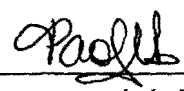
Universidad de Costa Rica
Sede Rodrigo Facio
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial
Proyecto de Graduación

Reingeniería de la gestión de operaciones del Departamento de Producción de una empresa litográfica nacional

José Fallas Leiva
Carlos Gadea Valle
Gabriel Gómez Aguilar

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería Industrial

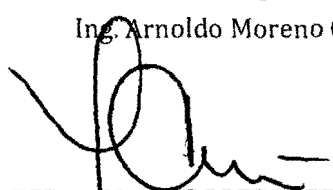
Agosto 2013



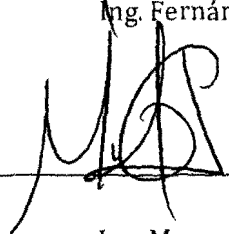
Representante de la Dirección
Ing. Paola Gamboa Hernández

Director del Comité Asesor
Dr. Zillyham Rojas Jiménez, PhD, MPS, Ing. Industrial

Asesor Técnico
Ing. Arnoldo Moreno Chartier



Profesor Invitado
Ing. Fernán Cañas Coto, MII



Profesor Lector
Ing. Marco González Víquez

Resumen Gerencial

El presente proyecto de graduación se desarrolla en una litografía nacional, dedicada a la producción de diferentes productos tales como cajas plegadizas, etiquetas, posavasos y otros. Se inicia con un estudio preliminar al diagnóstico en el cual se busca plantear el problema y justificación principal para realizarlo. A partir de esta etapa se obtiene que la capacidad de respuesta de la empresa ante los requerimientos del mercado se ve reducida debido a la deficiente gestión de operaciones, la cual compromete la competitividad y permanencia en el mercado. Lo anterior se justifica debido a los siguientes hallazgos:

- Por medio de una encuesta al cliente diseñada, desarrollada y aplicada por la misma litografía, se demostró que los elementos más importantes para los clientes a la hora de realizar su compra corresponden a: calidad en el producto, precio de venta, cotización rápida y tiempo de entrega. Según la opinión de los clientes, actualmente la calidad no es un problema dentro de la organización. Sin embargo señalan que el precio de venta, así como el tiempo de respuesta para elaborar el producto, sí se han visto afectados.
- Basado en los datos recolectados por la empresa en sus sistemas de información, el porcentaje del tiempo de alisto en el área de impresión y otros tiempos improductivos de una orden, ronda el 70%, lo cual incrementa los costos de fabricación del producto y disminuye la utilización de las prensas creando una limitación a los recursos.
- Según el estudio de mercado realizado, la compañía se encuentra situada como una de las menos competitivas en términos de tiempo respuesta y precio de venta.

Ante estas circunstancias, los estados financieros de la empresa han reflejado una reducción en los niveles de ventas y utilidades hasta el punto que, desde mayo 2012 hasta julio 2012, la organización reporta pérdidas en los estados de resultados.

Por lo tanto se plantea como objetivo general realizar un rediseño total de la gestión de operaciones del Departamento de Producción, para que de esta forma, las prácticas de manufactura se integren con la estrategia del negocio con el fin de aumentar la competitividad de la organización.

Seguidamente se presenta la etapa de diagnóstico de la empresa. Debido a la naturaleza de la empresa de alta variedad de productos (alto *mix*) y bajo volumen, se desenvuelve en un ambiente de alta incertidumbre y por lo tanto los problemas de flexibilidad y capacidad de respuesta detectados afectan a la empresa en la pérdida de competitividad en el mercado.

La etapa de diagnóstico se realizó en diferentes fases, iniciando con una etapa de acercamiento y conocimiento de la empresa con un trabajo de campo. Posteriormente se procede a realizar un período de análisis de desperdicios. En dicho análisis se detectan los principales puntos que afectan el buen funcionamiento y flexibilidad de la empresa. Para dicho estudio se divide a la empresa en tres grandes sectores a mencionar: 1) ventas y cotizaciones, 2) programación de la producción y 3) prensas.

Se obtiene que las principales causas que se deben atacar son la falta de planificación en la gestión de compras, la deficiente comunicación interdepartamental, la carencia de flexibilidad en prensas y la

ausencia de estandarización en la programación de los recursos, tanto por parte de los autores de este proyecto como por los involucrados en la empresa.

Posteriormente se realiza un diseño con propuestas que vienen a atacar las causas mencionadas. Las principales propuestas corresponden a un rediseño del área de impresión, ya que actualmente cada una de las tres prensas imprimen por separado, y se propone el cambio a una línea donde una de las máquinas alimenta a otra, y así mantener una mayor flexibilidad en esta área. También se realiza un rediseño en el área de programación de la producción donde se establece un nuevo mecanismo para poder secuenciar las órdenes y así aprovechar los colores en común que presentan algunas órdenes entre ellas. Lo anterior enfocado en una estandarización en esta área y disminuir los tiempos de alisto en el área de impresión.

Además se realizó una evaluación de diferentes herramientas y debido a la necesidad de disminuir los tiempos de alisto se procede a aplicar la técnica SMED para el área de impresión. Con lo anterior se logró eliminar una serie de trabajos que no son necesarios de realizar o bien que se pueden realizar de manera más rápida.

Por otra parte se plantea crear un sistema de control visual en el área de planta, con el fin de permitir al personal conocer la carga de trabajo en cada una de las áreas, así como saber la ubicación de cada una de las órdenes en producción. Esta propuesta va enfocada en la mejora de la comunicación interdepartamental en la empresa. También se establece una metodología de evaluación y búsqueda de proveedores que ayuda al departamento de compras, así como a cotizaciones para evitar la duplicidad de labores y agilizar el tiempo que la orden pasa en cuestiones administrativas.

Por último se procede a evaluar los principales logros de las herramientas propuestas. Se procede a realizar una simulación, así como plan piloto y evaluación económica en diferentes puntos. Los aspectos que se evalúan son el secuenciamiento, la redistribución del área de prensas y la técnica SMED.

Con respecto al secuenciamiento y reestructuración del área de prensas, se obtiene:

- Las propuestas fueron evaluadas cualitativamente con encuestas a los encargados de la programación de la producción, y mostraron resultados positivos acerca de su funcionalidad.
- El porcentaje de preparación simulado (25%) supera al mínimo demostrado por la organización durante los primeros seis meses del 2013 (50,05%), mientras que el porcentaje de utilización simulado (75%) supera al máximo demostrado por la organización durante los primeros seis meses del 2013 (49,95%).
- La inversión requerida para poder realizar los cambios es de 140 000 colones y existe un riesgo asociado que ronda los 4 millones de colones.
- Con nivel de confianza del 68,4%, se puede aproximar que el ahorro anual por la reducción en el tiempo de alisto que genera la propuesta puede tener un impacto que va desde los 7 hasta los 63 millones de colones anuales. Del mismo modo, se puede aproximar que las utilidades potenciales pueden rondar entre los 2 y los 42 millones de colones anuales siempre y cuando existan ventas que permitan aprovechar el tiempo de las máquinas.
- Con este rango, se tiene que la razón de riesgo puede llegar a ser de 0,65 para el pesimista (2,7 millones) y de 10 para el optimista (42 millones).

Con respecto a la técnica SMED, los resultados son:

- Las propuestas finales sí son aplicables físicamente a las máquinas que se tienen actualmente.
- Se alcanza un ahorro del 40,50% del tiempo de alisto promedio, lo cual se traduce a potenciales ahorros de hasta un 34,92% del tiempo total de procesamiento.
- La inversión requerida es de 5 383 454,20 colones.
- Con nivel de confianza del 68,4%, se puede aproximar que el ahorro anual por la reducción en el tiempo de alisto que genera la propuesta puede tener un impacto que va desde los 4 hasta los 41 millones de colones anuales. Del mismo modo, se puede aproximar que las utilidades potenciales pueden rondar entre los 5 y los 84 millones de colones anuales siempre y cuando existan ventas que permitan aprovechar el tiempo de las máquinas.

Por lo tanto se demuestra que utilizando la flexibilidad para integrar las buenas prácticas de manufactura con la estrategia de negocio de la empresa utilizando únicamente los recursos actuales, se fortalece la habilidad para adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno y las necesidades del proceso y de los clientes con lo cual se aumenta la competitividad de la organización.

Índice

INTRODUCCIÓN **18**

CAPÍTULO 1: PROPUESTA DE PROYECTO **19**

Descripción de la organización **19**

Alcance del proyecto **19**

Problema **19**

Justificación del problema **19**

Beneficios teórico prácticos asociados al proyecto **22**
Beneficios para la sociedad 22
Beneficios para la empresa 22

Objetivo general del proyecto **22**

Indicadores de éxito **22**

Limitaciones **23**

Marco de teórico de referencia **23**
Naturaleza de la empresa 23
Principales conceptos de manufactura 26
Otros conceptos y herramientas 29

Metodología general **31**

Cronograma **33**

CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO **34**

Objetivo general de diagnóstico **34**

Objetivos específicos de diagnóstico **34**

Metodología de diagnóstico **34**

Etapa I: Evaluación del flujo del proceso productivo **36**
Caracterización de la naturaleza de la empresa 36
Descripción de relaciones interdepartamentales 36
Mix de producción 37

Demanda por recurso o área 38
Volúmenes de producción 39
Comportamiento de los porcentajes de aumento 41
Determinación de los factores que afectan el flujo del proceso 44
Mapa del Flujo de Valor (Actividades administrativas - Producción) 45
Análisis de desperdicios en las áreas de la Litografía 47
Fijación de causas de los desperdicios 73

Etapa II: Priorización de las causas que generan la deficiente gestión de operaciones en la Litografía 74
Árbol de Realidad Actual 74
Matriz Klee 76
Oportunidades de mejora 76

Conclusiones de diagnóstico 77

Recomendaciones de diagnóstico 78

CAPÍTULO 3: DISEÑO 79

Introducción 79

Objetivo general de diseño 79

Objetivos específicos de diseño 79

Metodología de diseño 79

Desarrollo de Diseño 80

Etapa I: Aumentar la flexibilidad del área de prensas mediante la reducción de los tiempos de alisto que actualmente presentan las órdenes 81
Desarrollo de la técnica SMED 82
Caracterización del proceso de alisto actual 82
Diagrama de recorrido 84
Diagrama causa – efecto 86
Aplicación de SMED 86
Cuantificación estimada de las mejoras 91
Replanteo de la programación de las órdenes 92
Ingreso al recurso máquina virtual 94
Asignación de fechas de entrega 94
Acumulación de órdenes 95
Verificación de disponibilidad 96
Algoritmo de secuenciamiento de las órdenes 96
Posibles escenarios del secuenciamiento según forma de realizar impresión 98
Reestructuración de las funciones de involucrados en el proceso pre-impresión 99
Listado de actividades por día 100
Diagrama general – rediseño del proceso pre-impresión 100

Reestructuración del área de impresión 101

Etapa II: Rediseñar las actividades de búsqueda de materiales para agilizar los procesos internos disminuyendo tiempos de espera y variaciones en costos 104
Sistema de apoyo a la búsqueda de materiales 104
Evaluación de proveedores 107

Etapa III: Desarrollar un sistema de control visual para mejorar el flujo operativo dentro del área de producción 109
Alimentación de las prensas 109
Salidas de las prensas 113
Trazabilidad de las órdenes 114

Conclusiones de diseño 115

Recomendaciones de diseño 116

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN 118

Introducción 118

Objetivo general de validación 118

Objetivos específicos de validación 118

Metodología de validación 118

Desarrollo de Validación 119

Etapa I y II: Validación de algoritmo de secuenciamiento y organización del área de prensas 121
Capacitación al personal 121
Evaluación de Capacitación 122
Procedimiento para la programación de la producción 122
Análisis de datos (órdenes de producción) 123
Plan Piloto 125
Inversión Inicial 128
Riesgo asociado 128
Evaluación económica de los beneficios de las propuestas 129
Ahorro en salarios 129
Costo de Oportunidad 130
Análisis de sensibilidad 131

Etapa III: Cuantificar el impacto económico y funcional de las propuestas generadas a partir de la técnica SMED 132
Análisis funcional de las propuestas 133
Cuantificación del impacto de las propuestas 134
Evaluación económica de las propuestas 135

Ahorro en salarios 137
Costo de oportunidad 138
Análisis de sensibilidad 139
Software para digitalizar datos de prensas 140

