



Trabajo de grado en modalidad de aplicación

Propuesta de mejoramiento para los procesos de Litoprint S.A. implementando BSC y Lean Six Sigma.

Ramiro Beltran Moreno^{a,c}, Ernesto Carlos de León de la Ossa^{a,c},

Mabel Olano^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Resumen de diseño en Ingeniería (En inglés)

Litoprint S.A is a familiar Colombian Company which works on manufacturing folding boxes using cardboard and microcorrugated cardboard. Until 5 years ago the low prices and the quality of its products had allowed the company to position itself among the first 5 companies in sales in the packaging sector. Nevertheless, between the years 2012 and 2017 the company has presented an income reduction over the 48% going from \$20.756 MM to 10.822 MM, with a cumulative loss in net income of 4.480 MM.

Nowadays, the high production costs caused by the low utilization of installed capacity (49%), the low productivity of the equipment, the increase in the waste of the raw material (cardboard) in the production orders, the late deliveries and the loss of time for lack of raw materials, among other problems, have made the company very uncompetitive and not attractive for current and potential customers which is reflected in the sales budget compliances indicator whose cumulative closure in December 2017 was 75.52%, due to the low effectiveness of the approval of quotations corresponding to 0.47% and the loss of 16% of the customers.

The lack of coherence between the strategies of the commercial and production departments to achieve the goals, does not allow the proper functioning of the value chain. Managing the strategy is not the same as managing operations. But both are vital and it is necessary to integrate them. (Kaplan & Norton, 2008).

Therefore, it was proposed to incorporate into Litoprint S.A. management tools such as the balanced scorecard (BSC) and the strategic map as well as engineering tools for continuous improvement, standardized processes and cost reduction such as the PHVA methodology, lean six sigma and the value stream mapping (VSM); the application of these tools and the measurement of their effectiveness was carried out in a pilot production line designed with the processes required to manufacture folding boxes without special finishes, since this type of product is part of the company's portfolio with a 79.7 % of participation.

The restrictions for the proposed design of the pilot line were mainly economic due to the need of investments in the maintenance of expensive equipment to keep them in optimal conditions for the production and also cultural restrictions because of the seniority of the employees which caused great resistance towards the implementation of the new work standards.

The implementation of the project in the pilot line produced enough economic and environmental benefits making it replicable in the other equipment of the company to cover 100% of the processes and products.

1. Justificación y planteamiento del problema

Litoprint S.A. es una compañía con 57 años de experiencia en el diseño, producción y distribución de cajas plegadizas para el mercado nacional e internacional en los sectores de alimentos, cosméticos y manufacturero.

La compañía pertenece al sector de la industria de la comunicación gráfica, el cual tuvo ventas por \$2,7 billones de pesos equivalente al 3,7% del PIB en el año 2014.

La categoría de empaques de papel y cartón, donde se ubica la empresa, se estima que tiene un valor aproximado de mercado de \$450 MM en el cual para el año 2.015 tenía una participación del 3.1%.

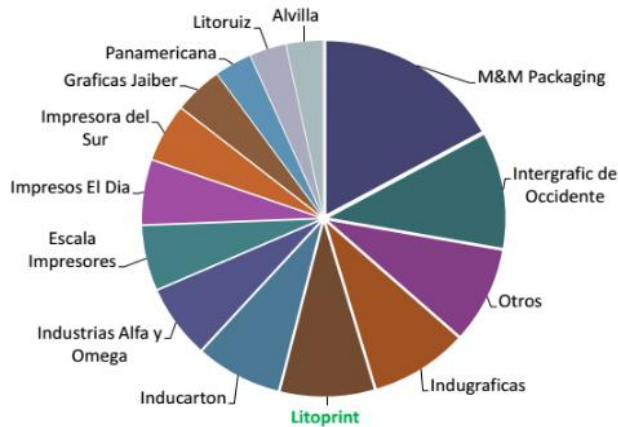


Figura 1. Participación de las empresas de empaques plegadizos en el mercado del año 2015. Fuente Departamento comercial Litoprint S.A

La empresa se ubicó para el 2016 en el 8 puesto en el ranking de ventas del sector, perdiendo varias posiciones respecto al año anterior, justificado por la pérdida de clientes y/o la pérdida de productos del portafolio de algunos clientes aunado a una contracción del mercado del -0,1%.

La deserción de los clientes se da en gran parte por la poca competitividad de los precios de los productos y ocasionalmente por no cumplir con los estándares de calidad requeridos.

Litoprint S.A. desarrolló su modelo de negocio utilizando la producción por lotes, pedidos tipo make to order y costeo por actividades (ABC) lo cual implica un gran esfuerzo en la planificación y control de materiales y procesos para evitar los desperdicios, los tiempos improductivos y los tiempos muertos.

La segmentación del portafolio de productos al interior de Litoprint S.A está determinado por el tipo de acabados que solicita el cliente en la plegadiza, siendo el producto de mayor demanda las cajas plegadizas sin acabados especiales que corresponde casi al 80% de la facturación mensual (ver figura2).

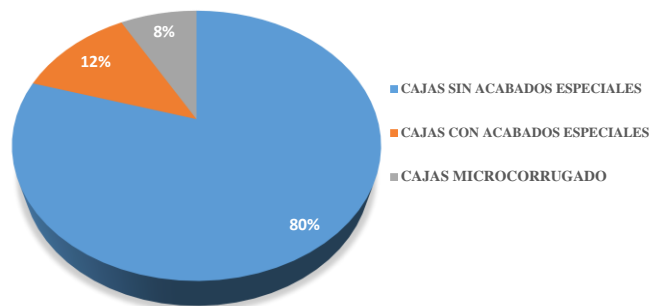


Figura 2. Portafolio de productos Litoprint S.A. Fuente propia con datos suministrados por la empresa

La composición del costo de venta de las cajas plegadizas sin acabados especiales está distribuido aproximadamente así: el 55% materias primas, 10% tercerizaciones (fletes, servicios complementarios) y 35% procesos de manufactura. Los procesos de producción son gestionados en función de la eficacia para cumplir las fechas de entrega al cliente, de los cuales solo algunos se miden (ver tabla 1).

Tabla 1

Reporte de resultados de indicadores de calidad acumulado abril 2017 Litoprint S.A

Proceso	Objetivo	Fórmula	Meta	Resultado	Cumple
Diseño y preprensa	Usar racionalmente los recursos en la elaboración de los productos	(No. De planchas procesadas por motivo en preprensa/ Total de planchas procesadas) * 100	2%	0,90%	Si
Impresión	Usar racionalmente los recursos en la elaboración de los productos	(Cantidad de material no conforme de ordenes incompletas / cantidad de material total roducido) * 100	1%	0,94%	Si
Impresión	Usar racionalmente los recursos en la elaboración de los productos	(Costo de material no conforme de ordenes incompletas / total facturado en el mes) * 100	1%	0,99%	Si
Troquelado	Usar racionalmente los recursos en la elaboración de los productos	(Cantidad de material no conforme de ordenes incompletas / cantidad de material total roducido) * 100	0,2%	0,19%	Si
Troquelado	Usar racionalmente los recursos en la elaboración de los productos	(Costo de material no conforme de ordenes incompletas / total facturado en el mes) * 100	0,2%	0,18%	Si
Pegue	Usar racionalmente los recursos en la elaboración de los productos	(Cantidad de material no conforme de ordenes incompletas / cantidad de material total roducido) * 100	0,1%	0,02%	Si
Pegue	Usar racionalmente los recursos en la elaboración de los productos	(Costo de material no conforme de ordenes incompletas / total facturado en el mes) * 100	0,1%	0,03%	Si
Despachos	Cumplir con las fechas de entrega del cliente	(Entregas eficaces y eficientes en oportunidad / total de entregas) * 100	95,0%	95,40%	Si
Mantenimiento	Usar racionalmente los recursos en la elaboración de los productos	(Total tiempo paradas por mes / total tiempo programado por mes) * 100	1,5%	2,43%	No
Aseguramiento de calidad	Disminuir el índice de devoluciones efectuadas por los clientes por causas de no calidad del producto	(Totl devoluciones en \$ / total facturado) * 100	0,4%	0,00%	Si

La tabla 1 muestra la ficha técnica de los indicadores de las diferentes áreas de la empresa y sus resultados enfocados en los costos de no calidad.

En el proceso de manufactura de las cajas plegadizas sin acabados especiales intervienen las operaciones mecánicas de conversión de cartulina de rollo a hojas, impresión, troquelado, pegue y las operaciones manuales descartone-revisión (Anexo No.1).

Los cuatro procesos mecánicos tienen el común denominador de falta de estandarización de las actividades de alistamiento, la falta de control de los desperdicios y la ausencia de indicadores de productividad. Existe una gran diferencia entre las velocidades de producción de Litoprint S.A. frente a los estándares internacionales (ver tabla 2) recolectados y compartidos por la firma RCC Casals Consultants, por lo cual hay una gran oportunidad de mejora para rentabilizar el negocio.

Tabla 2.
Benchmarking europeo de velocidades promedio por proceso

Proceso	Velocidad	Velocidad	%variación
	estándar RCC Casals und/hora	promedio Litoprint S.A und/hora	
Conversión (m/hora)	9.600	6.171	35,7%
Impresión (pliegos/hora)	8.500	6.471	23,9%
Troquelado (pliegos/hora)	6.500	4.011	38,3%
Pegue (und/hora)	72.000	50.400	30,0%

La tabla 2 muestra la variación de las velocidades promedio de producción de los procesos para la fabricación de cajas plegadizas sin acabados especiales entre empresas de Europa y Litoprint S.A. Fuente propia Departamento de producción Litoprint S.A.

