

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO BASADA EN LEAN MANUFACTURING PARA
LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA
TORRE BLANCA AGENCIA GRÁFICA.**

*Paola Pedraza Villamizar
Julian Herrera Buitrago*



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Bogotá D.C. Abril de 2013

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO BASADA EN LEAN MANUFACTURING
PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN LA EMPRESA
TORRE BLANCA AGENCIA GRÁFICA.**

AUTORES:

Paola Pedraza Villamizar

Julian Herrera Buitrago

Trabajo de Grado para optar por el Título de Ingenieros Industriales

Dirigido por:

Msc Enrique Romero Motta

Ingeniero Industrial



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Bogotá D.C. Abril de 2013

RESUMEN EJECUTIVO

El sector gráfico se define como el conjunto de empresas manufactureras que desarrollan actividades relacionadas con la producción de papel y cartón, la fabricación de productos en estos materiales, la edición de libros, revistas, periódicos, tarjetas, fotografías, carteleras, entre otros; así como la compra y venta de estos artículos.

Observando tal variedad de actividades que se desarrollan en el sector, se puede inferir que existe un gran campo de acción en el mismo en pro de apoyar su crecimiento, partiendo desde las PYMES colombianas.

Bajo este marco de referencia, se presenta la siguiente propuesta a la empresa *Torre Blanca Agencia Gráfica*, buscando iniciar el trabajo de la metodología de *Lean Manufacturing*, analizando su cadena de valor, planeación y programación del proceso, con el fin último de disminuir los desperdicios durante la fabricación de los productos previamente priorizados, que permita mantener o mejorar el nivel de servicio a un costo menor que el actual.

Persiguiendo tal objetivo, se llevó a cabo un muestreo del trabajo para establecer los porcentajes de improductividad de los operarios, así como un estudio de tiempos estándar de operación para los procesos seleccionados.

Contando con esta información, se procedió a levantar el VSM para la situación actual de la Empresa, así como el modelo de simulación que la representa, de modo que se tuviera una base de comparación con los resultados una vez hecha y también simulada, la propuesta; la cual incluye planteamientos de las mejoras que se conseguirían implantando herramientas básicas de Lean Manufacturing, tales como balanceo de la producción con el Takt Time, células de trabajo, SMED y 5s, que permitan a la empresa ahorrar tiempos, movimientos, inventarios, etc.

Finalmente, como la propuesta se encuentra enmarcada bajo la reducción del costo de la cadena de valor, para determinarlo se costó la cadena por medio del Value Stream Costing, el cual permitió conocer el costo de cada una de las operaciones que conforma el proceso, así como la cantidad en general que se paga por cada driver durante el mismo. De modo que, partiendo de un costeo de la situación actual y un análisis de resultados, se procedió a plantear cuál sería el VSC y su respectivo estado de resultados para el escenario propuesto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE DIAGRAMAS	9
LISTA DE GRÁFICAS.....	9
LISTA DE ILUSTRACIONES	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
2.1. Presentación de la Empresa	12
2.1.1. Misión.....	12
2.1.2. Visión.....	12
2.1.1. Recursos actuales.....	12
2.1.1. Descripción General del Proceso.....	14
2.1. ANÁLISIS DEL SECTOR GRÁFICO	14
2.2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS.....	17
2.2.1. Problemáticas Encontradas.....	17
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	20
4. OBJETIVOS.....	22
4.1. GENERAL.....	22
4.2. ESPECÍFICOS	22
5. MARCO TEÓRICO	23
5.1. LEAN MANUFACTURING	23
5.1.1. Takt time	25
5.1.2. Heijunka.....	25
5.1.3. 5 s	25
5.2. VSM: VALUE STREAM MAPPING	26
5.3. VSC: VALUE STREAM COSTING.....	27
5.4. SMED.....	28
5.5. SIMULACIÓN.....	28
6. ESTABLECIMIENTO DE PORCENTAJES DE IMPRODUCTIVIDAD	30
6.1. Definición del plan de trabajo	30
6.1.1. Cálculo del Número de Observaciones.	30

6.1.2.	Determinación de la Frecuencia de las Observaciones.....	31
6.2.	Ejecución de las Observaciones.	31
6.3.	Muestreo del personal.....	31
6.3.1.	Resultados Obtenidos: Muestreo del personal.....	32
6.4.	Muestreo de las máquinas.....	33
6.4.1.	Resultados Obtenidos: Muestreo de las Máquinas.	33
7.	VSM (Value Stream Mapping): Situación Actual	35
7.1.	Descripción detallada del proceso de producción.....	35
7.2.	Tiempos Estándar.....	37
7.2.1.	Levantamiento y validación de la información.....	37
7.2.2.	Resultados obtenidos: Tiempo Estándar.....	38
7.3.	Atributos del Proceso.....	39
7.4.	Tiempos de Alistamiento y Cambios de Referencia.....	40
7.5.	Mapa Actual.....	42
7.5.1.	Observaciones preliminares.....	43
7.6.	Takt Time: Situación actual.....	44
7.6.1.	Gráfica Tiempo de ciclo/Takt Time.....	45
8.	VSC (Value Stream Costing): Situación Actual	46
8.1.	Costeo ABC: Activity Based Costing.....	46
8.2.	Estructura VSC.....	50
8.3.	Estado de Resultados.....	52
8.4.	Box Score.....	53
9.	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO	55
9.1.	Takt Time.....	55
9.1.1.	Balanceo de operaciones al Takt Time.....	55
9.2.	Células de trabajo.....	58
9.2.1.	Célula de Trabajo Verde.....	59
9.2.2.	Célula de Trabajo Azul.....	60
9.2.3.	Célula de Trabajo Naranja.....	62
9.2.4.	Célula de Trabajo Violeta.....	63
9.3.	5s.....	65
9.3.1.	Seiri: Clasificar.....	66
9.3.2.	Setion - Ordenar.....	66
9.3.3.	Seiso - Limpiar.....	67
9.3.4.	Seiketsu - Estandarizar.....	68
9.3.5.	Shitsuke - Disciplina.....	68
9.4.	SMED.....	70
9.4.1.	Análisis de causas.....	70

9.4.2.	Descripción de las tareas de alistamiento.....	71
9.4.3.	Clasificación y análisis de las tareas	72
9.4.4.	Mejoras en preparaciones internas	73
10.	VSM (Value Stream Mapping): Situación Propuesta	75
10.1.	Mapa Propuesto	76
10.2.	Observaciones	77
10.3.	Análisis de Resultados Obtenidos	77
10.3.1.	Distribución de las operaciones	77
10.3.2.	Eliminación de operación.	78
10.3.3.	Eliminación de los inventarios acumulados.	78
10.3.4.	Disminución en tiempos de alistamiento y porcentaje de rechazo	79
10.3.5.	Disminución de los tiempos de paradas menores (porcentaje de improductividad).....	79
10.3.6.	Aumento del porcentaje de <i>Uptime</i>	80
10.4.	Comparación	80
11.	SIMULACIÓN	81
11.1.	Modelo: Situación actual.....	81
11.1.1.	Definición del sistema	81
11.1.2.	Recolección y Análisis de la información	81
11.1.3.	Formulación del modelo	82
11.1.4.	Modelo de Simulación.....	84
11.2.	Modelo propuesto.....	85
11.3.	Indicadores	87
12.	VSC (Value Stream Costing): Situación Propuesta	88
12.1.	Estructura VSC.....	88
12.1.	Estado de Resultados	90
12.2.	Comparación de Resultados: Indicadores.....	90
13.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	92
13.1.	Metodología de Evaluación.....	92
13.1.1.	Definición de Escenarios	92
13.1.2.	Definición del costo de oportunidad.....	93
13.1.3.	Rubros	93
13.2.	Resultados	94
13.2.1.	Escenario pesimista:.....	94
13.2.2.	Escenario neutral:.....	95
13.2.3.	Escenario optimista:.....	97
13.3.	Análisis.....	98
14.	METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN	99

14.1. Indicadores	107
15. CONCLUSIONES	110
16. RECOMENDACIONES.....	113
17. BIBLIOGRAFÍA.....	114

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica: Sormz Heidelberg	12
Tabla 2. Ficha técnica: Speedmaster 52	13
Tabla 3. Ficha técnica Cortadora	13
Tabla 4. Ficha técnica Plegadora	14
Tabla 5. Distribución de las categorías de negocio	15
Tabla 6. Tendencias mundiales del sector gráfico	17
Tabla 6. Problemáticas por eslabón	19
Tabla 7. Desperdicios Lean Manufacturing	24
Tabla 8. Categorías improductivas - Personal	31
Tabla 9. Categorías improductivas – Máquinas	31
Tabla 10. Porcentajes de improductividad por cronograma para empleados	32
Tabla 11. Porcentajes de Improductividad por cronograma para máquinas	33
Tabla 12. Descripción de las operaciones - Cosido y Encolado	37
Tabla 13. Formato de Tiempo estándar	37
Tabla 14. Tiempo estándar de operación	38
Tabla 15. Atributos del proceso en VSM	39
Tabla 16. Tiempos de Alistamiento y Cambio de Referencia	41
Tabla 17. Salarios <i>Torre Blanca Agencia Gráfica</i>	47
Tabla 18. Equivalencias de salario por operación	48
Tabla 19. Gastos por mantenimiento de maquinaria	48
Tabla 20. Insumos por operación	49
Tabla 21. Arriendo prorrateado por operación	50
Tabla 22. Estructura VSC	50
Tabla 23. Box Score Cadena de Valor - Situación Actual	54
Tabla 24. Distribución de operaciones entre operarios	56
Tabla 25. Redistribución de operaciones	57
Tabla 26. Reducciones - Célula Verde	60
Tabla 27. Reducciones - Célula Azul	62
Tabla 28. Reducciones - Célula Naranja	63
Tabla 29. Reducciones - Célula Violeta	65
Tabla 30. Distribución del tiempo de tareas de alistamiento	72
Tabla 31. Clasificación de tareas de alistamiento	72
Tabla 32. Resultados generales VSM actual	75
Tabla 33. Reducciones de improductividad	80
Tabla 34. Comparación y mejora del Uptime	80
Tabla 35. Comparación de resultados VSM	80
Tabla 36. Información para modelo de simulación	81
Tabla 37. Estructura VSC - Situación propuesta	88
Tabla 38. Comparación costo de productividad de mano de obra	89
Tabla 39. Comparación de resultados VSM y VSC	90
Tabla 40. Indicador: Cumplimiento de programación asignada	107

Tabla 41. Indicador: Nivel de inventario en proceso	108
Tabla 42. Indicador: Avance en implementación de propuesta	108
Tabla 43. Indicador: Entregas a tiempo	109

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Análisis del Sector Gráfico	20
Anexo B: Demanda año 2011 Torre Blanca Agencia Gráfica	20
Anexo C: Cronogramas de Muestreo	31
Anexo D: Muestreo del Trabajo	32
Anexo E: Formato de toma de tiempos estándar	37
Anexo F: Tiempos Estándar de Operación	38
Anexo G: Distribución de Probabilidad – Diseñar Montaje	38
Anexo H: Plano actual Torre Blanca Agencia Gráfica	40
Anexo I: Formato de tiempos de Alistamiento y Cambio de Referencia	41
Anexo J. Resultados Tiempos de Alistamiento y de Cambio de Referencia.....	41
Anexo K: Manual para la implementación de 5s en <i>Torre Blanca Agencia Gráfica</i>	69
Anexo L: Distribución de planta propuesta	78
Anexo M. Modelo de Simulación Actual	84
Anexo N. Modelo de Simulación Propuesto	85

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Representación general del proceso	14
Diagrama 2. Pasos para implementación de Lean Manufacturing	24
Diagrama 3. Casa del sistema de producción Toyota	24
Diagrama 4. Costos incluidos en el VSC	28
Diagrama 5. Áreas generales <i>Torre Blanca Agencia Gráfica</i>	46
Diagrama 6. Proporciones de los drivers del costo.....	51
Diagrama 7. Diagrama de Pareto para los costos de las operaciones	52
Diagrama 8. Diagrama de Operaciones	
Diagrama 9. Diagrama de Flujo	
Diagrama 10. Diagrama de Recorrido	

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Categorías de Improductividad - Personal.....	32
Gráfica 2. Categorías de Improductividad - Máquinas.....	34
Gráfica 3. Tiempos de Ciclo vs Takt Time	45
Gráfica 4. Takt Time propuesto.....	55
Gráfica 5. Balanceo del personal vs Takt Time.....	56
Gráfica 6. Balanceo propuesto de personal	57

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Representación de operaciones del VSM actual.....	59
Ilustración 2. Representación de la célula verde en el VSM propuesto.	60
Ilustración 3. Representación operaciones VSM actual.....	61
Ilustración 4. Representación célula azul en VSM propuesto.....	61
Ilustración 5. Representación de operaciones del VSM actual.....	62
Ilustración 6. Representación de la célula naranja en el VSM propuesto.....	63
Ilustración 7. Representación de operaciones del VSM actual.....	64
Ilustración 8. Representación de la célula violeta en el VSM propuesto.....	64
Ilustración 9. Estantería de almacenamiento de tintas	69
Ilustración 10. Formato de estandarización de colores	74

1. INTRODUCCIÓN

Partiendo de una observación general de la situación del mundo actual: un lugar totalmente globalizado, en el que el capitalismo se consolida más y más día tras día y que está en constante cambio y evolución; se hace evidente la necesidad que todos los países estén a la vanguardia y sean capaces de avanzar al ritmo que el mundo, la sociedad y el sistema en general, lo estén imponiendo.

Como esta es una situación de carácter mundial, Colombia no se queda sin percibir los efectos de la misma. Siendo un país tercermundista y en vías de desarrollo, Colombia se convierte en una nación que debe competir en el mercado y en la industria con las grandes potencias del mundo. Para no ser aplastado dentro de este contexto, es de vital importancia invertir y concentrar esfuerzos que confluyan en incrementar su competitividad para que por ejemplo, con la firma de tratados internacionales con los diferentes países como el TLC, las grandes multinacionales no absorban toda la industria colombiana, compuesta por unas 23.000 MIPYMES, que representan el 91% de las empresas colombianas y que son las que finalmente generan el 76% del empleo del país (Cantillo, 2011).

Es con este objetivo que los esfuerzos de estas empresas deben estar encaminados, en gran proporción, a aumentar la productividad día a día, enfocándose en mejorar sus procesos productivos; reduciendo sus desperdicios (haciendo referencia a cualquier recurso que se subutilice, se pierda o no genere valor) y buscando eliminarlos, minimizando sus costos de producción, los tiempos en cualquier proceso u operación, reduciendo sus inventarios, etc.

De esta manera, *TORRE BLANCA Agencia Gráfica*, una pequeña empresa del sector tipográfico desea una mejora, una alternativa diferente que le permita incrementar, o al menos conservar su participación en el mercado ofreciendo productos de calidad con menores tiempos de entrega y costos de producción, tanto por desperdicios como por reprocesos. Así, en el presente proyecto se presenta una metodología transversal, que impacta en todas las áreas de la empresa: *LEAN MANUFACTURING*.

De manera tal, que en síntesis y a grandes rasgos, este Proyecto de Grado está enfocado en la realización de una propuesta de mejoramiento enmarcada bajo la metodología de *Lean Manufacturing*, así como en el diseño y desarrollo de un modelo de simulación del proceso como herramienta para ilustrar el impacto que tendría la propuesta de llegar a ser implementada, el valor y ahorros en general que generaría a la empresa, siempre con el fin último de lograr la satisfacción de sus clientes actuales a atracción de otros nuevos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Presentación de la Empresa

TORRE BLANCA Agencia Gráfica se define a sí misma como una empresa que ofrece un completo servicio en diseño e impresión de libros, catálogos, afiches, plegables y todo lo relacionado con las artes gráficas. Cuenta con un grupo de profesionales dispuestos a desarrollar sus proyectos de forma ágil, apoyados en modernas tecnologías, para cumplir con las expectativas de sus productos impresos.

2.1.1. Misión

Relacionarnos de manera clara y objetiva con nuestros clientes en la elaboración de sus piezas de comunicación, desde la idea inicial hasta los productos terminados, mantener el control de calidad que garantice los resultados esperados y a precios competitivos que contribuyan al éxito de los clientes.

2.1.2. Visión

Automatizar la producción ajustándonos a los tiempos, ampliando la capacidad operativa y posicionarnos entre los mejores del mercado por el cumplimiento calidad y servicio.

2.1.1. Recursos actuales


SORMZ HEIDELBERG	
Tamaño máximo de pliego: 520×740 mm	
Tamaño mínimo de pliego: 280×400 mm	
Área de imagen: 510×720 mm	
Consumo: 11 kw	
Largo: 3630 mm	
Ancho: 2280 mm	
Alto: 2140 mm	
Peso aproximado: 6500 kg	
Velocidad: 12000 pliegos/hora	

Tabla 1. Ficha técnica: Sormz Heidelberg

SPEEDMASTER 52

Tamaño máximo de pliego: 370 x 520 mm

Tamaño mínimo de pliego: 280x400 mm

Área de imagen: 360x520 mm

Consumo: 24 kw

Largo: 2690 mm

Ancho: 1750 mm

Altura: 1620 mm

Peso aproximado: 4000 kg

Velocidad: 15000 pliegos/hora



Tabla 2. Ficha técnica: Speedmaster 52

CORTADORA DE PAPEL INDUSTRIAL

Máximo ancho de corte: 560 mm

Mínimo ancho de corte: 25 mm

Máximo espesor de corte: 80 mm

Consumo: 3 Kw

Largo: 895 mm

Ancho: 1130 mm

Altura: 1290 mm

Peso aproximado: 430 Kg

Velocidad de corte: 45 cortes/min



Tabla 3. Ficha técnica Cortadora

MÁQUINA DOBLADORA DE PAPEL

Tamaño máximo de hoja plegable: 780×1160mm

Tamaño mínimo de hoja plegable : 150×200mm

Consumo: 7Kw

Dimensiones:

2150×1720×1520 mm

3000×1570×1610 mm

1460×870×1110 mm

Peso aproximado: 2000 Kg

Velocidad máxima de cuchillo de resorte: 260 golpes/min



Tabla 4. Ficha técnica Plegadora

2.1.1. Descripción General del Proceso



Diagrama 1. Representación general del proceso

2.1. ANÁLISIS DEL SECTOR GRÁFICO

El sector gráfico se define como el conjunto de empresas manufactureras que desarrollan actividades relacionadas con la producción de papel y cartón, la fabricación de productos en estos materiales, la edición de libros, revistas, periódicos, tarjetas, fotografías, carteleras, entre otros; así como la compra y venta de estos artículos.

Las tipografías y litografías; los servicios de impresión, diseño gráfico y publicidad, estampación, laminación, plastificado, troquelado, reproducción, envase y embalaje, también realizan actividades enmarcadas dentro de este sector.

Con esta gran variedad de actividades que se desarrollan en el sector, se presenta un tamaño proporcional a tal cantidad, lo cual se ve reflejado en una tasa de generación de empleo en

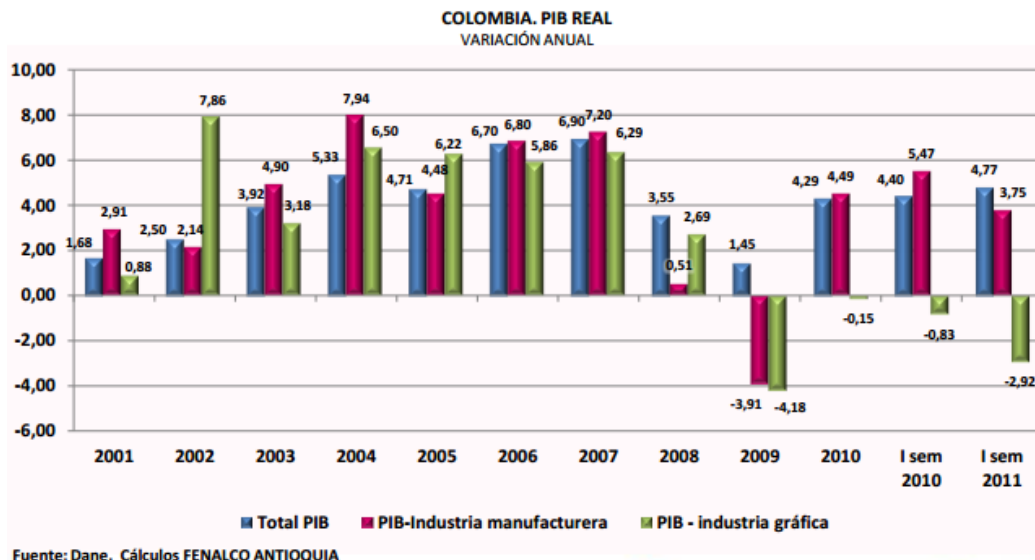
industria de 46.306 personas, para el año 2010. Las empresas que impulsaron esta cifra se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

TIPO	ACTIVIDAD	CANTIDAD
Ind	Papel, cartón	1242
Ind	Edición de libros, folletos	408
Ind	Edición de periódicos, revistas, tiras cómicas	169
Ind	Edición de fotos, tarjetas postales, formularios, carteleras	653
Ind	Tipografías, litografías	1715
Ind	Fotocomposición, arte, diseño	3175
Ind	Encuadernación	199
Ind	Estampado, laminación, plastificado, barnizado	267
Ind	Troquelado	61
Act	Empresarial-Publicidad	2274
Compra-Venta	Papel y cartón, libros, revistas, periódicos, útiles	1352
Compra-Venta	Papelерías, librerías, útiles escolares	13418

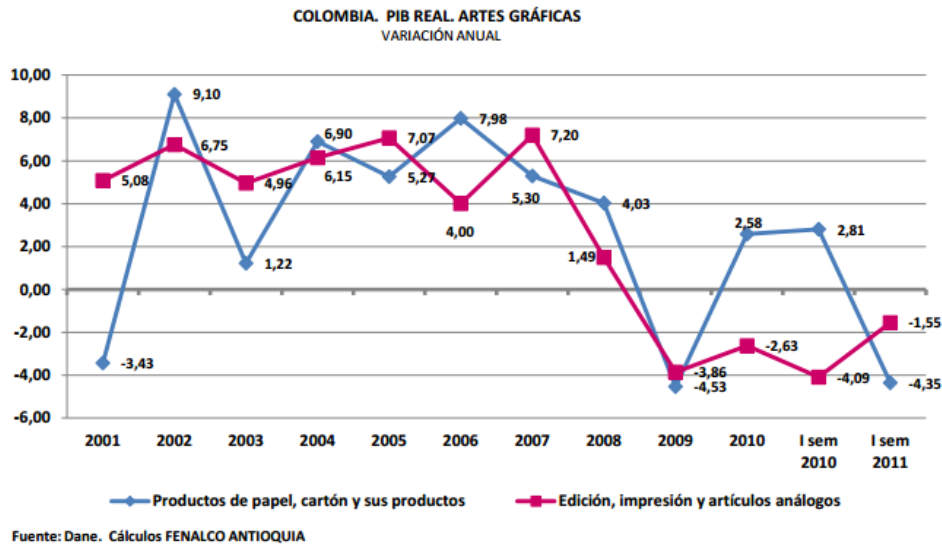
Tabla 5. Distribución de las categorías de negocio

Este contexto, conlleva a que el sector presente las siguientes cifras:

- PIB 2010: 4 billones de pesos
- PIB 1° semestre 2011: 2 billones de pesos
- Actividades con mayor participación: edición, impresión y artículos análogos (51% PIB).
- Durante la última década:



Gráfica 1. PIB real Colombia 2001-2011



Gráfica 2. PIB real de artes gráficas

Por otra parte, los colombianos dedican 0,83% de sus ingresos al consumo de artículos impresos. La mayoría de estos gastos se hacen en textos escolares, tal como se presenta a continuación:

DESCRIPCIÓN	BAJO	MEDIO	ALTO	TOTAL
Textos	0,55	0,63	0,38	0,57
Cuadernos	0,18	0,11	0,03	0,12
Libros	0,04	0,07	0,13	0,07
Revistas	0	0,01	0,02	0,01
Periódicos	0,03	0,07	0,09	0,06
TOTAL	0,81	0,88	0,67	0,83

Finalmente, a nivel mundial, el sector presenta un crecimiento bastante considerable, mostrando un aumento de las exportaciones en el primer semestre de 2011, versus el mismo periodo de 2010: 1,4%. El mayor aumento se presentó para las actividades de impresión. Según informes del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, las principales tendencias mundiales del sector son:

TENDENCIA	DESCRIPCIÓN	EFEECTO
<i>Print of demanda</i>	Los clientes ordenan imprimir según la necesidad o la venta real de sus productos.	Demanda menor tiraje y tiempo de entrega; conlleva a impresión digital como alternativa económica; traslada al impresor la responsabilidad de planificar demanda y administrar inventarios.
<i>Offshoring</i>	Traslado de actividades a países con estructura de costos menores	Se traslada desde la creación de contenido hasta la impresión.
<i>Digitalización de contenido</i>	Consumo de contenido en medios digitales, en especial en libros de educación y profesionales.	Reduce la demanda de bienes impresos; disminuye los costos para cambio de proveedor.
<i>Conciencia ambiental</i>	Demanda por productos biodegradables y con bajo consumo de recursos.	Minimiza materiales optimizando empaques; fomenta el uso de materiales reciclables.

TENDENCIA	DESCRIPCIÓN	EFEECTO
Diferenciación de productos	Búsqueda de diferenciación de productos a través de empaques.	Genera valor en empaques trabajando conjuntamente entre productor y clientes.
Servicios adicionales a impresión	Clientes demandan servicios adicionales al dejar de percibir la calidad de la impresión como factor diferenciador.	Obliga a los impresores a ofrecer servicios de valor agregado.

Tabla 6. Tendencias mundiales del sector gráfico

2.2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

2.2.1. Problemáticas Encontradas






Para poder hacer un diagnóstico preliminar de las posibles problemáticas a tratar, se llevó a cabo una observación directa del proceso y del funcionamiento de la empresa en general. Tal observación se realizó en los dos sentidos: *upstream* y *downstream*, de modo que se pudieran llegar a determinar cuellos de botella, fallas en el proceso y fugas o desperdicios de material, tiempo, dinero o cualquier otro recurso en todas las actividades *core* y de *apoyo*.

Así, para poder entrar a analizar el detalle de cada operación, inicialmente se documentó la cadena de valor de la empresa, la cual se presenta en el siguiente mapa de procesos:



Diagrama 2. Mapa de Procesos Torre Blanca

Obteniendo así, el siguiente consolidado de problemáticas por cada uno de los eslabones de la cadena de valor:

ESLABÓN	PROBLEMÁTICAS
 APROVISIONAMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. No cuentan con una evaluación de proveedores. 2. Falta de cumplimiento por parte del proveedor, en cuanto a cantidades y a tiempos de entrega.
 CLIENTE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de cumplimiento en la entrega de los pedidos al cliente. 2. Problemas legales en las posibles finalizaciones inesperadas de las relaciones contractuales con los clientes.
 DISEÑO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de comunicación entre la Gerencia, actor que recibe el pedido, los detalles y los requerimientos del cliente; y el área de diseño, quienes inician a trabajar sin tener la información necesaria o completa. 2. Una vez el diseño está terminado, en algunas ocasiones se pasa al siguiente eslabón sin tener la aprobación final por parte del cliente, generando producto no conforme con las especificaciones o necesidades del comprador, de modo que se debe hacer un reproceso para cumplir con las especificaciones.
 PRODUCCIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los pocos puntos de control de calidad con los que cuenta la empresa están mal distribuidos a lo largo del proceso productivo. 2. Ingreso de mayor cantidad de material que la necesaria para cumplir con el pedido, porque tienen conocimiento previo de que se van a presentar errores durante la ejecución del proceso. 3. El set up de las máquinas, que consiste en cuadrar las tintas, consume bastante tiempo. 4. Se presenta desorden y desperdicios dejados en el piso de la planta. 5. No se hace una buena planificación de la producción. 6. Se generan desperdicios de tinta en la máquina.
 EMPAQUE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Como en el eslabón anterior se coloca tanto material, si este no se daña durante el proceso, llega aquí como producto terminado, generando grandes pilas de producto que no se va a despachar. Con lo mencionado en el punto anterior, se genera desorden y obstrucciones en los espacios para que el personal se desplace. 2. Faltan puntos de control de calidad. 3. Si el cliente desea algún acabado especial, se debe tercerizar esa parte del proceso y esporádicamente, aquí se presentan demoras.