Conclusiones de validación **140**

CONCLUSIONES FINALES **143**

RECOMENDACIONES FINALES **144**

LECCIONES APRENDIDAS **144**

BIBLIOGRAFÍA **146**

GLOSARIO **148**

Definiciones **148**

Abreviaturas y acrónimos **149**

ANEXOS **151**

Anexo 1 - Encuesta satisfacción del cliente **151**

Anexo 2 - *Orden de Producción* y *Orden de Corte* **153**

APÉNDICES **155**

Apéndice 1 - Descripción del proceso productivo **155**

Apéndice 2 - Análisis Inicial de la Litografía **156**

Apéndice 3 - Revisión inicial del sistema utilizado para cotizaciones **157**

Apéndice 4 - Estudio de mercado **159**

Apéndice 5 - Mapeo de la empresa **165**

Apéndice 6 - Detalle de órdenes (04-02-13 al 08-02-13) **170**

Apéndice 7 - Mapa de la cadena de valor **171**

Apéndice 8 - Matriz Klee **172**

Apéndice 9 - Caracterización del área de prensas **176**
Comportamiento del tiempo en prensas 179
Comportamientos de los tiempos de alisto 180
Comportamiento de las familias y materiales en el área de prensas 184
Comportamiento de los volúmenes para el área de prensas 188
Comportamiento de cantidad de colores para el área de prensas 189

Apéndice 10 - Resultados encuesta de evaluación de propuesta de mejora **192**

Apéndice 11 **– Procedimiento de la Programación de la producción** **194**

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Porcentajes de utilización según estado del recurso 21
Cuadro 2: Metodología general 31
Cuadro 3: Cronograma general 33
Cuadro 4. Tipos de desperdicio en los procesos 35
Cuadro 5. Metodología de Diagnóstico 35
Cuadro 6: Rutas de producción de la Litografía 37
Cuadro 7. Demanda por recurso o área 39
Cuadro 8: Estadística descriptiva - Pliegos por orden 40
Cuadro 9: Estadística descriptiva - Unidades PT por orden 41
Cuadro 10: Estadística descriptiva - Porcentajes de aumento 42
Cuadro 11. Tipos de flexibilidad 43
Cuadro 12: Estadística descriptiva - Tiempos de respuesta 45
Cuadro 13. Tiempo de respuesta de órdenes facturadas en enero según rango 45
Cuadro 14. Desperdicio por ingreso de solicitudes de cotización 48
Cuadro 15. Cuantificación del desperdicio por ingreso de solicitudes de cotización 48
Cuadro 16. Tiempo respuesta cotizaciones 48
Cuadro 17. Diferencias entre tiempo cotizado y tiempo real 50
Cuadro 18: Costos cotizados vs. costos reales para materiales (por pliego) 51
Cuadro 19. Desperdicios originados en ventas y cotizaciones 53
Cuadro 20. Desperdicio por ingreso de órdenes de producción 54
Cuadro 21. Cuantificación del desperdicio por ingreso de órdenes de producción 54
Cuadro 22. Variaciones en cantidad de operarios (Sector: Acabados Manuales) 56
Cuadro 23: Comparación de trabajo realizado por Pegadora y Acabados Manuales para una misma orden 58
Cuadro 24: Desperdicios originados en programación de la producción 61
Cuadro 25. Porcentajes según estado de máquina y orden de producción 62
Cuadro 26. Muestreo para la orden 95815 63
Cuadro 27. Relación máquina y tipo de material 63
Cuadro 28. Simbología Matriz de relaciones 65
Cuadro 29. Matriz de Relaciones 65
Cuadro 30. Control de Esperas 68
Cuadro 31. Ejemplo orden 95801 70
Cuadro 32. Porcentajes tiempo improductivo y productivo (1/3) 70
Cuadro 33. Porcentajes tiempo improductivo y productivo (2/3) 71
Cuadro 34. Porcentajes tiempo improductivo y productivo (3/3) 71
Cuadro 35. Porcentajes promedio de utilización 71
Cuadro 36: Origen de desperdicios para el área de planta 73
Cuadro 37. Causas de los desperdicios 73
Cuadro 38: Metodología de Diseño 79
Cuadro 39: Actividades del proceso de alisto y su clasificación en hoja de registro actual 83
Cuadro 40: Leyenda del diagrama de recorridos 85
Cuadro 41: Clasificación según técnicas SMED y ORE 87
Cuadro 42: Resumen de impacto de SMED 91

Cuadro 43: Estimación de los ahorros en tiempos al aplicar SMED 91
Cuadro 44. Requerimientos programación de las órdenes 93
Cuadro 45: Funciones de las áreas involucradas 99
Cuadro 46. Resumen actividad-responsable-requisito 107
Cuadro 47. Asignación de colores-máquina 110
Cuadro 48. Asignación colores-sector 110
Cuadro 49. Metodología de Validación 118
Cuadro 50. Órdenes programables al 12 de julio del 2013 123
Cuadro 51. Programación mediante el método actual 125
Cuadro 52. Comparación programación nuevo método contra método actual 126
Cuadro 53. Históricos tiempo de preparación y utilización Enero-Junio 2013 127
Cuadro 54. Resumen datos históricos 127
Cuadro 55. Inversión inicial para cada una de las máquinas (25 y 26) 128
Cuadro 56. Riesgo económico asociado (regresar máquina 26 a producción de papel) 128
Cuadro 57.Reducción en tiempos de alisto y total 129
Cuadro 58. Ahorro en salarios por propuesta 129
Cuadro 59. Reducción en tiempos de alisto y total 130
Cuadro 60. Reducción de tiempo 130
Cuadro 61. Cantidad de órdenes a procesar en tiempo disponible 131
Cuadro 62. Oportunidad de utilidades al año 131
Cuadro 63. Análisis de riesgo 131
Cuadro 64. Análisis sensibilidad por ahorro en salarios 132
Cuadro 65. Análisis sensibilidad por costo de oportunidad 132
Cuadro 66: Resumen del análisis funcional de las propuestas 134
Cuadro 67: Tiempo ahorrado en tiempo de alisto 134
Cuadro 68: Utilización alcanzada con la propuesta SMED 135
Cuadro 69: Cotización de las propuestas 136
Cuadro 70. Reducción en tiempos de alisto y total 137
Cuadro 75: Ahorro en salarios por propuesta SMED 137
Cuadro 72: Periodo de recuperación por ahorro de salarios de la propuesta 138
Cuadro 73: Tiempo ahorrado por semana con propuesta 138
Cuadro 74: Utilidades potenciales por costo de oportunidad 138
Cuadro 75: Periodo de recuperación por costo de oportunidad de la propuesta 139
Cuadro 76: Análisis de sensibilidad por ahorro en salarios 139
Cuadro 77: Análisis de sensibilidad por costo de oportunidad 140
Cuadro 78: Propuestas finales SMED 140
Cuadro 83. Situación de la empresa 156
Cuadro 84: Tiempo de respuesta de la competencia para cajas plegadizas 159
Cuadro 85: Tiempo de respuesta de la competencia para etiquetas 160
Cuadro 86: Tiempo de respuesta de la competencia para cajas corrugadas 160
Cuadro 87. Duración Máxima para conseguir materiales según tipo de trabajo 166
Cuadro 88. Listado de órdenes muestreadas 170
Cuadro 89. Duración de Actividades en la cadena del valor 171
Cuadro 90: Orígenes de desperdicio y código 172
Cuadro 91: Clasificación de miembros de la Litografía 173
Cuadro 92: Clasificación de miembros de la Litografía 2 173

Cuadro 93: Matriz Klee 175
Cuadro 94: Porcentajes priorizados por origen y sus respectivas causas 176
Cuadro 95: Cantidad de órdenes procesadas - Enero 2012 a Marzo 2013 176
Cuadro 96: Volúmenes de producción - Enero 2012 a Marzo 2013 177
Cuadro 97: Cantidad de órdenes procesadas - Agosto 2012 a Marzo 2013 178
Cuadro 98: Volúmenes de producción - Agosto 2012 a Marzo 2013 178
Cuadro 99: Estadística descriptiva para los tiempos de alisto 180
Cuadro 100: Desglose del tiempo de alisto por categorías 181
Cuadro 101. Familias producidas (Enero 2012 – Marzo 2013) 184
Cuadro 102. Cantidad de órdenes según familia 185
Cuadro 103. Materiales dominantes de las familias principales por cantidad 186
Cuadro 104. Familias dominantes según cantidad de órdenes para cada tipo de máquina 186
Cuadro 105. Volúmenes de las órdenes según familia 186
Cuadro 106. Análisis de utilidad según familia y máquina 187
Cuadro 107. Porcentaje de órdenes que incluyen CMYK u otros colores 191

Índice de Figuras

Figura 1. Descripción error Orden 95673 60
Figura 2. Ubicación troquelado-área de Secado (35 m) 66
Figura 3: Relación guillotina - área de espera para impresión 67
Figura 4. Relación acabados- bodega 68
Figura 5: Situación actual de la empresa 75
Figura 6. Resumen propuestas de Diseño 80
Figura 7: Diagrama de recorridos para el proceso de alisto de las prensas 84
Figura 8. Diagrama causa-efecto tiempos de alisto 86
Figura 9: Propuestas para reducción de tiempo de secado 90
Figura 10. Rediseño de la programación de órdenes. 93
Figura 11. Parámetros y orden de secuenciamiento 98
Figura 12. Rediseño Etapa Pre-Impresión 101
Figura 13. Sistema actual de impresión 103
Figura 14. Sistema propuesto de impresión 103
Figura 15. Metodología de apoyo a la búsqueda de materiales 105
Figura 16. Diagrama evaluación de proveedores 109
Figura 17. Etapas de control visual 109
Figura 18. Cilindros para control visual 110
Figura 19. Orden de Corte actual vs. Propuesta 111
Figura 20. Diagrama proceso colocación de cilindros 112
Figura 21. Liberación de orden propuesta 114
Figura 22. Caja propuesta 115
Figura 23: Diagrama general de la etapa de validación 120
Figura 24. Capacitaciones al personal 122
Figura 25. Semanas del 8 julio al 30 de julio del 2013 124
Figura 26. Elaboración Plan Piloto 126
Figura 27: Diagrama general del proyecto 143
Figura 28. Ejemplo Orden de Producción 153
Figura 29. Ejemplo orden de Corte 154
Figura 30. Proceso Productivo de la Litografía 155
Figura 31. Esquema Causa-Efecto 156
Figura 32. Mapeo General 165
Figura 33. Proceso de Cotizaciones 166
Figura 34. Diagrama Planeación de la Producción 167
Figura 35. Mapeo de la cadena de Valor 171
Figura 36. Encuesta Gerente General 192
Figura 37. Encuesta programador de la producción 193

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Comportamiento de ventas (Octubre 2010- Agosto 2012) 21
Gráfico 2. Comportamiento utilidades (Octubre 2010- Agosto 2012) 22
Gráfico 3. Cantidad de pliegos por orden (Impresión) 40
Gráfico 4. Cantidad de unidades de Producto Terminado por orden (Sin impresión) 41
Gráfico 5. Comportamiento Porcentajes de Aumento 42
Gráfico 6. Tiempo de respuesta de órdenes facturadas del 01-01-13 al 31-01-13 (Convencionales) 44
Gráfico 7. Comportamiento de actividades administrativas (Escenarios) 47
Gráfico 8. Relación Materias Primas-Duración 55
Gráfico 9. Preferencias del cliente 151
Gráfico 10. Variación en etiquetas 157
Gráfico 11. Variación Cartón 158
Gráfico 12. Variación Cajas Plegadizas 158
Gráfico 13: Precio de venta de los competidores para cajas corrugadas 161
Gráfico 14: Precio de venta de la competencia para cajas plegadizas 162
Gráfico 15: Precio de venta de la competencia para etiquetas 163
Gráfico 16: Cantidad de trabajos - Enero 2012 a Marzo 2013 176
Gráfico 17: Volúmenes de trabajo - Enero 2012 a Marzo 2013 177
Gráfico 18: Cantidad de trabajos - Agosto 2012 a Marzo 2013 178
Gráfico 19: Volúmenes de trabajo - Agosto 2012 a Marzo 2013 179
Gráfico 20: Desglose del tiempo en prensas – Agosto 2012 a Marzo 2013 179
Gráfico 21: Porcentajes de categorías 181
Gráfico 22: Agrupación por tiempos de alisto para SORD 25 182
Gráfico 23: Agrupación por tiempos de alisto para SORD 26 182
Gráfico 24: Agrupación por tiempos de alisto para SORM 28 183
Gráfico 25: Suma total de duración en alisto por máquina por actividades combinadas 183
Gráfico 26. Comportamiento de volúmenes para la máquina SORD 25 188
Gráfico 27. Comportamiento de volúmenes para la máquina SORD 26 188
Gráfico 28. Comportamiento de volúmenes para la máquina SORD 28 189
Gráfico 29. Comportamiento de las órdenes respecto a la cantidad de colores TIRO 190
Gráfico 30. Comportamiento de las órdenes respecto a la cantidad de colores RETIRO 191

Introducción

En el siguiente documento se desarrolla un Proyecto de Graduación realizado en una empresa litográfica nacional, la cual produce cajas plegadizas, etiquetas, posavasos, cajas para puros, entre otros. Dentro del mismo se encuentran cuatro capítulos a mencionar: propuesta de proyecto, diagnóstico, diseño y validación. Además se presenta un apartado de conclusiones, recomendaciones y lecciones aprendidas a lo largo del proyecto.