Mediante la elaboración del perfil de oportunidades y amenazas de la compañía (POAM) (Anexo 2) se evidenció cómo las variables económicas y la tendencia de desaceleración de los diferentes sectores de la industria del país, son una amenaza directa para la compañía por tener un portafolio de productos que cada vez es más visto como un commodity a como un producto que agrega valor al bien final, ya sea una bebida, alimento, cosmético o medicamento.

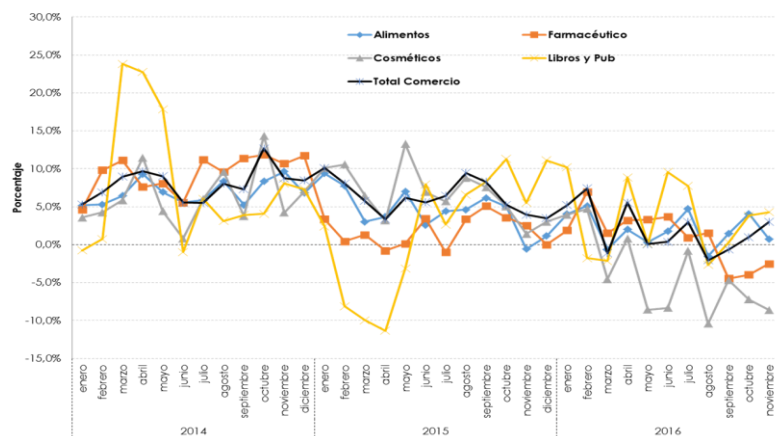


Figura 3. La figura muestra la evolución del comercio interno de los principales sectores de la economía. Fuente ANDIGRAF.

Se determinó que las variables socioculturales, demográficas y geográficas pueden llegar a ser oportunidades al desarrollar productos propios para nuevos nichos de mercado.

Las variables políticas se pueden convertir en amenazas u oportunidades, dependiendo de si la compañía decide abrirse al mercado extranjero o decide fortalecerse en el nacional; las variables sociales son una oportunidad, ya que cada día los integrantes de la cadena de valor buscan proveedores más confiables y comprometidos con el medio ambiente y la sociedad.

Una vez evaluadas las debilidades y fortalezas a través del Perfil de Capacidad Interno de la Compañía (PCI) se evidencia que la mayor debilidad es la Capacidad Directiva (Anexo 3), pues no hay los instrumentos o herramientas necesarias para tomar decisiones argumentadas con cifras que permitan una mayor maniobrabilidad ante las dificultades u oportunidades del día a día.

La capacidad competitiva es otra gran debilidad pues el mercado del empaque está direccionado a obtener el menor precio por ser un producto de muy poca diferenciación, la fidelidad del cliente es casi nula y no hay inversión en el desarrollo de nuevos productos, tecnologías o mercados.

Con un adecuado direccionamiento Litoprint S.A tendría una segunda oportunidad para ser lo que ya fue alguna vez, una compañía líder del mercado, competitiva e innovadora pues tiene todas las oportunidades para salir adelante, financieramente es estable, tiene personal con mucha experiencia, hay nuevos nichos de mercado sin explorar y tiene una gran capacidad instalada cesante.

2. Antecedentes

Después de una búsqueda rigurosa se encontró que el BSC y la metodología Lean Six Sigma han sido utilizadas para el mejoramiento continuo de procesos en ciertas empresas. Por un lado, en el documento “Aplicación del Mejoramiento Continuo al Proceso de Compras de la Vicepresidencia de Tecnología y Operaciones con indicadores del Balanced Scorecard en Redeban Multicolor” se concluyó que “los indicadores planteados lograron monitorear el proceso de compras demostrando que el ejercer control a través de la implementación de rangos de tiempo, para dar respuesta a las actividades y requerimientos, hace que la eficiencia del proceso se aumente de forma significativa en aproximadamente 50%.” (Díaz, 2016). Asimismo, en el documento “Diseño de una herramienta Balanced Scorecard para la disminución de las devoluciones de aceites lubricantes en una empresa petrolera” se concluyó que “Se logró mejorar la comunicación entre empresa – cliente, para el desarrollo continuo que se le quiere dar al diseño de BSC propuesto. Los clientes están muy interesados en hacer parte del cambio para mejorar también sus procesos y poder contribuir al objetivo de disminuir las devoluciones de producto, pero están a la espera de la decisión que tome su proveedor (empresa petrolera).” (López, 2012). Del mismo modo, en el documento “El Cuadro de Mando Integral: la respuesta a la implementación exitosa de la estrategia en las universidades públicas españolas” se afirma que dos de los beneficios de implementación del Balanced Scorecard son: mayor claridad estratégica ya que permite la involucración de diferentes niveles de la universidad en la planificación de la estrategia y un mayor diálogo estratégico entre los agentes responsables de la definición e implementación de la estrategia de la universidad, creando una visión compartida y discutida permitiendo alinear las actividades a una única visión logrando ver a la universidad como un todo y no en departamentos separados.

Por otro lado, en el artículo científico “Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico” se encontró que “Lean Six Sigma es un enfoque de mejora que ha tenido gran acogida gracias a su capacidad para dar solución efectiva a muchos de los problemas que enfrentan las organizaciones hoy. Por esta razón, grandes empresas a nivel mundial han implementado este enfoque como una estrategia de negocios para mejorar la calidad de los productos y servicios, mejorar la eficiencia de los procesos, aumentar la satisfacción del cliente y aumentar la rentabilidad”(Jimenez, 2014). Del mismo modo, en el documento “Metodología para el mejoramiento continuo de procesos de manufactura, basado en lean six sigma y aplicada al proceso de elaboración de arneses automotrices”, se concluyó que “La proporción de defectos antes de la aplicación de la metodología es mayor a después de la metodología y también es menor al 1%.”(De la Cruz, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, la herramienta de gestión BSC y la metodología Lean Six Sigma han funcionado con anterioridad en proyectos a gran escala en diferentes empresas. Por un lado, la implementación del BSC ha permitido una mayor integración de las actividades de los diferentes departamentos de una compañía aumentando la competitividad de la misma y por el otro lado, Lean Six Sigma ha reducido las unidades defectuosas aumentando la productividad de la compañía.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Gestionar y mejorar el proceso de fabricación de cajas plegadizas sin acabados especiales alineado con la estrategia de bajo costo de Litoprint S.A con la aplicación de herramientas de Lean Six Sigma y el BSC.

3.2. Objetivos específicos

3.2.1. Definir el mapa estratégico de Litoprint S.A. alineado con la planeación estratégica de la compañía.

3.2.2. Elaborar e implementar el BSC en Litoprint S.A. como herramienta de gestión.

3.2.3. Diseñar el nuevo proceso de producción de cajas plegadizas sin acabados especiales enfocado en la estrategia de bajo costo en una línea piloto.

3.2.4. Determinar el impacto económico y ambiental de la propuesta en el BSC en la línea piloto.

3.2.5. Realizar una propuesta para replicar las mejoras en los demás equipos de los mismos procesos.

4. Metodología

En consecuencia con los objetivos específicos establecidos con anterioridad se plantearon diferentes actividades, estas actividades están alineadas con la implementación de la metodología PHVA (ver tabla 5).

5. Componente de Diseño en ingeniería

5.1. Declaración de Diseño

Para la fabricación del producto caja plegadiza sin acabados especiales en Litoprint S.A. se diseñó, sobre una línea piloto, un modelo de producción que estuviera alineado con una estrategia de competencia de bajo costo y cumpliera con altos estándares de calidad, productividad y mejoramiento continuo.

Los lineamientos mencionados anteriormente se utilizaron como entrada para el desarrollo e implementación del BSC como herramienta de gestión de la línea piloto; el producto seleccionado se escogió como resultado del análisis del diagrama de Pareto aplicado al portafolio de la compañía por ser el de mayor volumen de fabricación (ver figura 4).

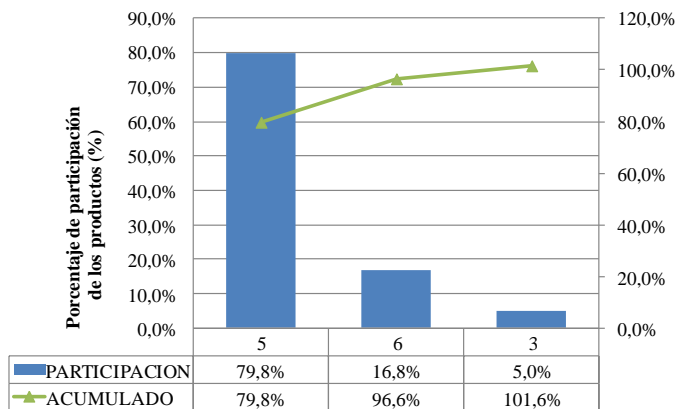


Figura 4. Diagrama de Pareto de productos por cantidad de procesos de acabados

Los equipos para la línea piloto se eligieron en consenso entre la gerencia general y el área de mantenimiento con el criterio de poner al servicio del proyecto las máquinas con el mejor estado mecánico y que requirieran la menor inversión para obtener un producto de buena calidad. Como resultado de estas directrices se procesaron y analizaron en la línea piloto, durante 4 meses, 122 órdenes de producción equivalentes al 63,21% de los trabajos fabricados en la empresa.