ESLABÓN	PROBLEMÁTICAS
 <p data-bbox="280 422 420 449">DESPACHO</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="505 281 1357 415">1. Como la demanda es tan variable y la empresa sólo cuenta con un pequeño camión para hacer la distribución de pedidos, por tanto en ciertos casos este recurso no es suficiente para atender a todos los clientes.
 <p data-bbox="298 674 399 701">APOYO</p> <p data-bbox="225 722 475 785">(Gerencia, Secretaría y Mensajería)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="505 510 1295 573">2. No se tiene total claridad sobre los costos asociados al proceso productivo. <li data-bbox="505 579 1338 611">3. No cuentan con documentación de ningún proceso de la empresa. <li data-bbox="505 617 1386 680">4. La mayoría de la información no se encuentra compilada porque no se consolida en bases de datos ni archivos unificados. <li data-bbox="505 686 1365 785">5. Como la demanda es tan variable, hacen falta operarios y parte del personal administrativo debe subir al área de acabados y empaque a ayudar a terminar los productos necesarios.

Tabla 7. Problemáticas por eslabón

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo disminuir los desperdicios generados durante el proceso de fabricación de aquellos productos que utilizan el 80% de los papeles, tintas y tamaños disponibles en la empresa TORRE BLANCA Agencia Gráfica utilizando herramientas propias de la metodología de Lean Manufacturing?

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Según el análisis del sector presentado en capítulo anterior (2.1 ANÁLISIS DEL SECTOR GRÁFICO), el PIB de la industria gráfica del año 2010 alcanzó los 4 billones de pesos, de los cuales, el 51% correspondieron a actividades relacionadas con la *edición, impresión y artículos análogos*, mientras que la facturación del mismo sector, se situó en los 9 billones de pesos.

Anexo A: Análisis del Sector Gráfico

Analizando estas cifras tan dicientes, se hace evidente la importancia de actuar dentro de un sector tan favorable para la economía y para la sociedad, con el fin de promover su crecimiento, aumentando la competitividad de las empresas que desarrollan aquí su labor principal.

Es este el fin último que se persigue con el presente Proyecto en la empresa *TORRE BLANCA Agencia Gráfica*: buscar reducir sus tiempos de proceso, inventarios de producto en proceso, defectos y cualquier subutilización de recursos disponibles que se pueda presentar; en pro de la empresa, de modo que esta pueda mejorar su proceso de producción a través del aumento de la productividad, la reducción de costos y tiempos de entrega, logrando de esta manera aumentar la satisfacción y lealtad de los clientes con los que cuenta actualmente, así como atraer otros nuevos y ampliar su mercado, llegando a poder ofrecer un menor precio de venta.

Así, cobra validez la metodología de Lean Manufacturing, cuya esencia se basa en ser una filosofía de largo plazo, que únicamente permite su crecimiento gracias a la generación de valor para el cliente, para la sociedad y para la economía, reduciendo costos, mejorando los tiempos de entrega y la calidad, mediante la eliminación total del desperdicio (Wilson, 2010) .

Esta descripción de la metodología se puede ver fuertemente aplicada en los resultados obtenidos en las problemáticas encontradas, la cual muestra que eslabones más críticos son el de producción, empaque y el cliente; y analizando el detalle de sus problemas se encuentra que la raíz de los mismos se basa en los desperdicios generados en cuanto a tiempos, reprocesos, materiales, etc.

Esta situación se ve claramente reflejada en el volumen de desperdicios generados por la incertidumbre de la operación porque, para asegurar cumplirle al cliente con la cantidad solicitada, la empresa actualmente está colocando en las máquinas un excedente de materia prima e insumos equivalentes a fabricar 100 unidades de más, si el pedido es menor a 1000 unidades y si es mayor a esta cifra, la empresa fabrica 100 unidades de más por cada 1000 unidades solicitadas.

Analizando la tabla del ANEXO B: Demanda año 2011 *Torre Blanca Agencia Gráfica*, donde se muestran los excedentes producidos por pedido, se observa que de la producción anual, el 14.34% correspondió a unidades producidas en exceso por seguridad en el cumplimiento al cliente.

Anexo B: Demanda año 2011 Torre Blanca Agencia Gráfica

Este porcentaje se hace aún más representativo para la Empresa si se analizan los costos en los que incurrieron para lograr la producción del año pasado. Según el Libro Auxiliar de contabilidad de la Empresa, en la cuenta 7. *COSTOS DE PRODUCCIÓN O DE OPERACIÓN* para el año 2011, suministrado por la misma (ANEXO B. Demanda año 2011 *Torre Blanca Agencia Gráfica*), estos se sitúan en los \$425 millones de pesos y el equivalente para el nivel de producción en exceso, se tiene que se incurre en un sobre costo de \$60 millones, valor que es cargado a cada pedido pagado por el cliente.

Asimismo, para cumplir con la producción en la Empresa se trabajaron y pagaron \$140 millones por concepto de mano de obra directa y además, se incurrió en \$15 millones de pesos en horas extra.

De este modo, se hace evidente que se deben tomar acciones al respecto porque la falta de planeación está afectando los costos de la Empresa en un amplio sentido y por otro lado, sería un punto muy impactante para la misma para reducir los costos asociados a su operación, así como para crear un factor más competitivo en el mercado, pensando en reducir los precios de venta que deben pagar los clientes.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Generar una propuesta bajo la metodología de Lean Manufacturing, mediante el análisis de la cadena de valor, planeación y programación del proceso, que permita disminuir los desperdicios durante la fabricación de aquellos productos que utilizan el 80% de los papeles, tintas y tamaños disponibles en la empresa TORRE BLANCA Agencia Gráfica, que permita mantener o mejorar el nivel de servicio a un costo menor que el actual.

4.2. ESPECÍFICOS

1. Realizar un diagnóstico bajo la metodología de Lean Manufacturing identificando y analizando la cadena de valor, mediante la aplicación VSM (Value Stream mapping) y Value Stream Costing.
2. Diseñar y realizar un modelo de simulación en *FlexSim* que permita analizar y comparar la situación de la línea de producción actual, versus una línea propuesta tras aplicar técnicas de programación y balance propias de la metodología.
3. Proponer una metodología de implementación de la alternativa simulada.
4. Realizar un análisis costo beneficio de la propuesta generada para validar su factibilidad.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. LEAN MANUFACTURING

Su traducción al español es PRODUCCIÓN ESBELTA, la cual hace referencia a hacer más con menos recursos: tiempo, espacio, esfuerzos humanos, maquinaria, materiales, sin descuidar cada una de las necesidades y requerimientos del cliente. Esta filosofía basa todo su valor en el alto nivel de competitividad que se presenta en el mercado y se incrementa día a día, en donde el único camino para obtener y aumentar las ganancias es eliminando desperdicios en sus procesos y así, reduciendo costos. (Villaseñor & Edber, 2007)

Su historia se remonta hacia los años 50, con el sistema productivo de Toyota, quienes venían utilizando un conjunto de técnicas en sus plantas con el fin de eliminar los desperdicios dentro de sus procesos de producción. (Villaseñor & Edber, 2007)

Esta filosofía, como ya se mencionó, se basa en la disminución de los desperdicios durante el proceso. En esta categoría se encuentran las 3Mu, tres palabras japonesas: *muri*, *mura* y *muda*. La primera hace referencia a actividades irrazonables, desgastantes o que simplemente no se pueden ejecutar; *mura* significa variabilidad o desnivel. Estos son los desperdicios menos fáciles de detectar directamente, pero sobre los que más atención se debe concentrar porque muy a menudo, son los precursores de los demás desperdicios. (Miller, 2008)

Finalmente, *Muda*, que significa *desperdicio*, es todo aquello que no agrega valor y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar y cuya reducción se convierte en el foco principal de trabajo de Lean Manufacturing. Al respecto, Toyota estableció siete tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura:

DESPERDICIO	DESCRIPCIÓN
Sobreproducción	Producir artículos para los que no existen órdenes de producción, producir sin que el consumidor lo requiera, haciendo que las partes sean almacenadas e incrementando el inventario.
Esperas	Aguardar por la llegada de partes, salidas de otros procesos, etc. generando retrasos.
Transportes innecesarios	Realizar movimientos innecesarios puede causar daños al producto y genera pérdidas de tiempos.
Sobreprocesamientos	No tener claros los requerimientos de los clientes causa que generen procesos innecesarios que agregan costos y puede que no den valor al producto.
Inventarios	Exceso de materias primas, inventario en proceso o productos terminados causan largos tiempos de entrega, obsolescencia de productos, daños en los mismos, costos por transporte, almacenamiento y retrasos. Los inventarios pueden ocultar problemas como producción desnivelada, retrasos de proveedores, largos tiempos de set up, etc.

DESPERDICIO	DESCRIPCIÓN
Movimientos innecesarios	Movimientos hechos por el personal: mirar, buscar, acumular, herramientas, etc.
Productos defectuosos	Producción de partes defectuosas, reparaciones, reemplazos en la producción e inspección, significan tiempo y esfuerzos desperdiciados.

Tabla 8. Desperdicios Lean Manufacturing (Villaseñor & Edber, 2007)

En general, se deben seguir 5 pasos para llegar a implementar un sistema de producción de este tipo:

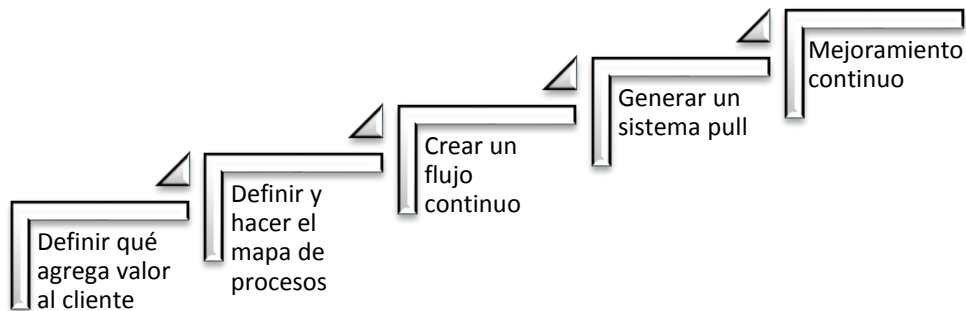


Diagrama 3. Pasos para implementación de Lean Manufacturing

Para poder cumplir con estos 5 pasos, se hace necesario contar con herramientas que apoyen el desarrollo, mantenimiento y seguimiento de esta metodología. Para esto, Toyota sintetizó estas herramientas en una estructura haciendo alusión a una casa, que cuenta con una estructura base y dos columnas que soportan los objetivos que persigue Lean Manufacturing:

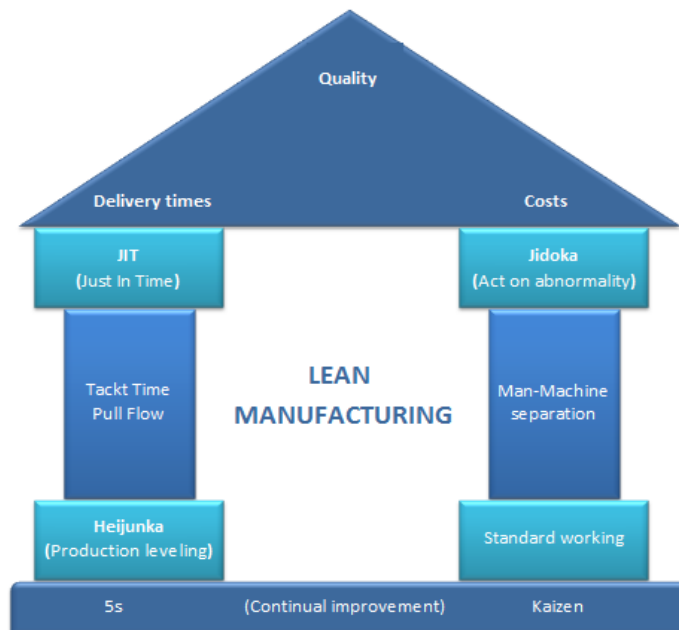


Diagrama 4. Casa del sistema de producción Toyota (Villaseñor & Edber, 2007)

5.1.1. Takt time

(Villaseñor & Edber, 2007)

Es el ritmo de producción que marca el cliente y que da la pauta de cómo la compañía producirá con el fin último de satisfacerlo.

Producir con el *Takt time* significa que los ritmos de producción y de ventas están sincronizados, lo cual corresponde a una de las metas de Lean Manufacturing.

Este se calcula con la siguiente fórmula:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Cantidad\ total\ requerida}$$

El *Takt time* operacional también se usa para balancear la línea con el objetivo de tener un espacio de tiempo en caso de ocurrir alguna falla, ausentismo, etc.

5.1.2. Heijunka

(Villaseñor & Edber, 2007)

También conocido como nivelación de carga, es un método para planear y nivelar la demanda generada por el cliente, a través del volumen y variedad a lo largo de un turno.

Esta metodología puede ser la clave para establecer un verdadero sistema que pretenda hilar la producción en una fábrica. Esto, porque usa retiros constantes sobre el *pitch* (lotes controlados), pero se divide en unidades basadas sobre el volumen y la variedad de los productos que serán manufacturados. Además, se determinan el número de *Kanbans* (sistema de tarjetas que controlan el inventario) dividiendo los requerimientos diarios entre la cantidad de paquetes, con el fin de poder hallar la distribución de nivelación de la producción.

5.1.3. 5 s

(Villaseñor & Edber, 2007) (Feld, 2001)

Es una serie de técnicas utilizadas para mejorar las prácticas en las áreas de trabajo, de modo que facilite un mejor control del área visualmente, además de actuar como un gran apoyo en la implementación de la filosofía Lean Manufacturing.

Es llamado 5s puesto que el nombre de cada una de las técnicas en japonés, su idioma original, comienza por esta letra. La primera de ellas es *Seiri* que significa *clasificar*. Tiene que ver con la limpieza de los objetos que no están siendo utilizados frecuentemente; para ello es necesaria la clasificación, en las áreas de trabajo, de las herramientas que son necesarias para ejecutar las actividades más fácilmente, agilizar el flujo del material y se facilite a los operarios el movimiento, optimizando las áreas de trabajo.

Seiton es la técnica encargada de *identificar* y *ordenar* los objetos en sus áreas correspondientes. Todos tienen que estar organizados y etiquetados como correspondientes de una área específica. Si los objetos no son lo suficientemente importantes entonces estos no deberán estar allí. Todo

esto facilitará el reconocimiento de cada herramienta, recurso, materiales o cualquier objeto visible fácil y rápidamente.

Seiso significa *limpiar* las áreas de producción según el desorden generado al usar estas. Toda área de trabajo tiene que estar completamente limpia y con sus objetos organizados al final de los turnos. Esta técnica se deberá aplicar con un tiempo de no más de 2% de un turno de trabajo (aproximadamente 10 min).

Seiketsu es la *estandarización* de estas actividades. La empresa tiene que institucionalizar y comprometerse con esta herramienta porque de otra manera, los operarios retomarán sus costumbres antiguas. Para esto se aplican auditorías con resultados tanto cuantitativos, como cualitativos evaluando así la responsabilidad de cada área.

Shitsuke es una técnica enfocada en la gerencia puesto que son los responsables en *mantener la disciplina* y reforzarla mostrando así la importancia y el liderazgo. Es importante recalcar que los operarios pondrán más atención a lo que la gerencia haga más que lo que diga, esto sujeto a disciplinar, recompensar y demostrar la importancia de las 5s.

5.2. VSM: VALUE STREAM MAPPING

(Villaseñor & Edber, 2007) (Tapping, 2003)

Es una técnica desarrollada por Toyota, utilizada para encontrar los desperdicios a lo largo de la cadena de valor de un producto, con el fin de trabajar para su posterior eliminación. Su fin último, es mejorar el proceso enmarcado dentro de todo el sistema, enfocándose en la totalidad de la cadena valor, iniciando con el cliente y recorriendo la cadena de valor en sentido *upstream*.

Esta herramienta muestra un mapa que contiene la información necesaria para hacer planeación de la producción y lograr la satisfacción del cliente. También incluye los tiempos de ciclo, los inventarios, la mano de obra utilizada, los transportes, entre otros; iniciando desde las materias primas con sus proveedores y finaliza en el cliente.

Para el correcto desarrollo del VSM se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Seleccionar la familia de productos crítica.
- 2) Recolectar información del cliente.
- 3) Identificar el proceso más importante.
- 4) Definir los datos a recolectar: tiempo estándar, flujo de materiales y de información, información del personal.
- 5) Recolectar información de los proveedores.
- 6) Hacer el mapa.

De este modo, se consigue plasmar la situación actual del proceso. Pero como el objetivo principal del VSM es buscar la mejora del mismo, se debe plantear a la situación a la cual se desea llegar una vez implementada la herramienta, para ello se debe contar con la siguiente información:

- Takt time
- Balanceo de línea
- Nivelación de la producción con un sistema *Heijunka*.

5.3. VSC: VALUE STREAM COSTING

(Ruiz & Díaz, 2006)

Es una herramienta necesaria para acompañar a Lean Manufacturing, dado que el sistema de costeo tradicional genera distorsiones en los costos de los productos, generando variaciones en los costos de los mismos, aumentándolos o disminuyéndolos, porque hace asignaciones incorrectas de los costos indirectos.

Se centra en calcular el costo de las cadenas de valor, en vez de observar los procesos de manera aislada. Es una metodología que centra su atención en los recursos utilizados a lo largo de todo el proceso, relacionados con cualquier interacción con el flujo del producto. El análisis de los costos basado en un costeo ABC (*Activity Based Costing*) y el costo objetivo, de modo que, mientras se genera el VSM, al proceso que se esté representando se le calculan los costos por sub proceso y cada uno de estos, son los costos de las actividades. De la sumatoria de estos costos de actividad, se obtiene el costo de manufactura del producto. (Abuthakeer, Mohanram, & Mohan Kumar, 2010)

Su objetivo a atacar es, principalmente, poder responder a un entorno de producción de Lean Manufacturing, por la necesidad de una aproximación de contabilidad diferente para apoyar la filosofía.

Un buen sistema de costos debería producir estimaciones de costos de producto que incorporan los gastos incurridos en relación con el producto a través de la cadena de valor de la organización completa.

El VSC normalmente es calculado por semanas de trabajo y tiene en cuenta todos los costos de la cadena de valor. No hace distinción entre costos directos o indirectos; todos los costos dentro de la cadena de valor se consideran como directos, los que no están dentro de la misma, no son incluidos en el VSC.

A continuación se muestran los costos que componen la totalidad de la cadena del *Value Stream Costing*:



Diagrama 5. Costos incluidos en el VSC
(Makell, Baggaley, & Grasso, 2011)

En síntesis, los resultados obtenidos de este enfoque de contabilidad, son utilizados para crear el estado de pérdidas y ganancias de la cadena de valor; incluyendo los ingresos por ventas de la cadena de valor durante el periodo, menos los materiales y demás costos incurridos durante el mismo.

5.4. SMED

(Villaseñor & Edber, 2007)

Sus siglas en inglés representan Single-Minute Exchange of Die y en español se traduce como el cambio de herramienta en un solo dígito de minutos. Se define como la teoría y técnica para realizar las operaciones de preparación de máquinas, cambios de máquina o inicialización de proceso en menos de 10 minutos. Entendiendo por cambio de máquina, el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente.

Estos ajustes se clasifican según el tipo de operación para el que apliquen:

- *Operaciones internas*: cómo montar o desmontar dados que puedan realizarse únicamente cuando una máquina está parada.
- *Operaciones externas*: cómo transportar los dados utilizados o llevar los nuevos hasta la máquina, que puedan realizarse mientras la máquina está en operación.

5.5. SIMULACIÓN

(García E. , 2006)

La simulación es una utilizada herramienta en la ingeniería industrial para imitar la operación de un sistema del mundo real a medida que evoluciona con el tiempo. Para ello, se genera un modelo de simulación, el cual toma la forma de un conjunto de suposiciones a cerca de la operación del

sistema, expresado como relaciones matemáticas o lógicas entre los objetos de interés en el sistema.

La metodología de la simulación se basa en la ejecución del modelo a través del tiempo para generar muestras representativas de las medidas de desempeño, así, la simulación podría verse como un experimento de muestreo en el sistema real, donde los resultados son puntos muestrales.

Para realizar una simulación hay que identificar primero el producto o servicio que se desea simular. Un proceso de simulación se puede entender como un proyecto compuesto por tareas y recursos requeridos.

Así, el proceso que se debe seguir para poderlo desarrollar, se presenta a continuación:

- 1) Elaborar un plan de estudio: definir objetivos, identificar limitaciones y restricciones, conocer las especificaciones, desarrollar la planeación y definir los resultados esperados.
- 2) Definir el sistema: determinar la información requerida y fuentes de información.
- 3) Construir el modelo: definir el nombre de las variables, las entidades, los puestos de trabajo (*locations*) y atributos.
- 4) Ejecutar experimentos.
- 5) Analizar y reportar los resultados.

6. ESTABLECIMIENTO DE PORCENTAJES DE IMPRODUCTIVIDAD

Para empezar a cuantificar los desperdicios presentes en la empresa, se hace necesario conocer cómo se distribuye el tiempo dentro de una jornada laboral en *Torre Blanca Agencia Gráfica* dentro de cada uno de los empleados implicados dentro del proceso a analizar; motivo por el cual, se llevó a cabo un estudio de *MUESTREO DEL TRABAJO*, teniendo en cuenta las ventajas ofrecidas por esta metodología:

- Dada la volatilidad de la demanda y las variaciones que se pueden presentar al elaborar cada uno de los diferentes productos, es un excelente método porque no tiene en cuenta el detalle del producto, sino simplemente la actividad que está realizando el operario.
- Es un estudio representativo porque requiere un amplio número de observaciones, que están distribuidas aleatoriamente a lo largo de la jornada laboral.
- Permite calcular el porcentaje de utilización de las máquinas con alta precisión.

6.1. Definición del plan de trabajo

6.1.1. Cálculo del Número de Observaciones.

Para realizar este cálculo se precisa definir los siguientes parámetros (Niebel & Freivalds, 2009):

i. *p*: Porcentaje de improductividad

Es el porcentaje estimado de la proporción del tiempo dedicada por los operarios a actividades no productivas. Para determinar su valor, se realizó un pre muestreo consistente en observar a 2 personas, 30 veces a cada una, para tener un total de 60 observaciones como base, obteniendo los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de improductividad} = p &= \frac{\text{Número de observaciones improductivas}}{\text{Total observaciones}} \\ p &= \frac{24}{60} \times 100 \\ p &= 40\% \end{aligned}$$

ii. *Z*: Confiabilidad del estudio

Se establece en el 95%

iii. *A*: Límite del error deseado

Se establece en el 10%

De esta manera se tiene:

$$n = \frac{Z^2 \times (1 - p)}{p \times A^2}$$

$$n = \frac{1,96645^2 \times (1 - 0,4)}{0,4 \times 0,1^2} = 405,9 \approx \mathbf{406 \text{ observaciones}}$$

6.1.2. Determinación de la Frecuencia de las Observaciones.

Una vez establecido el número de observaciones que se deben realizar según los parámetros, cada día se manejó la misma metodología que para las primeras 60: se generó una programación aleatoria de los momentos (horas) en los cuales se debía mirar qué estaba haciendo cada uno de los recursos que estuvieran siendo muestreados. Se definió el horario de muestreo de 8:00am a 10:00am (hora de inicio del break), retomando de 10:15am hasta las 12:00pm ó 1:00pm, según el horario definido de almuerzo para cada empleado y, finalmente, de 1:00pm ó 2:00pm hasta las 5:00pm; para lo cual se generaron horas de manera aleatoria en Excel y se establecieron los cronogramas de muestreo diario por recurso ANEXO C: Cronograma de Muestreo.

Anexo C: Cronogramas de Muestreo

6.2. Ejecución de las Observaciones.

Utilizando los formatos previamente definidos e ilustrados en el ANEXO C: Cronograma de Muestreo, se acudió al puesto de trabajo del recurso a observar y se clasificaba marcando con una X su actividad si era productiva y si no, la categoría a la cual pertenecía la actividad improductiva:

- Para los empleados:

#	CATEGORÍA IMPRODUCTIVA
1	Espera por máquina trabajando
2	Fuera del puesto de trabajo
3	Hablar con compañeros
4	Hablar por celular
5	Caminar

Tabla 9. Categorías improductivas - Personal

- Para las máquinas:

#	CATEGORÍA IMPRODUCTIVA
1	Parada
2	Limpieza
3	Set up (tintas y/o papel)

Tabla 10. Categorías improductivas – Máquinas

6.3. Muestreo del personal

RESULTADOS PREMUESTREO:

$P^{\wedge} =$	40,00%	$Z =$	1,645	$A =$	10%	$n =$	405,90	$\sigma =$	14,14%
----------------	--------	-------	-------	-------	-----	-------	--------	------------	--------

IMPRODUCTIVIDAD:

n	q IMPRODUCTIVAS	% i
1	7	23,33%
2	6	20,00%
3	7	23,33%
4	6	20,00%
5	7	23,33%
6	6	20,00%
7	3	10,00%
8	6	20,00%
9	4	13,33%
10	6	20,00%
11	5	16,67%
12	7	23,33%
13	5	16,67%
14	6	20,00%

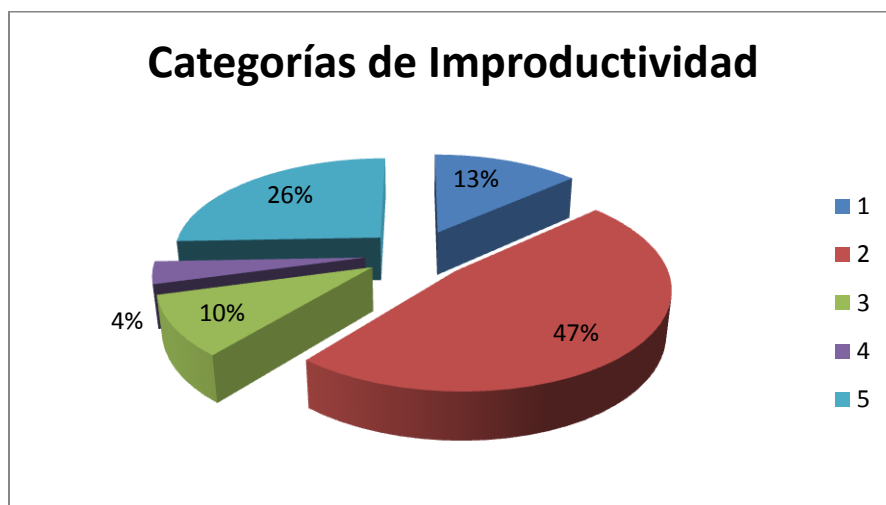
Tabla 11. Porcentajes de improductividad por cronograma para empleados

6.3.1. Resultados Obtenidos: Muestreo del personal.

El detalle de los resultados obtenidos para el muestreo, tanto del personal como de las máquinas, se presenta en el ANEXO D: Muestreo del Trabajo; en síntesis, para un total de 420 observaciones, resultaron 81 improductivas, de modo que el porcentaje de improductividad en la empresa está ubicado en el 19,52%. Es decir, que de las 7,75 horas que componen la jornada laboral de cada uno de los operarios, 1,583 horas se pueden llegar a establecer como tiempo muerto.

Anexo D: Muestreo del Trabajo

Este se encuentra distribuido de la siguiente manera:



Gráfica 3. Categorías de Improductividad - Personal

Donde las dos categorías más importantes son '*fuera del lugar de trabajo*' y '*caminar*'. La primera se ve representada principalmente por situaciones de colaboración con otras operaciones y en general por la falta de organización y medidas de contingencia que en ocasiones se deben tomar. En el caso de la segunda categoría (*caminar*) se explica por las distancias que debe recorrer las personas para conseguir los elementos necesarios para su trabajo (herramientas, insumos, materias primas...).