En el capítulo de propuesta de proyecto se encuentra una serie de hallazgos que dan pie a la propuesta de proyecto, ya que respaldan cuantitativamente y cualitativamente la necesidad de un proyecto dentro de la empresa con el fin de mejorar la competitividad en los pilares de tiempo de respuesta, costo y flexibilidad. En este apartado se presenta la manera en que se realizarán las demás etapas del proyecto, así como muestra las limitaciones y alcance del proyecto en general.

Posteriormente en el capítulo de Diagnóstico se presenta la aplicación de una serie de herramientas, por medio de las cuáles se enfoca el proyecto hacia las causas que producen los principales problemas que aquejan a la organización. Dentro de las herramientas que se muestran en el apartado se tienen los mapeos en distintas áreas, además se presentan los principales hallazgos encontrados en un estudio que se realiza durante una semana donde se examinan las áreas de ventas y cotizaciones, programación de la producción y planta. Finalmente se presentan las conclusiones obtenidas en este apartado y que pactan la línea a seguir en el siguiente capítulo.

Dentro del capítulo de diseño, se desarrollan las propuestas acorde a las necesidades encontradas en la etapa de diagnóstico. Se muestra el rediseño del área de programación, así como del área de impresión, además de las propuestas enfocadas al control visual dentro de la planta y la evaluación de los proveedores. Además se muestran los principales resultados de la aplicación de la técnica SMED en las preparaciones del área de impresión. Finalmente se muestran las conclusiones de dicho capítulo.

Por último se tiene el capítulo de validación en el cual se presentan los impactos económicos que la aplicación de las principales propuestas trae consigo. Además del apartado de conclusiones y recomendaciones en el cuál se tienen los detalles finales y un apartado de lecciones aprendidas donde se tienen las principales experiencias que se obtienen a lo largo del proceso que sirven para el crecimiento académico de los autores del proyecto.

Capítulo 1: Propuesta de proyecto

Descripción de la organización

La empresa es una litografía que produce cajas plegadizas, etiquetas, posavasos, cajas para puros, y otros productos. Se ubica en Pavas, San José. El 70% de su producción se dirige al mercado nacional, mientras que lo destinado a exportación constituye el restante 30%. Actualmente cuenta con 58 colaboradores los cuales se encuentran distribuidos en las áreas de Pre prensa, Impresión y Acabados.

Alcance del proyecto

El proyecto se desarrolla en los departamentos de Ventas y Cotizaciones, Programación de la Producción y Producción.

Problema

La capacidad de respuesta de la empresa ante los requerimientos del mercado se ve reducida debido a la deficiente gestión de operaciones, lo que compromete su competitividad y permanencia en el mercado.

Justificación del problema

La gestión de operaciones debe ayudar a la empresa a aumentar su competitividad basándose en una alineación entre la estrategia del negocio y sus operaciones. A la vez, se debe ejecutar sin caer en enfoques reduccionistas; que buscan soluciones aisladas, las cuales, difícilmente puedan llegar a convertirse en una ventaja competitiva para la organización (Saenz Zúñiga, 2005). Es por esto que se debe concientizar a la alta gerencia sobre la importancia que tiene la gestión de las operaciones, para que de esta forma, se tomen las acciones correspondientes con el fin de desarrollar una superioridad dentro del mercado (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

A través del análisis inicial realizado en conjunto con los gerentes de producción y ventas así como con el jefe de planta, se identifica que existe una serie de elementos dentro de la gestión de operaciones, que repercuten sobre la competitividad de la empresa y ponen en riesgo la permanencia de la compañía en el mercado. En primera instancia, existen problemas en la programación de la producción, comunicación entre departamentos, administración deficiente de los recursos y gestión organizacional (ver Apéndice 2 - Análisis Inicial de la Litografía).

Parte del impacto de esta deficiente gestión se refleja mediante las ventas no captadas. La empresa ha realizado un total de 1 523 cotizaciones[1] (según el "Tablero de Control Semanal") de las cuales únicamente el 40% (608 órdenes) se logró concretar, porcentaje que es considerado bajo por la

[1] Correspondientes a órdenes convencionales. Desde abril 2012 hasta setiembre 2012

organización y posee un impacto negativo en la meta de la empresa, la cual, según Goldratt en su libro "La Meta", es ganar dinero.

Con el fin de determinar las razones del 60% de cotizaciones no captadas, se toma en cuenta tanto la percepción de los clientes externos, como del personal interno. En primera instancia, se identifica que los elementos más importantes para los clientes a la hora de realizar su compra corresponden a: calidad en el producto, precio de venta, cotización rápida y tiempo de entrega (ver Anexo 1 - Encuesta satisfacción del cliente). Tal y como lo señalan los compradores a través de la encuesta de satisfacción del cliente, actualmente la calidad no es un problema dentro de la organización. Sin embargo señalan que el precio de venta, así como el tiempo de respuesta para elaborar el producto (el cual se mantiene en un rango de 0 a 22 días) son los principales factores que se han convertido en un problema para la empresa, ya que consideran que ambos son elevados.

Del mismo modo, los vendedores y encargados de realizar las cotizaciones consideran que el precio de venta y el tiempo de respuesta son las principales razones por las cuales los clientes no concretan el pedido posterior a la cotización. Asimismo, todos los cotizadores expresan que la forma actual de realizar el proceso de cotización no es el adecuado, ya que el sistema de información utilizado presenta deficiencias en las variables pre-determinadas tales como tiempos y costos (ver Apéndice 3 - Revisión inicial del sistema utilizado para cotizaciones).

Además, en ocasiones, no se cuenta con la información suficiente para brindar una respuesta inmediata al cliente, lo que provoca pérdida de ventas potenciales, generando un impacto negativo sobre la competitividad y el rendimiento de la organización. Esta situación es de suma importancia dentro de un mercado tan competitivo en términos de calidad, tiempo y precio de venta; ya que mediante el estudio realizado (ver Apéndice 4 - Estudio de mercado), se determina la existencia de hasta 13 litografías competidoras dedicadas a la elaboración de productos similares a precios de venta menores.

Según el modelo de Porter (David, 2008), los elementos analizados hasta el momento forman parte de las fuerzas que determinan la rentabilidad a largo plazo, ya que existe una amenaza real por parte de la competencia, por lo que el poder de negociación con los compradores disminuye. Es importante mencionar que, según el estudio de mercado realizado por los autores de este proyecto, la compañía se encuentra situada como una de las menos competitivas en términos de tiempo respuesta y precio de venta.

Ante la naturaleza del negocio actual, la falta de planificación de la producción y la ausencia de prácticas de manufactura que permitan una flexibilidad del proceso, se han convertido en elementos que repercuten tanto en los tiempos de entrega como en los costos que definen el precio de venta que ofrece la empresa; siendo ambas las variables identificadas como los problemas que posee la empresa para aumentar su competitividad en el mercado.

Con respecto al área de producción, actualmente la Litografía reporta en los Informes de Producción del mes de agosto del 2012, los siguientes porcentajes de utilización de acuerdo con cada uno de los estados que pueden presentar las prensas (preparación, tiempo en producción, parada, mantenimiento):

Cuadro 1. Porcentajes de utilización según estado del recurso

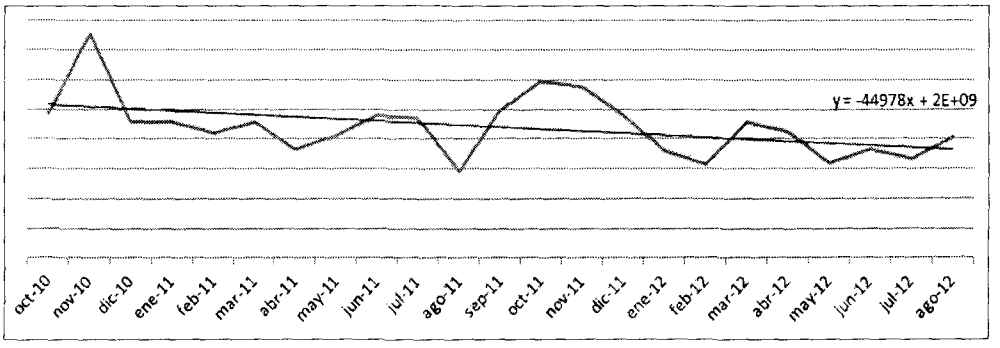
Máquina/Estado	Preparación	Producción	Parada	Total
SORD 25	36%	**47%**	13%	100%
SORD 26	44%	**42%**	10%	100%
SORD 28	41%	**32%**	20%	100%
GTO	17%	**43%**	32%	100%

Es importante mencionar que el costo por hora asignado al área de impresión es de ₡6 166 lo que representa el costo por hora más elevado de las áreas y un 14% del costo total[2] por hora. Como se observa en el cuadro anterior, la Litografía utiliza al menos un 50% del tiempo (del recurso que representa un mayor costo real) en actividades que si bien es cierto son necesarias para llevar a cabo la operación, no son productivas. Esto señala una oportunidad de mejora en términos de administración de recursos ya que posee un impacto directo sobre los factores de tiempo de respuesta y precio de venta de los diferentes productos.

Finalmente, según el informe realizado por una empresa consultora internacional[3] en el mes de junio del 2012, se concluye que el nivel de productividad[4] anual de la Litografía es bajo ($31 000 por empleado). Los consultores hacen ver que en Costa Rica muchas empresas de la misma industria presentan al menos $62 000 y además, dejan claro que ese valor aún se considera bajo con respecto a otros países.

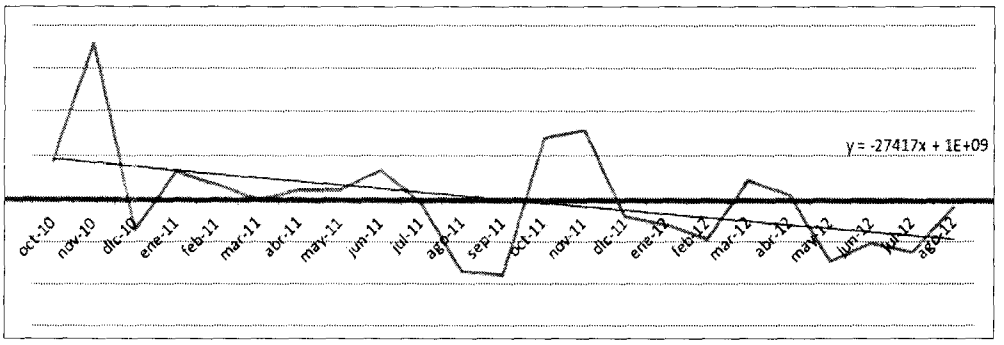
Ante todas estas circunstancias, la empresa ha visto una reducción en el nivel de ventas (Gráfico 1) y utilidades hasta el punto que desde hace cuatro meses presenta pérdidas en los estados de resultados (ver Gráfico 2).

Gráfico 1. Comportamiento de ventas (Octubre 2010- Agosto 2012)



[2] Incluye áreas de producción, costos fijos, costos de ventas, variables y financieros.
[3] RCC Casals Consultants S.A
[4] Nivel de productividad = Facturación anual dividida entre cantidad de empleados.

Gráfico 2. Comportamiento utilidades (Octubre 2010- Agosto 2012)



Beneficios teórico prácticos asociados al proyecto

Beneficios para la sociedad

Con el proyecto a realizar se ayudará a una empresa de capital nacional, que a la vez contribuye con la generación de empleo a diferentes personas de escasos recursos o bien que necesitan desarrollarse en el ámbito profesional. Además colabora con el pago de impuestos por lo cual contribuye con la sostenibilidad económica del país.

Beneficios para la empresa

Por medio de la elaboración del proyecto se beneficiará a la empresa con una serie de mejoras en distintos ámbitos. Por un lado se pretende lograr una reducción en los costos en que la empresa incurre en el área de producción a través de una aplicación de técnicas de manufactura esbelta. Por otra parte la empresa contará con una integración de los sistemas de información y así se verá facilitada la comunicación en las diferentes áreas de la organización y además por medio del proyecto se logrará agilizar las actividades realizadas a nivel de producción. Con todo lo anterior la Litografía logrará aumentar su competitividad en los puntos de reducción de costos y aumento de los tiempos en producción de los recursos.

Objetivo general del proyecto

Rediseñar la gestión de operaciones del Departamento de Producción, con el fin de integrar las prácticas de manufactura con la estrategia del negocio, generando un aumento en la competitividad de la empresa.