Tabla 3.
Cuadro Metodológico

PHVA	Objetivo	Actividades	Herramientas de Ingeniería Industrial	Entregable	
Planear	Definir el mapa estratégico de Litoprint S.A. alineado con la planeación estratégica de la compañía.	Realizar el diagnóstico de la empresa	Entrevista directa a los directivos de la empresa, PCI, POAM, 5 fuerzas de Porter	Planeación estratégica documentada y actualizada	
		Actualizar y documentar la Planeación estratégica de la compañía			
		Elaborar el mapa estratégico de la empresa	Consenso de Expertos de Litoprint	Mapa estratégico de Litoprint S.A.	
	Elaborar e implementar el BSC en Litoprint S.A. como herramienta de gestión.	Definir los indicadores críticos de éxito de las cuatro perspectivas del BSC			
		Elaborar una herramienta para la gestión de los indicadores del BSC	Programación de macros (visual basic)	Software para la gestión de indicadores del BSC	
		Definir los equipos de la línea piloto para la fabricación de cajas plegadizas sin acabados especiales	Diagrama de flujo de proceso	Flujo de proceso de la línea piloto	
		Análizar la información disponible por proceso	Diagrama de paretto, gráficos de control	Diagnostico inicial	
Hacer	Diseñar el nuevo proceso de producción de cajas plegadizas sin acabados especiales enfocado en la estrategia de bajo costo en una línea piloto	Elaborar el mapa de la cadena de valor actual y propuesto	VSM Value stream mapping	VSM actual y propuesto	
		Realizar el estudio de los procesos de conversión, impresión, troquelado y pegue	Análisis de tiempos y movimientos, diagrama Ishikawa, diagrama de recorrido	Diagrama de operaciones actual de los procesos involucrados	
		Diseñar el nuevo proceso para la fabricación de cajas plegadizas sin acabados especiales	Análisis de operaciones, herramientas lean como 5s, smed, fábrica visual	Diagrama de operaciones propuesto de los procesos involucrados	
	Definir e implementar indicadores de productividad y control de proceso	PHVA, 7 herramientas de calidad, six sigma	Gráficos de control, diagramas de Pareto		
	Análisis de resultados de los indicadores propuestos	Análisis estadístico, diagrama de paretto, six sigma	Análisis estadístico del proceso		
	Mejoramiento del nuevo proceso	PHVA, Lean six sigma	Diagrama de operaciones mejorado		
Verificar	Determinar el impacto económico y ambiental en el BCS.	Cuantificar el mejoramiento del proceso en tiempo y dinero	Análisis de la propuesta VPN y TIR	Viabilidad económica y ambiental de la propuesta	
		Cuantificar el ahorro en los desperdicios			
Actuar	Realizar una propuesta para replicar las mejoras en los demás equipos de los mismos procesos.	Diseñar un instructivo paso a paso con las recomendaciones para la implementación de las mejoras en los demás procesos	PHVA	Instructivo con recomendaciones para replicar las mejoras	

En la tabla 3 se muestran las diferentes metodologías para alcanzar los objetivos propuestos

Como lo dicen Kaplan y Norton: “Los objetivos y las medidas del BSC son algo más que una colección *ad hoc* de indicadores de actuación financiera y no financiera; se derivan de un proceso vertical impulsado por el objetivo y la estrategia de la unidad de negocio”, dicho proceso vertical inicialmente de arriba hacia abajo permitió definir los objetivos estratégicos y los indicadores en cada perspectiva de la empresa, luego al invertirlo se establecieron las relaciones de apalancamiento entre ellos mismos identificando las áreas a intervenir para poder cumplir con los requerimientos inicialmente mencionados.

Con la intervención a los recursos de la línea piloto (personal y equipos), en las áreas de aprendizaje y crecimiento y de procesos internos, mediante la utilización de las herramientas de Ingeniería y Lean Six Sigma, se presentó el

VSM inicial y final, se diseñaron los nuevos estándares de trabajo, se elaboró una herramienta para el cálculo de los desperdicios de proceso, se estableció la metodología para calcular el nivel Sigma de la compañía y se realizó una cartilla para la capacitación del personal en el uso de herramientas para el mejoramiento de procesos.

Los resultados del diseño permitieron demostrar como al tener un personal más competente y calificado se puede mejorar el rendimiento del proceso, acortar el ciclo productivo y disminuir los desperdicios entre otros beneficios, que ahora al ser reflejados y gestionados en el BSC mediante los indicadores, al monetizarlos, se convierten en ahorros tangibles a la compañía.

5.2. Proceso de Diseño

La gerencia general de Litoprint S.A. ante la constante caída de las ventas desde el año 2014, la significativa pérdida de participación en el mercado y la baja productividad de la planta entre otros problemas, conformó un comité gerencial, al cual le encomendó la tarea de identificar la situación actual de la compañía tanto en el entorno externo como en el interno para poder generar estrategias que permitieran revertir dicha situación.

Para iniciar el diagnóstico se capacitó a los miembros del comité en la utilización de las matrices POAM y PCI junto con las cinco fuerzas de Porter como herramientas complementarias a las DOFA que tenían plenamente analizadas; como resultado se evidenciaron como las mayores debilidades la capacidad directiva y la capacidad competitiva.

A partir de dichos resultados se presentaron al comité las diferentes alternativas estratégicas mediante las cuales una empresa puede posicionarse y liderar el mercado, siendo elegida la estrategia de bajo costo total por permitir ofrecer precios competitivos, una calidad constante y un tiempo de ciclo de proceso relativamente corto permitiendo reducir los costos de producción haciendo énfasis en el mejoramiento de los procesos internos clave.

Una vez definida la estrategia a seguir se realizó la planeación estratégica de la compañía, se documentó la Misión, la Visión y los Valores con el objetivo de iniciar el cambio cultural en función del cliente; planteados los objetivos estratégicos se elaboró el mapa estratégico para poder ver la relación causa efecto entre las diferentes perspectivas y ver como se creaba valor al interior de la compañía a partir de los activos intangibles, finalizando con el diseño del BSC.

Se recomendó al comité gerencial implementar el BSC para gestionar la estrategia de bajo costo en los productos de la compañía que conformaban el 80% de las ventas, para esto se realizó la clasificación de los productos por la cantidad de procesos requeridos para su elaboración, con el diagrama de Pareto (*Figura 4*) se determinó que el producto de mayor volumen, con el 79,7% de participación, tiene 5 procesos para su fabricación y se conoce como cajas plegadizas sin acabados especiales, posteriormente para integrar la perspectiva de procesos internos y de aprendizaje y crecimiento al modelo se estableció una línea piloto de producción la cual estaba conformada por los cinco procesos clave: conversión, impresión, troquelado, descarte y pegue.

Para caracterizar y diagnosticar el estado inicial del proceso se aplicó la herramienta de Lean manufacturing conocida como VSM a la orden de producción 82051 por 500.000 unidades del cliente Vimach S.A. (ver figura 5).

El VSM inicial permitió observar gráficamente las interrelaciones del flujo de información, (parte superior del diagrama con cajones de proceso azules), el flujo de materiales (parte inferior del diagrama con cajones de proceso naranja), los desperdicios y demoras, desde el momento que el cliente colocó la orden de compra hasta que se le entregó su producto.

Cada cajón de proceso contiene el nombre del proceso, el tiempo de ciclo del proceso, el tiempo de alistamiento y otros tiempos en los cuales se incluyeron los transportes, las demoras y las inspecciones, esta información se levantó mediante la observación directa registrándola en el formato Hoja de análisis de procesos para realizar los diagramas analíticos de cada uno de ellos (ver anexo 5), para los procesos de la línea piloto se realizaron grabaciones en video a los diferentes turnos de producción de manera incógnita para poder elaborar los diagramas hombre máquina y los diagramas de recorrido (ver anexo 5).

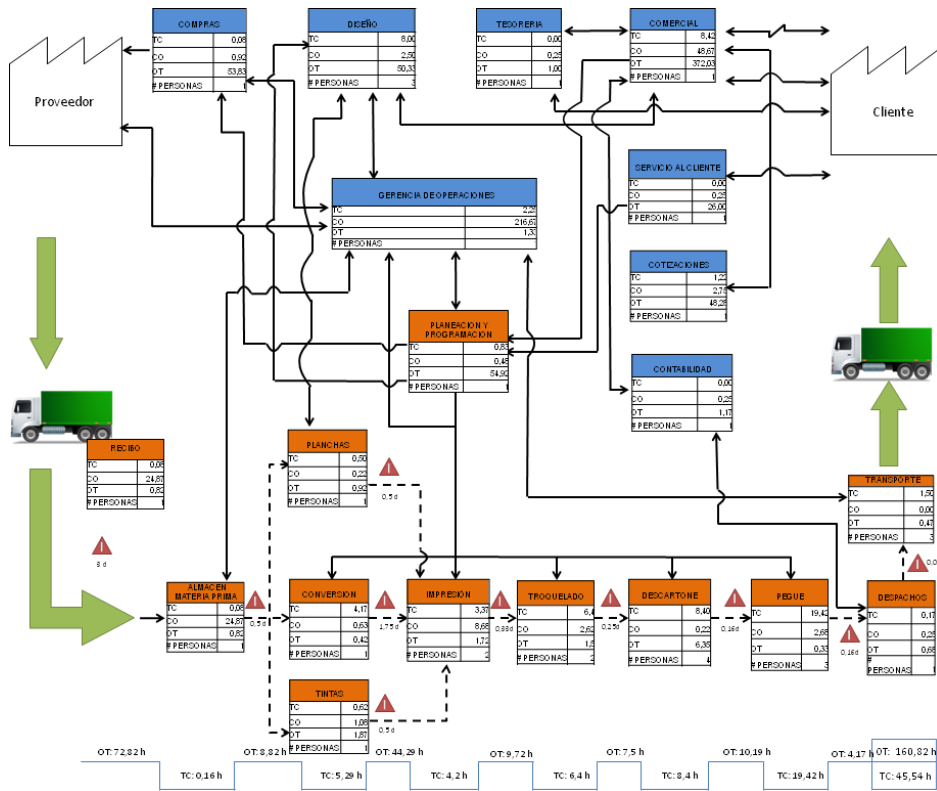


Figura 5. VSM inicial para cajas plegadizas sin acabados especiales en Litoprint S.A. Fuente propia

El tiempo de producción fue de 33 días con un tiempo de ciclo de 2,7 días y un tiempo de pérdidas, demoras o retrasos de 30,6 días, es decir que el 92% del tiempo de la orden dentro del proceso productivo no genera valor (ver tabla 4).