6.4. Muestreo de las máquinas

RESULTADOS PREMUESTREO:

$P^{\wedge} =$	53,33%	$Z =$	1,645	$A =$	10%	$N =$	237	$\sigma =$	18,86%
----------------	--------	-------	-------	-------	-----	-------	-----	------------	--------

IMPRODUCTIVIDAD:

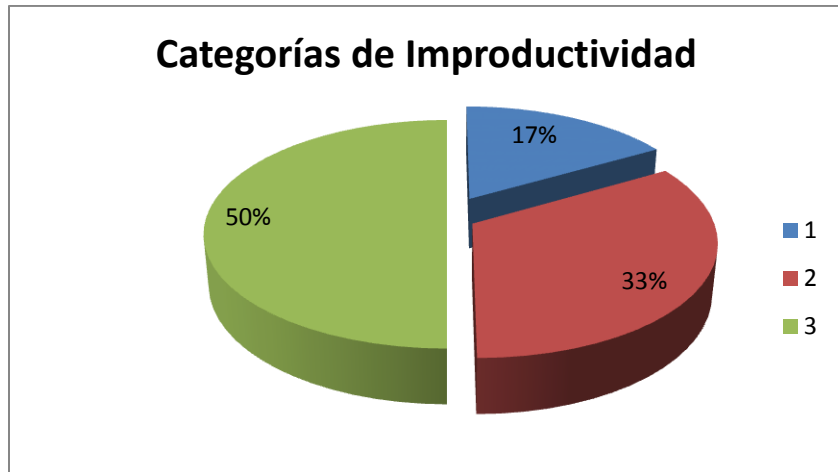
n	q IMPRODUCTIVAS	% i
1	10	33,33%
2	17	56,67%
3	18	60,00%
4	16	53,33%
5	20	66,67%
6	18	60,00%
7	14	46,67%
8	20	66,67%

Tabla 12. Porcentajes de Improductividad por cronograma para máquinas

6.4.1. Resultados Obtenidos: Muestreo de las Máquinas.

(ANEXO D: Muestreo del Trabajo) En este caso, para un total de 240 observaciones, resultaron 133 improductivas, de modo que el porcentaje de improductividad de las máquinas está ubicado en el 55,42%. Es decir, que de las 7,75 horas que componen la jornada laboral en donde las máquinas deberían estar trabajando, en 4,29 horas estas se encuentran paradas por alguna de las causas previamente definidas.

Este se encuentra distribuido de la siguiente manera:



Gráfica 4. Categorías de Improductividad - Máquinas

De donde es posible observar que la categoría más relevante es *'set up de máquina'*, lo cual se puede ver explicado por la gran volatilidad de la demanda, en la cual cada uno de los clientes hace sus requerimientos particulares y específicos y, para poder satisfacerlos, las máquinas toman una elevada proporción de tiempo en su configuración de modo que su trabajo sea exacto.

7. VSM (Value Stream Mapping): Situación Actual

Para el presente análisis se tuvo en cuenta la disponibilidad de cada una de las operaciones durante una semana, así como el análisis de costos del siguiente capítulo.

Así, la empresa tiene una jornada laboral que inicia a las 8:00 am y termina a las 5:00 pm (8 horas = 480 min), a lo que se le debe descontar los 15 minutos de break y los 60 de almuerzo, contando con un total de 405 min; por los 5 días de la semana, resultan 2.025. A esto se le agregan las 4 horas de trabajo del día Sábado, menos los 15 minutos de break (225 min) para una disponibilidad total a la semana de 2.250 minutos (37,5 horas).

7.1. Descripción detallada del proceso de producción

Para poder entrar a mapear el proceso de producción, inicialmente se debe conocer específicamente cada una de las operaciones e inspecciones que lo componen.

A continuación se describen las operaciones que integran los procesos seleccionados, los cuales pertenecen a los acabados que presenta el 80% de los productos, correspondientes a libros que solamente varían en la terminación del producto: cosido o encolado; la primera opción de terminación se representa en la siguiente tabla con la letra 'C' y la segunda, con la letra 'E':

NOMBRE	TIPO	#	DESCRIPCIÓN
Recibir orden de producción	Operación/ Inspección	1	Una vez el cliente hace una solicitud de producto, especificando las características que desea encontrar en el mismo, la orden de pedido del cliente es revisada, con el fin de asegurar que se encuentre la información necesaria y completa (papel, tintas, colores, tamaño, cantidad, planchas) para poder llevar a cabo el proceso adecuadamente.
Diseñar montaje	Operación	1	Teniendo en cuenta las especificaciones del cliente, la diseñadora hace un prototipo digital, el cual se presenta al cliente para su aprobación y poder dar inicio al proceso de producción de los artículos.
Filmar con colores	Operación	2	El modelo aprobado por el cliente es enviado a la zona de filmación, donde las planchas son impresas con el diseño y especifican los colores a utilizar en cada impresión para la operación posterior, teniendo en cuenta que se filman 3 planchas para los 3 colores principales (la cantidad de planchas por libro, depende de la cantidad de páginas y la cantidad de páginas filmadas en cada plancha).
Procesar colores	Operación	3	Trasladar las planchas filmadas a la máquina procesadora, en la cual, los químicos y el aceite, fijan el diseño, lo cual permitirá el uso de la plancha en las operaciones posteriores.

NOMBRE	TIPO	#	DESCRIPCIÓN
Pinar	Operación	4	Las planchas son llevadas a la pinadora para abrirle dos huecos, con los cuales podrán ser fijadas en la impresora.
Cortar	Operación	5	Cortar el papel por resmas, según las especificaciones de impresión, para poder ser procesado por la impresora.
Imprimir 2x2 4x4	Operación	6	Revisar que la impresora se encuentre totalmente limpia de las tintas utilizadas anteriormente para proceder a suministrar a la máquina las nuevas tintas necesarias para la operación a ejecutar. Luego se prepara el papel para colocarlo en la bandeja de la máquina, se programa la impresora y realiza la operación, imprimiendo las hojas del libro y sus carátulas.
Revisión de impresión	Inspección	1	A medida que se va imprimiendo cada hoja, el operario toma uno de los pliegos, aproximadamente cada 100, para comprobar que los colores son los especificados por el cliente, que no haya sucedido ningún inconveniente con las tintas y en general, para verificar que la calidad de la impresión se mantenga a lo largo de la misma.
Plegar	Operación	7	Una vez se cuenta con todos los pliegos impresos, se trasladan a la máquina plegadora, donde se pondrán en la bandeja de entrada. La máquina debe ser ajustada según el tamaño del papel y de los pliegues a realizar, se hacen pruebas con algunos pliegos y se inicia la operación para cada uno de los papeles.
Apilar	Operación	8	Se toman los pliegos previamente plegados de todo el libro y se apilaran en torres, cada torre con los pliegos correspondientes a las mismas páginas. (La cantidad de torres depende de la cantidad de páginas por pliego y páginas total del libro).
Armar	Operación	9	El operario, con cada una de sus manos, toma un pliego por torre en el orden de paginación establecido, hasta que al final tenga armados dos libros.
Coser	Operación	10-C	Los libros son llevados a la cosedora donde, uno por uno, son grapados con 2 ó 3 ganchos, dependiendo del tamaño del libro.
Precortar	Operación	11-C	Se arman grupos de 5 libros, los cuales tienen sus bordes empatados, tanto de ancho como de largo, para ponerle posteriormente una cinta que los mantenga unidos, de manera que se agilice el corte.
Cortar	Operación	12-C	Se insertan por tandas de a 2 de los paquetes armados en la operación anterior, en la cortadora para refilar y retirar los bordes sobrantes y dejar terminado el producto.
Apilar para encolar	Operación	10-E	Los libros previamente armados, se apilan de a 295 por torre, donde se deja la parte del lomo hacia afuera de la mesa, para poder ser encolado.
Encolar	Operación	11-E	Con el uso de una brocha, se le aplica cola a los libros para que sea más fácil su manejo, que las hojas no se corran y que estén debidamente empatados al momento de empastarlos.

NOMBRE	TIPO	#	DESCRIPCIÓN
Empastar	Operación	13-E	Se toma una hoja con diseño de pasta, se pega a un cartón del tamaño del libro y las partes excedentes de la misma se doblan hacia adentro para pegarse. Se coloca el pegamento final a las hojas y se completa el libro con sus respectivas pastas para pasarlo por la máquina que hace la presión respectiva y completar el pegado.
Verificar producto terminado	Operación/ Inspección	2	Los libros terminados se revisan uno a uno, para comprobar que no exista ningún error que haya pasado desapercibido durante el proceso, ya sean errores de tinta, imperfecciones de impresión o de bordes y paginación, para poderlo empacar en la caja donde será despachado.

Tabla 13. Descripción de las operaciones - Cosido y Encolado

7.2. Tiempos Estándar

Contando con una definición específica de cada una de las operaciones a estudiar, se procedió a definir los tiempos de las mismas equivalentes para un solo libro, o en caso tal, si se observa demasiada variabilidad en los tiempos tomados, se estableció una distribución de probabilidad que describa mejor su comportamiento que un tiempo estándar.

7.2.1. Levantamiento y validación de la información

Para cumplir con el objetivo anterior, se diseñaron los formatos que se presentan en el ANEXO E: Formato de toma de tiempo estándar, de modo que se facilitara y se pudiera estandarizar la toma de tiempos para cada una de las operaciones. En general, el formato se compone de los siguientes campos:

Anexo E: Formato de toma de tiempos estándar

FORMATO DE TIEMPO ESTÁNDAR PARA LA FABRICACIÓN DE 1 LIBRO DE 120 PÁGINAS TORRE BLANCA AGENCIA GRÁFICA			
--	--	--	--

#	OPERACIÓN	1	2
			[s]
	Tiempo de Cronómetro		
	Rating Factor		
	Tiempo Normal		
	Suplemento de fatiga		
	Tiempo Estándar		

ANÁLISIS ESTADÍSTICO	
Observaciones Realizadas:	
Media:	
Desviación de Muestra:	
Confiabilidad:	95%
Intervalo de Precisión Deseado:	
Valor t:	
Intervalo de Muestra:	

Tabla 14. Formato de Tiempo estándar

Dependiendo de la frecuencia con que se ejecutara la operación para cada libro, se tomó una muestra en la cual hubiera entre 30 y 50 datos por operación. Como se observa en el formato, la primera casilla corresponde al tiempo observado y registrado en el momento, al cual se le aplica el Rating Factor (calificación cuantitativa, por parte del observador, de la velocidad de ejecución de la operación), para obtener un tiempo normal. Finalmente se aplican los suplementos de fatiga

correspondientes (por género y posición de trabajo, principalmente), para poder obtener el tiempo estándar de operación.

Asimismo, se debe hacer el análisis estadístico de la muestra tomada, para validar si es confiable: obteniendo la información del recuadro de la derecha, se obtiene el intervalo de muestra, el cual debe ser menor que el intervalo de precisión deseado para tener una muestra estadísticamente confiable.

7.2.2. Resultados obtenidos: Tiempo Estándar

El detalle de los resultados obtenidos se presenta en el ANEXO F: Tiempos Estándar de Operación.

Anexo F: Tiempos Estándar de Operación

Para el caso específico de la operación Diseñar Montaje, debido a la variabilidad que presentó durante la toma de tiempos realizada, se procedió a modelarla a través de una distribución de probabilidad que describiera mejor su comportamiento, que un estándar.

La información estadística referente se presenta en el ANEXO G. Distribución de Probabilidad – Diseñar Montaje.

Anexo G: Distribución de Probabilidad – Diseñar Montaje

En conclusión, después de tomar las respectivas muestras para cada una de las operaciones a estudiar, se obtuvieron los siguientes tiempos estándar:

#	OPERACIÓN	TIEMPO ESTÁNDAR	
		[min]	[seg]
1	Recibir orden de producción	0,014	0,828
2	Diseñar montaje	N (54,7 ; 2,05)	N (3280 ; 123)
3	Filmar con colores	0,101	6,035
4	Procesar colores	0,119	7,125
5	Pinar	0,061	3,651
6	Cortar	0,042	2,549
7	Imprimir	0,024	1,440
8	Revisión de la impresión	0,030	1,800
9	Plegar	0,006	0,353
10	Apilar	0,024	1,440
11	Armar libro	0,007	0,427
12	Coser	0,198	11,862
13	Apilar para encolar	0,169	10,167
14	Encolar	0,003	0,171
15	Precortar	0,014	0,830
16	Cortar	0,116	6,973
17	Empastar	0,091	5,440
18	Empacar	0,725	43,519
	TOTAL	0,081	4,833

Tabla 15. Tiempo estándar de operación

Con la información presentada en la tabla anterior, se hace evidente que las operaciones *Armar Libro* y *Empastar*, son las que presentan el mayor tiempo de ciclo porque son las que se ejecutan unidad por unidad, no por grupos de productos como las demás operaciones.

7.3. Atributos del Proceso

Teniendo en cuenta el objetivo final del VSM, el cual es mejorar el proceso enmarcado dentro de todo el sistema, enfocándose en la totalidad de la cadena valor, encontrando los desperdicios a lo largo de la misma, se establecieron diferentes aspectos a analizar al para conocer en dónde se podrían estar presentando los posibles desperdicios.

Por una parte se evalúan los inventarios en proceso entre cada una de las operaciones que componen el proceso general, teniendo en cuenta que el objetivo final es pasar de trabajar con un sistema *push* a uno *pull*.

Por otro lado, y una vez descritas las operaciones a trabajar, a continuación se presentan los atributos a evaluar para cada una de ellas y un ejemplo de cómo estos se verán representados en el VSM:

NOMBRE DE LA OPERACIÓN	
t Ciclo	0,83
t Alistamiento	0
t Cambio	0
# Máq.	1
# Op.	1
% Rechazo	10%
Distancia	1,5
Disponibilidad	24.300
t Paradas	0,0
Uptime	100,00%

Tabla 16. Atributos del proceso en VSM

Definidos así, respectivamente:

- i. *Tiempo de Ciclo* [seg]: Es el tiempo total que transcurre desde que el producto en proceso llega al lugar de ejecución de la operación, hasta que esté listo para pasar al de la siguiente operación.
- ii. *Tiempo de Alistamiento* [seg]: Tiempo durante el cual se prepara la máquina para ejecutar la operación; corresponde a actividades tales como suministro de tintas, calibración de colores, ajustes de tamaño del papel, programación de impresiones, etc.
- iii. *Tiempo de Cambio de Referencia* [seg]: Corresponde principalmente a la limpieza de tintas que se le debe hacer a la máquina para iniciar la siguiente corrida de producción.

- iv. *Número de máquinas* [unid]: Cantidad total de máquinas utilizadas para ejecutar la operación.
- v. *Número de Operarios* [unid]: Cantidad total de operarios que intervienen en la ejecución de la operación.
- vi. *Porcentaje de Rechazo* [%]: Proporción de productos que, al finalizar una corrida en la operación, no cumplen con los requerimientos preestablecidos por el cliente o las características básicas de calidad de la empresa.
- vii. *Distancia recorrida* [m]: Distancia total recorrida por el producto en proceso durante la operación, desde su alistamiento hasta su entrega a la siguiente operación, mientras no sufra transformaciones que le agreguen valor como producto final. La información fue obtenida utilizando el plano de la empresa. ANEXO H: Plano actual Torre Blanca Agencia Gráfica
- viii. *Disponibilidad total en el proceso* [seg]: Tiempo neto de la jornada laboral que estaría disponible la operación, una vez descontado el tiempo de break y de almuerzo.
- ix. *Tiempo de Paradas Menores* [%]: Porcentaje de improductividad detectado por operación (Ver Capítulo 5)6 ESTABLECIMIENTO DE PORCENTAJES DE IMPRODUCTIVIDAD).
- x. *Uptime* [%]: Proporción de tiempo de disponibilidad de la operación, en que la misma se ejecuta sin interrupciones.

Anexo H: Plano actual Torre Blanca Agencia Gráfica

Finalmente, también se desean analizar los inventarios de producto en proceso como fuente de desperdicio en la empresa.

Para esto se definieron los siguientes símbolos de tonalidad naranja y café, en donde el rectángulo de la parte inferior, representa las cantidades promedio de inventario que se represan entre 2 operaciones, dependiendo de las unidades que maneje cada una de ellas. Por su parte, el triángulo representa el tiempo medio que permanece este inventario allí, es decir, el tiempo que tarda en ser consumido por la siguiente operación.



Por otro lado, están los de tonalidades rojizas, los cuales representan los inventarios promedio de otras órdenes que se tienen represados y que en su momento, tal como lo muestra el VSM, se dará la orden de procesar una porción del mismo para atender parcialmente a algún cliente, interrumpiendo el flujo normal de la orden que esté siendo procesada en el instante.

7.4. Tiempos de Alistamiento y Cambios de Referencia

Para la toma de estos tiempos se llevó a cabo un trabajo con el apoyo de la Dirección y en conjunto con los operarios de las máquinas que requieren de estas actividades, en donde se les informó la importancia de su colaboración para el estudio que se está realizando, así como la

facilidad de la tarea, de modo que esta no les molestaría durante la ejecución normal de sus actividades.

Se colocó un formato en cada una de las máquinas, para que fuera diligenciado por ellos mismos durante 2 semanas y así poder conocer la duración de estas actividades. Este se presenta en el ANEXO I: Formato de Tiempos de Alistamiento y de Cambio de Referencia, así como el detalle de los resultados obtenidos con este en el ANEXO J: Resultados Tiempos de Alistamiento y de Cambio de Referencia.

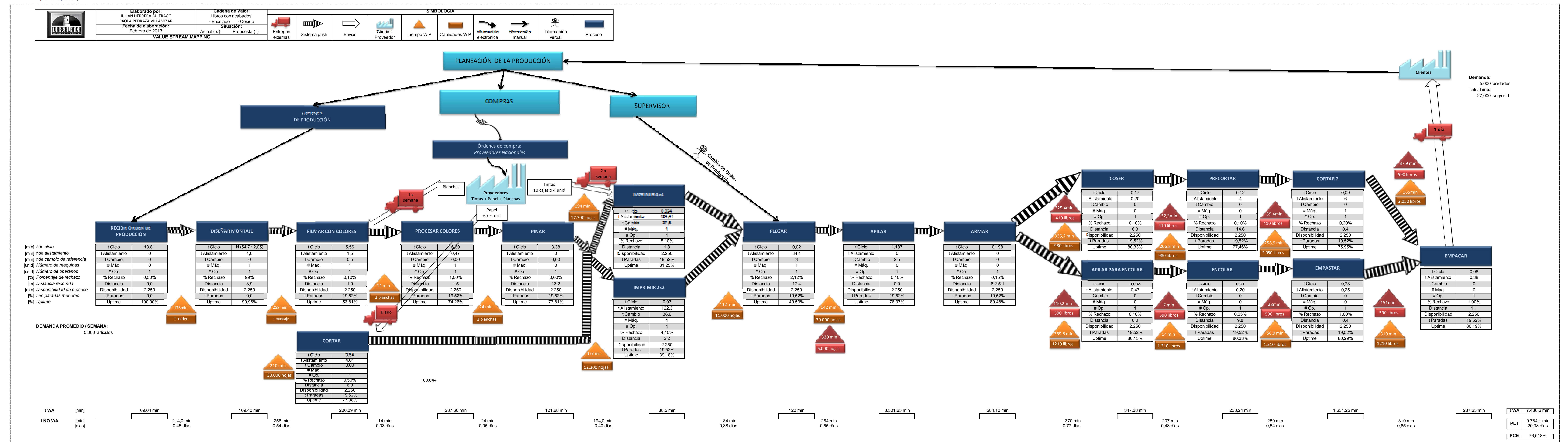
Anexo I: Formato de tiempos de Alistamiento y Cambio de Referencia
Anexo J: Resultados Tiempos de Alistamiento y de Cambio de Referencia

Para obtener así, los siguientes resultados:

Máquina	Alistamiento [min]	Cambio Ref. [min]
Impresora 4x4	124,41	37,50
Impresora 2x2	119,67	36,67
Cortadora	4,12	-
Plegadora	84,06	-

Tabla 17. Tiempos de Alistamiento y Cambio de Referencia

7.5. Mapa Actual
(Pereira, 2008)



7.5.1. Observaciones preliminares

Observando los datos ofrecidos por el VSM, es posible obtener una amplia y valiosa información para identificar las mejoras potenciales para el proceso, ya que se puede analizar de manera integral y teniendo en cuenta todos sus componentes e integrantes.

Llegando a las siguientes conclusiones:

- El flujo a lo largo de todo el proceso se trabaja de manera *push*, es decir que cada operación envía el resultado de su ejecución a la siguiente para que esta, cuando esté disponible, lo pueda seguir procesando. En ningún caso se presenta una solicitud de trabajo por parte de la siguiente operación a la anterior.
- Gracias a la falta de planeación y organización de la producción dentro de la empresa, los trabajos siempre se están acumulando, lo cual, con el transcurso del tiempo empieza a generar retrasos, una vez están impresos y pasan al área de acabados; en consecuencia, la alta dirección, toma la decisión de empezar a priorizar los pedidos de algunos clientes o a responder ante la urgencia y presión de los mismos, sin respetar el orden inicialmente asignado o la ejecución de la operación actual
- Relacionado con las dos situaciones anteriores, estas acumulaciones generan altos niveles de inventarios entre las operaciones, de modo que, físicamente el espacio en la planta está constantemente con bastante producto en proceso, el cual se va trabajando por porciones pequeñas y no por la cantidad de toda la orden. Esta situación se genera en gran medida porque los puestos de trabajo tienen tanto espacio disponible que se hace posible terminar un trabajo y dejarlo ahí mismo esperando a que la persona de la siguiente operación venga por este producto.
- El porcentaje de improductividad detectado para el proceso, afecta el *Uptime* de cada una de las operaciones que lo componen, que se evidencia en una disminución del tiempo de trabajo de la operación, porque esta está disponible mucho más tiempo que lo que realmente está siendo ejecutada, generando el desbalance que es evidente en el *Uptime* de cada operación.
- Las operaciones que se podrían ejecutar de manera paralela, no lo hacen, sino que por el contrario, esperan a que se finalicen las demás, haciendo que el proceso tienda a ser totalmente lineal, siendo que en algunos puntos este puede ser paralelo, aumentando los tiempos globales de operación.
- Una importante proporción del tiempo de la jornada de los empleados es invertida en las configuraciones de maquinaria, especialmente en las operaciones de imprimir y plegar, en donde estos tiempos oscilan en las 2 horas, pero se pudo observar que este tiempo puede ascender a varias horas más. Esto debido a la variabilidad de los productos y falta

de medidas que pretendan disminuirla a través de la estandarización de parámetros con los que debe trabajar cada vez la operación.

- En cuanto a proveedores, la empresa no presenta problemas, dado que tiene una relación muy buena con ellos y estos, a lo largo del tiempo, estos no han presentado incumplimientos que hayan perjudicado la operación normal de la empresa.
- La falta de organización y de colaboración entre el equipo de trabajo que ejecuta las operaciones del área de acabados también es causante del desorden y las acumulaciones que allí se generan.
- La volatilidad de la demanda es tan representativa para la empresa, que se dificulta bastante tener claridad sobre los recursos necesarios para cubrirla satisfactoriamente, en ocasiones se deben contratar más recursos temporalmente y en otras, resulta demasiada gente en el proceso, principalmente en acabados, en donde se ejecutan las operaciones manualmente.
- La empresa no cuenta con un sistema de información que permita transmitir y controlar la información eficiente y efectivamente, esta fluye simplemente a través de hojas que acompañan al producto durante su proceso de fabricación, que en muchas ocasiones no son diligenciadas o no contienen la información completa o correcta.
- Se tiene un tiempo total que representa valor agregado para el producto de 4.732 minutos, el equivalente a 9,9 días de un PLT (Production Lead Time) de 7.029 minutos, equivalente a 14,64 días. Es posible observar que tan sólo el 67.32% del tiempo de producción corresponde a valor agregado. Esto debido al tiempo que dura el inventario en proceso mientras se terminan las otras ordenes de producción, las cuales generan este 32.68%.

7.6. Takt Time: Situación actual

Inicialmente, para que la empresa logre trabajar al ritmo de producción que marca el cliente y sepa cómo la compañía producirá con el fin último de satisfacerlo, se deben sincronizar los ritmos de producción y de ventas, lo cual se traduce en la tasa:

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ de\ producción\ disponible}{Cantidad\ total\ requerida}$$

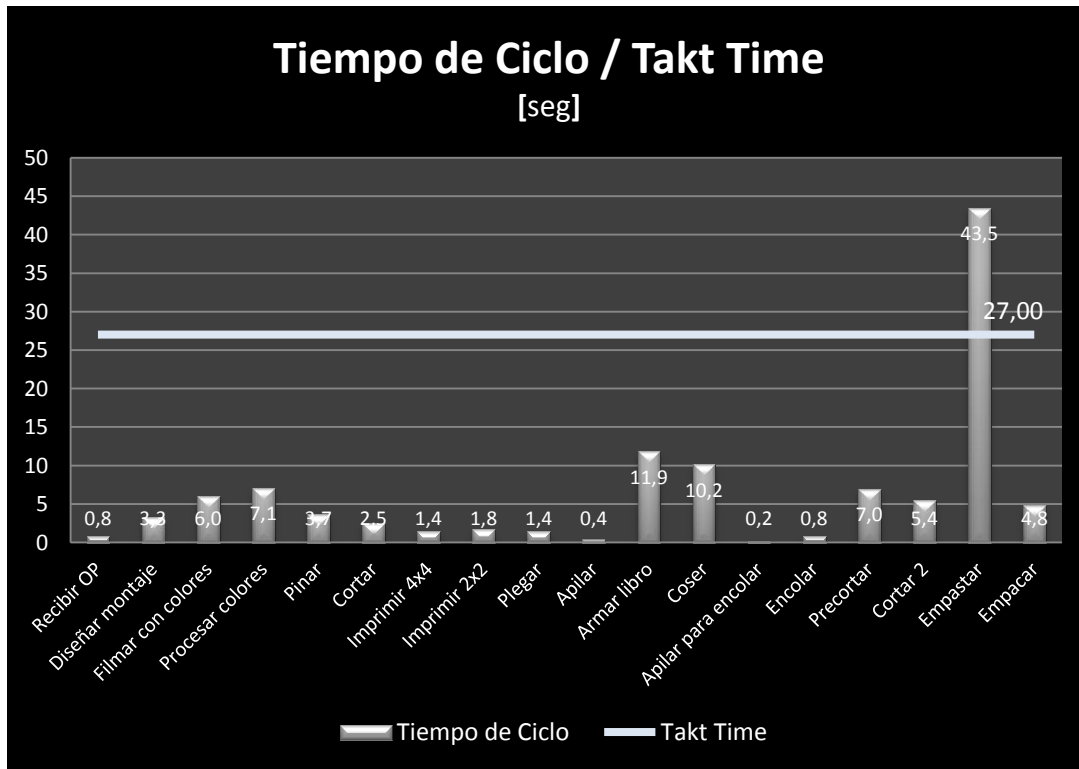
$$Takt\ time = \frac{135.000\ seg/semana}{5.000\ uni/semana}$$

$$Takt\ time = 27\ \frac{seg}{unid}$$

Los 27 segundos representan la tasa a la cual se deben producir cada una de las unidades que en promedio se demandan semanalmente en la empresa (5.000 unid.) para cumplir los requerimientos del cliente sin generar excedentes ni faltantes de producción.

7.6.1. Gráfica Tiempo de ciclo/Takt Time

Con base en los tiempos de ciclo obtenidos en el VSM actual, se procede a plasmarlos en la gráfica, la cual compara cada uno de los tiempos de ciclo de operación contra el Takt Time del proceso; con el fin de visualizar más concretamente la ubicación las mejoras potenciales futuras.



Gráfica 5. Tiempos de Ciclo vs Takt Time

Se observa que una de las operaciones que se hacen manualmente y unidad por unidad es la que actualmente se encuentra excediendo el Takt Time: *Empastar*. Esta situación, finalmente se traduce en un exceso de stock de productos en proceso; motivo por el cual, la propuesta debe atacar esta operación con el fin que la empresa se encuentre en la capacidad de satisfacer su demanda en el tiempo adecuado, sin presentar retrasos, gracias a que todas las actividades trabajan al ritmo o por debajo del Takt Time.

8. VSC (Value Stream Costing): Situación Actual

Partiendo de la información consignada en el VSM, se procede a calcular el costo asociado a la cadena de valor en general, operación por operación y sin discriminar los tipos de costos.

Se dividió la empresa por áreas de trabajo, para poder determinar la mano de obra utilizada por cada una en sus operaciones, así como su área física:

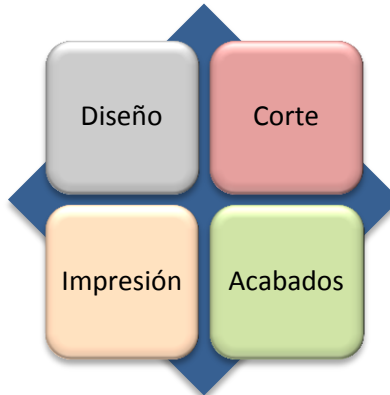


Diagrama 6. Áreas generales Torre Blanca Agencia Gráfica

8.1. Costeo ABC: Activity Based Costing

Además, con ayuda del libro auxiliar de contabilidad de la empresa y con base en el concepto de Costeo ABC (García O. , 2009), se establecieron los costos manejados por el VSC:

i) *Mano de obra: salarios y dotación.*

Teniendo en cuenta el porcentaje de improductividad obtenido con el muestreo del personal, se puede conocer la proporción del salario que cada uno gana por su tiempo neto productivo; a lo que se le agrega la dotación equivalente a un mes de trabajo, para obtener finalmente el total que se le paga a cada uno de los empleados por sus horas de trabajo productivo. Asimismo, en caso que el empleado realice más de una operación dentro del proceso, el salario se debe distribuir en las operaciones ejecutadas, según la proporción de tiempo que dedica a cada una de ellas.