Indicadores de éxito

Con el fin de evaluar el éxito del proyecto se establecen los siguientes indicadores:

- **Porcentaje de reducción del tiempo de alisto:**

$$\frac{Tiempo\ Alisto_{Actual} - Tiempo\ Alito_{Propuesto}}{Tiempo\ Alisto_{Actual}} x\ 100$$

- **Porcentaje de aumento en la utilización de las prensas:**

$$\frac{Tiempo\ Utilización_{Propuesto} - Tiempo\ Utilización_{Actual}}{Tiempo\ Utilización_{Actual}} x\ 100$$

Limitaciones

Es importante dejar claro la amplitud del proyecto, de esta forma se establece un pensamiento común entre las partes involucradas. A continuación se presentan las principales limitaciones:

- Se abarcan los procesos y actividades relacionadas sólo con las órdenes convencionales, por lo cual las partes involucradas en el área de impresión digital no serán tomadas en cuenta para la realización del proyecto.
- Cuando el tiempo de ciclo sea mencionado, se está refiriendo al tiempo de operación que se da posterior a la aprobación del arte. Esto se realiza debido a que el Departamento de Arte presenta mucha dependencia del cliente y no del interior de la empresa, razón por la cual se excluye del trabajo.

Marco de teórico de referencia

Actualmente existen muchas teorías y herramientas para solventar diversos problemas que ocurren en las diferentes industrias en el ámbito de manufactura.

Sin embargo, para poder determinar cuáles de esas herramientas aplican para la resolución de los problemas presentados en este proyecto, es importante realizar una caracterización de la naturaleza de la empresa, así como determinar los conceptos clave del tema en cuestión que deben manejarse para poder dar solución a los mismos.

Este marco de referencia busca ser la base teórica que soportan las herramientas, el enfoque y los planteamientos que se desarrollaron durante el proyecto. A su vez, el marco de referencia teórico también provee un análisis de la naturaleza de la empresa para poder caracterizarla y de este modo determinar de mejor manera las herramientas que se requerirán.

Naturaleza de la empresa

La Litografía es una empresa dedicada a la producción de cajas de cartón y etiquetas desde el diseño del arte hasta su impresión, troquelado, corte y empaque. Por ejemplo las cajas que contienen las botellas de licor, las cajas de los chocolates o las etiquetas que llevan las latas de atún son parte de la producción

de la Litografía. Estas cajas y etiquetas están sujetas a muchas variaciones ya que dependen del diseño (arte y dimensiones) del producto que van a contener y el acabado que se les quiere dar. Asimismo cabe aclarar que las cantidades de producción no se consideran masivas ya que en comparación con el volumen total producido por la planta, el volumen individual producido para cada producto representa un porcentaje bajo. De esta manera es que se puede caracterizar este ambiente como uno de alta variedad de productos pero con bajos volúmenes de producción, el cual se le denomina **manufactura de alto *mix* – bajo volumen** (Mahoney, High-Mix Low-Volume, 1997).

Conociendo que el ambiente de alto *mix* y bajo volumen es probablemente el más difícil de manejar (Mahoney, High-Mix Low-Volume, 1997), es importante reconocer las principales características que se ven reflejadas en el día a día de la Litografía (Walker, 2001).

- Alta cantidad de proveedores
- Alta cantidad de clientes simultáneos
- Aplazamiento frecuente de órdenes
- Restricciones de capacidad, múltiples y móviles
- Inventarios de protección para piezas únicas
- Mercados maduros y fragmentados
- Difícil de establecer medidas de control

La Litografía cumple cada una de estas características que generan incertidumbre y variabilidad a la producción de la empresa. De tal manera y en un mercado tan poblado (hasta 13 competidores), la única forma de mantenerse en el mismo es generar competencias que mejoren la perspectiva del cliente acerca del valor que ellos perciben del producto (Mahoney, High-Mix Low-Volume, 1997). Así, para poder sobresalir en el mercado se deben generar ventajas competitivas que abran una brecha entre la empresa y sus competidores de manera que estos no sean capaces de reducir tal brecha. (Mahoney, High-Mix Low-Volume, 1997)

Se ha debatido mucho acerca de las principales armas competitivas que generan un factor diferenciador en el ambiente de manufactura; sin embargo se ha llegado a cierto consenso entre distintos autores. Entre los factores que más se mencionan se destacan la calidad, el costo, el tiempo de entrega, capacidad de respuesta y el servicio. (Mahoney, High-Mix Low-Volume Manufacturing Paradigms, 2007)

Por otro lado, en un ambiente más delimitado como el mercado gráfico, se pueden encontrar también factores diferenciadores que afectan la competitividad del sector. Estos se resumen en calidad, productividad, especialización productiva y política financiera; y dentro del factor de productividad también se amplían otros como tecnología, reducción de costos, precios y plazos de entrega (Redondo Cano, s.f.).

Sin embargo, resulta relevante resumir esos factores de competitividad y centrarse en los que se convierten en factores percibidos por el cliente y que por lo tanto aumentan su valor ante el mismo. Tal

y como lo plantea Manyoma, la competencia final se realiza en cuatro ejes principales: costos, calidad, velocidad (tiempo) y flexibilidad (Manyoma, 2011). De los cuatro factores, el menos tangible o visible para el cliente es el de flexibilidad, pero tiene un efecto positivo en los otros 3 factores, por tanto dejarlo por fuera sería como dejar sin cimientos toda la teoría.

La principal importancia de la flexibilidad es que ésta genera una sensibilidad al mercado que permite a la empresa responder rápidamente en los otros factores sin perder oportunidades de mercado (Manyoma, 2011). De tal manera es que se complementa perfectamente con la productividad, ya que una empresa flexible se adapta más rápidamente a los cambios que tienen que verse reflejados en una productividad estable y sin mucho movimiento.

La flexibilidad resulta una ventaja competitiva especial para la Litografía, sobre todo cuando se acaba de definir como una empresa con alta variedad de productos y bajos volúmenes de producción, ya que esa mezcla obliga a la empresa a tener que realizar cambios frecuentes de producción de un producto a otro. De manera que para mantener la capacidad de respuesta estable, la flexibilidad en diferentes puntos es un requisito indispensable.

Todos estos factores de competitividad son tan solo la manera de responder ante las demandas del mercado. A un nivel macro, el mercado es el cliente principal de una organización y para que ésta se mantenga a flote, debe cumplir con sus demandas, tanto de productos como de expectativas. Es por eso que definir el mercado en que se ubica, los tipos de productos que van a suplir y las competencias que van a desarrollar es importante para la Litografía.

Por otra parte, es importante adentrarse en la organización, específicamente en sus procesos de manufactura ya que son éstos los que responden a esos estímulos externos previamente mencionados. Esta respuesta de los sistemas de manufactura se refleja principalmente en dos aspectos importantes como lo es la escogencia de la estrategia de manufactura y el tipo de proceso que se utilizará (APICS, 2011). Entre las estrategias de manufactura se encuentran:

- *Engineer-to-order (ETO)*
- *Make-to-order (MTO)*
- *Assemble-to-order (ATO)*
- *Make-to-stock (MTS)*
- *Mass customization*[5]

La decisión de cuál estrategia de manufactura utilizar depende de la expectativa de los tiempos de entrega que se quieran, la cantidad de tiempo de diseño que se requiera, la variedad y volumen de productos así como el ciclo de vida de los productos. Tomando en consideración estos factores y la realidad actual de la Litografía, se caracteriza como *Make-to-order* (MTO). De esta manera, teóricamente se dice que esta estrategia comienza su proceso de manufactura hasta el momento en que recibe la

[5] Ver traducción de términos en el apartado de Abreviaturas y acrónimos.

orden del cliente, los productos se fabrican a partir de materias primas estándares y algunos componentes diseñados en casa dependiendo del grado de diseño que requiera la orden. (APICS, 2011)

Seguidamente, en cuanto al tipo de proceso utilizado para la producción se tienen tres tipos de proceso según APICS que son: intermitente, flujo y proyecto (fijo).

Dada la distribución actual y el tipo de producto que se fabrica en la planta, se determina que un proceso intermitente es el que mejor describe a la Litografía. Según la literatura, un proceso intermitente el flujo de producto se da en lotes a través de diferentes estaciones de trabajo. Estas estaciones de trabajo pueden producir más de un tipo de producto (no están dedicadas a un tipo de producto específico) y además los volúmenes de producción que fluyen son bajos lo cual también justifica la utilización de equipo **genérico** y no especializado. (APICS, 2011) Esto es lo que se vive actualmente en la Litografía.

Finalmente, se puede resumir la naturaleza de la empresa bajo las siguientes características:

- Alta variedad de productos
- Bajos volúmenes de producción
- Competitividad en cuatro aristas
  - Precio
  - Calidad
  - Tiempos de entrega
  - Flexibilidad
- Estrategia de manufactura: *Make-to-order*
- Procesamiento intermitente de productos

Principales conceptos de manufactura

Dada la naturaleza previamente definida, se pueden identificar una serie de aspectos que son importantes para puntualizar el funcionamiento de la empresa. Estos aspectos pretenden complementar las bases fundadas en la naturaleza de la empresa, para que en conjunto conformen el marco de referencia teórico necesario para comprender el funcionamiento actual de la empresa, así como las propuestas que se realizarán más adelante en el proyecto.

El primer concepto a introducir tiene que ver con el tiempo. Como fue mencionado anteriormente, el tiempo de respuesta es vital para la percepción de valor que el cliente tenga de la empresa. Este plazo de entrega engloba diferentes tiempos de diversas actividades que se llevan a cabo en la planta. Es importante entender bien los conceptos utilizados para el estudio de tiempos en una planta de producción, ya que la falta de una base teórica induce al desconocimiento de problemas profundos que pueden estar afectando el proceso.

En general se debe definir el tiempo de ciclo o tiempo de *throughput* como el tiempo desde que se liberó la orden hasta que se recibe como producto terminado y/o se alista para ser entregado al cliente (Johnson, 2003). Este es el tiempo que el cliente percibe y por lo tanto es el que verdaderamente

importa controlar. De esta manera, Johnson realiza un desglose del tiempo de ciclo en los siguientes términos:

- ***Tiempo de preparación:*** tiempo dedicado a la preparación necesaria para que la máquina pueda realizar el proceso adecuado. Empieza desde que la máquina se detiene hasta que sale el primer producto conforme de la máquina.
- ***Tiempo de producción:*** es el tiempo que la máquina es realmente productiva y que está creando, modificando o ensamblando un producto nuevo.
- ***Tiempo de movimiento:*** este es el tiempo dedicado al traslado de los lotes de producción de una estación a otra o los movimientos dentro de la misma estación de trabajo que resultan significativos.
- ***Tiempo de espera:*** este se define como el tiempo que el lote de producción permanece inactivo y sin que le estén realizando modificaciones de manera que está esperando a ser atendido por una estación de trabajo.

Para efectos de la realidad de la Litografía, resulta imperativo definir un componente del tiempo que transcurre en la planta, que se refiere al tiempo ocioso. Este se define como el tiempo en que los recursos pasan inactivos esperando el producto que se procesará. Es importante mencionar que este tiempo no se suma al tiempo de ciclo ya que sucede simultáneamente con los otros tipos de tiempo; su diferenciación sirve para identificar tiempos improductivos de los productos.

Igualmente es destacable mencionar que otro de los efectos negativos que surgen del desconocimiento de los tiempos de producción es la falta de estandarización de los procesos. Estos deben estandarizarse en términos de las acciones que realizan y del tiempo que demora la realización de tales actividades bajo operación ordinaria. Así, cada proceso debería tener un estándar de tiempo predeterminado bajo el cual el resto de las veces se podrá comparar y realizar mejoras así como planear la producción (Gaither & Frazier, 2000). Hoy en día en la Litografía, esta falta de estandarización de los procesos genera y amplía la gran variabilidad en tiempos que existen.

Otros conceptos importantes de reforzar en todo el ambiente de manufactura giran alrededor del tema de análisis de capacidad de los recursos de la empresa. La capacidad disponible de una empresa tiene dos componentes: la capacidad de un sistema para desempeñar su función y la capacidad de los recursos, medida como las salidas por unidad de tiempo (APICS, 2011). De esta definición de capacidad surge el término de capacidad de producción que se refiere a la tasa máxima de producción de una empresa (Gaither & Frazier, 2000).

La capacidad de producción de una empresa no es un concepto estático y en realidad depende de muchos factores que afectan su medición y control. En primer lugar el estado de los recursos es vital; ya sea que la máquina esté en buen estado o dañada, o que los operarios estén enfermos, ausentes o en máxima disposición (Gaither & Frazier, 2000). Seguidamente, el tipo de producto y la variedad de los mismos también va a afectar la línea de producción. Es por esto que no se debe considerar la capacidad como estática, más bien como un elemento dinámico.