Tabla 4
Resumen de tiempos del VSM inicial para cajas plegadizas sin acabados especiales

Tipo de tiempo	Tiempo flujo de información	% Participación tiempo total del flujo de información	Tiempo flujo de materiales	% Participación tiempo total del flujo de materiales	Tiempo total	% Participación tiempo total	Días
TC(tiempo de ciclo en horas)	19,97	3%	45,54	22%	65,51	8%	2,7
OT(otros tiempos en horas)	573,94	97%	160,82	78%	734,76	92%	30,6
TT(tiempo total en horas)	593,91	100%	206,36	100%	800,27	100%	33,3

La Tabla 4 muestra la distribución del tiempo en el VSM inicial. Fuente propia

La filmación de los procesos evidenció la falta de estandarización de las actividades entre los diferentes operarios durante el tiempo de alistamiento y el tiempo de producción lo cual se corroboró con los resultados de los gráficos de control (anexo 4 ver resultados en pruebas de rendimiento) por lo que se decidió aplicar la herramienta SMED para disminuir los tiempos de alistamientos iniciales (Anexo 5) y definir los nuevos estándares de trabajo.

Se convocaron a los operarios de la línea piloto para poder presentarles el objetivo del proyecto de mejoramiento, los resultados iniciales obtenidos e integrarlos al mismo; se inició la capacitación en el SMED escalonadamente por cada uno de los procesos, se presentaron casos de éxito en diapositivas con ejemplos cercanos como el cambio de llantas en pits en la Formula Uno con datos reales del año 2.016 y se presentaron los formatos a diligenciar; apartes de

la presentación forman parte de la cartilla “ Mi caja de herramientas para el mejoramiento de procesos” con la cual se espera la empresa continúe con el entrenamiento del 100% del personal; se definieron las actividades a realizar en un alistamiento, la secuencia, la meta y mediante la revisión de los videos se seleccionó en consenso la mejor forma de hacerlo; luego de dos semanas de prueba en cada proceso en la planta de producción se establecieron los nuevos estándares de trabajo, donde se eliminaron, combinaron o redujeron actividades pasándolas de internas a externas dentro del alistamiento, se realizaron los diagramas analíticos finales (ver Anexo 6) y se implementaron en el 100% de la línea piloto obteniendo en el VSM propuesto un tiempo de ciclo de materiales de 38,92 horas con una mejoría del 14,53% como se ve a continuación:

Tabla 5
Resumen de tiempos del VSM final para cajas plegadizas sin acabados especiales

Tipo de tiempo	Tiempo flujo de materiales iniciales	% Participación tiempo total del flujo de materiales iniciales	Tiempo flujo de materiales finales	% Participación tiempo total del flujo de materiales finales	Días
TC(tiempo de ciclo en horas)	45,54	22%	38,92	32%	1,6
OT(otros tiempos en horas)	160,82	78%	84,34	68%	3,5
TT(tiempo total en horas)	206,36	100%	123,26	100%	5,1

La Tabla 5 muestra la variación en porcentaje en el flujo de materiales del VSM inicial y el final. Fuente propia

Adicional se desarrolló una herramienta en Excel para calcular la cantidad de maculatura requerida para cada producto de acuerdo al tipo de caja (cierre automático o pegue lateral ver Anexo 7) y a la cantidad de procesos necesarios para su fabricación lo cual ayudó a disminuir los desperdicios de materia prima y mejorar el nivel Sigma en la línea piloto pasando de 3,8 a 4,0.

En el VSM propuesto (ver figura 6) se incluyeron algunas mejoras para el flujo de información las cuales no pertenecen al alcance de este proyecto pero que indudablemente ayudan a subir el nivel del estándar del diseño inicial y servirán como punto de partida para mejoras futuras con un proceso más fluido.

Finalizado el proceso de diseño se retroalimentó a los operarios con los resultados para poder continuar con el seguimiento y mejoramiento de los indicadores de productividad, eficiencia del proceso y desperdicios; las mejoras realizadas en la perspectiva de aprendizaje y crecimiento al tener un personal más competente tuvieron un efecto positivo en los procesos internos de la línea piloto y estos a su vez impactaron positivamente las finanzas de la empresa al reducir los costos de producción.

5.3. Requerimientos de desempeño:

El diseño visto desde el punto de vista de mejoramiento de los procesos para la fabricación de cajas plegadizas sin acabados especiales tendrá como resultados:

- El análisis de los procesos mediante el estudio de métodos, tiempos y movimientos de la línea piloto.
- Aplicación de herramientas de lean six sigma para mejorar los tiempos de alistamiento y producción de los procesos de conversión, impresión, troquelado y pegue de la línea piloto.
- Procedimientos estandarizados para la fabricación de cajas plegadizas sin acabados especiales para la línea piloto.
- Propuesta del nuevo mapa de la cadena de valor para Litoprint S.A.

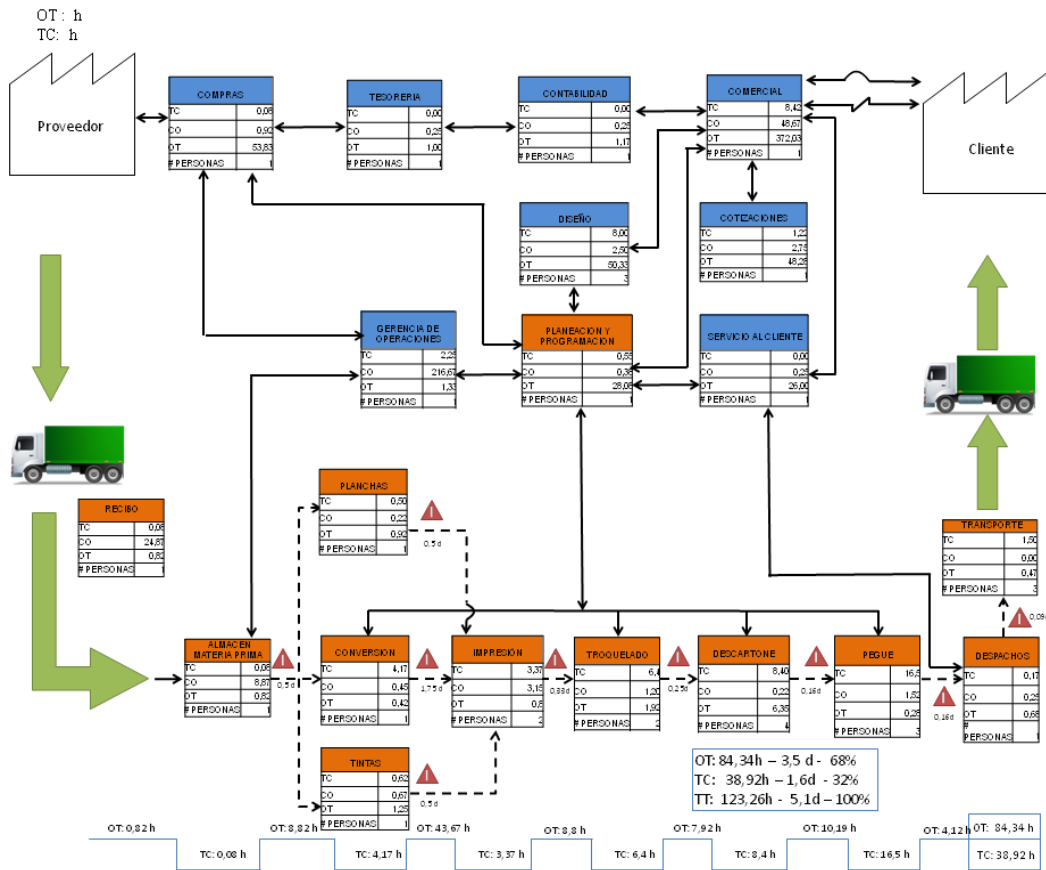


Figura 6. VSM final para cajas plegadizas sin acabados especiales en Litoprint S.A. Fuente propia

- Implementación del nuevo diseño del proceso en la línea piloto.
- Medición y análisis del impacto de los resultados de productividad, calidad y costos obtenidos en el nuevo proceso.

5.4. Pruebas de rendimiento

Una vez definida la línea piloto se le aplicaron pruebas de rendimiento a los procesos con herramientas de Lean Manufacturing para establecer la mejoría del proceso y la metodología Six sigma para reducir la variabilidad del proceso.

Las pruebas de rendimiento en la línea piloto se llevaron a cabo durante los meses de septiembre a noviembre del 2017, en la primera etapa durante los meses de agosto y septiembre se recolectaron los datos de tiempos de alistamiento de los procesos de conversión, impresión, troquelado y pegue, con la ayuda de los gráficos de control se determinó el estado inicial y final de la línea (Anexo 4).

