,10	0,95	4	4,3	21
22	Rotula las divisiones recibidas	0,87	0,80	0,78	0,97	3	2,9	11
23	Ingresa las unidades recibidas al sistema	5,93	6,52	7,17	6,42	26	170,2	7

		Tiempo en minutos						
PROCESO DE UNIFICACIÓN		1	2	3	4	ΣX	ΣX^2	N
1	Revisa la orden de picking para saber que componentes tiene cada referencia	0,95	0,92	0,80	0,83	4	3,1	8
2	Revisa el sistema de información para conocer si todos los componentes han llegado	0,83	0,92	1,03	0,97	4	3,5	10
3	Busca todos los componentes para el avispero y los consolida en una estiba	7,82	9,22	8,67	8,23	34	288,9	6
4	Coloca el estrés a la estiba	2,10	2,03	2,49	2,12	9	19,2	10
5	Busca todos los componentes para la canastilla y los consolida en una estiba	8,16	7,24	8,29	8,82	33	265,4	8
6	Coloca el estrés a la estiba	2,65	2,67	2,36	2,96	11	28,5	10
7	Busca todos los componentes para el estuche y los consolida en una estiba	7,05	8,96	7,43	8,96	32	265,4	18
8	Coloca el estrés a la estiba	2,70	2,91	2,58	2,38	11	28,1	8
9	Registra en el sistema de datos que el corrugado de la referencia está completa	5,43	9,08	9,51	7,85	32	264,1	63

		Tiempo en minutos						
PROCESO DE ALMACENAMIENTO		1	2	3	4	ΣX	ΣX^2	N
1	Da la orden al montacargista para que suba la estiba con los componentes para el avispero	4,74	3,32	3,45	3,16	15	55,5	47
2	Verifica que las cantidades y componentes estén completos para empacar el avispero	11,98	12,08	13,98	13,86	52	676,9	9
3	Da ubicación de los componentes para el avispero en las estanterías	1,07	1,01	1,32	1,15	5	5,2	16
4	Da la orden al montacargista para que suba la estiba con los componentes para la canastilla	4,82	3,86	3,97	3,88	17	68,9	15
5	Verifica que las cantidades y componentes estén completos para empacar la canastilla	11,86	11,70	12,89	10,01	46	543,9	13
6	Da ubicación de los componentes para la canastilla en las estanterías	1,68	1,70	1,39	1,56	6	10,1	10
7	Da la orden al montacargista para que suba la estiba con los componentes para el estuche	4,59	4,39	3,89	3,96	17	71,2	8
8	Verifica que las cantidades y componentes estén completos para empacar el estuche	13,03	14,82	11,27	13,91	53	709,6	16
9	Da ubicación de los componentes para el estuche en las estanterías	1,10	1,63	1,62	1,47	6	8,7	35

		Tiempo en minutos						
PROCESO DE ALISTAMIENTO		1	2	3	4	ΣX	ΣX^2	N
1	Revisa el programa maestro de producción para saber que se va a trabajar en el turno	13,37	11,31	13,99	11,76	50	640,8	12
2	Busca la ubicación de los componentes del avispero	3,74	4,49	3,83	4,48	17	68,8	12
3	Da la orden al montacargas para que baje la estiba	10,59	13,10	10,46	14,78	49	611,8	35
4	Da la ubicación de los componentes en el área de alistamiento	39,00	32,47	35,92	30,62	138	4802,9	14
5	Busca la ubicación de los componentes de la canastilla	4,60	4,35	3,69	4,60	17	74,9	12
6	Da la orden al montacargas para que baje la estiba	10,57	10,62	13,96	14,41	50	627,2	34
7	Da la ubicación de los componentes de la canastilla en el área de alistamiento	38,53	36,95	39,92	30,27	146	5360,2	17
8	Busca la ubicación de los componentes del estuche	3,30	3,61	4,34	4,02	15	58,9	17
9	Da la orden al montacargas para que baje la estiba	11,29	10,56	12,15	10,67	45	500,3	5
10	Da la ubicación de los componentes del estuche en el área de alistamiento	38,90	35,04	38,82	33,51	146	5370,5	7