Es adecuado relacionar el análisis de capacidad con otros tres términos. En primer lugar, los tiempos estándar de procesamiento mencionados previamente deben ser la base para determinar la capacidad inicial y teórica del sistema, ya que sin estos tiempos estándar, cualquier cálculo de capacidad realizado tendrá variaciones importantes y disruptivas. Después, la unidad equivalente de medida resulta definitivamente necesaria sobretodo en ambientes donde la variedad de productos causa que no se pueda hablar de una tasa de producción basada en el producto. Por lo tanto la unidad equivalente de medida convierte las tasas de producción de cada producto, en una sola unidad común de medición de salida que por lo general está basada en la materia prima común (Gaither & Frazier, 2000).

Basados en la capacidad del sistema, surge otro indicador clave para la gestión de las operaciones de la Litografía como la restricción en la capacidad del sistema. Los recursos de capacidad restringida, o cuellos de botella, fueron introducidos y definidos por Eliyahu Goldratt en su libro La Meta. Estos recursos son definidos como todos aquellos que limitan el rendimiento general de la producción relativo al objetivo primordial de generar dinero (Mahoney, High-Mix Low-Volume, 1997). De esta manera, y en analogía al eslabón más débil de una cadena, el rendimiento de este recurso determinará el rendimiento y el ritmo de producción de toda la planta. De igual manera, si el rendimiento de este recurso mejora, mejorará el rendimiento general de la planta. He ahí la relevancia tan grande de identificar el cuello de botella, ya que enfocándose en un solo recurso, se pueden obtener mejoras generales en todo el proceso de producción con muy poca inversión.

Resulta relevante mencionar que en ambientes de alta variabilidad de productos y bajos volúmenes de producción, se ha descubierto recientemente que los cuellos de botella no se comportan de manera **normal**, o según lo establecido por Goldratt la primera vez. Estos tienden a moverse dependiendo del producto que esté en proceso. Estos cuellos de botella son denominados móviles y generan problemas al momento de tratar de eliminarlos, porque constantemente van a estar pasando de un proceso a otro (Gonzalez, Nebra, & Sowa-Pieklo, 2006). Conocida la naturaleza de la empresa, se debe considerar la posible existencia de cuellos de botella móviles y no dejarla por fuera, ya que el *throughput* general de la empresa es el que se vería afectado primordialmente.

El siguiente concepto a introducir es el de programación de la producción, entendido como la organización del tiempo para la realización de actividades y un mejor aprovechamiento de los recursos o servicios (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009). Según Mahoney, la programación trae cuatro beneficios principales a los ambientes de alta mezcla: mejor tiempo de entrega, mínimo tiempo de producción, máxima utilización de los recursos y mínimo inventario. A la vez, es conveniente segmentar el efecto de la programación en dos temas: asignación y secuenciamiento. Para la asignación y secuenciamiento existen varios métodos y técnicas que requieren de más datos de la empresa para definir su utilización; por el momento lo importante es entender la asignación de recursos como la asignación de recursos humanos y máquinas a un trabajo en particular, y el secuenciamiento como el orden que se le da a los trabajos que necesitan ser procesados (Mahoney, High-Mix Low-Volume, 1997).

Un concepto que no puede ser pasado por alto hoy en día es el de los sistemas de información (SI) como fuente de apoyo y recurso corporativo de cualquier empresa. Más aún, la gestión de tales recursos de información y el sistema mismo que administra esta información resulta fundamental para la toma de decisiones. A este concepto se le une el de tecnologías de la información (TI) que es el tema que abarca las unidades tecnológicas (por ejemplo las computadoras y el internet) que apoyan los sistemas de información ya desarrollados (Ciampagna, s.f.). Sin embargo de nada vale tener un sistema de información con tecnologías de información de punta si no se tiene un modelo de flujo de la información adecuado, ya que es una realidad que todos los miembros de una organización realizan toma de decisiones que deben estar basadas en información (Espinosa Fuentes, s.f.). De esta manera, Fuentes llega a la conclusión de que un flujo de información adecuado sólo se da cuando existe una "disminución en el número de niveles directivos [así] como la ampliación de las atribuciones informacionales de una parte importante de los miembros de la empresa". Observando la importancia de los SI y las TI, últimamente se han realizado esfuerzos por alinear los objetivos de éstas con los objetivos generales y estratégicos de una empresa. De ahí que ha surgido un marco que busca esta integración mediante cuatro perspectivas diferentes: estrategia, valor, procesos y SI/TI (Pijpers, Gordijng, & Akkermans, 2008). La Litografía debe tomar en consideración estas referencias para el mejoramiento de sus propios SI de manera que les ayude a mejorar en eficiencia, eficacia y en la generación de ventajas competitivas (Ciampagna, s.f.).

Por último, debido a la situación actual de la Litografía, resulta importante discutir el tema de la contabilidad de costos para una empresa dedicada a la manufactura. Se define la contabilidad de costos como la actividad que mide, analiza y presenta información financiera y no financiera relacionada con el costo de comprar o consumir recursos en una organización. Proporciona información tanto para la contabilidad administrativa como para la financiera (Horngren, Srikant, & Foster, 2007). Este concepto es importante ya que el reflejo directo que los clientes tienen de una gestión de operaciones es el tiempo de respuesta y el costo, y muchas veces el costo resulta más decisivo que el tiempo de respuesta. De tal manera, un sistema de costeo que verdaderamente refleje las operaciones de la empresa debe ser capaz de trazar adecuadamente las actividades realizadas, los costos incurridos y lograr ligarlos mediante una base de asignación competente.

Otros conceptos y herramientas

Para concluir con el marco de referencia teórico, se considera relevante la mención de una serie de conceptos y herramientas, que si bien no se están utilizando en la Litografía, se están usando alrededor del mundo en otras empresas dedicadas a la manufactura, por lo cual forman parte del estado del arte de la manufactura alrededor del mundo. Estos conceptos son JIT, Kanban y SMED.

"Justo a tiempo" (JIT por sus siglas en inglés) es una filosofía que surge en los años 50 del siglo XX que se basa en la minimización de actividades para reducir el desperdicio y maximizar las actividades que agregan valor al cliente. De tal manera, JIT se enfoca en reducir el inventario en proceso (considerando el inventario como uno de los desperdicios mencionados anteriormente) en la planta de manufactura a través de diferentes métodos lo que a su vez logra que las materias primas necesarias lleguen **justo a tiempo** a las diferentes operaciones.

Kanban, es una herramienta que surge con JIT para cumplir el propósito expuesto en el párrafo anterior. Traducido literalmente significa "tarjeta visual", y hace referencia a la utilización de una tarjeta para indicar al proceso anterior la necesidad de reabastecer al proceso siguiente (Mahoney, High-Mix Low-Volume, 1997). En un sistema Kanban, cada estación de trabajo tiene un pequeño inventario de donde consigue las piezas para ser procesadas en la estación. De tal manera, cuando se hace uso de una de las piezas de este inventario, la tarjeta (el Kanban) fluye al proceso anterior indicándole que hace falta una pieza. Este proceso se encarga de reabastecer al primer proceso. Sucesivamente, el proceso que acaba de abastecer al primero, realiza lo mismo para el tercer proceso hasta llegar al final de la cadena. De esta manera, se mantienen inventarios justos y pequeños antes de cada proceso y solo se reabastece cuando realmente es necesario.

SMED es una técnica que nace en el corazón de JIT (Mahoney, High-Mix Low-Volume, 1997); el *Single Minute Exchange of Die* (SMED) es conceptualizado como "cambios de matriz en minutos de un solo dígito" (García & Villanueva Castrillón, s.f.) y lo que busca principalmente es la reducción de los tiempos de preparación de las máquinas cuando van a cambiar la producción de un producto a otro. Esta técnica nace en la época JIT también cuando Shingeo Shingo, consultor para Toyota, realiza una serie de mejoras en el método de preparación de máquina y consigue reducir tiempos de preparación de 4 horas a tan solo 3 minutos (Paredes Rodríguez, 2007). Esta técnica se basa en 4 etapas de observar y medir, separar operaciones externas e internas, convertir operaciones internas en externas y optimizar para reducir los tiempos de preparación de cualquier máquina en la planta (García & Villanueva Castrillón). De esta manera, un tiempo de preparación pequeño permite, entre otras cosas, mejorar la capacidad de respuesta y la calidad de la producción (Mahoney, High-Mix Low-Volume, 1997).

Para finalizar este apartado, es importante entender la gestión de operaciones ya que es el ámbito y marco de todos los conceptos previamente discutidos. Todos ellos forman el conjunto de ideas que están delimitadas dentro de éste gran término. Así, se logra definir la gestión de operaciones como la administración de actividades productivas de una empresa, entendiendo las actividades productivas como las actividades de manufactura (Saenz Zúñiga, 2005). Sin embargo, para la definición del alcance de este término en relación a la realidad de la empresa, es importante considerar la visión integrada que Zúñiga propone en la cual señala de la unificación de diferentes áreas funcionales y sus actividades. Es este concepto de gestión de operaciones el que permite integrar toda la teoría presentada y en la cual se fundamentan las herramientas por utilizar y por desarrollar para la solución de la problemática de la Litografía.

Metodología general

A continuación, en el Cuadro 2, se presenta la metodología general que se pretende sea el hilo conductor del proyecto a lo largo del tiempo.

Cuadro 2: Metodología general

Actividades	Herramientas	Resultados Esperados
Reconocimiento de la situación actual a nivel interno de la empresa, naturaleza de ésta y los comportamientos dentro de la empresa **Recolección de datos e información del Departamento de Producción** **Priorización de los puntos encontrados con el fin de determinar las principales causas por abarcar** **Determinación las necesidades para la elaboración de herramientas de integración de sistemas de información, metodologías de manufactura esbelta y secuenciamiento**	• Estudio de tiempos en el área de producción • *Product Quantity Routing (PQR)* • *Value Stream Mapping (VSM)* • Gráficos de tendencia • Investigación bibliográfica • Árbol de realidad actual	• Mapeo de las rutas de producción • Porcentajes de desperdicios y su ubicación • Informe de estudio de mercado • Diagrama de árbol causas-efectos • Cuadro de priorización de problemas por abarcar • Lista de requerimientos para el desarrollo de la etapa de diseño
Diseño de diferentes prácticas y un plan de aplicación de las mismas en el área de producción **Elaboración de un método de secuenciamiento que se ajuste a la naturaleza de la empresa** **Diseño de un sistema de comunicación interna**	• Técnicas de manufactura esbelta • Capacitaciones • Algoritmo de secuenciamiento • Análisis de datos históricos • Análisis ABC	• Método de secuenciamiento y aplicación de buenas prácticas de manufactura a implementar en la empresa • Método para la programación de la producción • Propuestas para la reducción de tiempos de alistos con SMED • Sistema de control visual para la comunicación interna de la planta de producción

Validación de los diseños elaborados	• Simulación de secuenciamiento de órdenes • Plan piloto de aplicación de técnicas de producción • Análisis de comparación entre escenarios • Capacitación • Análisis de rentabilidad económica	• Porcentaje de reducción de tiempo de alisto • Porcentaje aumento de la utilización de las prensas
Cuantificación del impacto funcional y económico de las propuestas		
Evaluación de los resultados obtenidos a través de los indicadores de éxito		

Cronograma

A continuación, en el Cuadro 3, se presenta cada una de las actividades a desarrollar, con su respectiva duración.

Cuadro 3: Cronograma general

	Actividades	Duración
1	Reconocimiento de la situación actual a nivel interno de la empresa, naturaleza de ésta y los comportamientos dentro de la empresa	2 semanas
2	Recolección de datos e información del Departamento de Producción	3 semanas
3	Priorización de los puntos encontrados con el fin de determinar las principales causas a abarcar	1 semana
4	Determinación de las necesidades para la elaboración de herramientas de integración de sistemas de información, metodologías de manufactura esbelta y secuenciamiento	2 semanas
5	Diseño de diferentes prácticas y un plan de aplicación de las mismas en el área de producción	3 semanas
6	Planteamiento un método de secuenciamiento que se ajuste a la naturaleza de la empresa	2 semanas
7	Diseño de un sistema de comunicación interna	2 semanas
8	Validación de los diseños elaborados	2 semanas
9	Cuantificación del impacto funcional y económico de las propuestas	2 semanas
10	Evaluación de los resultados obtenidos a través de los indicadores de éxito	1 semana

Capítulo 2: Diagnóstico

Introducción

En la etapa de diagnóstico se encuentran las principales herramientas, alcances y hallazgos de las principales falencias del sistema, lo anterior con el fin de poder determinar cuáles son las principales y así enfocar el proyecto para las etapas posteriores.