El proceso de conversión en el mes de septiembre no se encuentra bajo control ya que no es exacto ni preciso, pero mejoró sus resultados en octubre ya que en este periodo el proceso se encuentra bajo control.

La gráfica X del proceso de impresión no presenta puntos por fuera de los límites, pero el gráfico R si. Con lo anterior se puede afirmar que el proceso de impresión tampoco se encuentra bajo control. Del mismo modo, las gráficas de control de octubre para el mismo proceso mejoraron su resultado ya que para este periodo ningún gráfico presenta puntos por fuera de los límites, con lo anterior podemos afirmar que los cambios realizados en el SMED presentaron resultados positivos.

En la Gráfica X del proceso de troquelado del mes de septiembre no se presentan ciclos, puntos por fuera de los límites, como tampoco pendientes positivas o negativas con más de 7 datos seguidos o adherencias. Por el contrario, la gráfica R presenta un punto por fuera del límite superior, por este motivo se puede afirmar que el proceso de troquelado es exacto pero no preciso. Es decir, no se encuentra bajo control. Los gráficos de control del mes de octubre para el proceso de troquelado también mejoraron. Se puede observar que el proceso se encuentra bajo control.

5.5. Restricciones

5.5.1. Económicas

- Para la compra de ERP que gestione la producción a lo largo de la cadena de valor.
- Para la implementación de software estadístico para el control de calidad de la producción.
- Para invertir en mantenimiento de los equipos.
- Para la adquisición de máquinas más veloces o eficientes.
- Para invertir en la capacitación técnica del personal

5.5.2. Tiempo

- 6 meses para la culminación del proyecto.

5.5.3. Culturales

- La antigüedad del personal genera resistencia al cambio.

5.6. Cumplimiento del estándar

El software para el uso del BSC (Anexo 8) se construyó para que capture y calcule la información de todos los equipos similares a los de la línea piloto para los procesos de conversión, impresión, troquelado y pegue. El software para el cálculo del desperdicio sirve para todo tipo de plegadizas con todo tipo de acabados cubriendo el 100% de los productos. La metodología de Lean Six Sigma ya está siendo aplicada dentro de la compañía permitiendo el mejoramiento de los procesos, aumentando los estándares de calidad para todo el portafolio de productos. Por último la cartilla “Mi caja de herramientas para el mejoramiento de proceso” (Anexo 9) es genérica a los procesos de manufactura de cualquier compañía pues explica el cómo hacer las actividades sin entrar en el detalle de los procesos de una empresa de artes gráficas.

6. Resultados

6.1. Planeación estratégica y Mapa estratégico

Teniendo en cuenta el nuevo enfoque estratégico de bajo costo se redefinieron los principales aspectos así:

6.1.1. Misión

Cubrir las necesidades de empaque y presentación de los productos de nuestros clientes, mediante la fabricación, comercialización, distribución y exportación de cajas plegadizas, etiquetas e impresos. Utilizando tecnología de punta para cumplir los más exigentes estándares de calidad, cuidando el medio ambiente con productos ecológicos, buscando el desarrollo y proyección internacional de la empresa y sus colaboradores, mediante el mejoramiento continuo y el trabajo en equipo.

6.1.2. Visión

Litoprint S.A. será reconocida en el año 2022 como la organización líder de Bogotá en soluciones de empaques plegadizos para el mercado Colombiano, de Centro América y el Caribe, ofreciendo productos a bajo costo e innovadores, cumpliendo con las normas y estándares de calidad y servicio que superen las expectativas de los clientes,

protegiendo el medio ambiente y empleando un equipo humano altamente calificado con tecnología de punta que permita obtener los mayores beneficios económicos y sociales para sus empleados y accionistas

6.1.3. Mapa estratégico y *Balanced Scorecard*

Por otro lado, se definieron el mapa estratégico y el BSC de la organización enfocados en una estrategia de bajo costo. Teniendo en cuenta lo anterior se establecieron las cuatro perspectivas así:

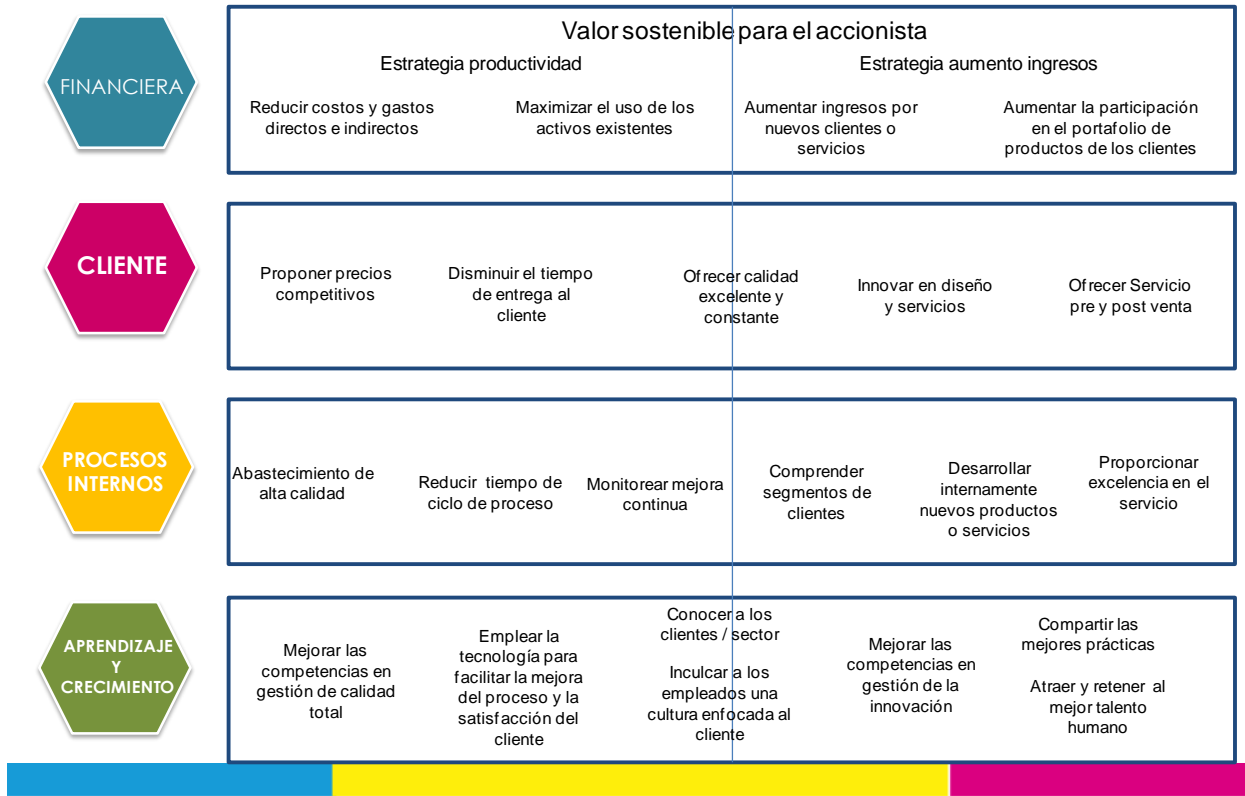


Figura 6 Mapa estratégico de bajo costos. Fuente propia.

De acuerdo al mapa estratégico se definieron los indicadores para el BSC (ver figura 7).

En el software para el control y seguimiento de los indicadores (Anexo 8) se encuentra la ficha técnica de cada uno de los anteriores indicadores que se consideraron prioritarios, algunos de ellos aún no se han establecido pues no se ha encontrado la manera de medirlos fácilmente o de capturar la información para obtener los resultados.

6.1.4. Valores

Se modificaron los valores y se dividieron en dos segmentos, el ser y el hacer, los valores relacionados con el ser están enfocados en la realización personal de cada colaborador y el clima laboral de la compañía, estos valores son: amabilidad, trabajo en equipo, pasión por el servicio, gratificación. Por otro lado, los valores relacionados con el hacer están enfocados en el crecimiento de la compañía involucrando al mismo tiempo el aprendizaje del colaborador, asimismo los valores relacionados con el hacer de la compañía son: Innovación, creatividad e iniciativa, responsabilidad y puntualidad.