Para el caso particular de la diseñadora el porcentaje de salario que aplica para la cadena de valor es menor que el de los demás trabajadores ya que ella no dedica la totalidad de su jornada laboral a actividades del proceso, sino que además realiza diseños para terceros que también son una fuente de ingresos para la empresa. Así, su salario se disminuye un 60%.

Operario/Diseñador	Salario real/persona	Salario y Dotación/persona (mes)	Total/área
Nelly Solano (Diseñadora)	\$ 1,090,000	\$ 1.101.731	\$ 1.593.463
Ruth Valenzuela (Diseñadora)	\$ 480.000	\$ 491.731	
Gustavo Aleman (Operario Impresión)	\$ 950,000	\$ 961.731	\$ 1'923.463
Jefferson Aleman (Operario Impresión)	\$ 950,000	\$ 961.731	
Mariluz Bautista (Operario Cortadora)	\$ 950,000	\$ 961.731	\$ 961.731
Adriana Márquez (Operario Acabados)	\$ 700,000	\$ 711.731	\$ 2.676.926
Adriana Medina (Operario Acabados)	\$ 700,000	\$ 711.731	
Olga Higuera (Operario Acabados)	\$ 630,000	\$ 641.731	
Zoraida Ortiz (Operario Acabados)	\$ 600,000	\$ 611.731	

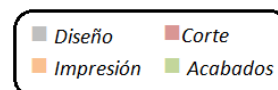
Tabla 18. Salarios Torre Blanca Agencia Gráfica

Los valores de la tabla anterior, corresponden al salario neto que se paga al personal de la empresa, pero se debe contemplar la improductividad muestreada para saber qué proporción es la que realmente ellos están produciendo valor para la empresa, para poder entrar a comprar posteriormente cualquier aumento en la productividad que se pueda generar.

Proceso	Tiempo de ciclo	Empleado	Proporción en operación	Equivalencia por operación
Recibir OP	0,83	RUTH	17%	\$ 19.769
Diseñar montaje	3,98	AMANDA	83%	\$ 94.968
Filmar con colores	6,04	NELLY SOLANO	36%	\$ 92.289
Procesar colores	7,12		42%	\$ 108.957
Pinar	3,65		22%	\$ 55.825
Cortar	2,55	MARY LUZ	32%	\$ 194.940
Imprimir 2X2	1,80	GUSTAVO	84%	\$ 187.612
Revisión de la impresión	0,35		16%	\$ 36.792
Imprimir 4X4	1,50	BAUTISTA	81%	\$ 181.949
Revisión de la impresión	0,35	CARO	19%	\$ 42.455
Plegar	1,44	ADRIANA MARQUEZ,	1,8%	\$ 11.318
Apilar	2,14		2,7%	\$ 16.788
Armar libro	22,92		28,8%	\$ 180.141
Coser	10,17		12,8%	\$ 79.912
Apilar para encolar	0,17		0,2%	\$ 1.348
Encolar	0,83	ADRIANA	1,0%	\$ 6.525

Proceso	Tiempo de ciclo	Empleado	Proporción en operación	Equivalencia por operación
Precortar	6,97	MEDINA,	8,8%	\$ 235,791
Empastar	30,00	OLGA Y	37,7%	\$ 37,988
Empacar	4,83	ZORAIDA ORTIZ	6,1%	

Tabla 19. Equivalencias de salario por operación



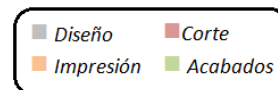
(Ver Diagrama 5)

ii) *Mantenimiento de maquinaria*

Conociendo que el costo de mantenimiento anual es de \$5'420.000 al año, se prorratea por semana según los requerimientos de cada una de las máquinas, expresados por la Empresa.

Máquina	Porcentaje del Mantenimiento	Consumo Mantenimiento (mes)	Total semanal
COMPUTADORES	5%	\$ 22,583	\$ 5,269
FILMADORA	5%	\$ 22,583	\$ 5,269
PROCESADORA	5%	\$ 22,583	\$ 5,269
IMPRESORA 4x4	35%	\$ 158,083	\$ 36,886
IMPRESORA 2x2	20%	\$ 90,333	\$ 21,078
CORTADORA	25%	\$ 112,917	\$ 26,347
PLEGADORA	5%	\$ 22,583	\$ 5,269

Tabla 20. Gastos por mantenimiento de maquinaria



(Ver Diagrama 5)

iii) *Materias Primas e insumos*

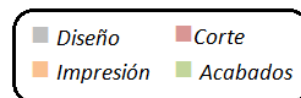
En cuanto a materias primas, la empresa simplemente maneja los papeles a imprimir, los cuales tienen un costo promedio mensual \$3'004.329,6. Este, según proporciones de la demanda del año 2011, se utilizó el 41% en la impresora 2x2 y en la 4x4 el 59%.

En cuanto a insumos, se encuentran los materiales y servicios públicos que se consumen en la Empresa por la naturaleza de la misma. Los servicios son únicamente luz y agua, cuyo consumo se presenta únicamente en las operaciones que trabajan con máquinas y específicamente el de agua, se presenta la filmadora, donde esta es suministrada a la máquina junto con los demás químicos que permiten fijar los colores correctamente. En este caso, tiene un valor de \$12.750.

Los demás insumos se presentan a continuación:

Máquina	Insumo/Materia Prima	Valor Insumos	Valor MP	Gasto Luz Productivo (mes)	Gasto Agua Productivo (mes)	Total semanal
Diseñar montaje	-	-	-	\$ 4.946	-	\$ 4.946
Filmar con colores	Planchas	1697114	-	\$ 26.379	-	\$ 1.723.493
Procesar colores	Goma conservante	\$ 6.674,00	-	\$ 11.305	\$ 12.750	\$ 30.729
Cortar	-	-	-	18842	-	\$18.842
Imprimir 2X2	Tintas/Papel	\$ 462.346	\$1.231.775	\$ 169.580	-	\$ 1.863.701
Imprimir 4X4	Tintas/Papel	\$ 665.327	\$1.772.554	\$ 103.632	-	\$ 2.541.513
Plegar	-	-	-	\$ 10.363	-	\$ 10.363
Encolar	Cola	\$55.298,00	-	-	-	\$ 55.298
Empastar	Cartón	\$120.190,8	-	\$ 80.127,2	-	\$ 200.318
Empacar	Cajas	\$ 109.267	-	-	-	\$ 109.267

Tabla 21. Insumos por operación



(Ver Diagrama 5)

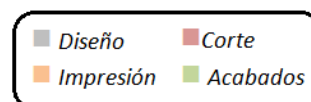
iv) Arriendo

El valor total del arriendo que paga la empresa por sus instalaciones, corresponde a \$25'000.000 al año, equivalente a \$480.769 a la semana, dinero que se prorroga por operación según el área física ocupada por el lugar de trabajo en donde se ejecuta cada una de las operaciones del proceso.

Operación	Área [m ²]	Consumo Arriendo
Recibir OP		\$ 4.754
Diseñar montaje	6,25	\$ 4.754
Filmar con colores	3,75	\$ 5.477
Procesar colores	2,25	\$ 5.660
Pinar	0,25	\$ 380
Cortar	9	\$ 3.956
Imprimir 2X2	12	\$ 4.260
Imprimir 4X4	9	\$ 6.573
Plegar	2,5	\$ 11.928
Apilar		\$ 1.395
Armar libro	2	\$ 1.395
Precortar		\$ 1.395
Coser	1	\$ 958
Apilar para encolar		\$ 319
Encolar	1,5	\$ 319

Operación	Área [m ²]	Consumo Arriendo
Empastar	2	\$ 3.560
Empacar	1	\$ 3.560

Tabla 22. Arriendo prorrateado por operación

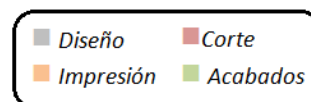


(Ver Diagrama 5)

8.2. Estructura VSC

OPERACIÓN	Mano de Obra [\$/semana]	Mantenimiento	Materia Prima e Insumos	Arriendo	TOTAL
Recibir OP	\$ 19.769	-	-	\$ 4.754	\$ 24.523
Diseñar montaje	\$ 94.968	\$ 5.269	\$ 4.946	\$ 4.754	\$ 109.938
Filmar con colores	\$ 92.289	\$ 5.269	\$ 1.723.493	\$ 5.477	\$ 1.826.529
Procesar colores	\$ 108.957	\$ 5.269	\$ 30.729	\$ 5.660	\$ 150.615
Pinar	\$ 55.825	-	-	\$ 380	\$ 56.205
Cortar	\$ 194.940	\$ 26.347	\$ 18.842	\$ 3.956	\$ 244.085
Imprimir 2x2	\$ 187.612	\$ 21.078	\$ 1.863.701	\$ 4.260	\$ 2.076.650
Revisión de impresión	\$ 36.792	-	-	\$ 4.260	\$ 41.052
Imprimir 4x4	\$ 181.949	\$ 36.886	\$ 2.541.514	\$ 6.573	\$ 2.766.922
Revisión de impresión	\$ 42.455	-	-	\$ 6.573	\$ 49.027
Plegar	\$ 11.318	\$ 5.269	\$ 10.363	\$ 11.928	\$ 38.879
Apilar	\$ 16.788	-	-	\$ 1.395	\$ 18.182
Armar libro	\$ 180.141	-	-	\$ 1.395	\$ 181.536
Coser	\$ 79.912	-	-	\$ 958	\$ 80.871
Apilar para encolar	\$ 1.348	-	-	\$ 319	\$ 1.667
Encolar	\$ 6.525	-	\$ 55.298	\$ 319	\$ 62.143
Precortar	\$ 54.806	-	-	\$ 1.395	\$ 56.200
Empastar	\$ 235.791	-	\$ 200.318	\$ 3.560	\$ 439.669
Empacar	\$ 37.988	-	\$ 109.267	\$ 3.560	\$ 150.815
TOTAL	\$ 1.640.172	\$ 105.389	\$ 6.558.472	\$ 71.476	\$ 8.375.509

Tabla 23. Estructura VSC



(Ver Diagrama 5)

El driver más importante son las materias primas y los insumos necesarios para el funcionamiento de la empresa, los cuales representan el 76,1%; seguidos por la mano de obra, con el 21,65%, tal como se ilustra a continuación:

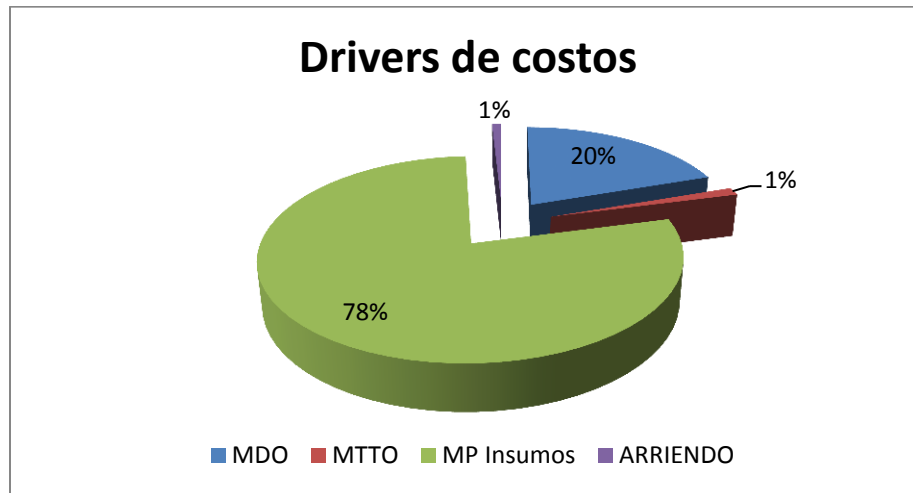


Diagrama 7. Proporciones de los drivers del costo

La única materia prima que utiliza la empresa es el papel y sus insumos son las tintas y las planchas que utilizan las máquinas, a pesar que no se utiliza una gran variedad de productos a la hora de producir, como las órdenes son de gran tamaño normalmente (alrededor o por encima de 1.000 unidades de producto), se deben comprar altas cantidades de papel por cada una de ellas. A esto, se le debe agregar el desperdicio que se genera a lo largo del proceso porque se colocan cantidades excedentes contando con que se van a dañar.

Y por el lado del segundo driver más costoso, se observa que la mano de obra más costosa es la utilizada por las operaciones de *Empastar*, *Cortar*, *Imprimir 4x4* e *Imprimir 2x2*, en ese orden.

Para el caso de *Empastar*, este alto costo se ve explicado por la duración de la operación, ya que es un trabajo netamente manual y que se debe hacer uno por uno, al operario le toma más tiempo realizar la operación que a los demás.

Por su parte, *Cortar* es una operación que solamente es realizada por una persona, así que esta operación consume toda la mano de obra generada por ella y en el caso de los libros cosidos, debe ser realizada 2 veces por cada orden de producción.

Finalmente, las operaciones de *Imprimir*, también ocupan un porcentaje de este valor ya que cada una de estos operarios tiene asignada, únicamente una operación, es decir, esta consume todo el valor de la mano de obra generada por estas personas.

En general, las operaciones más costosas para la empresa son *Imprimir 4x4*, *Imprimir 2x2* y *Filmar con colores*, entre las cuales se concentra el 79,93% de los costos de las operaciones. Esta

situación se genera porque las materias primas e insumos más importantes (papel, tintas y planchas) y cuyos valores son los más representativos, entran directamente a estas operaciones y, tal como se mencionó anteriormente, este driver también es el más representativo para la empresa.

Esta situación se ilustra con el siguiente diagrama de Pareto:

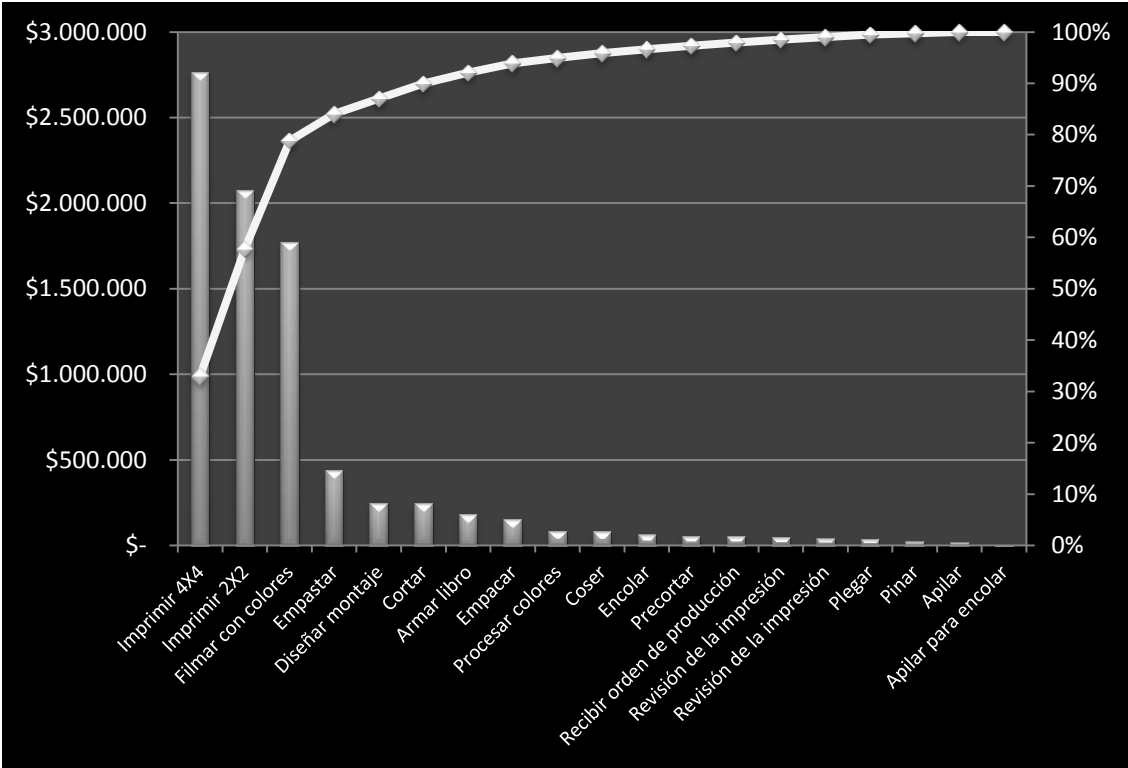


Diagrama 8. Diagrama de Pareto para los costos de las operaciones

8.3. Estado de Resultados

Finalmente, para poder hacer un mejor análisis de la información ofrecida por el VSC, a continuación se presenta un estado de resultados, enmarcado bajo la filosofía de *Lean Manufacturing*:

SITUACIÓN ACTUAL

Ventas	\$ 16'230.700
Costos Cadena de valor	
Materias primas e insumos	\$ 6'558.471,90
Mano de obra	\$ 1'655.572,04
Mantenimiento de maquinaria	\$ 105.388,89
Arriendo	\$ 71.476,39
Total Costos Cadena de Valor	\$ (8'375.509,22)
Utilidad de la cadena de valor	\$ 7'855.190,78
ROS	48,4%
Inventario	\$102.730,56

Del estado de resultados, se observa que se obtiene una tasa ROS (rentabilidad sobre los ingresos de la cadena de valor, para este caso) del 48,4%. Este valor se ve explicado porque la empresa presenta un alto costo de materias primas e insumos, el cual consume el 40,4% de los ingresos de la cadena de valor.

Es en este y en los otros dos drivers más altos (mano de obra y mantenimiento de maquinaria) en donde se pretende enfocar la propuesta de mejoramiento que se genera en el presente proyecto, dado que el objetivo final del mismo, es que la propuesta finalmente, produzca disminuciones en los costos de la cadena.

8.4. Box Score

Finalmente, con el objetivo de poder hacer una comparación objetiva y directa a los factores de interés que podrían reflejar mejoras en la cadena de valor, en la siguiente tabla se presentan los indicadores generales para medir la cadena de valor con sus respectivos costos (VSC) (Strothmann, 2008).

	INDICADOR	SITUACIÓN ACTUAL
OPERACIONALES	Entregas a tiempo	65%
	Porcentaje de rechazo	9,87%
	Dock-to-dock	14,13 días
	Improductividad	19,52%
	Uptime	67,9%
FINANCIEROS	Ventas	\$ 16'230.700
	Costo de materiales	\$ 6'558.471,9
	Costo producción	\$ 1'817.037,31
	Inventario	\$102.730,56
	Utilidad cadena de valor	\$ 7'855.190,78
	ROS cadena de valor	48,4%

Tabla 24. Box Score Cadena de Valor - Situación Actual

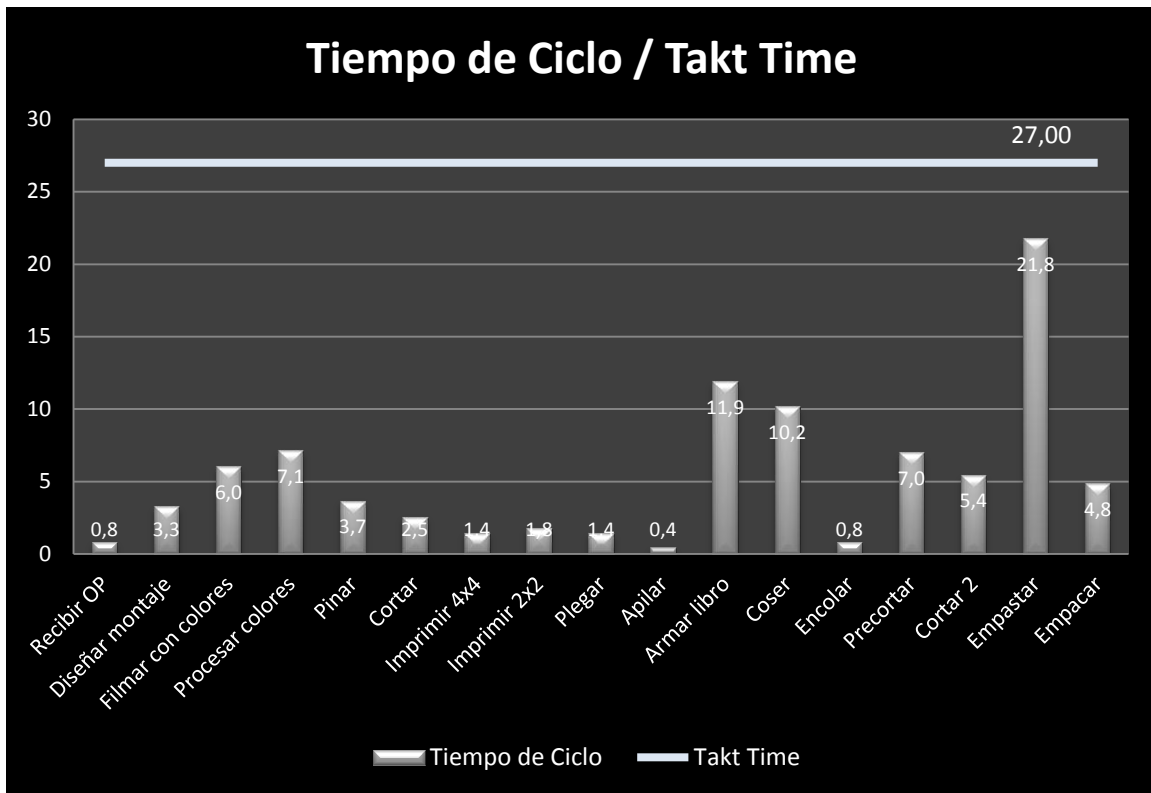
En cuanto a la información presentada:

- La de entregas a tiempo fue obtenida de los registros de la empresa de su demanda.
- Dock-to-dock corresponde al PLT presentado en el VSM más un día de entrega al cliente, porque este indicador mide el tiempo que toma la empresa desde que el cliente coloca el pedido, hasta que lo recibe.
- Los porcentajes de improductividad y uptime fueron obtenidos del VSM.
- El valor del inventario fue hallado basado en dos costos:
 - La depreciación semanal que tiene un libro, equivalente al 20%. Dato que fue suministrado por la empresa, con base en el valor que pierde cada unidad de libro por las nuevas ediciones, las opiniones de los demás lectores, las fotocopias y la piratería.
 - El costo del área de almacenamiento que ocupa el inventario en proceso a lo largo de la empresa.

9. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO

9.1. Takt Time

Teniendo en cuenta el potencial de mejora que se evidenció en la gráfica presentada ilustrando la situación actual (ver Capítulo 7.6 Takt Time: Situación actual), se procedió a redistribuir algunos operarios de modo que se pudiera nivelar el tiempo de la operación *Empastar* con el Takt Time, tal como se muestra a continuación:



Gráfica 6. Takt Time propuesto

9.1.1. Balanceo de operaciones al Takt Time

Para encontrar un balance adecuado de los operarios con el fin de poder balancear todas las operaciones, para que su tiempo de ciclo sea máximo el Takt Time, se debe iniciar conociendo cómo se distribuyen las operaciones entre el personal, es decir, qué hace cada uno de los operarios, qué tiempo de ciclo tiene su operación y, en total, cómo está frente al Takt Time.

Operario	Operación
A	Recibir OP
A	Diseñar montaje
B	Filmar con colores
B	Procesar colores
B	Pinar

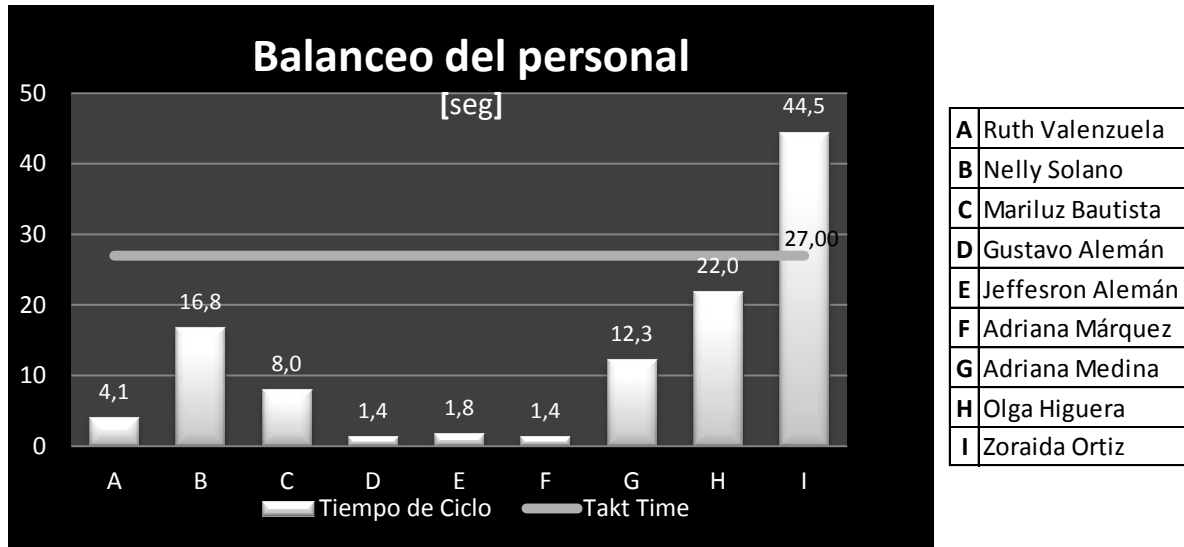
Operario	Operación
F	Plegar
G	Apilar
G	Armar libro
H	Coser
H	Precortar

Operario	Operación
C	Cortar
C	Cortar 2
D	Imprimir 4x4
E	Imprimir 2x2

Operario	Operación
H	Empacar
I	Encolar
I	Empastar

Tabla 25. Distribución de operaciones entre operarios

Obteniendo el siguiente consolidado:



Gráfica 7. Balanceo del personal vs Takt Time

Se observa que efectivamente, el operario que realiza la operación de *Empastar*, es quien está superando el Takt Time, porque además que esta operación es la que excede el Takt Time, esta persona debe ejecutar dos operaciones más: *Apilar para encolar* y *Encolar*.

Asimismo, es posible inferir que los 3 operarios de impresión y plegado (D,E, y F) presentan una carga bastante baja con respecto al Takt Time. Así que, teniendo en cuenta que *Plegar* corresponde a acabados y teniendo en cuenta que las otras dos personas de esta área también están por debajo del Takt Time, se pueden reorganizar sus cargas, de modo que la operación *Empastar* cumpla con el estándar del Takt Time.

De esta manera, se debe calcular el número de trabajadores que el proceso teóricamente necesita (Tapping, 2003):

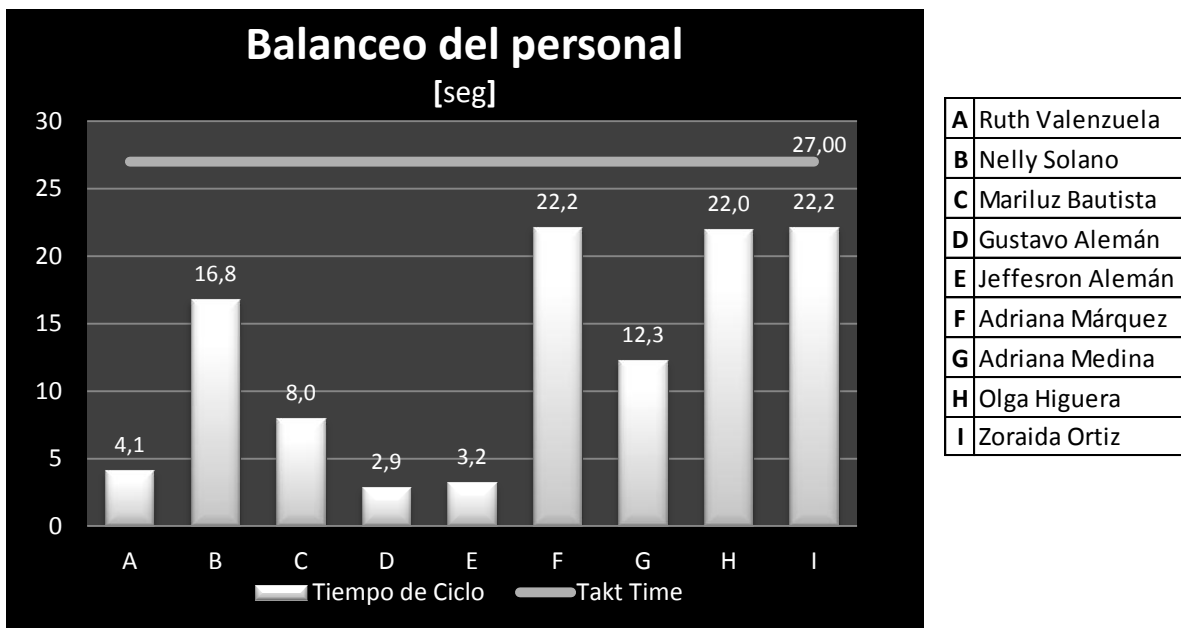
$$\# \text{ trabajadores} = \frac{\text{Tiempo de ciclo del proceso}}{\text{Takt Time}}$$

$$\# \text{ trabajadores} = \frac{112,48 \text{ seg}}{27 \text{ seg}}$$

$$\# \text{ trabajadores} = 4,2$$

Este cálculo da como resultado una aproximación que el proceso requiere de 5 personas, pero teniendo en cuenta que la empresa no está interesada en despedir a ningún integrante de su equipo de trabajo. Además, aunque las diseñadoras presentan un nivel de actividad bajo con respecto al Takt Time, sus labores no se concentran únicamente en este proceso, ellas a su vez hacen otras labores que también generan ingresos para la empresa (diseños y procesamiento de planchas para terceros).