Objetivo general de diagnóstico

- Analizar la gestión de operaciones de la empresa para identificar las causas principales que ponen en riesgo la rentabilidad y competitividad.

Objetivos específicos de diagnóstico

- Evaluar el flujo del proceso productivo con el fin de determinar las falencias del sistema operativo actual.
- Priorizar las causas que generan la deficiente gestión de operaciones para focalizar las siguientes fases del proyecto.

Metodología de diagnóstico

La importancia de identificar los puntos críticos que presenta actualmente la gestión de operaciones de la Litografía, radica en el impacto negativo que poseen sobre la rentabilidad y competitividad de la empresa. Es por esto que con la evaluación del proceso productivo de la organización, se pretende determinar cuáles son las oportunidades de mejora a desarrollar durante la etapa de diseño que pueda llegar a tener mayores beneficios para la empresa.

El diagnóstico se inicia con una etapa de reconocimiento y caracterización de los procesos. Mediante esta actividad se busca un acercamiento al funcionamiento de la empresa además de una visión clara de las relaciones interdepartamentales y el comportamiento de la empresa en el día a día. Dicho resultado se alcanza por medio de una etapa de denominada, según Alicia Gurdían, como "Observación participante" en la cual los autores se dan la tarea de acompañar e incluso realizar ciertas labores para las áreas de cotizaciones y planeación. Además, en esta actividad se realiza un análisis de los históricos, por medio del cual se logra obtener un panorama claro sobre las tendencias que se tienen en cuanto a volúmenes y *mix* de producción.

Posteriormente se profundiza al realizar un análisis de actividades del sistema operativo, a partir del cual se busca plasmar en diagramas el trabajo realizado por la empresa. Para lograr este objetivo se utilizan técnicas convencionales de diagramación, tales como los diagramas de bloques en un nivel general.

Seguidamente se realiza una cuantificación del desperdicio en el que incurre la empresa dentro de su proceso productivo por medio de un análisis a través del cual se identifican desperdicios en: 1) transportes, 2) inventario, 3) movimientos, 4) esperas, 5) sobre procesamiento, 6) sobreproducción, 7) defectos; ver Cuadro 4 (McBreen, 2008).

Para llevar a cabo este análisis se utilizan herramientas tales como: estadística descriptiva, diagramas de hilos, toma de tiempos, muestreos, entre otros. Paralelamente, se aplica la técnica del Mapeo del Flujo del Valor (*Value Stream Mapping*). Mediante esta evaluación se busca respaldar cuantitativamente y cualitativamente los problemas que presenta la empresa.

Cuadro 4. Tipos de desperdicio en los procesos

Desperdicio	Descripción
Transporte	Transporte innecesario de partes en producción
Inventario	Unidades en espera por ser finalizadas o enviadas al siguiente proceso
Movimientos	Movimientos innecesarios de personas para llevar a cabo una actividad
Esperas	Esperas innecesarias de las personas para poder dar inicio con el siguiente proceso
Sobre procesamiento	Elaboración del producto con pasos extra
Sobre producción	Fabricación de productos que no son necesarios
Defectos	Productos defectuosos

Finalmente, a través de un diagrama de Árbol de Realidad Actual, se ubican tanto las causas como efectos de cada uno de los puntos encontrados y finalmente con el uso de la Matriz Klee se priorizan, con el fin de obtener el enfoque para las siguientes etapas del proyecto. A continuación se presenta la metodología de diagnóstico en el Cuadro 5, la cual permite asociar cada uno de los objetivos planteados con actividades y herramientas específicas. A la vez, se observa cuales son los resultados esperados de las acciones propuestas.

Cuadro 5. Metodología de Diagnóstico

Actividades	Herramientas	Resultados Esperados
Caracterización de la naturaleza de la empresa	Trabajo de campo	Descripción de las funciones del personal administrativo y operarios
	Análisis estadístico de históricos	Cuantificación de los volúmenes y el *mix* de producción de la empresa
	Entrevistas	Diagramas de actividades
	Mapeo de procesos	
	Revisión bibliográfica	Determinación de parámetros teóricos a evaluar
Determinación de los factores que afectan el flujo del proceso	Muestreo	Identificación de actividades que generan y que no generan valor en el proceso productivo
	Value Stream Mapping	
	Muestreo	Cuantificación del desperdicio que se presenta

	Product Quantity Routing	en el flujo del proceso productivo
	Análisis de MUDAS	
Priorización de las causas identificadas mediante la evaluación del flujo del proceso productivo	Árbol de Realidad Actual	Listado de las oportunidades de mejora que poseen un mayor impacto sobre la problemática de la empresa
	Matriz Klee	Escogencia de las oportunidades de mejora a desarrollar en las siguientes fases del proyecto

Etapa I: Evaluación del flujo del proceso productivo

En el presente apartado se realiza la evaluación del flujo del proceso productivo con el fin de determinar las falencias del sistema operativo actual. Para ello se realiza una caracterización de la naturaleza de la empresa en términos de volúmenes y *mix* de producción así como la inter relación que presentan los diferentes procesos que se llevan a cabo desde que el cliente contacta a la Litografía hasta que se factura el producto. Posteriormente se identifican y priorizan los factores que afectan el flujo de acuerdo al análisis realizado.

Caracterización de la naturaleza de la empresa

En primera instancia, es importante recordar que la empresa se compone de tres grandes áreas establecidas por los autores para el presente estudio: 1) ventas y cotizaciones, 2) programación de la producción, 3) planta. Debido a la naturaleza de la empresa, en la cual predomina la variabilidad, se dificulta la estandarización de los procesos lo que genera en ocasiones que los empleados tengan que improvisar en el proceso y salirse de lo establecido.

A continuación se presenta una síntesis de las principales funciones que se encuentran en cada uno de los sectores (Para mayor detalle se puede consultar el Apéndice 1 - Descripción del proceso productivo, donde se explica a profundidad los procesos que se llevan a cabo dentro de la empresa).

Descripción de relaciones interdepartamentales

En cuanto al área de ventas y cotizaciones, se comunica y relaciona tanto con programación de la producción como con la planta. Dicha área es la que se contacta directamente con el cliente y realiza cada una de las cotizaciones que se le solicitan a la empresa. Además en este departamento, una vez recibido el visto bueno para una cotización por parte del cliente, se genera la orden de producción y orden de corte que se trasladan hacia el siguiente departamento (ver Anexo 2 - Orden de Producción y Orden de Corte).

El departamento de programación de la producción debe recibir las órdenes de producción y corte para ingresar la información al sistema y ubicarla en estado de espera. Una vez ingresada la información se inicia por una parte la búsqueda de materias primas (materiales dónde se imprime), y por otra parte se busca los materiales para producción (planchas y visto bueno de arte). Por último el departamento debe estar pendiente de la disponibilidad de todos los materiales para ingresar la orden al área de producción.

Luego se encuentra el sector de producción de la empresa (planta), dónde las materias primas son convertidas en producto terminado para el cliente. Este se segmenta en diferentes áreas como prensas, guillotina, troquelado, estampado, acabados manuales, entre otras. En este sector el producto puede tomar diferentes rutas, dependiendo del tipo de trabajo y necesidades del cliente.

Seguidamente, con el fin de cuantificar los volúmenes y el *mix* de producción de la empresa, se realiza un análisis estadístico de las órdenes que ingresaron a la planta en la semana del lunes 4 de febrero al viernes 8 de febrero del 2013, la cuál se considera una semana "típica" en la empresa ya que no existieron órdenes fuera de lo común o situaciones especiales con los clientes (ver Apéndice 6 - Detalle de órdenes (04-02-13 al 08-02-13)).

Mix de producción

Como se ha explicado con anterioridad, parte de la estrategia empresarial de la Litografía corresponde a brindar distintos procesos de transformación que permiten ofrecer a sus clientes diversidad de productos, entre los cuales se pueden mencionar: cajas plegadizas, etiquetas, posavasos, productos plastificados y/o con ventanas, productos estampados, entre otros.

A continuación, en el Cuadro 6, se presentan las rutas de acuerdo a los procesos que posee cada orden de producción analizada:

Cuadro 6: Rutas de producción de la Litografía

#	Ruta	Cantidad	% Relativo	%Acumulado	Tipo
1	Arte-Impresión-Troquelado-Guillotinado-Pegadora	15	15,63%	15,63%	A
2	Arte-Impresión-Troquelado-Guillotinado-Acabados Esp	9	9,38%	25,00%	A
3	Arte-Impresión-Guillotinado-Acabados Esp	6	6,25%	31,25%	A
4	Arte-Impresión-Troquelado-Guillotinado	6	6,25%	37,50%	A
5	Digital-Guillotina	4	4,17%	41,67%	A
6	Digital-UV-Guillotina	4	4,17%	45,83%	A
7	Arte-Impresión-Guillotinado	4	4,17%	50,00%	A
8	Arte-Troquelado-Guillotinado	4	4,17%	54,17%	A
9	Arte-Impresión-Plasticado-Guillotinado	3	3,13%	57,29%	A
10	Arte-Impresión-Troquelado-Guillotinado-Pegadora-Acabados Esp	3	3,13%	60,42%	A
11	Arte-Troquelado-Guillotinado-Acabados Esp	3	3,13%	63,54%	A
12	Arte-Troquelado-Guillotinado-Pegadora	3	3,13%	66,67%	A
13	Guillotinado	3	3,13%	69,79%	A
14	Troquelado-Guillotinado-Pegadora	3	3,13%	72,92%	A
15	Digital-Guillotina-Troquelado	2	2,08%	75,00%	A
16	Arte-Impresión-Estampado-Relieve-Troquelado-Guillotinado	2	2,08%	77,08%	A
17	Arte-Impresion-Estampado-Relieve-Troquelado-Guillotinado-Pegadora-Acabados Esp	2	2,08%	79,17%	A

18	Arte-Impresion-Relieve-Troquelado-Guillotinado-Pegadora-Laminado	2	2,08%	81,25%	B
19	Arte-Impresión-Troquelado-Guillotinado-Laminado-Acabados Esp	2	2,08%	83,33%	B
20	Troquelado-Guillotinado	2	2,08%	85,42%	B
21	Digital-Guillotina-PuntaRoma	1	1,04%	86,46%	B
22	Digital-Skin-Troquelado	1	1,04%	87,50%	B
23	Digital-Troquelado	1	1,04%	88,54%	B
24	Digital-UV-Guillotina-Troquelado	1	1,04%	89,58%	B
25	Arte-Impresion-Estampado-Relieve-Troquelado-Guillotinado-Pegadora	1	1,04%	90,63%	B
26	Arte-Impresión-Estampado-Troquelado-Guillotinado	1	1,04%	91,67%	B
27	Arte-Impresión-Relieve-Troquelado-Guillotinado-Pegadora-Acabados Esp	1	1,04%	92,71%	B
28	Arte-Impresión-Troquelado-Guillotinado-Laminado	1	1,04%	93,75%	B
29	Arte-Impresion-Troquelado-Guillotinado-Pegadora-Laminado-Acabados Esp	1	1,04%	94,79%	B
30	Arte-Troquelado-Guillotinado-Pegadora-Acabados Esp	1	1,04%	95,83%	C
31	Guillotinado-Acabados Esp	1	1,04%	96,88%	C
32	Impresión-Guillotinado	1	1,04%	97,92%	C
33	Impresión-Troquelado-Guillotinado-Pegadora-Laminado	1	1,04%	98,96%	C
34	Plasticado-Guillotinado	1	1,04%	100,00%	
	Total	96	100,00%		

A través del cuadro anterior se observa que ninguna ruta contiene un porcentaje relativo lo suficientemente alto para determinar una ruta dominante, se necesitaría por lo menos un 30% individual para determinarla; por lo tanto se infiere que la organización no cuenta con una ruta dominante de producción, lo cual, tal y como lo expresan los encargados de producción, desencadena una mayor complejidad a la hora de realizar la programación de las órdenes. Aunado a esta situación, se identifica que en ocasiones las órdenes pasan más de una vez por algún proceso de transformación. Por ejemplo, una orden que pasa por Laminado puede requerir pasar por el área de Troquelado antes de volver a pasar por Laminado. También es conocido que la Guillotina se utiliza tanto para alistar la materia prima como para realizar cortes de acabados finales, con lo cual se incrementa la complejidad mencionada anteriormente.