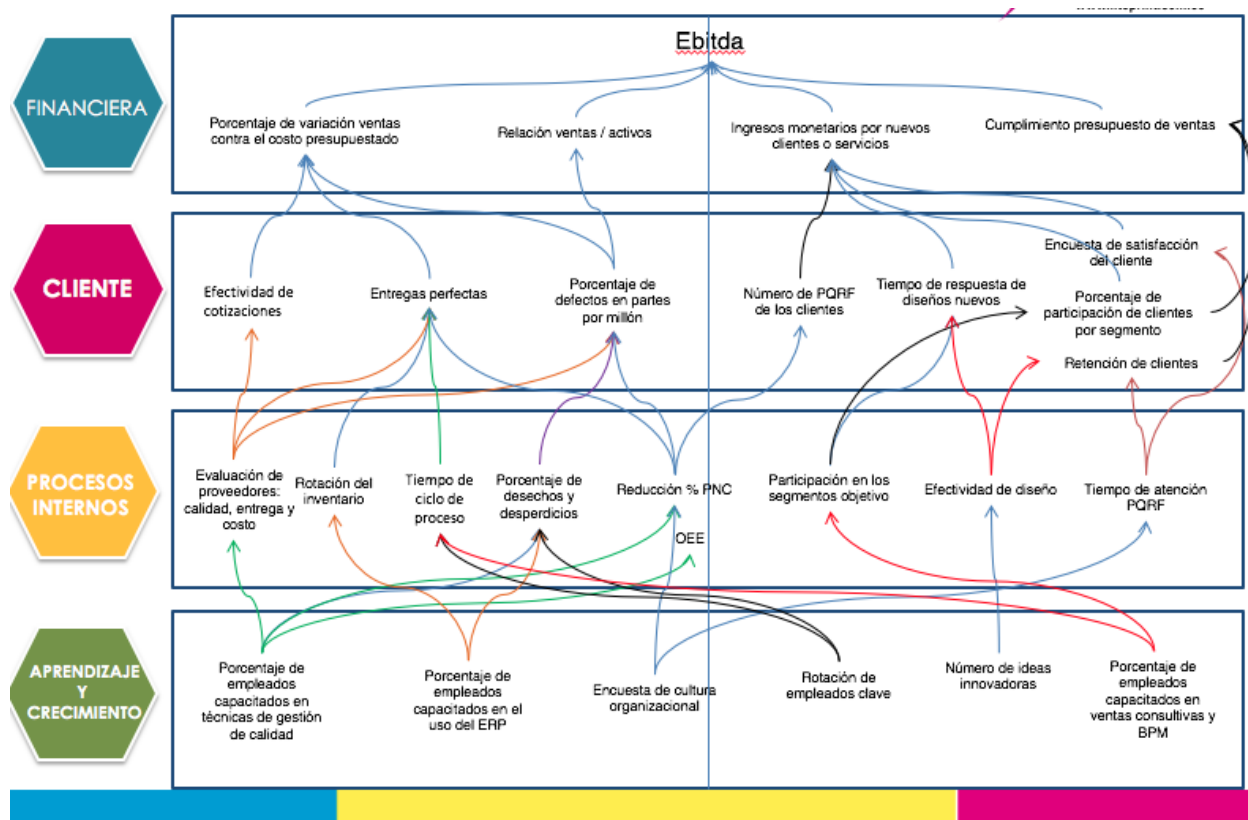


Figura 7 Balanced Scorecard Litoprint S.A. Fuente propia

6.2. Diseño del nuevo proceso

Para el diseño del nuevo proceso de cajas plegadizas sin acabados especiales se realizaron diagramas de procesos actuales (Ver anexo 1), lo anterior se realizó para tener una visión clara del proceso y poder plantear mejoras de una manera más efectiva. Adicionalmente se realizaron SMED (ver anexo 5) para los procesos de conversión, impresión, troquelado y pegue los cuales conforman el proceso de cajas plegadizas sin acabados especiales. Una vez analizados los diagramas de procesos y SMED actuales se procedió a plantear mejoras, eliminando actividades o delegárselas al auxiliar para que las realizara mientras que el operario estaba ocupado. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizaron diagramas analíticos y de proceso propuestos (ver anexo 6), dejando como resultado el diseño del nuevo proceso.

6.3. Impacto económico y ambiental

La industria papelerera a nivel mundial ha sido perseguida por los ambientalistas por ser considerada una de las más contaminantes y destructivas del medio ambiente por la indiscriminada tala de árboles en bosques tropicales, el consumo intensivo de agua, los posteriores vertimientos de residuos en las fuentes hídricas y la liberación de toxinas a la atmósfera.

Estos “mitos” los aborda la Cámara de la industria de papel y cartón de la Andi (CPPYC).(2016) Informe de sostenibilidad de la industria papelerera en Colombia del 2016, donde se presenta la realidad del sector en nuestro país; las empresas en sus procesos productivos emplean como fuentes de fibra materiales renovables (33% pino y eucalipto), biodegradables (16% bagazo de caña) y reciclables (63% fibras secundarias), han implementado mejoras para disminuir el consumo de agua en un 1,5%, utilizan la biomasa como fuente alternativa de energía reduciendo su consumo un 3,6% y están emitiendo el 1,5% menos de CO₂, todo por tonelada fabricada.

Para la fabricación de una tonelada de papel se requieren 17 árboles adultos equivalentes a 3,7 ton de madera, 270.000 lt de agua y 7.000 Kw de energía, lo cual genera 2.695 kg de CO2 además de otros contaminantes en el proceso de blanqueamiento de la pulpa.

Litoprint S.A. con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing redujo la sobreproducción de tiros por pedido para el alistamiento en la maquina Roland 702 entre un 40 a 45% para las cajas plegadizas sin acabados especiales pasando de un desperdicio promedio de cartulina (maculatura) del 4,5% al 2,3% en los meses de octubre y noviembre con un ahorro de 1.828 kg de cartulina.

Tabla 6
Desperdicio de maculatura mensual

MES	# O.P	Kg Planeados	Maculatura estándar kg	% de desperdicio	Maculatura Lean Manufacturing Kg	% de desperdicio	Ahorro cartulina Kg	\$ Ahorrado
AGOSTO	16	46.672	1.419	3,0%	824	1,8%		
SEPTIEMBRE	50	146.220	4.553	3,1%	2.490	1,7%		-
OCTUBRE	18	31.687	1.353	4,3%	742	2,3%	611	\$ 1.927.705
NOVIEMBRE	38	50.675	2.400	4,7%	1.183	2,3%	1.217	\$ 3.839.635
TOTAL	122	275.254	9.725	3,5%	5.239	1,9%	1.828	\$ 5.767.340

En la tabla 6 se observa el cálculo del desperdicio de materia prima por mes con y sin el proyecto de implementación de mejora y los ahorros obtenidos. Fuente propia

La reducción del desperdicio se logró mediante la implementación de la estandarización del trabajo, determinando las unidades necesarias de maculatura por proceso y por tipo de producto para su alistamiento ya que anteriormente independiente de la cantidad solicitada por el cliente o el número de procesos de fabricación del producto se asignaba un valor estándar de 500 pliegos de maculatura generando unidades faltantes o sobrantes en las órdenes de producción. Dicho ahorro disminuirá al año (11 meses) la compra de cerca de 10 toneladas de cartulina que si no fueran producidas por los molinos de papel evitaría la tala de 1/5 de hectárea de eucaliptos, el consumo de 2.700.000 lt de agua, la utilización de 70.000 kW y la emisión de 26.950 kg de CO2.

Lean Six Sigma es un conjunto de herramientas técnicas y metodológicas que se aplican para lograr los más altos niveles de ventas, reducir el tiempo de ciclo, optimizar la calidad y bajar los costos mediante la reducción del desperdicio y la variabilidad en las operaciones.

Los desperdicios definidos por Lean Manufacturing (Muda) son: sobreproducción, transporte excesivo, inventario excesivo, reprocesos, esperas, defectos de calidad y movimientos innecesarios.

Mediante la implementación de los diagramas de recorrido y el SMED como herramienta Lean se logró la reducción de las distancias recorridas, la disminución del tiempo de alistamiento mediante el cambio de actividades internas a externas, las operaciones innecesarios en los procesos de conversión, impresión, troquelado y pegue de la línea piloto como se [detalla](#) a continuación:

En Conversión se colocó una estación de captura de información (tablet) con el software Emlaze para evitar el tiempo perdido por el desplazamiento del operario a través de la bodega para digitar la minuta, las actividades internas de revisión y verificación de la orden de producción contra la programación y el posicionamiento de los rollos frente a la desembobinadora se pasaron a externas, adicionalmente se compró un kit básico de herramientas para evitar el tiempo perdido en la búsqueda de las llaves para el alistamiento en el otro equipo de Conversión.

En impresión las actividades de revisión de la orden de producción, cargar los perfiles de la orden al software de la máquina, traer las materias primas como cartulina y planchas y posicionarlas en las diferentes unidades del equipo y la limpieza de los lavadores se pasaron de internas a externas. Con el entrenamiento en los procedimientos de medición densitométrica se disminuyeron el tiempo de registro y el desperdicio de materia prima.

En troquelado se eliminaron las actividades de transporte de pliegos impresos de un área a otro para reestibarlos y luego montarlos en la máquina. Se compró un kit de herramientas para la máquina para evitar los desplazamientos de los operarios entre los equipos ya que era el mayor desperdicio de tiempo en el equipo por la gran cantidad de micro-operaciones que se deben hacer para el alistamiento, por último mediante una solicitud al área de mantenimiento se revisaron los equipos de corte y doblado de cuchillas para mejorar el acabado de los troqueles y disminuir el tiempo de las correcciones en máquina.

En el proceso de pegue se dividió el equipo en tres secciones, se capacitaron a los dos auxiliares para que hicieran parte activa durante el alistamiento ya que solo cumplían la función de observadores, al dividir las funciones se redujo el tiempo de alistamiento, se especializaron en las operaciones y realizan las actividades eficientemente; en la programación de producción se indica el tipo de pegante que lleva el producto para que se pueda prever el cambio de frío a caliente y se coloque a precalentar antes de terminar el trabajo actual.

En la siguiente tabla se cuantificaron las principales mejoras de la línea piloto anteriormente descritas:

Tabla 7

Resumen de las mejoras obtenidas en la línea piloto

	CONVERTIDORA JAGEMBERG			IMPRESIÓN ROLAND 702		
	ACTUAL	PILOTO	MEJORA	ACTUAL	PILOTO	MEJORA
OPERACIONES	12	11	8%	37	24	35%
DISTANCIA (m)	88,5	26,5	70%	250	200	20%
TIEMPO (min)	30	19	37%	81	69	15%

	TROQUELADORA SPERIA 106			PEGADORA MATIC 1		
	ACTUAL	PILOTO	MEJORA	ACTUAL	PILOTO	MEJORA
OPERACIONES	18	14	22%	11	9	18%
DISTANCIA (m)	650	400	38%	54	35,64	34%
TIEMPO (min)	122	91	25%	171	97	43%

En la tabla 7 se resumen todas las mejoras obtenidas en los diferentes procesos de la línea piloto con la aplicación de la herramienta Smed. Fuente propia.