Esta cifra lo que realmente puede llegar a representar para la empresa es que efectivamente, no necesita más empleados de los que tiene, sino que por el contrario los existentes son suficientes pero se deben distribuir mejor a lo largo del proceso, con lo que se llegó a la siguiente conclusión:



Gráfica 8. Balanceo propuesto de personal

Operario	Operación
A	Recibir OP
A	Diseñar montaje
B	Filmar con colores
B	Procesar colores
B	Pinar
C	Cortar
C	Cortar 2
D	Imprimir 4x4
E	Imprimir 2x2
D - E	Plegar
G	Apilar
G	Armar libro
H	Coser
H	Precortar
H	Empacar
F - I	Encolar
F - I	Empastar

Tabla 26. Redistribución de operaciones

Con el objetivo de crear células de trabajo, se detectó la posibilidad que los operarios de impresión fueran los mismos que hicieran el plegado de su producción, ya que una vez la máquina está trabajando, esta no los necesita más, de modo que se liberara el recurso que está haciendo la operación de *Plegar* y pueda apoyar al área de acabados, que es donde mayor represamiento existe, especialmente en la operación de *Empastar*.

Además, las operaciones del área de acabados, fueron reasignadas para poder trabajar adecuadamente las células de trabajo, cumpliendo sus condiciones (trabajos completos, sin inventarios), aumentando la productividad general del proceso y disminuyendo los desperdicios que se generan actualmente.

9.2. Células de trabajo

La filosofía de Lean Manufacturing busca eliminar los 7 desperdicios que existen en producción, motivo por el cual, entre sus principios se encuentra el buscar la manera de diseñar lugares de trabajo redistribuyendo la planta para alcanzar la máxima eficiencia de los recursos.

Del concepto anterior nacen las células de trabajo, que son agrupaciones de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades o una familia de ítems. Tienen como finalidad eliminar el inventario y los movimientos entre estas operaciones y mejorar el trabajo en equipo, puesto que se convierten en operaciones tipo *pull*; lo que quiere decir que en lugar de producir sin un límite y generando gran cantidad de producto en proceso a las operaciones siguientes, son las operaciones posteriores, las que demandan unidades a ser procesadas.

Teniendo en cuenta el VSM y la distribución física de la planta, se analizaron las diferentes operaciones y sus posibles combinaciones para crear grupos de trabajo eficientes y convenientes para la empresa, de lo cual se obtuvieron las siguientes premisas que explican por qué no se considera factible la creación de células entre algunas operaciones particulares:

- La operación de *Recibir Orden de Producción y Diseñar Montaje* no se pueden unir. Aun cuando sea realizado por el mismo diseñador la Gerencia necesita que las órdenes sean revisadas tan pronto lleguen para poder aclarar con el cliente directamente, el tiempo de entrega, costo, forma de pago y características especiales de la orden.
- *Cortar* es una operación que en el proceso de libros cosidos, debe ser realizada dos veces; pero en cualquier proceso se tiene que realizar mínimo una vez es por ello que no puede ser unida a las operaciones *Precortar* o *Imprimir*. Por otro lado, esta operación se encuentra a 3.2 metros de *Imprimir* y a dos pisos de distancia de *Precortar*. Así, se puede observar que no es una operación que resulte sencilla de reubicar dentro de la empresa, por la distancia, tanto a otras operaciones, como a la materia prima.

- *Empacar* tiene el mismo manejo que *Imprimir*. Sin importar el producto u operación siempre será utilizada. Del mismo modo, esta operación se puede realizar en diferentes partes de la empresa dependiendo donde se encuentre la operación precedente, es por ello que no puede involucrarse en un grupo de trabajo

Procediendo a evaluar las demás posibles combinaciones de operaciones, se propone crear 3 células de trabajo a lo largo de los dos procesos seleccionados.

Cada una de las combinaciones, identificó con colores para facilitar su diferenciación y reconocimiento:

9.2.1. Célula de Trabajo Verde

Es la célula correspondiente a la unión del trabajo de la diseñadora que procesa las planchas, cuya actividad inicia con la operación de *Filmar Colores* y va hasta la operación *Pinar*.

Estas operaciones pueden llegar a ser agrupadas gracias a que entre estas, se presenta una distancia menor a 1 metro y las máquinas sólo necesitan del control y alistamiento de un operario, mas no de este para realizar la totalidad de la operación. Este tipo de agrupaciones son más conocidas como células híbridas, en las cuales se encuentra un trabajador y múltiples máquinas.

- *Situación actual:*



Ilustración 1. Representación de operaciones del VSM actual

- *Propuesta:*

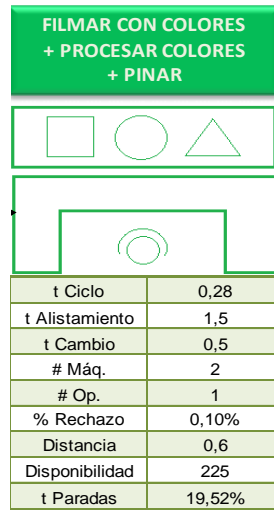


Ilustración 2. Representación de la célula verde en el VSM propuesto.

Esta combinación hará posible una reducción de los inventarios que se generan, así como del tiempo que estos permanecen entre estas operaciones, tal como lo expresa la siguiente tabla, que hace referencia a dos órdenes de producción, de un total de 5.000 libros:

	Operaciones	Reducción	
		Unid	%
Inventario en proceso	Filmar-Procesar	2 planchas	100%
	Procesar-Pinar	2 planchas	100%
Tiempo	Filmar-Procesar	14 minutos	100%
	Procesar-Pinar	24 minutos	100%

Tabla 27. Reducciones - Célula Verde

9.2.2. Célula de Trabajo Azul

Para el caso de esta célula, aunque las impresiones son excluyentes entre sí, lo que se busca al unir estas operaciones es lograr que cada operario de las impresoras sea el mismo que haga la operación de plegado del producto que imprimió, una vez vaya saliendo cada lote de impresión. Se busca que entre estos dos operarios se realice un trabajo en grupo para las 3 operaciones.

▪ *Situación actual:*

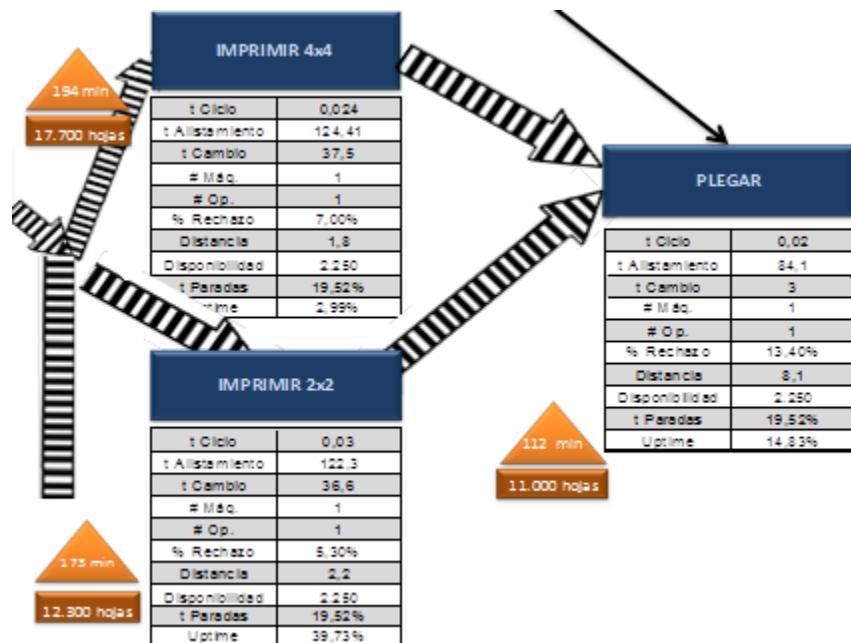


Ilustración 3. Representación operaciones VSM actual

▪ *Propuesta:*

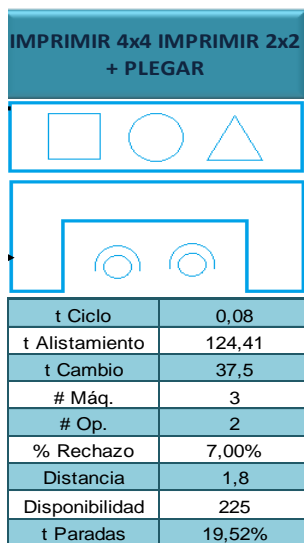


Ilustración 4. Representación célula azul en VSM propuesto

Esta combinación de la célula azul les permite realizar una reducción de los inventarios que se generan, así como del tiempo que estos permanecen entre estas operaciones, tal como lo expresa la siguiente tabla, que hace referencia a dos órdenes de producción, de un total de 30.000 hojas:

	Operaciones	Reducción	
		Unid	%
Inventario en proceso	Imprimir 4x4 - Plegar	11.000 hojas	100%
	Imprimir 2x2 - Plegar	11.000 hojas	100%
Tiempo	Imprimir 4x4 - Plegar	112 minutos	100%
	Imprimir 2x2 - Plegar	112 minutos	100%
Distancia	Imprimir 4x4 - Plegar	-	0%
	Imprimir 2x2 - Plegar	-	0%

Tabla 28. Reducciones - Célula Azul

9.2.3. Célula de Trabajo Naranja

Para esta célula se tiene que los libros cosidos y encolados son excluyentes entre sí en las operaciones *Apilar* y *Armar*. Es por ello se crea la célula correspondiente a la unión del trabajo para los libros cosidos, donde los operarios procesan las hojas y libros cuyas actividades inician con la operación de *Apilar* hasta *Precortar*.

Estas operaciones pueden ser integradas gracias a que se encuentran (físicamente) en la misma planta de la empresa y además, sus operaciones son realizadas en mesas y con herramientas que son fáciles de reacomodar. Se propone reorganizar la distribución de esta planta para disminuir los recorridos realizados actualmente.

Consiguiendo con el trabajo de esta célula de trabajo un aseguramiento de la reducción de inventarios, en cantidades y tiempos, así como que no exista para el equipo de trabajo, la posibilidad de dejar trabajos incompletos.

- *Situación actual:*

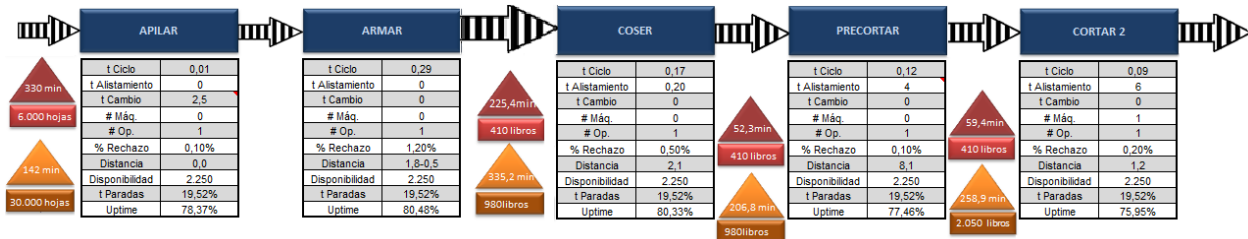


Ilustración 5. Representación de operaciones del VSM actual

- Propuesta:

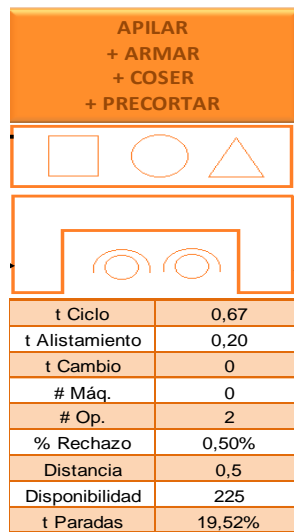


Ilustración 6. Representación de la célula naranja en el VSM propuesto.

Esta combinación hará posible una reducción de los inventarios que se generan y el tiempo que estos permanecen entre estas operaciones como lo expresa la siguiente tabla, que hace referencia a una orden de producción de un total de 2.050 libros:

	Operaciones	Reducción		Inventario por cambio de unidad
		unid	%	
Inventario en proceso	Apilar-Armar	0 Hojas	0%	6 pilas
	Armar-Coser	980 libros	100%	0 libros
	Coser-Precortar	980 libros	100%	5 libros
Tiempo	Apilar-Armar	0 minutos	0%	21 minutos
	Armar-Coser	335,2 minutos	100%	0 minutos
	Coser-Precortar	206,8 minutos	100%	0,85 minutos
Distancia	Apilar-Armar	0 metros	0%	-
	Armar-Coser	1,4 metros	78%	-
	Coser-Precortar	1,7 metros	86%	-

Tabla 29. Reducciones - Célula Naranja

9.2.4. Célula de Trabajo Violeta

Retomando la información presentada en la célula anterior, las operaciones *Apilar* y *Armar* excluyen los productos, por tanto se pueden ingresar nuevamente a un grupo de operaciones. Esta célula corresponde a los libros encolados que son trabajados por los operarios, los cuales procesan las hojas y libros cuyas actividades inician con la operación de *Apilar* hasta *Empastar*.

Al igual que las operaciones de la Célula naranja, estas también pueden ser agrupadas ya que las distancias entre operaciones son menores a 2 m y se tiene la posibilidad de reacomodar la planta, puesto que sus operaciones no están fijas. Se creó la propuesta de unir las operaciones *Armar* y *Apilar para Encolar*. Asimismo, retomando lo mencionado en la numeral anterior de

reorganización de la planta, aplica de igual manera para esta, obteniendo los mismos beneficios en cuanto a reducción de inventarios y transportes:

▪ *Situación actual:*

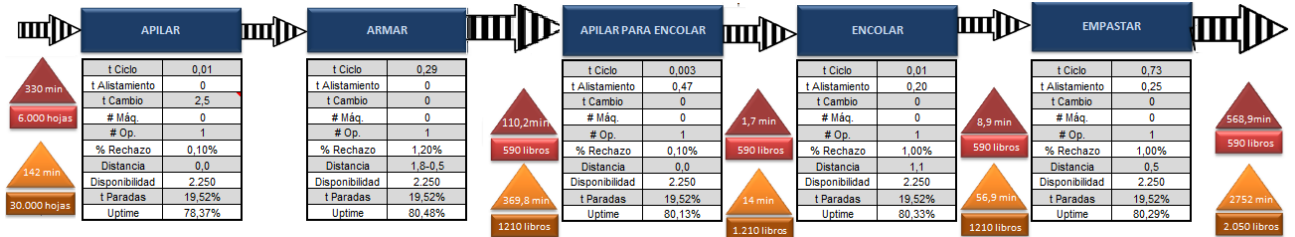


Ilustración 7. Representación de operaciones del VSM actual

▪ *Situación propuesta:*

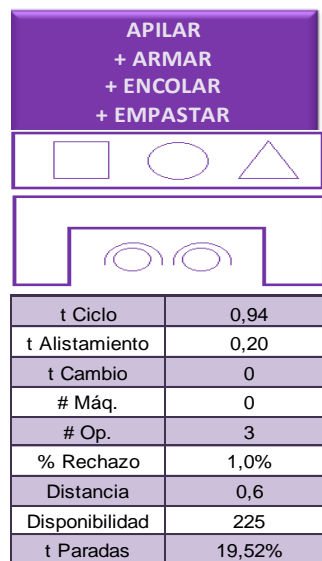


Ilustración 8. Representación de la célula violeta en el VSM propuesto.

Esta combinación hará posible una reducción de los inventarios que se generan y el tiempo que estos permanecen entre estas operaciones, tal como lo expresa la siguiente tabla para una orden de producción de un total de 2.950 libras:

	Operaciones	Reducción		Inventario por cambio de unidad
		unid	%	
Inventario en proceso	Apilar-Armar	0 hojas	0%	6 pilas
	Armar-Apilar encolar	1.210 Libros	100%	-
	Apilar encolar- encolar	1.210 Libros	100%	250 libros
	Encolar-Empastar	1.210 Libros	100%	50 libros
Tiempo	Apilar-Armar	0 minutos	0%	21 minutos
	Armar-Apilar encolar	369,8 minutos	100%	-
	Apilar encolar- encolar	14 minutos	100%	0,5 minutos
	Encola-Empastar	56,9 minutos	100%	39 minutos

Distancia	Operaciones	Reducción		Inventario por cambio de unidad
		unid	%	
	Apilar-Armar	0 m		-
	Armar-Apilar encolar	-		-
	Apilar encolar- encolar	0,3 m	60%	-
	Encolar-Empastar	0,5 m	45%	-

Tabla 30. Reducciones - Célula Violeta

9.3. 5s

Esta es una metodología de trabajo que no debe entenderse simplemente como la cultura orden y la limpieza en su sentido básico, sino como conceptos que trasciendan a todos los ámbitos del proceso: orden y limpieza en el flujo de la información, en los métodos de trabajo, en el lay-out, en las relaciones de la empresa con sus stakeholders, en la disposición de sus inventarios, etc.

Bajo esta concepción, se convertirá en una filosofía útil tanto para el producto como para cada una de las personas que desarrollan sus actividades en la empresa, para lograr trabajar con eficiencia y seguridad, evitando accidentes, uso de elementos deteriorados, disponiendo de los elementos necesarios con mayor facilidad y en general, mejorando la calidad de vida de cada uno de ellos.

Dado que se debe entender como un cambio cultural para la empresa, se deben entender perfectamente las necesidades actuales que tiene la empresa y las futuras en cuanto a expansión y crecimiento, dado que una planta limpia y segura le permitirá orientarse hacia:

- En pro de dar implementación al presente proyecto, uno de los mayores objetivos es eliminar la mayor cantidad de fuentes de desperdicios producidos por el desorden, la falta de aseo, contaminación, conservación de elementos innecesarios, etc.
- Crear mejores condiciones que sean factibles para aumentar la vida útil de las máquinas, implantando una cultura de inspección permanente por parte de los respectivos operarios de cada una de las máquinas, aumentando la conciencia de cuidado y conservación de las mismas.
- Generar y mantener la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de los estándares establecidos tras la implementación, partiendo de la base que el personal es quien debe proponer y ejecutar los procedimientos como mejor aplique, sea más sencillo y más útil para sus actividades.
- Hacer las actividades relacionadas con 5s mucho más visuales, utilizando tarjetas y tableros de identificación para poder mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.

- Así como son los empleados la base para aplicar una metodología como esta en la empresa, es de vital importancia contar con el control de la Dirección, que se encargue de mantener sus oficinas de acuerdo a la filosofía y así poder exigir a sus empleados la misma aplicación en sus respectivos lugares de trabajo, haciendo controles periódicos sobre las acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas con la aplicación de las 5s.
- Reducir las causas potenciales de accidentes que actualmente existen por el exceso de inventarios y materiales en general (materias primas, estibas, residuos de papel, producto en proceso...) que se encuentran a lo largo de la planta, en todas las áreas.
- Preparar la empresa para poder implantar cualquier tipo de programa de mejora continua de producción Justo a Tiempo, Control Total de Calidad y Mantenimiento Productivo Total, o como el caso del presente proyecto: *Lean Manufacturing*.

9.3.1. Seiri: Clasificar

Eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no sean estrictamente necesarios para desarrollar cada una de las operaciones.

A atacar en la empresa:

- Se mantienen almacenados elementos obsoletos que alguna vez sirvieron para las máquinas.
- Existen inventarios de papeles cortados que no fueron utilizados y son guardados por si en algún momento llegan a ser necesarios.
- Se presenta un cierto nivel de basura, correspondiente a los residuos que quedan tras la ejecución de las operaciones (tarros, sobrantes de papel cortado, papel dañado...).

Cómo actuar:

- 1) Revisar todo el contenido de las estanterías ubicadas en el área de impresión y la de acabados.
- 2) Revisar e identificar qué elementos hay sobre los escritorios de las oficinas, así como en sus cajones.
- 3) Revisar los documentos existentes en los archivadores.
- 4) Marcar con un sticker rojo los elementos que se consideren deben ser removidos del puesto de trabajo, para proceder a analizar su disposición.

En cada caso, diligenciar la lista de elementos innecesarios que se presenta en el ANEXO K: Manual para la implementación de 5s, la cual debe estar disponible en cada uno de los puestos de trabajo, con el fin de identificar con certeza tales elementos, sin correr el riesgo de eliminar algo necesario o seguir manteniendo lo innecesario.

9.3.2. Setion - Ordenar

Establecer un lugar específico para cada una de las cosas que se definieron como necesarias para la correcta ejecución de la operación.

A atacar en la empresa:

- Aunque cada una de las máquinas se opera con muy pocas herramientas, estas nunca permanecen en un sitio definido y los operarios deben moverse de su puesto de trabajo para buscarlas.
- En el área de acabados se cuenta con una gran cantidad de utensilios para llevar a cabo las operaciones correspondientes, los cuales tampoco tienen un lugar establecido para su almacenamiento, así que en ocasiones no se sabe en dónde están o, por como fueron dispuestos, se van deteriorando y perdiendo su funcionalidad.
- En las oficinas se evidencia desorden porque siempre los escritorios tienen una gran cantidad de cosas encima, como órdenes de producción, modelos, documentos, etc., que generalmente son necesarios para las operaciones relacionadas, pero no se están disponiendo de manera adecuada.

Cómo actuar:

- 1) Determinar con qué espacios cuenta cada puesto de trabajo para el almacenamiento de sus materiales.
 - Oficinas: cajones de escritorios, archivadores de escritorio, de pared y archivo muerto.
 - Corte: áreas no utilizadas de la máquina (no requiere mayor cantidad de elementos).
 - Impresión: áreas no utilizadas de la máquina, estantería de parte posterior y mesas auxiliares de configuración y control de calidad.
 - Acabados: Cajones de mesas de trabajo y estantería de parte posterior.
- 2) Identificación de espacios con su respectivo contenido.
- 3) En cuanto a inventarios en proceso, se deben respetar las cantidades establecidas de inventarios máximos a mantener y definir en qué lugares (exclusivamente) se pueden ubicar las pilas de papel, de modo que no intervengan en el flujo normal del material.

9.3.3. Seiso - Limpiar

Eliminar y prevenir la reaparición de la suciedad y el desorden en el sitio de trabajo y todo lo que este contiene.

A atacar en la empresa:

- El aseo general de la empresa solamente se lleva a cabo los días Lunes en la mañana.
- El personal no está consciente que debe destinar unos minutos de su jornada a mantener su puesto de trabajo limpio, por ejemplo cada vez que termine un lote de producción, sino que normalmente esperan a que el nivel de desechos generados por su operación sea alto, para hacer una limpieza breve de lo que más está entorpeciendo su trabajo.
- No existen lugares bien definidos para la disposición de las basuras y los que existen no son suficientes y muchas veces se desbordan.

Cómo actuar:

- 1) Lo principal para su implantación es crear el hábito de mantener cada uno de los puestos de trabajo en las condiciones adecuadas, basado en el entrenamiento constante y en el suministro de elementos necesarios para llevarlo a cabo.

- 2) Establecer, en una jornada, cómo se quiere y se debe mantener el puesto de trabajo.
- 3) Planear el mantenimiento a futuro de la limpieza, estableciendo las responsabilidades del dueño de cada puesto de trabajo.
- 4) Elaborar el manual de la limpieza, especificando detalles a revisar por cada uno de los puestos de trabajo, áreas de las máquinas con las cuales tener precaución, procedimiento y estándares de referencia, como fotografías de la jornada inicial base.
- 5) Preparar y disponer de los elementos necesarios y en buen estado para la limpieza, como trapos limpios para remover el exceso de tintas, escobas para recoger residuos pequeños, traperos para limpiar pequeños derrames de agua o químicos, etc.
- 6) Implementar la cultura de archivo diario de documentos para no generar acumulaciones de los mismos.

9.3.4. Seiketsu - Estandarizar

Desarrollar condiciones de trabajo que eviten cualquier tipo de retroceso en el avance alcanzado con las primeras 3s.

A atacar en la empresa:

- Cada uno de los empleados organiza y limpia un poco su propio puesto de trabajo como mejor le parece y cuando tenga tiempo.
- La Dirección no muestra un gran ejemplo para sus empleados y por esto mismo, tampoco exige el cumplimiento de protocolos de organización y limpieza.

Cómo actuar:

- 1) Una vez ejecutadas y en funcionamiento las 3s anteriores, cada empleado debe tener claridad en cuanto a sus responsabilidades y funciones dentro de esta nueva metodología, en relación con las tareas de limpieza y mantenimiento autónomo.
- 2) Integrar las 3 primeras 'S' en la realización de las operaciones del día a día
- 3) Establecer estándares de limpieza teniendo en cuenta la opinión del personal, para facilitar el flujo de las 3s anteriores.

9.3.5. Shitsuke - Disciplina

Crear hábitos de trabajo basados en las anteriores 4s.

A atacar en la empresa:

- No se hacen campañas de limpieza, organización, cuidado ni mantenimiento de maquinaria.
- No existe la disciplina del orden y la limpieza, se considera que sólo la persona encargada del aseo debe preocuparse por esto.

Cómo actuar:

- 1) Generar una visión compartida con los empleados, para que sean conscientes que siempre debe funcionar de esta manera.
- 2) Brindar entrenamiento, formación y ejemplo.

- 3) La Dirección es quien debe propender inicialmente, por la implementación, por una parte dando el ejemplo de la correcta y completa implementación de la filosofía y por otra, brindando a cada empleado un tiempo prudencial para que pueda empezar a practicar las 5s.

Una vez entendidos los potenciales y principales focos de acción de cada una de las 5s, se procedió a diseñar un manual que pretende guiar a la empresa en su camino hacia la implementación total de esta filosofía. En este se identifican las acciones específicas para el caso particular de *Torre Blanca Agencia Gráfica*, que facilitarán el desarrollo de cada 'S', el objetivo principal que se persigue, los beneficios que traerá tanto para el producto y el proceso, como para las personas que lo ejecutan, las herramientas a utilizar para hacer de esta filosofía algo más tangible y la herramienta principal para el control del avance de la implementación, que permitirá monitorearlo, hasta llegar al mantenimiento de la disciplina.

Este se presenta en el ANEXO K: Manual para la implementación de 5s en *Torre Blanca Agencia Gráfica*.

Anexo K: Manual para la implementación de 5s en *Torre Blanca Agencia Gráfica*

Una de las grandes ventajas que se obtendrán al hacer la implementación de esta filosofía, es la disminución de tiempos que podrían apoyar las reducciones que se pretenden hacer en el siguiente numeral (Ver: *Capítulo 9.4 SMED*), en cuanto a la disminución de los tiempos de búsqueda de tintas.

En cuanto a este aspecto, con la implementación de las dos primeras 'S', se busca que las tintas estén almacenadas en la estantería más cercana a las impresoras, en donde únicamente estén los envases de las tintas y cada nivel esté identificado por colores, según las tintas que contiene, teniendo en cuenta la rotación que presentan, según el concepto de los operarios que las utilizan, quienes mencionan que aunque no es muy marcada la diferencia de los niveles de rotación, podrían llegar a agilizar el trabajo en bastantes casos.

Por ello se debe dejar en el nivel de más fácil acceso (a la altura de las manos), la de mayor rotación, en el primer nivel la segunda de mayor rotación y en los dos más altos:



Ilustración 9. Estantería de almacenamiento de tintas

Asimismo, las palas para manipular las tintas se deben mantener con cada uno de sus colores respectivos en la estantería, de modo que, al seleccionar la tinta necesaria, se pueda tomar su propia pala, que a su vez, también se deben mantener limpias una vez utilizadas (3° 'S').