Demanda por recurso o área

Si bien es cierto que no existe una ruta dominante, es posible identificar cuáles de los recursos o áreas de transformación poseen mayor demanda. Para dicho análisis se calcula el porcentaje de órdenes que requieren del recurso o del área. Por ejemplo, de las 96 órdenes estudiadas, el 97,92% (94) tienen presente a la guillotina como parte de su proceso. En el Cuadro 7 se pueden observar los resultados:

Cuadro 7. Demanda por recurso o área

Recurso o área	Cantidad	Total	Porcentaje
Guillotinado	94	96	97,92%
Impresión convencional	61	82	74,39%
Troquelado	68	96	70,83%
Pegadora	33	96	34,38%
Acabados Especiales	29	96	30,21%
Relieve	8	96	8,33%
Laminado	7	96	7,29%
Estampado	6	96	6,25%
Plasticado	4	96	4,17%
Punta Roma	1	96	1,04%
Imprenta	0	96	0,00%

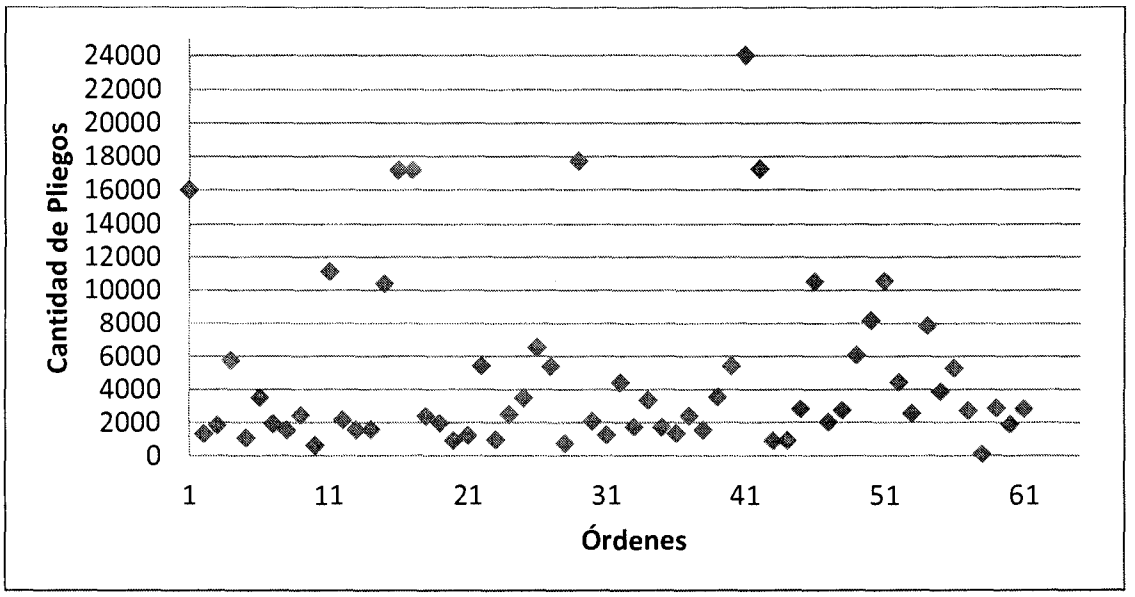
Mediante el cuadro anterior es posible identificar que, a pesar de la inexistencia de rutas dominantes, existen recursos que son requeridos con mayor frecuencia por parte de las órdenes de producción dentro de los cuales destacan: Guillotinado, Impresión Convencional, Troquelado, Pegadora y Acabados Especiales.

Volúmenes de producción

Además de la variedad de productos y diversas rutas de producción que posee la Litografía, la empresa debe lidiar otro factor que influye en la complejidad de la programación de la producción tal y como lo es la variabilidad en los volúmenes de producción que capta, lo cual posee un efecto directo en el tiempo de operación. A continuación el análisis estadístico de los datos.

Del total de órdenes convencionales analizadas se determina que 61 (74,39%) llevan impresión. El volumen de estos pedidos se muestra en el Gráfico 3 y Cuadro 8.

Gráfico 3. Cantidad de pliegos por orden (Impresión)



Cuadro 8: Estadística descriptiva - Pliegos por orden

Estadístico Descriptiva de los datos	
Media	4 837,36
Mediana	2 750
Moda	900
Desviación estándar	5 230,1
Varianza de la muestra	27 353 989,26
Mínimo	65
Máximo	24 033
Cuenta	61
Coeficiente de variación	81,64%

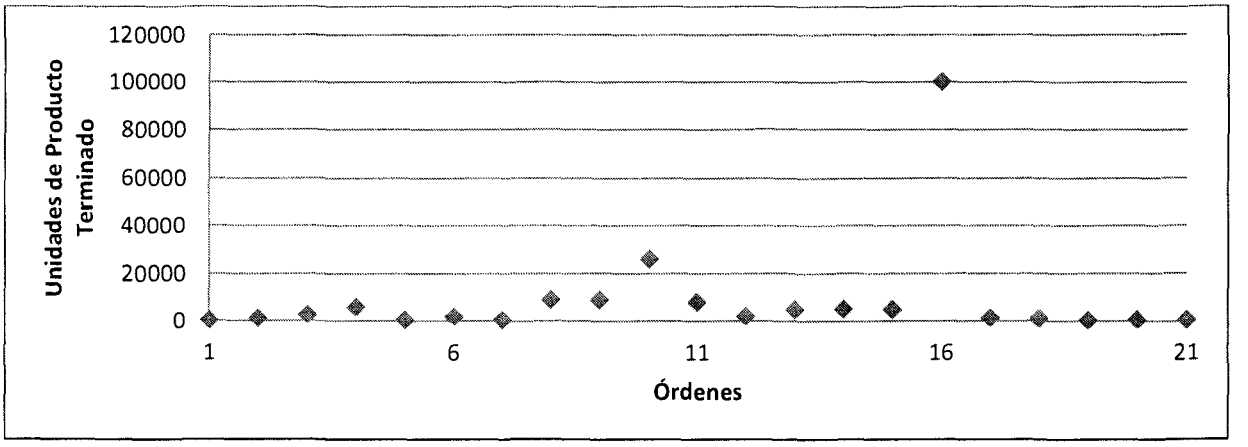
Tal y como se observa, el grueso los volúmenes de producción (80%) se encuentra por debajo de los 6 500 pliegos, lo que permite concluir que la empresa se desenvuelve en un entorno de alto *mix* y bajos volúmenes de producción si se comparan los 6 500 pliegos contra los 46 750, 33 864 o 23 400 pliegos que son considerados[6] como elevados para la empresa.

Para las restantes 21 órdenes, se grafican contra las unidades de producto terminado[7] ("eje y"), con el objetivo de mantener una equivalencia de unidades. Es por esta razón que se separan del gráfico anterior y se muestra en el Gráfico 4 y Cuadro 9.

[6] Corresponden a los volúmenes de las órdenes: 95 785, 95 160 y 95 756.

[7] Pueden tratarse desde forrado de cajas hasta empaques para productos alimenticios que únicamente requieren el formado.

Gráfico 4. Cantidad de unidades de Producto Terminado por orden (Sin impresión)



Cuadro 9: Estadística descriptiva - Unidades PT por orden

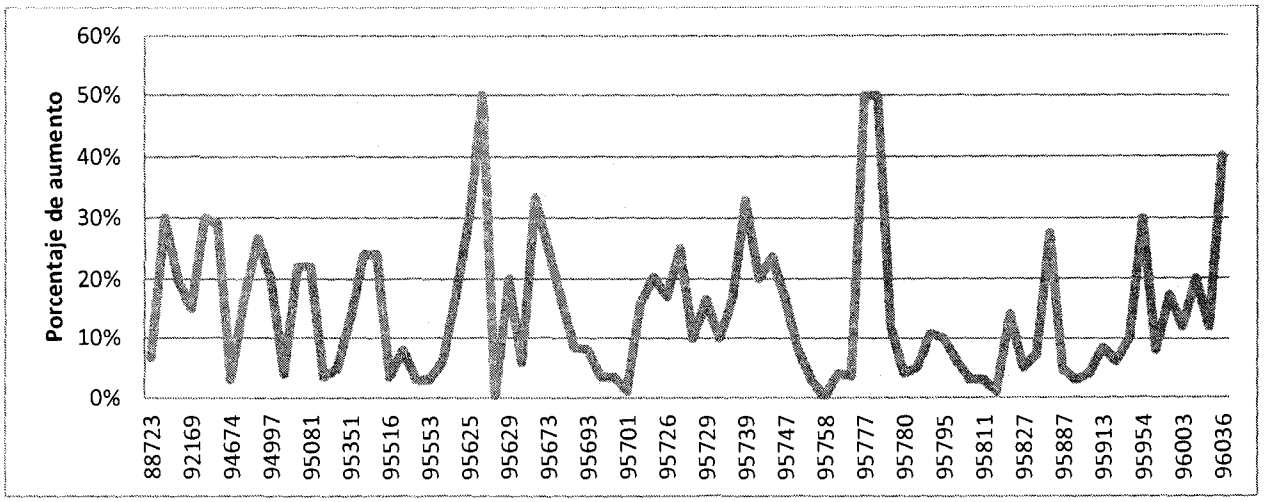
Estadística Descriptiva de los datos	
Media	8 718,86
Mediana	2000
Moda	5000
Desviación estándar	21 686,19
Varianza de la muestra	470 290 913
Mínimo	100
Máximo	100 000
Cuenta	21

En este caso, el segmento dominante (80,95% de las órdenes) se encuentra por debajo de las 8 000 unidades de producto terminado.

Comportamiento de los porcentajes de aumento

A su vez, es importante tipificar el comportamiento de los porcentajes de aumento que la empresa maneja. La proporción de aumento es la cantidad adicional que se agrega a la cantidad solicitada por el cliente con el fin de contar con materia prima adicional para los ajustes de color, preparación de máquinas y/o errores humanos. El valor que se asigna está en función del grado de complejidad con el que el cotizador evalúe el trabajo requerido. Tal y como se logra inferir del Gráfico 5. Dichos porcentajes presentan alta variabilidad (σ = 11.83%, ver Cuadro 10) donde los valores rondan desde un 50% hasta trabajos que no requieren aumento. Este hecho es importante de contemplar ya que influye de manera directa sobre los costos de materia prima y por ende en el precio final que el cliente recibe.

Gráfico 5. Comportamiento Porcentajes de Aumento



Cuadro 10: Estadística descriptiva - Porcentajes de aumento

Estadística Descriptiva de los datos	
Media	14,49%
Mediana	11,45%
Moda	20%
Desviación estándar	11,83%
Varianza de la muestra	0,01399928
Mínimo	0
Máximo	50%
Cuenta	82

Ante estas situaciones, es posible afirmar que la Litografía se desenvuelve bajo un entorno incierto, debido a la gran cantidad de competidores, además del alto *mix* que maneja así como la variedad de productos y los cambios repentinos que los bajos volúmenes y la incertidumbre de la demanda generan. Es por esto que tal y como lo indica el Ing. Pablo Manyoma[8] en una entrevista[9] realizada por los autores, existe una necesidad de flexibilidad en la organización si se busca desarrollar una mejora en la competitividad. Este requerimiento se justifica "por el hecho de estar donde está", haciendo referencia al entorno incierto descrito y demostrado anteriormente.

Actualmente se encuentra una incongruencia entre la estrategia empresarial y la de producción, ya que por un lado se le ofrece al cliente variedad de productos y procesos como parte de la diferenciación de la Litografía, mientras que por otra parte, no se le da el soporte adecuado al sistema de producción a través de una estrategia que permita una adecuada capacidad de respuesta acorde con los requerimientos del cliente.

[8] Autor del artículo "Medición de la Flexibilidad en Manufactura", 2011.
[9] Entrevista realizada vía correo electrónico el 13-11-12. Contacto: pablo.manyoma@correounivalle.edu.co

Es decir, el sistema de producción no posee la habilidad de adaptarse sin incurrir en castigos de tiempo, costo y desempeño, lo cual va en contra de la definición teórica de flexibilidad (Upton, 1994 citado por (D'Souza & Williams, 2000)). Siendo claros ejemplos de esto[10]: 1) el tiempo y costo en que el sector de prensas debe incurrir debido a los tiempos de alisto y limpieza, 2) los atrasos que se presentan por parte del encargado de compras al no conseguir el material que el área de cotizaciones asigna, 3) los cambios de ruta repentinos que se originan ya que un proceso no se logra ejecutar en un recurso establecido, entre otros. Todos estos factores afectan el flujo del proceso y repercuten de manera directa y negativa sobre la capacidad de respuesta de la organización.

La flexibilidad incrementa la reacción ante cambios tanto internos como externos. Corresponde a una característica de producción que se obtiene mediante la adecuada interacción entre la administración de los procesos de transformación y el ambiente en que se desenvuelve la empresa (Grubbstrom & Olhager, 1997).

Tal y como lo mencionan diversos autores (Jack & Raturi, 2002), (Nagarur & Azeem, 1999), (Berry & Cooper, 1999), al lograr una estrategia de producción flexible es posible convertir la flexibilidad en un factor de la competitividad, alcanzando de esta forma una ventaja competitiva que permita aumentar la capacidad de respuesta de la Litografía.