Para determinar el resultado de las mejoras en la línea piloto, se calcularon unos costos iniciales valorizando los alistamientos realizados cada mes, de agosto a noviembre (ver tabla 8), luego a medida que se establecían los estándares de cada proceso con los nuevos tiempos de alistamiento se valorizaron en la tabla de costos finales (ver tabla 9), la diferencia entre las dos tablas representaron ahorros en 3 meses (septiembre a noviembre) de \$5.092.439.

Tabla 8

Costos iniciales

MES	VR.	ALISTAMIENTO \$	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	
			16	50	18	38	
CONVERSION	\$	20.000	\$ 10.000	\$ 160.000	\$ 500.000	\$ 180.000	\$ 380.000
IMPRESIÓN	\$	97.000	\$ 130.950	\$ 2.095.200	\$ 6.547.500	\$ 2.357.100	\$ 4.976.100
TROQUELADO	\$	51.000	\$ 103.700	\$ 1.659.200	\$ 5.185.000	\$ 1.866.600	\$ 3.940.600
PEGUE	\$	25.000	\$ 71.250	\$ 1.140.000	\$ 3.562.500	\$ 1.282.500	\$ 2.707.500
TOTAL			\$ 5.054.400	\$ 15.795.050	\$ 5.686.218	\$ 12.004.238	

Tabla 8. Fuente propia

Los ahorros más representativos se alcanzaron en el mes de noviembre debido a que se concluyó el programa de capacitaciones para el mejoramiento de la línea piloto de cajas plegadizas sin acabados especiales.

Tabla 9

Costos finales

MES		NVO VR		AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
PROCESO	VR \$/HORA MAQUINA	ALISTAMIENTO \$		16	50	18	38
CONVERSION	\$ 20.000	\$ 6.333		\$ 160.000	\$ 316.667	\$ 114.000	\$ 240.667
IMPRESIÓN	\$ 97.000	\$ 111.550		\$ 2.095.200	\$ 5.577.500	\$ 2.007.900	\$ 4.238.900
TROQUELADO	\$ 51.000	\$ 77.350		\$ 1.659.200	\$ 5.185.000	\$ 1.392.300	\$ 2.939.300
PEGUE	\$ 25.000	\$ 40.417		\$ 1.140.000	\$ 3.562.500	\$ 1.282.500	\$ 1.535.833
TOTAL				\$ 5.054.400	\$ 14.641.667	\$ 4.796.700	\$ 8.954.700
TOTAL AHORRADO MES				\$ -	\$ 1.153.383	\$ 889.518	\$ 3.049.538
GRAN TOTAL AHORRADO							\$ 5.092.439

Tabla 9 fuente propia

En el año 2.017 se elaboraron 1047 órdenes de producción en 11 meses para un promedio de 95 pedidos mensuales con una disminución en ventas del 25,77% frente al año 2.016. Para el análisis financiero se plantearon dos escenarios; en el escenario optimista para el año 2.018 se espera una recuperación del 12% de las ventas, en el escenario pesimista se espera el mismo comportamiento del año 2.017. Para el cálculo de los ahorros proyectados del 2.018 se tomó el escenario pesimista dando como resultado un ahorro anual para las plegadizas sin acabados especiales equivalentes al 79,7% de la facturación de \$66.928.500 (ver tabla 10), si se replica el proyecto en todos los equipos de los procesos en mención para todos los productos el ahorro anual sería de \$84.021.751 (ver tabla 11).

Tabla 10

Escenario pesimista Ahorros proyectados en la línea piloto

PROCESO	VR \$/HORA	VR ALISTAMIENTO \$	VR TOTAL \$	NVO VR ALIST. \$	NVO. VR TOTAL\$	AHORRO \$
CONVERSION	20000	\$ 10.000	\$ 758.182	\$ 6.333	\$ 480.182	\$ 278.000
IMPRESIÓN	97000	\$ 130.950	\$ 9.928.391	\$ 111.550	\$ 8.457.518	\$ 1.470.873
TROQUELADO	51000	\$ 103.700	\$ 7.862.345	\$ 77.350	\$ 5.864.536	\$ 1.997.809
PEGUE	25000	\$ 71.250	\$ 5.402.045	\$ 40.417	\$ 3.064.318	\$ 2.337.727
TOTAL			\$ 23.950.964		\$ 17.866.555	\$ 6.084.409
TOTAL AÑO (11 meses)						\$ 66.928.500

Tabla 10 Fuente propia

Tabla 11

Escenario pesimista Ahorros proyectados en todas las líneas productivas

PROCESO	VR \$/HORA	VR ALISTAMIENTO \$	VR TOTAL \$	NVO VR ALIST. \$	NVO. VR TOTAL\$	AHORRO \$
CONVERSION	20000	\$ 10.000	\$ 951.818	\$ 6.333	\$ 602.818	\$ 349.000
IMPRESIÓN	97000	\$ 130.950	\$ 12.464.059	\$ 111.550	\$ 10.617.532	\$ 1.846.527
TROQUELADO	51000	\$ 103.700	\$ 9.870.355	\$ 77.350	\$ 7.362.314	\$ 2.508.041
PEGUE	25000	\$ 71.250	\$ 6.781.705	\$ 40.417	\$ 3.846.932	\$ 2.934.773
TOTAL			\$ 30.067.936		\$ 22.429.595	\$ 7.638.341
TOTAL AÑO (11 meses)						\$ 84.021.750

Tabla 11 Fuente propia

Para establecer el mejoramiento del proceso de fabricación de cajas plegadizas sin acabados especiales en la línea piloto se calculó el DPMO inicial (defectos por millón de oportunidades) y el nivel sigma inicial para los meses de agosto y septiembre; la gerencia de operaciones y comercial definieron como defectos (factores críticos para la calidad) la variación de color, las manchas o mugres y la apariencia visual, los resultados se observan en la siguiente tabla:

Tabla 12

Cálculo nivel sigma inicial

MES	U = unidades producidas	D = defectos detectados	O = oportunidad	DPMO	DPO = / U X O	D Desempeño del proceso	SIGMA
AGOSTO	1.298.200	50.090	3	12.861	0,012861398	98,714	3,7
SEPTIEMBRE	2.259.204	78.991	3	11.655	0,011654695	98,835	3,8
TOTAL ACUM	3.557.404	129.081	3	24.516	0,012095056	98,790	3,8

Tabla 12 Fuente propia

Los dos primeros defectos provienen del área de impresión, en el nuevo estándar de trabajo para el alistamiento, de dicho proceso, se modificaron las actividades de revisión y ajuste visual por mediciones densitométricas en las operaciones 21, 23 ,25 ,27 (ver diagrama analítico final Anexo 6) lo cual permitió disminuir la cantidad de maculatura en el ajuste inicial y la variación del color durante el proceso pues el control se estableció manteniendo la densidades del color dentro de los límites inferiores y superiores establecidos por el departamento de Calidad. Los resultados de mejoramiento del desempeño del proceso se ven en la tabla a continuación:

Tabla 13

Cálculo nivel sigma final

MES	U = unidades producidas	D = defectos detectados	O = oportunidad	DPMO	DPO = / U X O	D Desempeño del proceso	SIGMA
OCTUBRE	8.996.618	149.463	3	5.538	0,005537748	99,446	4,0
NOVIEMBRE	6.074.273	111.761	3	6.133	0,006133025	99,387	4,0
TOTAL ACUM	15.070.891	261.224	3	11.671	0,005777672	99,422	4,0

Tabla 13 Fuente propia

Con los resultados de los ahorros obtenidos mediante la implementación de Lean Manufacturing y el mejoramiento del desempeño del proceso se realizó el análisis financiero a un año del proyecto para la línea piloto, periodo entre agosto 2.017 y julio de 2.018, como resultado se obtuvo un VPN positivo (valor presente neto) de \$ 33.904.411 con lo cual la ejecución del proyecto es viable pues los ahorros generados cubren los gastos incurridos para controlar el proceso y desarrollarlo, también se acepta el proyecto pues se obtuvo una TIR mayor a la tasa de descuento del 8.14%, la cual según la Superintendencia Financiera de Colombia es la mejor opción en CDT's a 360 días para el 2.018 ofrecida por Oicolumbia, los resultados se ven a continuación:

Tabla 14

Calculo Valor Presente Neto

Tasa de interes Oicolumbia CDT a 360 días : **8,14%**

MES	FLUJO DE EFECTIVO	VALOR PRESENTE
0	\$ (5.012.667)	(\$ 5.012.667)
1	\$ (1.574.134)	(\$ 1.455.644)
2	\$ 3.503.113	\$ 2.995.584
3	\$ 6.063.231	\$ 4.794.519
4	\$ 5.113.377	\$ 3.739.059
5	\$ 5.113.377	\$ 3.457.610
6	\$ 8.155.581	\$ 5.099.607
7	\$ 8.155.581	\$ 4.715.746
8	\$ 8.155.581	\$ 4.360.778
9	\$ 8.155.581	\$ 4.032.530
10	\$ 8.155.581	\$ 3.728.990
11	\$ 8.155.581	\$ 3.448.299
VPN		\$ 33.904.411
TIR		55,340465%

Tabla 14 Fuente propia.