De este modo, el tiempo de alistamiento de tintas se reducirá al equivalente al traslado del operario a la estantería (60 cm. Desde la parte más cercana de la impresora a la estantería), selección inmediata del color necesario y traslado de vuelta a la máquina. Pasando de un tiempo de 10 minutos a un rango de 1 a 1,5 minutos, según pruebas generales realizadas con los operarios de cada una de las impresoras, simulando la implantación de esta alternativa, logrando una reducción de un 85% en el tiempo de *Búsqueda de Tintas* (Ver el numeral 9.4.2 Descripción de las tareas de alistamiento).

9.4. SMED

A pesar que las siglas de esta metodología traducen Single-Minute Exchange of Die y en español se traduce como el cambio de herramienta en un solo dígito de minutos, el concepto no simplemente se sesga a este objetivo, porque por ejemplo, para el caso de los alistamientos de las impresoras que tarda más de 2 horas, no se hace muy factible reducirlo en esta proporción.

Así que lo que se debe hacer es pasar a utilizar la metodología desde el punto de vista de la clasificación y secuenciación de actividades de alistamiento, teniendo en cuenta si son tareas de preparación interna o externa.

Al hacer este ejercicio, se busca eliminar cuellos de botella generados por acumulación de lotes entrantes provenientes del proceso anterior. Ya en un futuro, cuando se tenga esta parte funcionando y mejorando cada vez, se puede seguir perfeccionando la técnica hasta lograr cambios en tan solo minutos, tal como lo propone la metodología.

9.4.1. Análisis de causas

En contradicción a lo propuesto por SMED, se genera uno de las principales causas de presentar un tiempo de alistamiento tan largo: no existe una clasificación de las tareas a ejecutar para el alistamiento.

A esta gran causa, se suman otras observaciones que hacen del alistamiento una tarea dispendiosa y que hace que tome tan amplia proporción de la jornada de los operarios de las impresoras:

- Las actividades se ejecutan por simple rutina, sin analizar ninguna secuenciación ni mejor manera de realizar el alistamiento.
- La operación anterior (*Corte*) en algunas ocasiones es la que retrasa el alistamiento porque no tiene el papel listo cuando los demás insumos sí lo están.
- En otras ocasiones, aunque el papel está listo, su alistamiento se hace de igual manera, con la máquina parada.

- La preparación de las tintas se debe hacer siempre como si fuera la primera vez, no se tiene en cuenta la información de los parámetros utilizados en impresiones anteriores en cuanto a la mezcla de los colores.

9.4.2. Descripción de las tareas de alistamiento

A continuación se presenta una descripción detallada de cada una de las tareas que componen el alistamiento:

i. *Acercamiento de papel a impresora:*

Gracias al desorden que se presenta en la empresa en cuanto a inventarios de producto en proceso, la operación anterior, *Corte*, debe dejar el papel procesado en donde encuentre un espacio disponible sobre alguna estiba, es decir, no se cuenta con un lugar definido para el traslado de material entre estas dos operaciones, lo que hace que el operario, para poder iniciar la impresión, deba ir hasta donde se encuentre el papel y trasladarlo en cantidades que pueda cargar, que en promedio es alrededor de una resma, la cual pesa 22,75Kg e ir dejándolo ubicado cerca a la impresora para ser alistado posteriormente.

ii. *Traslado de planchas:*

El operario debe acercarse al área de procesamiento de planchas para recoger las necesarias y trasladarlas hacia la impresora.

iii. *Instalación de planchas:*

Abrir la sección de la impresora donde se instalará la plancha, desmontar el rodillo donde será instalada la plancha, insertar los huecos de la misma en los soportes de la máquina, reacomodar el rodillo en su posición y cerrar la sección.

iv. *Ubicación de papel en bandeja de impresora:*

Cargar el papel en las bandejas de la máquina, cargando las cantidades apropiadas según las capacidades humanas (1,1 resmas = 25Kg).

v. *Limpieza y preparación de papel:*

El papel se debe revisar para que no se pasen hojas pegadas una vez cortado a la mitad y que no presente suciedad que pueda provocar daños en la máquina.

vi. *Búsqueda de tintas:*

Acudir a la estantería donde se almacenan las tintas y, uno por uno, buscar el/los color(es) solicitado(s), porque la identificación del color de cada uno de los envases no siempre es fácilmente visible.

vii. *Alistamiento de tintas:*

Una vez seleccionados, trasladarlos a la impresora y colocarlos en la sección correspondiente al color, destapar los tarros, buscar la pala correspondiente al color para mezclarlo y dejar la tinta en el espesor adecuado.

viii. *Colocación de tintas:*

Depositar todo el contenido de cada envase de las tintas, con ayuda de la pala pequeña, en la parte superior de las paredes de la máquina, en su respectivo color.

ix. *Calibración de colores:*

Programar la máquina con los porcentajes de cada color con los que debe quedar la impresión.

x. *Impresiones de prueba:*

Iniciar la máquina para poder observar qué tonalidades está imprimiendo y compararlas con el patrón, si no es exactamente el mismo, se debe volver a la operación anterior para reacomodarlos. Este ciclo se repite hasta lograr que la impresión sea igual al patrón, para que cumpla los requerimientos del cliente.

Este conjunto de actividades se ve representado en el tiempo de la siguiente manera:



Tabla 31. Distribución del tiempo de tareas de alistamiento

9.4.3. Clasificación y análisis de las tareas

Como se mencionó en el apartado anterior, la primera causa a atacar es la clasificación de las tareas del alistamiento de las impresoras, en preparación interna o preparación externa.

PREPARACIÓN EXTERNA	PREPARACIÓN INTERNA
Acercamiento de papel a impresora	Instalación de planchas
Traslado de planchas	Ubicación de papel en bandeja de impresora
Limpieza y preparación de papel	Calibración de colores
Búsqueda de tintas	Impresiones de prueba
Alistamiento de tintas	
Colocación de tintas	

Tabla 32. Clasificación de tareas de alistamiento

Como se observa en la tabla, el 60% de las actividades corresponden a preparaciones externas, las cuales, actualmente, se hacen con la máquina detenida.

Pero una situación que se evidenció en el muestreo realizado al personal (*Ver Capítulo 6 ESTABLECIMIENTO DE PORCENTAJES DE IMPRODUCTIVIDAD*), el 12% de la improductividad está representada por la categoría '*Espera por máquina trabajando*'. Este resultado quiere decir que durante el transcurso de esa proporción de tiempo, los operarios no hacen ninguna otra actividad, ni tampoco van adelantando estas tareas, para no tener que esperar a terminar una orden de producción y empezar a preparar la siguiente.

Se debe implantar esta alternativa de trabajo ya que no genera costos extra, pero sí está representando una importante disminución de tiempos en el alistamiento, ya que ese 12% representa unos 40 minutos al día, tiempo que se habría de invertir en las primeras actividades de preparación externa:

Acercamiento de papel a impresora:	10 min (potencial disminución con 5s)
Traslado de planchas:	5 min
Limpieza y preparación de papel:	20 min
Búsqueda de tintas:	1 min (con la implantación de 5s)
Alistamiento de tintas:	5 min

41 min

Con lo que se estaría cubriendo el 84% de las actividades de preparación externa, sólo quedaría faltando Colocación de tintas, que toma simplemente menos de 5 minutos.

9.4.4. Mejoras en preparaciones internas

La calibración de colores debe tender hacia una estandarización basada en los históricos, es decir, tener en cuenta las mezclas hechas en cada corrida y la tonalidad obtenida, por si en algún momento se llega a ordenar el mismo color, se pueda recurrir a la configuración que se había hecho en alguna ocasión anterior.

Esta propuesta afecta directamente a las tareas de Calibración de colores y Pruebas de impresión, disminuyendo el tiempo de la primera y la cantidad de repeticiones de las dos tareas.

Con este objetivo se creó el formato que se presenta a continuación, el cual se almacenará en un folder y será diligenciado en una hoja por cada impresión, de la siguiente manera:

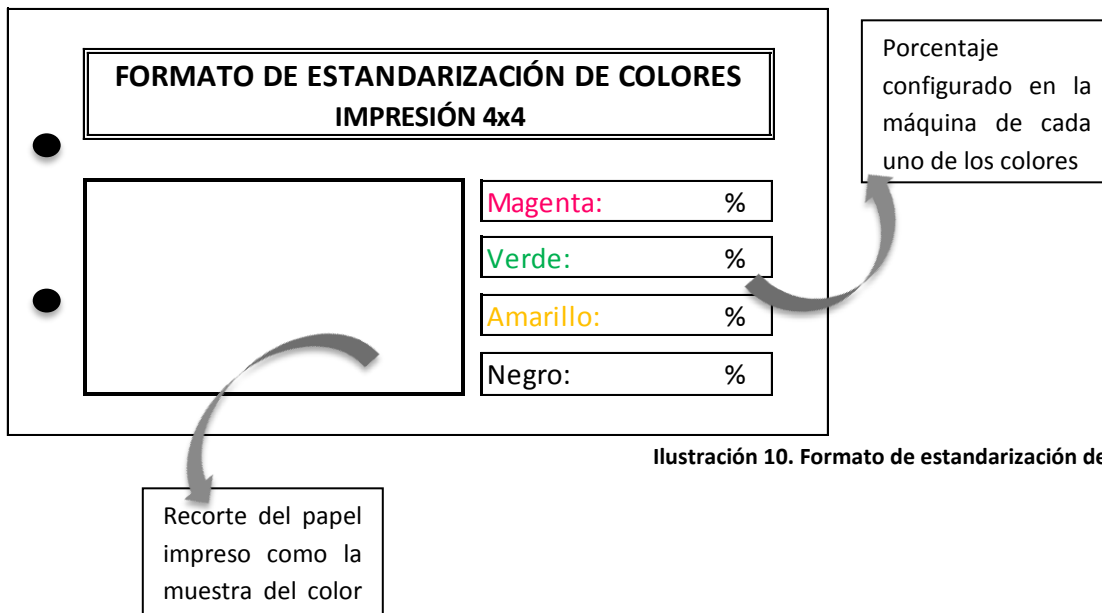


Ilustración 10. Formato de estandarización de colores

De esta manera, gradualmente se irán disminuyendo los tiempos de alistamiento correspondientes a las tareas aquí relacionadas, llegando al punto que una importante proporción de las impresiones se podrán configurar y empezar a imprimir casi inmediatamente, hasta llegar a disminuir los 40 minutos aproximados que toman estas tareas.

Además, con esta estandarización se busca disminuir el porcentaje de rechazo que presenta esta operación, ya que es de los más altos del proceso. Esta situación se ve explicada en un 75% por los ensayos de prueba y error que deben hacer los operarios para calibrar los colores con los que va a imprimir la máquina.

En general, con la implementación de estos planteamientos, se llegaría a disminuir en un 67% los tiempos de alistamiento de las impresoras, por lo que se debería seguir implantando acciones de mejora continua con el fin de minimizar este tiempo que no le genera valor agregado al producto final.

10. VSM (Value Stream Mapping): Situación Propuesta

Contando con la información presentada en el *Capítulo 7. VSM (Value Stream Mapping): Situación Actual*, en donde se hizo el mapa de la situación de trabajo general que presenta actualmente la empresa, el paso a seguir es crear un mejor, más seguro y más productivo lugar de trabajo, aplicando la filosofía de Lean Manufacturing, en donde se trabaje un sistema pull, que permita disminuir los desperdicios que se detectaron con este primer mapa.

Anteriormente se obtuvieron aspectos principales que funcionarán como medida general de comparación con el VSM que se generará tras la implantación de las propuestas mencionadas en el capítulo anterior.

Concepto	Tiempo [min]	Tiempo [días]
Tiempo de valor agregado	4.007	8,3
PLT	6.304	13,13

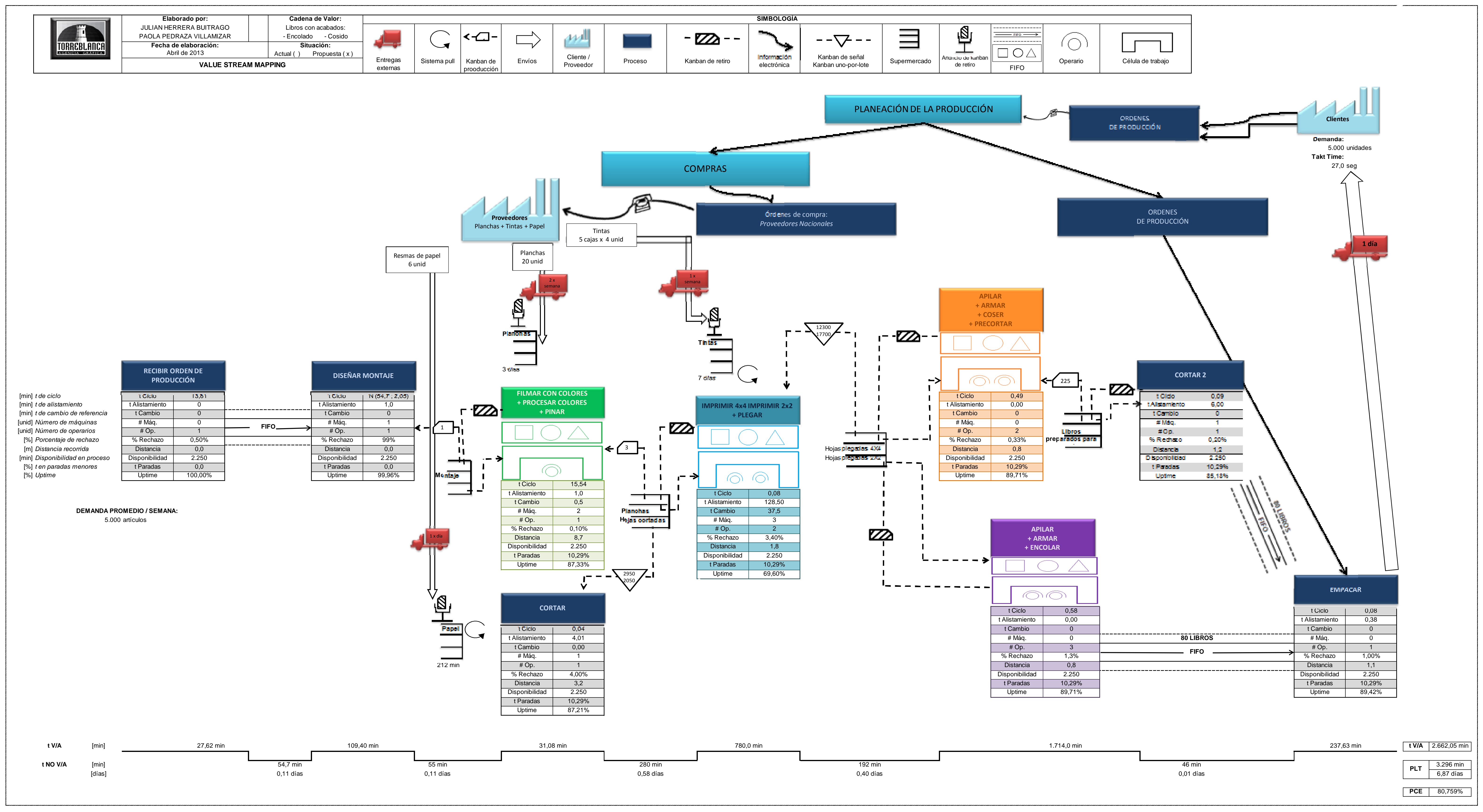
Eficiencia del proceso
63,55%

Tabla 33. Resultados generales VSM actual

Teniendo en cuenta el enfoque que tuvieron las propuestas de mejoramiento basadas en Lean Manufacturing y sus herramientas básicas a implementar en una empresa que nunca ha trabajado esta filosofía, en el VSM se podrán observar cambios en cuanto a:

- Cantidad de operarios en las operaciones desbalanceadas contra el Takt Time.
- Distribución de las operaciones.
- Disminución de distancias.
- Eliminación de inventarios en las operaciones que conforman las células.
- Eliminación de la operación *Apilar para Encolar*.
- Eliminación de los inventarios acumulados de órdenes anteriores.
- Disminución en tiempos de alistamiento.
- Disminución de los tiempos de paradas menores (porcentaje de improductividad)
- Aumento del porcentaje de *Uptime*.
- Mejoramiento en las medidas presentadas en la tabla anterior: disminución de los Lead Times y aumento de la eficiencia del proceso.
- Disminución del porcentaje de rechazo.

10.1. Mapa Propuesto
(Rother & Shook, 2003)



10.2. Observaciones

- La principal mejora que se logró fue convertir el sistema de uno push a uno pull, en donde la demanda del cliente ingresa directamente a la última operación, es decir, *Empacar* y no a *Recibir orden de producción*; de modo que *Empacar* sea quien hale la producción de todas las operaciones hasta llegar a la primera y no tener que producir desproporcionadamente.
- Para lograr este funcionamiento, fue necesario implementar un sistema de kanbans, los cuales son utilizados por cada una de las operaciones para informar a la inmediatamente anterior lo que debe producir. Esto se puede realizar a través de lotes en caso que la operación proveedora trabaje de esta manera y esta debe hacer largos cambios de referencia, así que entrega por lotes, tal como es el caso de *Imprimir* y *Cortar*. Para el caso de las demás operaciones que trabajan con kanbans, estos funcionan como la autorización de la cantidad de unidades que la operación proveedora puede trabajar.
- En el caso de las operaciones que no trabajan kanbans, utilizarán FIFO (First In, First Out) para su producción, los cuales también establecen una cantidad máxima para no desbordar el sistema con inventarios.
- Para el trabajo con los proveedores también se maneja un sistema pull, anunciando a través de un kanban, cuál es la cantidad requerida. Con esto se busca reducir el tamaño del pedido de las planchas y las tintas, pidiendo más veces únicamente lo necesario para no mantener inventarios. Esto a excepción del papel, ya que este pedido se hace bajo la misma orden de trabajo.
- Para encontrar el tamaño adecuado del Kanban entre las operaciones *Precortar* y *Cortar 2* se utilizó un EPL (Economic Production Lot), obteniendo un valor de 225 libros.
- Con este nuevo método de trabajo se eliminan los cambios en la ejecución de las órdenes porque con la utilización de los kanbans se regula la producción, porque son ellos quienes exclusivamente dan la autorización para producir.

10.3. Análisis de Resultados Obtenidos

Una vez presentado el VSM con las propuestas de mejora, se obtuvieron los siguientes cambios y mejoras en diferentes aspectos del proceso:

10.3.1. Distribución de las operaciones

Con la creación de las células de trabajo se logró disminuir las distancias entre las operaciones que las componen, gracias a la redistribución física que se propuso para mejorar el flujo del proceso, la cual se presenta en el ANEXO L. Distribución de planta propuesta, en donde se obtuvo una

reducción de 16.1m en transportes para el proceso de Cosido como se presenta en el Diagrama de flujo Cosido-propuesto ANEXO y 13m para el caso del proceso de empastar, como se muestra en el Diagrama de flujo Empastado-propuesto.

Asimismo, se eliminaron los inventarios de producto en proceso que se generan entre las operaciones que integran cada una de las células, dado que según lo establecido por este método de trabajo, cada unidad que ingresa a la célula, debe fluir y llegar hasta el final sin interrupciones ni almacenamientos.

De modo que se obtuvo una reducción en los tiempos y cantidades de inventarios en las células de 657,27 min para 5.090 libros de inventario en proceso que se generaban entre las células naranja y violeta mencionadas. Por su parte, para la célula azul se tiene una reducción de 22.000 hojas que permanecían por 112 min.; finalmente, para la célula verde se tenían 4 planchas de inventario las cuales duraban 38 min., lo cual también fue eliminado.

La misma situación se presenta entre operaciones, en donde también se generan reducciones, como entre *Cortar* y la célula azul que hubo una reducción de 14.750 hojas y de 162 minutos. A su vez esto se replicó para la célula violeta y *Empacar* con una disminución 1.130 libros con 264 minutos.

10.3.2. Eliminación de operación.

Se planteó la eliminación de la operación *Apilar para Encolar*, dado que esta es una operación de alistamiento para la siguiente, mas no le agrega valor al producto final.

De esta manera, una vez cada libro es armado, ya no se coloca en otra mesa para luego ser apilado, sino que este va siendo ubicado en la base directamente donde será a encolado.

Para conocer los efectos de esta modificación, se hizo una pequeña prueba piloto con los operarios para ejecutarla de la nueva manera y conocer si se generarían cambios en los tiempos de la operación precedente, obteniendo como resultado que el tiempo utilizado en colocar el libro en la otra mesa y acomodarlo allí, resulta siendo el mismo que tomaría colocarlo en la base; generando una reducción equivalente al tiempo de ciclo por unidad para esta operación que es de 0,003 min, que para el caso de una orden de 2.950 (cantidad representada en el VSM) resulta en una disminución 8,43 minutos por proceso.

10.3.3. Eliminación de los inventarios acumulados.

Con la propuesta de implementación de un sistema pull, no se permite la existencia de órdenes acumuladas, dado que se trabajan pedidos completos, ya que la demanda del cliente entra directamente a la última operación, la cual halará la producción de las operaciones precedentes.

Así, los inventarios en proceso que se observaban en el VSM, se eliminarían en su totalidad: 1000 libros.

10.3.4. Disminución en tiempos de alistamiento y porcentaje de rechazo

Tal como se explicó en el capítulo 9.4 SMED, con la organización de las actividades de preparación externa y las mejoras en las de preparación interna se logra una reducción del 67% en el tiempo de alistamiento más extenso, correspondiente a la operación de *Imprimir*.

Así como la filosofía de 5s apoya en gran medida la disminución anterior, también apoyará a las operaciones de acabados que a su vez, cuentan con alistamientos más cortos pero que podrían ser eliminados totalmente, ya que consisten en limpiezas y preparación de las mesas de trabajo, quitar objetos que no corresponden o que han sido dejados allí en ejecuciones anteriores, que serían totalmente manejados por la filosofía.

Finalmente, otro de los grandes beneficios que ofrece SMED para la empresa es la disminución de los porcentajes de rechazo, gracias a la organización y mejoramiento de la calidad de cada uno de los alistamientos. Por ejemplo, con la implementación del formato de estandarización de colores se espera una disminución del 75% de los rechazos de esta operación para obtener un global de disminución del 38,52%.

10.3.5. Disminución de los tiempos de paradas menores (porcentaje de improductividad)

Continuando con los resultados obtenidos con la metodología SMED, se busca eliminar la categoría de improductividad correspondiente a *Espera por máquina trabajando*, para ir adelantando las tareas de alistamiento, así, se disminuyó el 13% del porcentaje global de improductividad.

También, como ya se mencionó, con la creación de las células de trabajo, se logra una disminución en las distancias que deben recorrer los operarios para ejecutar sus respectivas operaciones del 67,2%, así que el porcentaje de la categoría improductiva de *Caminar*, quedando en un 8,52%.

La creación de las células de trabajo también fue útil para la disminución del porcentaje de la categoría *Fuera del puesto de trabajo*, ya que una gran causa de esta es la búsqueda y el transporte de inventarios en proceso, lo cual también sirve para la categoría anterior. Como los inventarios entre las operaciones integrantes de las células fueron eliminados, los operarios ya no tendrán que abandonar su puesto de trabajo. De modo tal que se disminuye en un 35%, proporción de tiempo de la categoría que corresponde a esta actividad, obteniendo un porcentaje final de categoría de 30,55%.

En síntesis, se tiene un nuevo porcentaje de improductividad de 10,29%, es decir una reducción del 47,23%, tal como se presenta en la tabla:

#	CATEGORÍA IMPRODUCTIVA	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN PROPUESTA	
		Global	% imp	Global	% imp
1	Espera por máquina trabajando	13%	2,62%	0%	0%
2	Fuera del puesto de trabajo	47%	9,29%	30,55%	6,04%
3	Hablar con compañeros	10%	1,9%	10%	1,9%
4	Hablar por celular	4%	0,71%	4%	0,71%
5	Caminar	26%	5%	8,52%	1,64%

Tabla 34. Reducciones de inproductividad

10.3.6. Aumento del porcentaje de Uptime.

Con la disminución de los tiempos de alistamiento y del porcentaje de inproductividad iniciales, dos de los factores que afectan el Uptime, se logra un aumento de este indicador para todas las operaciones, así:

Operación	% Uptime		% Mejora
	Actual	Propuesto	
Recibir OP	100%	100%	0%
Diseñar montaje	99,96%	99,96%	0%
Filmar con colores	53,81%	87,33%	27,25%
Procesar colores	74,26%		
Pinar	77,81%	87,21%	11,84%
Cortar	77,98%		
Cortar 2	75,95%	85,18%	12,15%
Imprimir 4x4	31,25%	69,6%	74,06%
Imprimir 2x2	39,18%		
Plegar	49,53%	89,71%	12,95%
Apilar	78,37%		
Armar libro	80,48%		
Coser	80,33%		
Precortar	77,46%	89,71%	12,36%
Apilar	78,37%		
Armar libro	80,48%		
Encolar	80,33%		
Empacar	80,19%	89,42%	11,37%
Empastar	80,29%		

Tabla 35. Comparación y mejora del Uptime

10.4. Comparación

Concepto	SITUACIÓN ACTUAL		SITUACIÓN PROPUESTA		% Reducción
	Tiempo [min]	Tiempo [días]	Tiempo [min]	Tiempo [días]	
Tiempo de valor agregado	4.007	8,3	3.191	6,65	19,87%
PLT	6.304	13,13	3.826	7,97	39,29%

Concepto	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN PROPUESTA	% Mejora
Eficiencia del proceso	63,56%	83,42%	31,24%

Tabla 36. Comparación de resultados VSM

11. SIMULACIÓN

Como se expresó en el objetivo número 2, una vez consolidada y analizada la información con las diferentes herramientas, se procederá a realizar un modelo de simulación el cual permita observar de forma dinámica el trabajo realizado en la empresa.

Con este se busca describir gráfica y detalladamente la situación actual de *Torre Blanca Agencia Gráfica*. Sobre este, se busca aplicar las mejoras propuestas bajo la filosofía de *Lean Manufacturing*, para poder evaluarlas bajo unos indicadores previamente escogidos de modo que se haga posible medir los dos escenarios con los mismos parámetros y cuantificar las mejoras implantadas en el modelo.

11.1. Modelo: Situación actual

11.1.1. Definición del sistema

El sistema a trabajar inicia con la colocación de la orden por parte del cliente a la operación *Recibir orden de producción* y va hasta la operación de *Empacar*. La descripción específica de las operaciones que lo componen se presenta en el Capítulo 7.1 Descripción detallada del proceso de producción.

11.1.2. Recolección y Análisis de la información

INFORMACION	TIPO	CANTIDAD
Tiempos de ciclo por operación	Físico / Manual	Entre 30 y 50 datos por operación - Tiempo estándar - Distribución de Probabilidad
Demanda 2011	Digital	1 copia
Costo materia Prima	Digital	1 copia
Ficha técnica de las máquinas	Físico / Digital	1 copia
Organigrama	Físico	1 copia
Salarios	Digital	1 copia

Tabla 37. Información para modelo de simulación

En cuanto a los tiempos de operación, como se explicó en el *Capítulo 7.2 Tiempos Estándar*, se realizó la respectiva toma de tiempos con su análisis estadístico para poder encontrar el tiempo estándar de operación y, para el caso especial de la operación *Diseñar Montaje*, se tomaron los tiempos para cada ejecución de la operación y con ayuda de un software especializado, se determinó la distribución de probabilidad que mejor describía su comportamiento (Ver ANEXO G: Estadística).

A excepción del organigrama, la demás información, fue solicitada a la empresa, la cual la mantiene en formato digital (cuadros de Excel y programas de contabilidad). En cuanto al

organigrama, este tuvo que ser documentado, una vez la empresa brindó la información necesaria para esta actividad.

11.1.3. Formulación del modelo

El modelo se correrá hasta que se terminen de producir 5000 libros que provienen de 2 pedidos diferentes; 2950 de estos con acabado de empastar y 2050 cosidos, se debe definir con qué elementos se va a desarrollar el modelo, con el fin de tenerlos completos a la hora de diseñarlo; estos se dividen entre locaciones, entidades, entradas, parámetros y variables, como se explica a continuación.

11.1.3.1. Locaciones

Las locaciones son aquellas representaciones de los lugares fijos del sistema a donde se van a dirigir, tanto las entidades a procesar o a almacenar, como cualquier otra actividad o fabricación.

Para el caso específico del presente proyecto, el modelo cuenta con las siguientes locaciones de operaciones:

- Recibir Orden de producción
- Diseñar montaje
- Filmadora de colores
- Cortadora de papel
- Procesadora de colores
- Pinadora
- Imprimir 4x4
- Imprimir 2x2
- Plegar
- Apilar
- Revisión de la impresión
- Armar libro
- Coser
- Precortar
- Cortar2
- Empaque
- Apilar encolar
- Encolar
- Empastar
- Empacar

Además de las operaciones encontradas y previamente mencionadas, se encuentran diferentes almacenamientos del producto en proceso representado por colas. En el modelo se pueden encontrar 35 reales y 13 ficticias para representar mejor la realidad. A su vez, existen 14 combinadores y separadores, los cuales ayudan a representar de mejor manera el manejo que le dan a los productos por diferentes cantidades, por ejemplo: la operación *Encolar* trabaja 295 libros, mientras que la siguiente (*Empastar*), trabaja libro por libro.

11.1.3.2. Entidades y arribos

Todo lo que es procesado es conocido como entidad. En el proceso de estudio, serían consideradas como tal: el papel, las tintas, las planchas y las órdenes de producción.

A su vez, el modelo de simulación cuenta con diferentes tipos de arribos, relacionados a cada una de estas entidades, para los que se tiene:

- Orden de producción de libros cosidos.
- Orden de producción para libros empastados.
- Papel Bond y Mate (por resmas de 500 hojas)
- Papel Cote. (por resmas de 500 hojas)
- Tintas (por unidad de color magenta, amarillo, verde o negro)
- Planchas (por unidad)

Finalmente, también se puede encontrar otro tipo de entradas durante el proceso, pero estas son ficticias. Ellas permitirán ilustrar mejor el manejo que se le da al producto en cuanto a cantidades, ya que en algunas operaciones, el material es manejado unidad por unidad y en otras, por grupos que también pueden variar dependiendo la operación.

Asimismo, al momento de armar el libro es necesario contar con las 6 de las hojas previamente impresas para convertirlas en un solo libro. Es en este momento donde son combinadas en pallets ficticios que permiten convertirlo en una sola unidad.

11.1.3.3. Recursos

Los recursos son como tal los operarios que transportan material, realizan mantenimientos, asistencias complementarias o como tal, las operaciones. También pueden verse representados por máquinas utilizadas para transportar las diferentes entidades por el sistema.

- La empresa cuenta con 9 operarios los cuales realizan operaciones, mantenimientos y el transporte de los productos.
- No existe ninguna máquina que transporte o asista una locación.

11.1.3.4. Parámetros

- Capacidad de las máquinas.
- Cantidad de las máquinas (la empresa no está interesada en adquirir adicionales).
- Cantidad de empleados.

11.1.3.5. Variables

- Cantidad de órdenes de producción.
- Horas laborales.
- Distancias recorridas.
- Área de almacenamiento de producto en proceso.
- Empleados por operación.

11.1.4. Modelo de Simulación

Anexo M. Modelo de Simulación Actual

11.2. **Modelo propuesto**

Anexo N. Modelo de Simulación Propuesto

El objetivo de los modelos de simulación creados es representar fielmente los mapas realizados, tanto de la situación actual de la empresa, como la propuesta del presente proyecto, teniendo en cuenta el flujo de la totalidad del proceso y haciendo una aproximación a la distribución física general de la empresa.

Como se logró establecer los tiempos estándar de operación para los procesos trabajados, la única causa para presentarse aleatoriedad en sus resultados es por la distribución del tiempo de la operación *Diseñar montaje*.

Así que la exactitud y precisión de los modelos presentados se mide precisamente por el resultado del tiempo total que demora el modelo en ejecutar todo el proceso, con el objetivo que sea el mismo PLT obtenido en cada uno de los VSM.

De esta manera, para hacer la comparación de los resultados de los modelos y sus respectivos VSM, se obtuvo:

VSM actual: 6.302 minutos	Modelo de Simulación: 6.414 minutos	Diferencia: 112 minutos
VSM propuesto: 3.826 minutos	Modelo de Simulación: 3.755 minutos	Diferencia: 71 minutos

La pequeña variabilidad que se evidencia entre los VSM y los modelos se ve explicada a causa del componente probabilístico del modelo, el cual es una distribución Normal con media 54,7 minutos y desviación de 123 minutos, valor cercano a la diferencia observada.

Asimismo, otro factor que genera cambios en el modelo es la ubicación inicial de los operarios, que en caso que se encuentren lejos de la operación que deben realizar, modificando los tiempos del modelo.

Finalmente, en el modelo que representa la situación propuesta, se plasmaron todas las mejoras planteadas en el capítulo 9 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO: se representaron cada una de las 4 células de trabajo, la operación eliminada, la disminución de los inventarios y, como se presenta en el ANEXO O: Indicadores Modelos de Simulación, se pueden observar los resultados que arrojaría la propuesta en el escenario de ser implementada, mostrando el aumento de la productividad de la empresa, representado en el aumento de los porcentajes de utilización de los recursos aumenta, la disminución de los niveles de inventario.

Anexo O. Indicadores Modelos de Simulación

11.3. Indicadores

i. *Producción diaria:*

Comparando los dos modelos presentados y los VSM realizados, se observa que se posible hacer la misma cantidad de unidades en un menor tiempo, gracias a la disminución de los inventarios y el balanceo de los operarios y las operaciones al ritmo del Takt Time.

Modelo de Simulación: 6.414 minutos	Unidades: 5.000 libros	Tiempo unitario: 1,28 minutos
Modelo de Simulación: 3.755 minutos		Tiempo unitario: 0,75 minutos

ii. *Niveles de inventario:*

Con las propuestas presentadas, se evidencia la disminución de los inventarios en proceso gracias a las células de trabajo y al funcionamiento pull que se le dio al sistema.

Modelo de Simulación Actual: 471 libros	Modelo de Simulación Propuesto: 93 libros
---	---

iii. *Porcentaje de tiempo ocioso:*

Con el balanceo de los operarios al Takt Time y la reorganización de sus actividades, se logró reducir el tiempo ocioso de la mayoría de los empleados, tal como se presenta en el ANEXO O: Indicadores Modelos de Simulación.

12. VSC (Value Stream Costing): Situación Propuesta

El último paso para validar las mejoras propuestas, es cuantificar las reducciones que generaron en costos, tal como se presenta en el numeral siguiente.

12.1. Estructura VSC

OPERACIÓN	Mano de Obra [\$/semana]	Mantenimiento	Materia Prima e Insumos	Arriendo	TOTAL
Recibir OP	\$ 19.769			\$ 4.754	\$ 24.523
Diseñar montaje	\$ 94.968	\$ 5.269		\$ 4.754	\$ 109.938
Filmar con colores	\$ 92.289	\$ 5.269	\$ 4.946	\$ 5.477	\$ 1.826.529
Procesar colores	\$ 108.957	\$ 5.269	\$ 1.723.493	\$ 5.660	\$ 150.615
Pinar	\$ 55.825		\$ 30.729	\$ 380	\$ 56.205
Cortar	\$ 194.940	\$ 15.808		\$ 3.956	\$ 233.546
Imprimir 2x2	\$ 187.612	\$ 12.647	\$ 18.842	\$ 4.260	\$ 1.997.026
Revisión de impresión	\$ 36.792		\$ 1.792.508	\$ 4.260	\$ 41.052
Imprimir 4x4	\$ 181.949	\$ 22.132		\$ 6.573	\$ 2.655.081
Revisión de impresión	\$ 42.455		\$ 2.444.428	\$ 6.573	\$ 49.027
Plegar	\$ 11.318	\$ 3.162		\$ 11.928	\$ 36.771
Apilar	\$ 16.788		\$ 10.363	\$ 1.395	\$ 18.182
Armar libro	\$ 180.141			\$ 1.395	\$ 181.536
Coser	\$ 79.912			\$ 958	\$ 80.871
Apilar para encolar	\$ 1.348			\$ 319	\$ 1.667
Encolar	\$ 6.525			\$ 319	\$ 62.143
Precortar	\$ 54.806		\$ 55.298	\$ 1.395	\$ 56.200
Empastar	\$ 235.791			\$ 3.560	\$ 439.669
Empacar	\$ 37.988		\$ 200.318	\$ 3.560	\$ 150.815
TOTAL	\$ 1.640.172	\$ 69.557	\$ 6.390.193	\$ 71.476	\$ 8.171.398

Tabla 38. Estructura VSC - Situación propuesta

Aquí se presentan las mejoras de:

- **Materias primas:** Gracias a la utilización de SMED se logra una mejora en el alistamiento y así, en la calidad del producto, disminuyendo el porcentaje de rechazo de las operaciones de *Imprimir*, el costo de las materias primas de imprimir se disminuyó en 3,82% porque se reduce el desperdicio del papel.
- **Mantenimiento:** Con la implementación de 5s se espera una reducción del costo de mantenimientos del 40%, porque los mantenimientos actualmente son hechos por falta

de una limpieza adecuada de las máquinas, debe ir un técnico a remover los excesos que quedan en esta; mientras que con 5s, la limpieza y mantenimiento preventivo que se le da a las máquinas, no se debe incurrir en este costo.

- Ahorros en mano de obra: Debido a que la empresa no está dispuesta a contratar ni a despedir empleados, se tuvo que utilizar el muestreo de improductividad realizado para poder establecer el ahorro que se generaría con la disminución del porcentaje inicial de 19,52%, pasando a un 10,29%, tal como se expresa en el *Capítulo 10.3.5 Disminución de los tiempos de paradas menores (porcentaje de improductividad)*.

OPERACIÓN	MDO Real	MDO productivo (propuesto)	MDO productivo (Actual)	Diferencia Actual vs Propuesto
Recibir OP	\$ 19.769	\$ 17.783	\$ 16.002	\$ 1.781
Diseñar montaje	\$ 94.968	\$ 85.429	\$ 76.873	\$ 8.556
Filmar con colores	\$ 92.289	\$ 82.894	\$ 74.466	\$ 8.428
Procesar colores	\$ 108.957	\$ 97.865	\$ 87.915	\$ 9.950
Pinar	\$ 55.825	\$ 50.141	\$ 45.044	\$ 5.098
Cortar	\$ 194.940	\$ 187.663	\$ 181.135	\$ 6.528
Imprimir 2x2	\$ 187.612	\$ 168.542	\$ 151.437	\$ 17.105
Revisión de impresión	\$ 36.792	\$ 33.053	\$ 29.698	\$ 3.355
Imprimir 4x4	\$ 181.949	\$ 163.455	\$ 146.866	\$ 16.589
Revisión de impresión	\$ 42.455	\$ 38.140	\$ 34.269	\$ 3.871
Plegar	\$ 11.318	\$ 10.174	\$ 9.147	\$ 1.026
Apilar	\$ 16.788	\$ 15.091	\$ 13.568	\$ 1.522
Armar libro	\$ 180.141	\$ 161.930	\$ 145.594	\$ 16.336
Coser	\$ 79.912	\$ 71.833	\$ 64.587	\$ 7.247
Apilar para encolar	\$ 1.348	\$ 1.211	\$ 1.089	\$ 122
Encolar	\$ 6.525	\$ 5.865	\$ 5.274	\$ 592
Precortar	\$ 54.806	\$ 49.265	\$ 44.295	\$ 4.970
Empastar	\$ 235.791	\$ 211.953	\$ 190.571	\$ 21.382
Empacar	\$ 37.988	\$ 34.147	\$ 30.703	\$ 3.445
TOTAL				\$ 137.901

Tabla 39. Comparación costo de productividad de mano de obra

De la tabla se puede inferir que en la situación propuesta se utiliza un 9,23% equivalente a \$137.901 más por semana en la ejecución del proceso.

12.1. Estado de Resultados

	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN PROPUESTA
Ventas	\$ 16.230.700	\$ 16.230.700
Costos Cadena de valor		
Materias primas e insumos	\$ 6.558.471,90	\$ 6.307.938
Mano de obra	\$ 1.640.172,04	\$ 1.640.172,04
Mantenimiento de maquinaria	\$ 105.388,89	\$ 69.557,00
Arriendo	\$ 71.476,39	\$ 71.476,39
Total Costos Cadena de Valor	\$ (8.375.509,22)	\$ (8.089.143,70)
Utilidad de la cadena de valor	\$ 7.855.190,78	\$ 8.141.556,30
ROS	48,4%	50,2%
Inventario	\$ 102.730,56	\$ 17.569,31

12.2. Comparación de Resultados: Indicadores

	Indicador	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN PROPUESTA	% Mejora
OPERACIONALES	Entregas a tiempo	65%	95%	46,2%
	Porcentaje de rechazo	9,87%	6,55%	-13,1%
	Dock-to-dock	14,13 días	8,97 días	-36,5%
	Improductividad	19,52%	10,29%	-47,3%
	Uptime	67,9%	88,68%	30,6%
FINANCIEROS	Ventas	\$ 16'230.700	\$ 16'230.700	0,0%
	Costo de materiales	\$ 6'558.471,9	\$ 6.307.938	-3,82%
	Costo producción	\$ 1.817.037,31	\$ 1'785.205,42	-2,0%
	Inventario	\$ 102.730,56	\$ 17.569,18	-82,9%
	Utilidad cadena de valor	\$ 7.855.190,78	\$ 8.157.538,18	3,8%
	ROS cadena de valor	47,36%	50,26%	3,8%

Tabla 40. Comparación de resultados VSM y VSC

Tal como lo expresa cada uno de los porcentajes de mejora se evidencian los siguientes beneficios:

- Para el cliente: Se ofrece un mejor servicio al aumentar el porcentaje de entregas a tiempo y reducción del PLT, manteniendo el mismo costo, con lo cual se puede aumentar la confianza de los clientes en la empresa y así, afianzar su lealtad.

- Para la empresa: Se genera una reducción de la improductividad de sus empleados, con lo cual se utiliza efectivamente una mayor proporción del salario total que es pagado a sus empleados.

También se disminuye el costo de materias primas a la semana, en \$266.516 gracias a la eficacia de alistamientos y la disminución del porcentaje de rechazo.

El costo de producción también se ve reducido por la disminución de los mantenimientos en un 34% es decir, \$35.832 gracias a la aplicación de 5s en las operaciones que trabajan con máquinas.

Finalmente, con la implementación del sistema pull y las células de trabajo, los inventarios se vieron notoriamente reducidos tanto física como económicamente, logrando una disminución del 82,9% y una liberación de espacio bastante significativa dentro de la empresa, como se puede apreciar en el ANEXO L. Distribución de planta propuesta.

13. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

A continuación se analizan los costos en los que se debe incurrir para llegar a la implementación de la presente propuesta y poder compararlos con los ahorros que se obtendrían con la misma, explicados en el VSC.

13.1. Metodología de Evaluación

Para efectuar esta evaluación, se elaboró un análisis por escenarios, en donde se incluyó en total de costos en los que se incurren para la implantación y mantenimiento de todas las propuestas, así como los ingresos que podría llegar a obtener la Empresa por el aprovechamiento de las oportunidades aquí presentadas, para lo que se utilizó un *Flujo de Caja Marginal*.

Para esto se generarán diferentes indicadores como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN) de los flujos de caja que se proyectarán, de la propuesta presentada.

Con el fin de hacer un correcto análisis de tales indicadores y acercarlos lo que más se pueda a la realidad, se establecerá un periodo de funcionamiento de la actual propuesta correspondiente a 3 años. Este se obtiene teniendo en cuenta los tiempos que se estimaron en el manual de implementación presentado en el capítulo siguiente (0).

Se puede observar que con el proyecto no se van a generar, pérdidas teniendo en cuenta los valores de los indicadores obtenidos, ya que incluso en el escenario pesimista, se presentan valores positivos. Esto gracias a que la propuesta no está basada en grandes adquisiciones, sino en la creación de una nueva metodología dentro de la Empresa, para lo que se requiere esfuerzo, continuidad, seguimiento y en general, cambios en la cultura de la misma.

En el peor de los casos, en donde la TIR es la menor, se podría llegar a pensar en invertir el dinero en otras opciones pero que de pronto generan mayor riesgo, aunque aun así, si bajo este escenario se implementa el proyecto, se obtendrá rendimiento.

METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN) para cada una de las herramientas de Lean Manufacturing aquí desarrolladas, dando un margen de tiempo para cualquier inconveniente inesperado que tome mayor tiempo y otro para que la implementación se estabilice, pueda entrar a su etapa de mantenimiento y mejora continua y se puedan percibir los ahorros netos generados por la misma, una vez funcione prácticamente por sí sola.

Ya pasado este tiempo, la Empresa debería estar entrando en las siguientes etapas de Lean Manufacturing y adoptando las recomendaciones que se plantearon para seguir complementando la filosofía, de modo que los ahorros aquí propuestos, se puedan incrementar aún más, generando nuevos flujos de caja y nuevos indicadores financieros para analizar.

13.1.1. Definición de Escenarios

- *Pesimista:* En donde se evidencia un choque cultural fuerte con la implementación de las propuestas presentadas, de modo que se requiere un mayor acompañamiento del esperado, de un Ingeniero Industrial con conocimiento en Lean Manufacturing, pasando a ser de 1,5 años, equivalente a unos \$18'000.000.

Por esta misma causa los ahorros no se podrán percibir completamente en el tiempo esperado inicialmente, llegando sólo a un 25% del ahorro planteado en el primer semestre, en el siguiente alcanza un 60% y finalmente en el periodo extra del Ingeniero poder llegar al 100% de los ahorros.

- *Normal:* En el cual se obtuvo la respuesta esperada por parte del personal ante el proceso de cambio que se iniciara, logrando hacer la implementación en el tiempo planteado de 1 año.

En cuanto a los ahorros, el 50% se podría alcanzar en el primer semestre de trabajo y el otro porcentaje en el siguiente periodo.

- *Optimista:* La duración de la implementación planteada continúa siendo de un año, pero los ahorros se empiezan a hacer tangibles en mayor proporción, en menor tiempo, llegando a un 50% en el primer trimestre y el otro 50% en el siguiente trimestre, disminuyendo la necesidad del Ingeniero de soporte, ya que la Empresa entraría a un proceso de mantenimiento y mejora continua.

13.1.2. Definición del costo de oportunidad

Este valor mide el sacrificio de no poder recibir el interés que ofrece el mercado financiero u otro proyecto. Para este objetivo se seleccionó el interés que ofrece un CDT a 360 días en el banco Bancolombia, el cual maneja un muy bajo riesgo económico y está establecido en 5,27% E.A.

13.1.3. Rubros

- *Ingeniero Industrial:* Según el mercado laboral, un profesional en Ingeniería Industrial recién graduado, puede recibir entre 1 y 3 SMMLV, cifra que fue presentada a la Empresa y se llegó

a un acuerdo de un salario de \$1'000.000. Esta persona será la encargada de liderar la implementación, realizar las respectivas capacitaciones e inducciones, así como liderar las reuniones con la dirección y/o empleados que se hagan necesarias a lo largo de la implementación.

- *Adquisición de estantería:* Se realizó la cotización de 1 estante Rimax de 5 niveles en Homecenter por un valor de \$399.900.
- *Señalización:* Se cotizó la venta e instalación de 10 señales industriales para la planta, cada una de las cuales tiene un valor de \$10.000, para un total de \$100.000.
- *Capacitaciones y Reuniones:* Para el caso de los operarios se realizarían los días Sábado y se contarían como horas extras. Teniendo como base un salario promedio mensual entre los operarios de \$934.286 y un costo de hora promedio de \$3.982,86, más un 25% por recargo de horas extra, se obtiene un total de \$4.866,07.

Estas reuniones tendrán una duración máxima de 2 horas y contarán con la presencia de máximo 3 personas (las relacionadas con el tema específico a tratar). De modo que el costo mensual de estas reuniones será máximo de \$116.785,75.

- *Redistribución de planta (piso 3):* Para realizarla, según los planteamientos presentados, simplemente se hizo necesario el movimiento de las 3 mesas, así como las máquinas de coser y empastar, las cuales ocupan un área de 0,48 m² y 0,55 m², respectivamente, de modo que estas actividades pueden ser ejecutadas por una sola persona en medio día, a la cual se le cancelaría un valor de \$20.000 por sus servicios.

13.2. Resultados

13.2.1. Escenario pesimista:

	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos	\$ -	\$ 342.012	\$ 342.012	\$342.012	\$342.012	\$ 342.012	\$ 342.012
Egresos	\$ -	\$ 1.043.325	\$ 1.043.325	1.043.325	\$.043.325	\$ 1.043.325	\$ 1.043.325
Utilidad Operacional	\$ -701.313	\$ -701.313	\$ -701.313	\$ -701.313	\$ -701.313	\$ -701.313	\$ -701.313
Impuestos	\$ -231.433	\$ -231.433	\$ -231.433	\$ -231.433	\$ -231.433	\$ -231.433	\$ -231.433
Utilidad Neta	\$ -469.880	\$ -469.880	\$ -469.880	\$ -469.880	\$ -469.880	\$ -469.880	\$ -469.880

	7	8	9	10	11	12
Ingresos	\$ 820.829	\$ 820.829	\$ 820.829	\$ 820.829	\$ 820.829	\$ 820.829
Egresos	\$ 1.043.325	\$ 1.043.325	\$ 1.043.325	\$ 1.043.325	\$ 1.043.325	\$ 1.043.325
Utilidad Operacional	\$ -222.496	\$ -222.496	\$ -222.496	\$ -222.496	\$ -222.496	\$ -222.496
Impuestos	\$ -73.424	\$ -73.424	\$ -73.424	\$ -73.424	\$ -73.424	\$ -73.424
Utilidad Neta	\$ -149.072	\$ -149.072	\$ -149.072	\$ -149.072	\$ -149.072	\$ -149.072

	13	14	15	16	17	18
Ingresos	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Egresos	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Utilidad Operacional	\$ 368.048	\$ 368.048	\$ 368.048	\$ 368.048	\$ 368.048	\$ 368.048
Impuestos	\$ 121.456	\$ 121.456	\$ 121.456	\$ 121.456	\$ 121.456	\$ 121.456
Utilidad Neta	\$ 246.592	\$ 246.592	\$ 246.592	\$ 246.592	\$ 246.592	\$ 246.592

	19	20	21	22	23	24
Ingresos	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Impuestos	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456
Utilidad Neta	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592

	25	26	27	28	29	30
Ingresos	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Impuestos	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456
Utilidad Neta	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592

	31	32	33	34	35	36
Ingresos	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Impuestos	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456	\$ 451.456
Utilidad Neta	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592	\$ 916.592

VPN:

Tipo	Inversión
Inf Mes	\$ -426.554,71
Periodos	6
Tasa	5,27%
Tipo	Inversión
Inf Mes	\$ -105.747,45
Periodos	6
Tasa	5,27%
Tipo	Utilidad
Inf Mes	\$ 246.592,16
Periodos	6
Tasa	5,27%
Tipo	Utilidad
Inf Mes	\$ 916.592,16
Periodos	18
Tasa	5,27%

Inversión a periodo de inicio (1)	\$ -2.146.490,72
Inversión Presente	\$ -2.146.490,72

Inversión a periodo de inicio (6)	\$ -532.137,90
Inversión Presente	\$ -391.017,74

Utilidad a periodo de inicio (12)	\$ 1.240.890,73
Inversión Presente	\$ 670.005,03

Utilidad a periodo de inicio (18)	\$ 10.492.112,80
Inversión Presente	\$ 4.162.744,33

VPN	\$ 4.871.497,16
------------	------------------------

TIR	7,61%
------------	--------------

13.2.2. Escenario neutral:

	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos	\$ -	\$ 684.024	\$ 684.024	\$ 684.024	\$ 684.024	\$ 684.024	\$ 684.024
Egresos	\$ -	\$ 1.160.110,7	\$ 1.160.110,7	\$ 1.160.110,7	\$ 1.160.110,7	\$ 1.160.110,7	\$ 1.160.110,7
Utilidad Operacional		\$ -476.086,7	\$ -476.086,7	\$ -476.086,7	\$ -476.086,7	\$ -476.086,7	\$ -476.086,7
Impuestos		\$ -157.108,63	\$ -157.108,63	\$ -157.108,63	\$ -157.108,63	\$ -157.108,63	\$ -157.108,63
Utilidad Neta		\$ -318.978,12	\$ -318.978,12	\$ -318.978,12	\$ -318.978,12	\$ -318.978,12	\$ -318.978,12

	7	8	9	10	11	12
Ingresos	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Egresos	\$1.160.110,7	\$1.160.110,7	\$1.160.110,7	\$1.160.110,7	\$1.160.110,7	\$1.160.110,7
Utilidad Operacional	\$207.937,25	\$207.937,25	\$207.937,25	\$207.937,25	\$207.937,25	\$207.937,25
Impuestos	\$ 68.619,29	\$ 68.619,29	\$ 68.619,29	\$ 68.619,29	\$ 68.619,29	\$ 68.619,29
Utilidad Neta	\$139.318	\$139.318	\$139.318	\$139.318	\$139.318	\$139.318

	13	14	15	16	17	18
Ingresos	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Impuestos	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84
Utilidad Neta	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16

	19	20	21	22	23	24
Ingresos	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Impuestos	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84
Utilidad Neta	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16

	25	26	27	28	29	30
Ingresos	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Impuestos	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84
Utilidad Neta	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16

	31	32	33	34	35	36
Ingresos	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Impuestos	451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84	\$451.455,84
Utilidad Neta	916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16

VPN:

Tipo	Inversión
Inf Mes	\$ -275.653,12
Periodos	6
Tasa	5,27%
Tipo	Inversión
Inf Mes	\$ 182.642,96
Periodos	6
Tasa	5,27%
Tipo	Utilidad
Inf Mes	\$ 916.592,16
Periodos	24
Tasa	5,27%

Inversión a periodo de inicio (1)	\$ -1.387.130,08
Inversión Presente	\$ -1.387.130,08

Inversión a periodo de inicio (6)	\$ 919.088,23
Inversión Presente	\$ 675.350,88

Utilidad a periodo de inicio (12)	\$ 12.322.096,41
Inversión Presente	\$ 6.653.177,76
VPN	\$ 5.941.398,55

TIR	13,96%
------------	---------------

13.2.3. Escenario optimista:

	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos	\$ -	\$ 684.024	\$ 684.024	\$ 684.024	\$1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Egresos	\$ -	\$ 1.160.110,8	\$1.160.110,8	\$ 1.160.110,8	\$1.160.111	\$1.160.110,8	\$ 1.160.110,8
Utilidad Operacional	\$ -701.313	\$-476.086,8	\$-476.087	\$ -476.086,8	\$ 207.937,3	\$ 207.937,3	\$ 207.937,3
Impuestos	\$ -231.433	\$-157.108,6	\$-157.109	\$-157.108,6	\$ 68.619,3	\$ 68.619,3	\$ 68.619,3
Utilidad Neta	\$ -469.880	\$-318.978,12	\$-318.978	\$-318.978,12	\$ 139.317,96	\$ 139.317,96	\$ 139.317,96

	7	8	9	10	11	12
Ingresos	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Egresos	\$1.160.110,8	\$1.160.110,8	\$ 43.325	\$ 43.325,0	\$ 43.325,0	\$ 43.325,0
Utilidad Operacional	\$ 207.937,3	\$ 207.937,3	\$1.324.723,0	\$1.324.723,0	\$1.324.723,0	\$1.324.723,0
Impuestos	\$ 68.619,3	\$ 68.619,3	\$ 437.158,6	\$ 437.158,6	\$ 437.158,6	\$ 437.158,6
Utilidad Neta	\$ 139.317,96	\$ 139.317,96	\$ 887.564,41	\$ 887.564,41	\$ 887.564,41	\$ 887.564,41

	13	14	15	16	17	18
Ingresos	\$1.368.048	\$ 1.368.048	\$1.368.048	\$ 1.368.048	\$1.368.048	\$ 1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Impuestos	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8
Utilidad Neta	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16

	19	20	21	22	23	24
Ingresos	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Impuestos	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8	\$ 451.455,8
Utilidad Neta	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16

	25	26	27	28	29	30
Ingresos	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Impuestos	\$451.455,8	\$451.455,8	\$451.455,8	\$451.455,8	\$451.455,8	\$451.455,8
Utilidad Neta	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16

	31	32	33	34	35	36
Ingresos	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048	\$ 1.368.048
Egresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operacional	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048	\$1.368.048
Impuestos	\$451.455,8	\$451.455,8	\$451.455,8	\$451.455,8	\$451.455,8	\$451.455,8
Utilidad Neta	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16	\$916.592,16

VPN:

Tipo	Inversión
Inf Mes	\$ -275.653,12
Periodos	3
Tasa	5,27%
Tipo	Utilidad
Inf Mes	\$ 182.642,96
Periodos	5
Tasa	5,27%
Tipo	Utilidad
Inf Mes	\$ 930.889,41
Periodos	4
Tasa	5,27%
Tipo	Utilidad
Inf Mes	\$ 916.592,16
Periodos	24
Tasa	5,27%

Inversión a periodo de inicio (1)	\$ -746.890,07
Inversión Presente	\$ -1.149.930,36

Inversión a periodo de inicio (3)	\$ 784.881,22
Inversión Presente	\$ 672.806,33

Utilidad a periodo de inicio (8)	\$ 3.280.289,78
Inversión Presente	\$ 2.175.079,96

Utilidad a periodo de inicio (12)	\$ 12.322.096,41
Inversión Presente	\$ 6.653.177,76

VPN	\$ 8.351.133,70
------------	------------------------

TIR	22,61%
------------	---------------

13.3. Análisis

Se puede observar que con el proyecto no se van a generar, pérdidas teniendo en cuenta los valores de los indicadores obtenidos, ya que incluso en el escenario pesimista, se presentan valores positivos. Esto gracias a que la propuesta no está basada en grandes adquisiciones, sino en la creación de una nueva metodología dentro de la Empresa, para lo que se requiere esfuerzo, continuidad, seguimiento y en general, cambios en la cultura de la misma.