6.4. Replicar las mejoras para las demás equipos de los mismos procesos.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó una cartilla con el fin de que los operarios puedan realizar ellos mismos las mejoras en los otros procesos. En la cartilla se explica paso a paso y de una forma detallada como realizar dichas mejoras. (Ver anexo 9).

7. Conclusiones y recomendaciones.

- El ejercicio de elaborar en Litoprint S.A. el primer modelo de Planeación Estratégica incluyente, en el cual participaron todos los eslabones de la cadena de valor, generó grandes desafíos conceptuales y analíticos al momento de definir la línea base, pues el know how, el tiempo y los paradigmas no permitieron la generación de ideas innovadoras y creativas que buscaran desarrollar nuevos modelos de negocio rentables acordes al entorno actual; por el contrario, la decisión fue continuar con la estrategia tradicional de competir con costos bajos pues como resultado del análisis del mercado no se encontró una verdadera diferencia competitiva que le diera una ventaja a la compañía.
- La definición de la estrategia de bajo costo permitió reorientar toda la organización hacia la consecución del mismo objetivo; con la nueva Misión, Visión y Valores se establecieron y desplegaron políticas y/o proyectos en el mapa estratégico de la compañía, lo cual generó un cambio cultural positivo pues cada área ahora está involucrada y ve como su gestión aporta a la consecución de los resultados.
- La elaboración del BSC como herramienta de gestión permitió definir objetivos y metas en las diferentes áreas de la empresa. La perspectiva financiera es la de más fácil seguimiento y control ya que obtiene la información del software contable; la perspectiva de aprendizaje y crecimiento carece de información por lo que se deben hacer grandes esfuerzos para mostrar sus resultados y no son fácilmente comparables de un mes a otro. Las otras dos perspectivas tienen desarrollados algunos indicadores con información del software Emlaze por lo que es necesario continuar con la tipificación de la información para completar la funcionalidad del BSC, sin embargo los existentes (ver tabla 1) han permitido hacer seguimiento a los procesos críticos como cotizaciones, desperdicios, producto no conforme, productividad entre otros logrando un mejor desempeño de los mismos.
- El VSM como herramienta de diagnóstico de Lean Manufacturing aplicado a la línea piloto de cajas plegadizas sin acabados especiales permitió conocer el proceso detalladamente, el flujo de información, el flujo de materiales, el tiempo del ciclo y detectar como procesos objeto de mejora a conversión, impresión, troquelado y pegue.

- El VSM propuesto es el resultado de la aplicación de diferentes herramientas de ingeniería como SMED, gráficos de control, diagramas de flujo de proceso, diagramas de recorrido, las cuales permitieron la reducción de tiempos de alistamiento, la disminución de desperdicios de materia prima y la estandarización de las operaciones en los procesos de la línea piloto contribuyendo a mejorar el costo de operación de la compañía.
- La metodología Six Sigma ayudo a definir los factores críticos de calidad, establecer el nivel sigma inicial de la línea piloto en 3,8 y en combinación con Lean Manufacturing logró, mediante la reducción de los desperdicios, disminuir los costos de no calidad, la reducción de defectos y variación de los procesos y el mejoramiento del nivel sigma final a 4,0.
- La implementación del Lean Six Sigma en la línea piloto de cajas sin acabados especiales es viable pues ya ha generado ahorros reales a la empresa, al realizar el análisis financiero tomando como base dichos resultados y proyectándolos a un año se obtuvo un VPN positivo, es decir con los beneficios se recupera la inversión inicial y se cubren los gastos para controlar y desarrollar el proyecto, así mismo se obtuvo una TIR mayor a la tasa de descuento del mercado del 8,1% por lo cual es atractivo continuar con su aplicación.
- La disminución de los desperdicios en el proceso de fabricación y los ahorros de tiempo en la línea piloto generan un impacto ambiental positivo pues se disminuye el consumo de materia prima (cartulina) y en la cadena de valor el proveedor ahorra consumo de agua y energía, la tala de árboles y la generación CO2.
- Con la cartilla: “ Mi caja de herramientas Lean Six Sigma” se desea promover al interior de la compañía la aplicación de la metodología Lean Six Sigma como herramienta de mejoramiento y de réplica del proyecto a los demás procesos productivos para todos los tipos de productos con el objetivo de lograr mayores beneficios económicos gracias a la reducción de los desperdicios y los costos de producción.

8. Glosario

- Planeación estratégica: La planeación estratégica es el proceso a través del cual se declara la visión, la misión y los valores de una empresa, se analiza su situación externa e interna, se establecen sus objetivos a largo plazo, y se formulan las estrategias que permitan alcanzar dichos objetivos. (Crece negocios, 2017).
- Minuta: Lista que contiene una relación de personas y actividades que se desarrollan durante el turno de trabajo en tiempo y cantidad. (The free dictionary, 2017).
- Pread (Programa de Excelencia Ambiental Distrital).
- EMM (Encuesta Mensual Manufacturera DANE).
- PTP (Programa de Transformación Productiva).
- CCB (Cámara de Comercio de Bogotá).
- El proceso de conversión consiste en la transformación de la cartulina de rollo a hojas mediante un corte mecánico realizado a una longitud establecida en la OP (orden de producción).
- El proceso de troquelado es una operación mecánica que da la forma de caja a la cartulina con cortes o hendidos de precisión por medio de un troquel o matriz.
- El proceso de pegue es la operación de unir, dependiendo el tipo de caja plegadiza, 1 o varios puntos de la cartulina entre sí, con pegante frio, caliente o plasma, para dar la forma final al producto.
- Clúster: La definición más extendida y conocida es la de Michael Porter, quien definió los clúster como “Una agrupación de empresas e instituciones relacionadas entre sí, pertenecientes a un mismo sector o segmento de mercado, que se encuentran próximas geográficamente y que colaboran para ser más competitivos”.(Clúster food masi, 2009).
- SGC (Sistema de Gestión de Calidad).
- VSM(Value Stream Mapping).
- BSC(Balanced Scorecard). Definición
- SMED

9. Tabla de Anexos o Apéndices

No. Anexo	Nombre	Desarrollo	Tipo de archivo	Enlace corto	Relevancia para el documento
1	Diagrama de proceso para cajas plegadizas sin acabados especiales	Propio	pdf		4
2	Matriz POAM	Propio	pdf		3
3	Matriz PCI	Propio	pdf		3
4	Graficos de control	Propio	pdf		4
5	Diagramas analiticos iniciales	Propio	excel		5
6	Diagramas analiticos finales	Propio	excel		5
7	Software calculo de maculatura	Propio	excel		4
8	Software bsc	Propio	excel		4
9	la Mi caja de herrami	Propio	excel		4

10. Referencias

10.1. Bibliografía

- Clúster Food Masi. (2009) *¿Qué son los clúster?* Recuperado de <http://clusterfoodmasi.es/cluster/que-son-los-clusters/>
- Crece Negocios. (2017). *La planeación estratégica*. Recuperado de <http://www.crecenegocios.com/la-planeacion-estrategica/>
- Escuela Lean Management. (2015). *Norma ISO 18404: competencias en Lean y Seis Sigma*. Recuperado de <http://www.escuelalean.es/blog/67-norma-iso-18404-sobre-competencias-en-lean-y-seis-sigma>
- Escuela Lean. (2018) *¿Quiénes somos?* Recuperado de <http://escuela-lean.es/>
- Felizzola, H. & Luna, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Revista Chilena de Ingeniera*, 22(2), 10- 25. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052014000200012
- Harrington, J. (1993). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. (1ª. ed.). Bogotá D.C.: McGraw-Hill.
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (2004). *Mapas estratégicos Cómo convertir los activos intangibles en resultados tangibles*. (2ª. ed.). Barcelona, España: Editorial Gestión. Recuperado de <https://calitaspiblo.files.wordpress.com/2013/03/libro-mapas-estrategicos-kaplan-c2b4n-norton.pdf>

- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (2005). *Cómo alinear la organización a la Estrategia a través del Blanced Scorecard*. (2ª. ed.). Bogotá D.C: Editorial Gestión.
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (2008). *The execution premium: integrando la estrategia y las operaciones para lograr ventajas competitivas*. (1ª. ed.). USA: Deusto S.A. Ediciones.
- Lockyer, K. (2008). *La producción industrial: su administración*. (2ª. ed.). México: Editorial Alfaomega S.A.
- Mariño, H. (2008). *Gerencia de procesos*. (2ª. ed.). Bogotá D.C.: Editorial Alfaomega S.A.
- Normas9000.com. (2017) *¿Qué es ISO 9001?* Recuperado de <http://www.normas9000.com/content/que-es-iso.aspx>
- Porter, M. (2007). *Alcanzando el futuro deseado*. (1ª. ed.). España: Limusa.
- Schonberger, R. (2008). *Best Practices IN Lean Six Sigma Process Improvement A Deeper Look*. (2ª. ed.). USA: Wiley.
- Serna, H. (2007). *Gerencia Estratégica: Teoría- Metodología – alineamiento. Implementación y mapas estratégicos*. (10ª. ed.). Bogotá D.C.: 3R Editores. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/66872891/Gerencia-Estrategica-HUMBERTO-SERNA-GOMEZ>
- The Free Dictionary. (2017). *Minuta*. Recuperado de <http://es.thefreedictionary.com/minuta>
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (2002). *Cuadro de mando integral*. (2ª. ed.). Barcelona, España: Editorial Gestión.