En el peor de los casos, en donde la TIR es la menor, se podría llegar a pensar en invertir el dinero en otras opciones pero que de pronto generan mayor riesgo, aunque aun así, si bajo este escenario se implementa el proyecto, se obtendrá rendimiento.

14. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN

MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN LEAN MANUFACTURING *TORRE BLANCA AGENCIA GRÁFICA*

(Fortuny-Santos, Cuatrecasas Arbós, Cuatrecasas Castellsaques, & Olivella-Nadal, 2008)

TABLA DE CONTENIDO

Lean Manufacturing: Marco Conceptual

Herramientas Lean Manufacturing

Objetivos de la implementación

Diseño General de la Propuesta

Fases de implementación

ETAPA 1: Adopción del paradigma Lean

ETAPA 2: Observación del Proceso

ETAPA 3: Diseño e implementación de mejoras

b. Takt Time

c. Células de Trabajo

d. 5 s

e. SMED

Indicadores

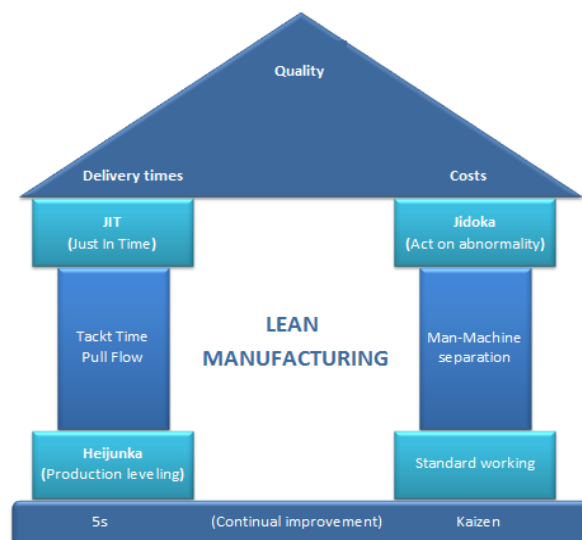
LEAN MANUFACTURING: MARCO CONCEPTUAL

Esta filosofía consiste en hacer más con menos recursos de tiempo, espacio, esfuerzos humanos, maquinaria, materiales; pero sin descuidar cada una de las necesidades y requerimientos del cliente. Baza todo su valor en el uso de herramientas que estructuran esta metodología generando un el mayor nivel de competitividad en el mercado, se incrementándola día a día y en donde el único camino para obtener y aumentar las ganancias es eliminando desperdicios en sus procesos y así, reduciendo costos (Villaseñor & Edber, 2007).



HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING

Para entender más fácilmente las herramientas que utiliza la filosofía y el papel que juegan dentro de la misma, se presenta la siguiente gráfica:



OBJETIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Eliminar las actividades que no aportan valor añadido.

- No producir cantidades superiores a las establecidas.
- Eliminar la acumulación de inventarios:
 - Cumplir con los lotes de transferencia determinados.
 - Sincronizar las operaciones del proceso.
 - Reducir esperas: inventarios en proceso, personas y/o equipos.
 - Eliminar los transportes de materiales generados por la mala distribución de planta y de la utilización de lotes de transferencia inadecuados.
- Reducir los rechazos de producto.
- Mejorar y balancear las operaciones desbalanceadas con el Takt Time.
- Balancear las tareas entre el personal.

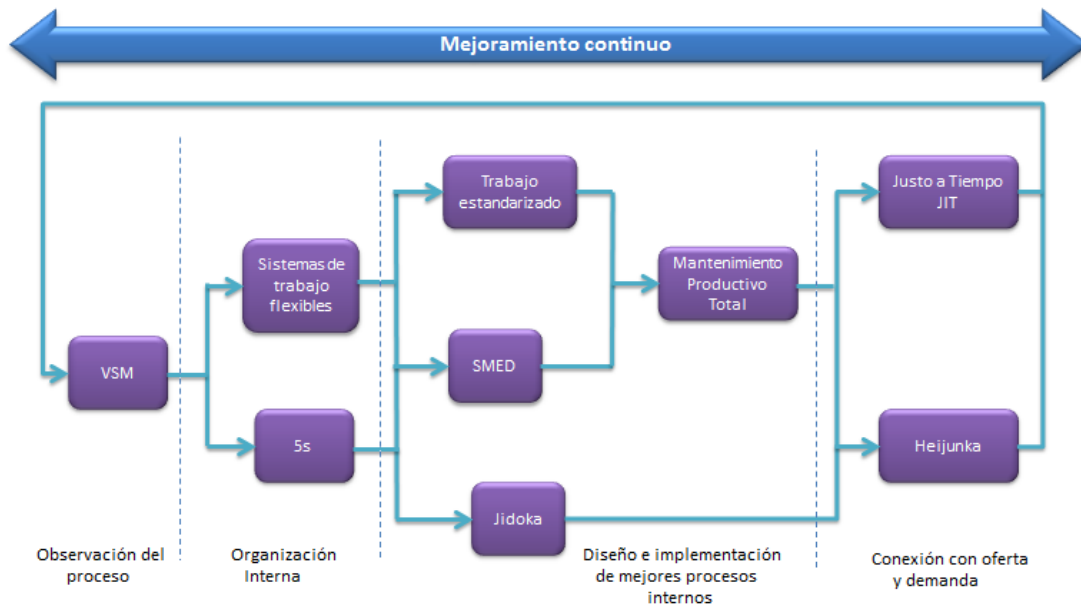
Eliminar o disminuir los 7 desperdicios categorizados por Lean Manufacturing

- | | |
|--------------------|------------------------------|
| ▪ Sobreproducción | ▪ Movimientos |
| ▪ Tiempo de espera | ▪ Defectos |
| ▪ Transporte | ▪ Horas hombre subutilizadas |
| ▪ Inventario | |

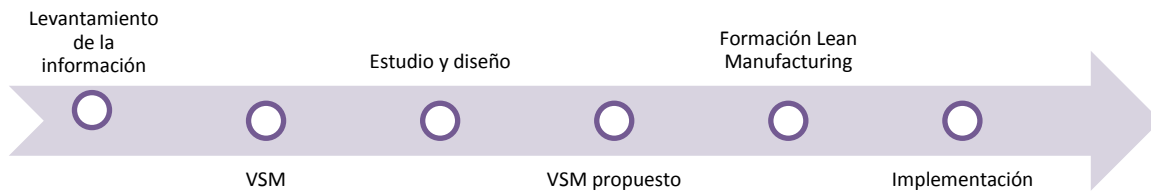
DISEÑO GENERAL DE LA PROPUESTA

Para la implementación de esta metodología se deben manejar etapas generales que vayan preparando progresivamente a la empresa para ir avanzando en el proceso de implementación, sin saltarse etapas y que posteriormente las siguientes herramientas no funcionen.

A continuación se presenta una estructura general de estas etapas y como se observa, todo está enmarcado dentro de un mejoramiento continuo, porque una vez alcanzada alguna de las etapas, no se puede olvidar, sino que se tiene que seguir trabajando sobre esta, como se dijo inicialmente buscando la perfección.



Con este objetivo, el presente proyecto trabajó desde el levantamiento de la información hasta esta propuesta de implementación:



Levantamiento de la información	<ul style="list-style-type: none"> - Muestreo del trabajo - Tiempos estándar de operación - Establecimiento de tiempos de alistamiento - Diseño de planta general de la empresa
VSM	<ul style="list-style-type: none"> - Descripción de las operaciones - Planteamiento del funcionamiento general de la empresa - Tiempo de valor agregado y tiempos de espera
Estudio y diseño	<ul style="list-style-type: none"> - Takt time - Balanceo del personal - Células de trabajo - 5s - SMED - VSC
VSM propuesto	<ul style="list-style-type: none"> - Ilustración de mejoras planteadas - Mejoramiento de indicadores
Formación en Lean Manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación del proyecto - Información general de la filosofía - Presentación de herramientas - Talleres de afianzamiento de conocimiento

Implementación	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades de implementación - Apoyo a la dirección en jornadas de implementación
-----------------------	---

FASES DE IMPLEMENTACIÓN

La principal idea que se debe manejar para lograr la implementación de Lean Manufacturing es la gestión del conocimiento que debe generarse al respecto: toda la organización habrá de estar enterada de cada una de las acciones, decisiones y medidas que se lleven a cabo, de forma tal que todos los empleados, sin importar el cargo que tengan se sientan involucrados en el proceso tanto de implementación, como de mejora del mismo.

Para facilitar lo anterior, es importante encontrar una persona líder que pueda servir como puente de comunicación continua entre la dirección y los demás empleados, que en caso de rechazo de alguna implementación, sea esta quien sea capaz de hacerles ver la importancia y la necesidad de avanzar con el proceso. Se propone como candidata principal a la persona encargada del corte, quien indirectamente, es la Jefe de Producción, así que tiene una muy buena relación con sus compañeros y con la Dirección.

Teniendo en cuenta el flujo de la implementación presentado anteriormente, a continuación se presentan las actividades relacionadas a cada una de las etapas:

ETAPA 1: Adopción del paradigma Lean

Actividad	Descripción	Responsables
Presentación de Lean Manufacturing (Dirección)	Reunión con la Dirección para la presentación de la filosofía, sus herramientas, los beneficios y la importancia de la misma.	Equipo de trabajo
Establecimiento de la necesidad	Reunión general para planteamiento, establecimiento y comprensión de la necesidad.	Dirección Equipo de trabajo
Presentación de Lean (General)	Presentación dinámica preparada especialmente para los empleados (teniendo en cuenta su nivel educativo) de la filosofía y descripción general de las herramientas en las que se basa.	Equipo de trabajo

Duración: 2 semanas

ETAPA 2: Observación del Proceso

Actividad	Descripción	Responsables
Presentación VSM actual	Reunión general de presentación del mapa: ilustrando cómo es el funcionamiento actual de la empresa, los indicadores de tiempos que se obtuvieron y los puntos críticos en donde se trabajó en el proyecto.	Dirección Equipo de trabajo

Señalización de puntos críticos	Hacer visibles las falencias que se están presentando en cada punto crítico establecido.	Equipo de trabajo
Recepción de sugerencias	Con base en la observación de los puntos críticos, comunicar a la Dirección o al líder seleccionado las posibles mejoras, con el fin de recibirlas y tenerlas en cuenta para el mejoramiento continuo a trabajar sobre la propuesta presentada	Empleados Dirección

Duración: 1 mes

ETAPA 3: Diseño e implementación de mejoras

Para atacar cada uno de los puntos críticos encontrados, se generaron diferentes herramientas que los atacan desde diferentes perspectivas. La explicación detallada de sus características, funcionamiento y beneficios se presenta en los demás capítulos del presente proyecto; en cuanto a su implementación a continuación se describen las actividades a ejecutar:

a. Takt Time

Actividad	Descripción	Responsables
Comparación situación actual vs propuesta	Reunión general para enseñar la gráfica de las operaciones desbalanceadas y de la carga de actividades de cada persona, también desbalanceada para poder explicar los cambios en las funciones de los operarios reasignados de manera totalmente justificada.	Equipo de trabajo
Reasignación de labores	Definir claramente las nuevas funciones que debe ejecutar cada uno de los empleados.	Dirección Equipo de trabajo
Consenso de funciones con empleados	Presentación de las funciones establecidas a cada uno de los empleados para explicarles los cambios y recibir sus sugerencias.	Dirección
Entrega oficial de nuevas funciones	Entrega de documento explicativo de funciones asignadas para su firma e inicio de funcionamiento de la mano con las células de trabajo.	Dirección

Duración: 2 semanas

b. Células de Trabajo

Actividad	Descripción	Responsables
Presentación del concepto	Reunión general para la presentación del concepto de trabajo por células.	Equipo de trabajo
Recepción de sugerencias	Recibir sugerencias o comentarios en cuanto a la nueva metodología de trabajo que permitan implementarla más fácilmente o apoyen el mejoramiento continuo del método	Empleados Dirección
Explicación específica	Reunión con los empleados involucrados en cada	Equipo de

del funcionamiento	una de las células con el fin de explicar el detalle de funcionamiento de su célula.	trabajo
Redistribución de los puestos de trabajo	Reorganización de los puestos de trabajo tal como se presenta en la propuesta del proyecto.	Dirección Empleados
Identificación de las células	Demarcar cada una de las células, para identificar fácilmente cuáles son y desde dónde hasta dónde van, así como el espacio para sus inventarios por cambio de unidades.	Dirección Empleados

Duración: 2 meses

c. 5 s

Para la implementación de esta filosofía se diseñó un manual específico, ya que esta no es una actividad específica en un momento del tiempo, sino que es una cultura de trabajo que afecta al producto, a las personas y a los procesos desde diferentes ámbitos.

Inicialmente la empresa contará con el apoyo del equipo de trabajo, para realizar las primeras jornadas, observar y medir los primeros avances que se generen. Una vez alcanzado este nivel, la dirección ya habrá debido empoderar a sus empleados para que todas las personas que integran la empresa sean agentes de cambio que faciliten la implementación y la utilización cotidiana de la herramienta.

Duración: 6 meses

d. SMED

Lo que se espera con la implantación es disminuir los tiempos de alistamiento y mejorar la calidad del mismo, generando así, una disminución del porcentaje de rechazo de cada operación a la que esta metodología afecta. Su implementación se describe a detalle en el presente proyecto, con las actividades a realizar, las herramientas a utilizar y los resultados que se esperan obtener.

En general, la metodología también será presentada a los operarios involucrados por parte del equipo de trabajo y se hará un acompañamiento en la parte inicial de la implementación y se deja como guía de continuación la explicación realizada en el trabajo.

Duración: 3 meses

Control de Gestión

Con el fin de dar continuidad a las tareas iniciadas, se deben generar actividades de control que permitan mantener la disciplina generada y continuar mejorando las implementaciones que se van alcanzando.

La principal acción de monitoreo de las implementaciones se basa en el diligenciamiento y análisis la siguiente evaluación de cada una de las herramientas, en diferentes periodos para poder analizar su avance en el tiempo.

EVALUACIÓN PERIÓDICA DE IMPLANTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING

HERRAMIENTA	NIVELES				Calificación			
	1	2	3	4	P1	P2	P3	P4
VSM	No Existe	Se conoce lo que es el mapa de valor del proceso	Se mapea el proceso y se elabora mapa futuro	Se implementa mapa futuro dentro de la organización				
Visualización	No existen indicadores visuales, los problemas no se detectan	Se cuenta con indicadores por área no visuales, como: inventario en proceso, % rechazo, producción diaria...	Hay indicadores visuales y se aplican en todas las áreas	Existen indicadores visuales y estandarizados para todas las áreas				
Células de trabajo	Trabajo por medio de lotes en piso	Producción en operaciones solitarias	Producción en línea con inventario en proceso	Manufactura celular con flujo de una sola pieza				
Takt Time	Ritmo de la producción desconocido	Conocido pero no alcanzado	Trabajo hecho al Takt Time	Takt Time evaluado cada cambio de orden				
Pull	Producción en sistema push	Sistema pull sólo en algunas operaciones	Sistema pull en la línea de producción	Producción de acuerdo con la demanda del cliente				
Desperdicios	El desperdicio es excesivo en todas las áreas de la planta	El desperdicio es poco comentado y se limita a ser tratado como proyecto de gran escala	Existen sistemas que permiten a los trabajadores reducir los desperdicios	Su eliminación es una rutina normal y los niveles son bajos				
Kaizen	La mejora continua ocurre en la Dirección, sólo para proyectos de gran escala	La Dirección se dedica al tipo de progreso que da la mejora continua	Existe la mejora continua pero el cambio es responsabilidad de un departamento	Se considera al Kaizen parte del trabajo y se lleva a cabo por todos los empleados				
SMED	Más de 120 minutos	Entre 120 y 90	Entre 90 y 60	Dentro del Takt Time				

HERRAMIENTA	NIVELES				Calificación			
	1	2	3	4	P1	P2	P3	P4
Kanban	La producción es controlada con base en push	El sistema de kanban se trata de implementar	Los sistemas de kanban funcionan en piso, con pocas interrupciones	Se maneja kanban con alta disciplina, la demanda se cumple semanalmente con mínimos de inventario				
Desarrollo de proveedores	No se tienen indicadores para medir su desempeño	Se mide el nivel de calidad, las entregas a tiempo, etc.	Se trabaja con ellos y se les ayuda a disminuir los desperdicios	Los proveedores surten a la compañía con excelente calidad al menos una vez al día				

14.1. Indicadores

CUMPLIMIENTO DE PROGRAMACIÓN DIARIA ASIGNADA		
AÑO	MES EDICIÓN	CARGO RESPONSABLE DE MEDICIÓN
2013	Abril	Delegado por área
ÁREA:	Cada una de la empresa	
OBJETIVO:	Medir y controlar el cumplimiento de la programación diaria asignada a cada uno de los operarios.	
META:	100%	
TIPO DE INDICADOR:	Rendimiento	
¿Qué mide?	El cumplimiento de las órdenes de producción asignadas por día	
Frecuencia de medición:	Diaria	
Fuente de datos:	Reporte de cumplimiento por persona	
$\frac{\text{Producción/día}}{\text{Producción programada/día}} * 100$		

Tabla 41. Indicador: Cumplimiento de programación asignada

NIVEL DE INVENTARIO EN PROCESO		
AÑO	MES EDICIÓN	CARGO RESPONSABLE DE MEDICIÓN
2013	Abril	Delegado por área
ÁREA:	Cada una de la empresa	
OBJETIVO:	Medir y controlar el nivel de inventarios por orden de trabajo con el fin de disminuirlos apoyado en la implementación de las mejoras	
META:	0%	
TIPO DE INDICADOR:	Eficiencia	
¿Qué mide?	El nivel de inventario con el que cuenta cada operación por cada orden que trabaja	
Frecuencia de medición:	Diaria, al final del día	
Fuente de datos:	Medición física del inventario en proceso	
$\frac{\text{Cantidad de unidades en inventario}}{\text{Cantidad total en orden de trabajo}} * 100$		

Tabla 42. Indicador: Nivel de inventario en proceso

AVANCE EN IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTA		
AÑO	MES EDICIÓN	CARGO RESPONSABLE DE MEDICIÓN
2013	Abril	Subgerente
ÁREA:	Gerencia	
OBJETIVO:	Medir el avance presentado en el proceso de implementación de la propuesta presentada con el fin de revisar los retrasos y tomar acciones al respecto.	
META:	100%	
TIPO DE INDICADOR:	Gestión	
¿Qué mide?	El avance alcanzado en la implementación de cada una las herramientas	
Frecuencia de medición:	Quincenalmente	
Fuente de datos:	Evaluación periódica de implantación de las herramientas de Lean Manufacturing	
Por herramienta: $\frac{(\text{Calificación}_{\text{periodo } i} - \text{Calificación}_{\text{periodo } i-1})}{\text{Calificación}_{\text{periodo } i}} * 100$		

Tabla 43. Indicador: Avance en implementación de propuesta

ENTREGAS A TIEMPO		
AÑO	MES EDICIÓN	CARGO RESPONSABLE DE MEDICIÓN
2013	Abril	Subgerencia
ÁREA:		Despachos
OBJETIVO:		Medir el porcentaje de pedidos que se entregan antes o exactamente en la fecha estipulada con el cliente
META:		100%
TIPO DE INDICADOR:		Eficiencia
¿Qué mide?		La proporción de pedidos que son entregados a tiempo (antes o exactamente en la fecha estipulada con el cliente)
Frecuencia de medición:		Semanal
Fuente de datos:		Base de datos Demanda
$\frac{\text{Cantidad de pedidos entregados a tiempo}}{\text{Cantidad total de pedidos de la semana}} * 100$		



Tabla 44. Indicador: Entregas a tiempo

15. CONCLUSIONES

- La propuesta presentada se enfocó en la disminución de los desperdicios, representados en la empresa, en gran proporción, por los inventarios de productos en proceso. Estos, además de generar costos, ocasionan un gran desorden en la empresa truncando el flujo normal de las personas y el producto, lo que conllevaba a la generación de otros de los desperdicios de Lean Manufacturing, como horas hombre subutilizadas, movimientos innecesarios, transportes, etc.
- Al aplicar la herramienta de balanceo de Takt Time, tanto para las operaciones como para los operarios, se crea en la empresa la capacidad de cumplir con la demanda semanal, ya que tal estándar cuenta con la demanda como parámetro, de modo que logra establecer que el ritmo de producción sea el mismo de la demanda.
- El VSM permite observar la globalidad del proceso, conociendo las operaciones a detalle y cómo es el flujo del proceso general, lo que facilitó el entendimiento del proceso para la elaboración del presente trabajo y, a su vez, queda como herramienta de análisis de la empresa para seguir trabajando sobre este, siempre persiguiendo el mejoramiento continuo.
- Los procesos con los que funciona la empresa *Torre Blanca Agencia Gráfica* permiten y requieren la aplicación permanente de técnicas y metodologías que permitan su mejoramiento, para poder ajustarse a los estándares del mercado, la competencia y particularmente de los clientes.
- La filosofía de 5s nunca debe ser entendida en el sentido básico que comúnmente se maneja, el cual se queda en el concepto básico de limpieza y orden, sino que estos deben trascender a todo el proceso para contar con flujos 'limpios' y 'organizados', es decir, sin actividades que no generen valor agregado.
- Para retener a los clientes y afianzar su lealtad es fundamental el cumplimiento de los compromisos establecidos con ellos, no sólo en cuanto a la calidad del producto que le es entregado, sino en cuanto a cumplimiento y oportunidad en la entrega previamente acordada, de modo que con las herramientas aquí planteadas, *Torre Blanca Agencia Gráfica* tiene la oportunidad de conocer mejor y tener conciencia de su funcionamiento, sus debilidades y fortalezas para hacer pactos que esté en la total capacidad de cumplir a los clientes.
- Aunque la implementación final de SMED consiste en alcanzar un alistamiento de menos de 10 minutos, la empresa *Torre Blanca Agencia Gráfica* debe iniciar su camino hacia este objetivo con las propuestas aquí presentadas, para ir disminuyendo cada vez más los tiempos de alistamiento que son tan representativos para la empresa y que no están generando valor agregado para el producto final.

- Los beneficios de llegar a implantar propuestas de mejora de este tipo, no son únicamente cuantitativos como se presentó a lo largo del presente proyecto, sino que también producen resultados cualitativos que favorecen la situación general de la empresa, en cuando a ambiente laboral y todo lo que esto implica con los empleados: mejores relaciones con la Gerencia y entre ellos, empoderamiento, cultura de mejoramiento, etc.
- La herramienta utilizada para cuantificar económicamente los beneficios obtenidos con las mejoras propuestas fue el VSC, metodología que centra su atención en los recursos utilizados a lo largo de la cadena de valor y funciona gracias al costeo ABC, de modo que se hizo posible conocer los costos relacionados a cada operación y los drivers que los generaban.
- Con la nueva metodología de células de trabajo se pudieron atacar varios focos de desperdicios, tales como los inventarios y los transportes generados por las distancias que se deben recorrer, así como la eliminación de la posibilidad de cambio de la programación inicial de la producción que era uno de los principales generadores de inventarios de producto en proceso.
- Por medio de la creación de dos modelos de simulación basados en los VSM actual y propuesto, se pudieron conocer otro tipo de beneficios que traen las mejoras propuestas que no fueron evidentes en los mapas realizados, tales como el porcentaje de tiempos de inactividad de los operarios, el porcentaje de tiempo que pasan transportando elementos, el inventario promedio del proceso, etc.
- A través de una propuesta de la metodología de implementación la empresa puede implementar, dar continuidad y controlar las etapas y cada una de las actividades para alcanzar por completo la filosofía de Lean manufacturing.

16. RECOMENDACIONES

Planeación y programación de los trabajos

MP

Mejoramiento continuo

17. BIBLIOGRAFÍA

1. Abuthakeer, S., Mohanram, P., & Mohan Kumar, G. (Diciembre de 2010). Activity Based Costing Value Stream Mapping. *Lean Thinking*, págs. 51-64.
2. Cantillo, D. C. (17 de Julio de 2011). Un país de pymes. *El Espectador*.
3. Coca, E. (Julio de 2011). *TORRE BLANCA*. (S. Acuña, Editor) Recuperado el 20 de Agosto de 2012, de <http://torreblanca.com.co/>
4. Feld, W. (2001). *Lean Manufacturing Tools, techniques and how to use them*. Estados Unidos: CRC Press.
5. FENALCO Antioquia. (Septiembre de 2011). *Boletín Económico Sectorial*. Recuperado el 3 de Agosto de 2012, de FENALCO Antioquia:
http://www.fenalcoantioquia.com/res/itemsTexto/recursos/boletin_sectorial_7_comunicacion_grafica.pdf
6. Fortuny-Santos, J., Cuatrecasas Arbós, L., Cuatrecasas Castellsaques, O., & Olivella-Nadal, J. (3 de Julio de 2008). Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales. *UNIVERSIA Business Review*, 28 - 41.
7. García, E. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. México: Pearson Educación.
8. García, O. (2009). *Administración Financiera, Fundamentos y Aplicaciones*. (4ª ed.). Prensa Moderna Impresores S.A.
9. Makell, B., Baggaley, B., & Grasso, L. (2011). *Practical Lean Accounting*. Boca Raton, Florida, Estados Unidos: CRC Press.
10. Miller, J. (27 de Septiembre de 2008). *Gemba Panta Rei Kaizen Institute*. Recuperado el 1 de Octubre de 2012, de
http://www.gembapantarei.com/2008/09/the_3_mu_of_lean_design.html
11. Nahmias, S. (2010). *Production and Operations Analysis*. Estados Unidos: McGraw Hill.
12. Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial. Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo* (12a ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
13. Parkland College. (2008). *Parkland College*. Recuperado el 5 de Abril de 2013, de
www2.parkland.edu/business/training/documents/RLM5SAudit.xls+&cd=11&hl=es-419&ct=clnk&gl=co

14. Pereira, R. (24 de Febrero de 2008). *LSS Academy*. Recuperado el 2 de Marzo de 2013, de Lean Six Sigma Academy: <http://lssacademy.com/2008/02/24/lets-create-a-current-state-value-stream-map/>
15. Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see*. Cambridge, Massachusetts, U.S.A.: One Cambridge Center.
16. Ruiz, P., & Díaz, P. (2006). El Value Stream Costing (VSC). *X Congreso de Ingeniería de Organización*, (pág. 10). Valencia.
17. Silva, J. (jul-dic de 2003). Manufactura Esbelta: nueva alternativa de mejoramiento de procesos de producción con conocidas herramientas de ingeniería industrial. *Colombia Ingeniería Y Universidad*, 7(2), 10.
18. Simchi-Levi, D., & Kaminsky, P. (2003). *Designing & Managing the Supply Chain*. New York, Estados Unidos: McGraw Hill.
19. Strothmann, D. (2008). *SAP*. Recuperado el 23 de Marzo de 2013, de www.sap.com/us/sapphire
20. Tapping, D. (2003). *VSM Value Stream Management for the lean office*. New York, Estados Unidos: Productivity Press.
21. Universidad Autónoma del Noreste. (Octubre de 2005). *GestioPolis*. Recuperado el 5 de Abril de 2013, de <http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/cincos.htm#mas-autor>
22. Villaseñor, A., & Edber, G. (2007). *Manual de Lean Manufacturing - Guía Básica*. Monterrey, México: LIMUSA.
23. Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: Mc Graw Hill.
24. Parkland College. (2008). Parkland College. Recuperado el 5 de Abril de 2013, de www2.parkland.edu/businesstraining/documents/RLM5SAudit.xls+&cd=11&hl=es-419&ct=clnk&gl=co
25. Universidad Autónoma del Noreste. (Octubre de 2005). *GestioPolis*. Recuperado el 5 de Abril de 2013, de <http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/cincos.htm#mas-autor>