Es por esto que, ante un entorno incierto, se deben desarrollar instrumentos que permitan un mejor equilibrio entre la oferta y la demanda que ayuden a solventar los requerimientos del mercado y a su vez mantener la utilización de la capacidad instalada y los altos niveles de servicio con el fin de desarrollar una ventaja competitiva que convierta la flexibilidad en un complemento de la productividad (Manyoma, 2011).

No obstante, es de suma importancia responder la pregunta: ¿Qué tipo de flexibilidad es la que se requiere trabajar para lograr una mejora en la organización? Para ello se presenta un resumen con los tipos de flexibilidad en el Cuadro 11 (Manyoma, 2011):

Cuadro 11. Tipos de flexibilidad

Flexibilidad	Descripción
Volumen	Habilidad para cambiar el nivel de salida por parte del sistema de producción.
Producto	Capacidad para: • Producir diferentes productos a la vez. • Ofrecer nuevos productos. • Hacer cambios de diseño.
Máquinas	Facilidad para llevar a cabo los cambios de estado de las máquinas.
Manejo materiales	Habilidad del sistema de transporte interno para entregar de manera efectiva los materiales requeridos.

[10] Más adelante se explica con mayor detalle estos problemas.

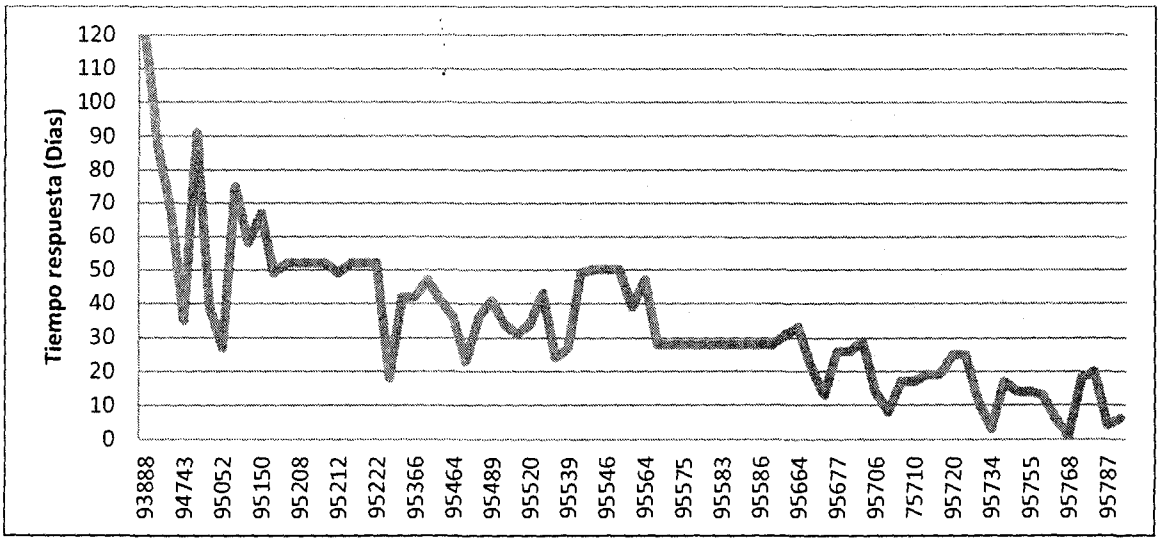
De ruta	Capacidad para elaborar un producto a través de varias rutas.
Laboral	Aprovechamiento del personal y grado de polifuncionalidad.

Es por esto que en el siguiente apartado, se realiza un análisis detallado de la totalidad del flujo del proceso con el objetivo de poder determinar cuáles son los factores que afectan el sistema de producción y fijar los tipos de flexibilidad que se requieren desarrollar.

Determinación de los factores que afectan el flujo del proceso

Inicialmente, al realizar un análisis mediante estadística descriptiva de la facturación mensual del mes de enero del 2013, se encuentra que se factura un total de 143 órdenes, de las cuáles, el 53,85% son convencionales lo que representa un 94,07% de los ingresos por las ventas de enero. Mediante el Gráfico 6 se reflejan tiempos de respuesta[11] con un rango que oscila desde 1 día de tiempo de respuesta hasta 119 días. El promedio corresponde a 34,6 días (ver Cuadro 12) mientras que la mediana coincide con la moda (10 órdenes) indicando un tiempo de 28 días. Este segundo valor no se ve sesgado por los valores extremos que tal y como lo señalan los encargados de producción, son considerados como atípicos y se justifican debido a la falta de información y/o interés por parte del cliente a la hora de aprobar el arte (esto en el caso de los tiempos de respuesta elevados), o por el contrario las órdenes que muestran un tiempo de respuesta casi inmediato corresponden a clientes que ya poseen el arte diseñado y aprobado. Además de que se cuenta con material y tintas en inventario. Debido a estas razones es que se presenta un desviación estándar y coeficiente de variacón tan elevada (20,9 lo que representa un 60,44% del promedio de los datos).

Gráfico 6. Tiempo de respuesta de órdenes facturadas del 01-01-13 al 31-01-13 (Convencionales)



[11] Tiempo de respuesta contempla desde que se genera la orden de producción hasta que se factura. Los brindados por la organización incluyen fines de semana.

Cuadro 12: Estadística descriptiva - Tiempos de respuesta

Estadística descriptiva de los datos	
Media	34,5714286
Mediana	28
Moda	28
Desviación estándar	20,8966307
Varianza de la muestra	436,669173
Rango	118
Mínimo	1
Máximo	119
Cuenta	77
Coeficiente de variación	60,43%

Al analizar los datos mediante rangos de tiempo de respuesta, es posible ver de forma más clara la variación mencionada en el Cuadro 13:

Cuadro 13. Tiempo de respuesta de órdenes facturadas en enero según rango

Rango (Días)	Cantidad de órdenes	Porcentaje
0 a 10	6	8%
11 a 20	14	18%
21 a 30	20	26%
31 a 40	10	13%
41 a 50	13	17%
>50	14	18%
Total	77	100%

Es importante aclarar que el área de ventas y cotizaciones suman aún más tiempo ya que el tiempo registrado se da a partir del momento en que la cotización es aprobada y se genera la orden de producción. Es decir, el tiempo desde que el cliente contacta a la Litografía hasta que este aprueba la cotización, no está incluido.

Es en este punto donde se hace necesario un estudio detallado sobre cada una de las áreas (sin dejar de lado la interrelación entre las mismas) con el fin de poder determinar los diferentes desperdicios que se presentan en cada una de ellas, para de esta forma, encontrar las causas que han disminuido la capacidad de respuesta ante los requerimientos del mercado de la organización. Para ello, en primera instancia se elabora el Mapa del Flujo de Valor que se muestra a continuación.

Mapa del Flujo de Valor (Actividades administrativas - Producción)

Con el fin de poder relacionar el tiempo invertido con las actividades que el cliente realmente percibe como generación de valor, se procede a realizar un Mapeo del Flujo de Valor. Es importante mencionar

que esta herramienta se comprende de cuatro fases[12]: 1) Definición de producto o familia, 2) Creación del estado actual, 3) Creación del estado futuro y 4) Transformación del estado actual al futuro. (Magnier, 2003), de las cuáles se desarrollan únicamente las dos primeras.

Además se debe recalcar que la aplicación de esta herramienta en la empresa se realiza en un nivel macro sin entrar en detalle en la etapa de producción, esto ya que se quiere conocer inicialmente el proceso general de la empresa y posteriormente entrar en detalle para el área de producción en las siguientes etapas del proyecto.

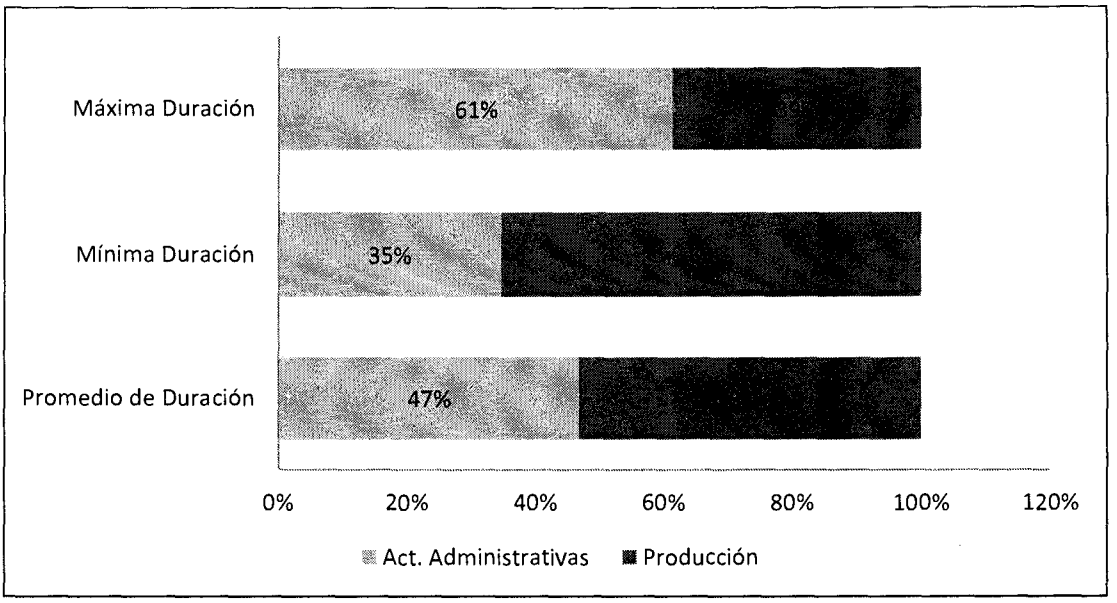
Los datos utilizados se recolectan en un periodo de tres semanas entre enero y febrero del 2013. Además, la conformación del equipo establecido en la teoría no se establece directamente, pero en el proceso de recolección de los datos participaron: vendedores, cotizadores, programación de la producción y personal en planta. El mapeo de la cadena de valor se puede observar en el Apéndice 7 - Mapa de la cadena de valor. En dicho apéndice también se pueden observar los tiempos promedio, así como la máxima duración y la mínima duración para cada una de las actividades que involucra el proceso (excepto Producción). Es decir, el tiempo mínimo por cada actividad, independientemente si pertenece para una misma orden entre ellas. Además, el tiempo de producción se mantiene constante en los tres escenarios debido a que lo que se busca es analizar el impacto que tienen las variaciones en las demás etapas en el tiempo total de las órdenes, y posteriormente en el siguiente apartado del documento se estudia el impacto de la etapa productiva en el tiempo de respuesta total.

Mediante todo lo anterior se obtiene que con el escenario mínimo en la duración de las actividades administrativas, las mismas conforman el 35% del tiempo total, mientras que en el escenario máximo corresponden a alrededor de un 61% del tiempo total. Por otra parte se obtuvo que en promedio se utiliza un 47% del tiempo total de una orden en estas actividades.

A continuación se presenta el Gráfico 7 en el cual se puede observar el comportamiento de las mismas ante una duración de producción constante:

[12] En la etapa de diagnóstico únicamente se desarrolla las primeras dos fases de la herramienta. Para la primera fase no se selecciona la familia debido a la variabilidad de productos que existen en la empresa.

Gráfico 7. Comportamiento de actividades administrativas (Escenarios)



Análisis de desperdicios en las áreas de la Litografía

Se define como desperdicios (MUDAS) aquellas actividades o tareas que absorben recursos pero que no llegan a crear valor alguno para el proceso en general. Es por esto que se deben enfocar los esfuerzos en erradicar las actividades que no agreguen valor al cliente (Womack & Jones, 1996).

Entendiendo que las tres áreas que influyen sobre el flujo de proceso son: 1) ventas y cotizaciones, 2) programación de la producción y 3) la planta, se procede a realizar el análisis de los desperdicios que ocurren en las mismas.

Al identificar las MUDAS presentes en cada una de estas principales áreas del flujo de proceso, surgen las causas que están afectando la gestión de operaciones. Estas causas son la base para la priorización que se realiza posteriormente para guiar el resto de fases del proyecto.

Ventas y Cotizaciones

El proceso de cotizaciones consiste básicamente en recibir la solicitud de cotización que el vendedor genera a partir del contacto con el cliente, ingresarla al sistema, cotizar los materiales y el tiempo de producción, esperar aprobación del cliente y una vez aprobada, pasarla a programación de la producción. Durante la realización de tal proceso, se notan una serie de desperdicios que afectan negativamente el flujo general del proceso. Principalmente se pueden rescatar los siguientes:

1) Ingreso de información

El hecho que el vendedor realice la solicitud de cotización en una hoja escrita a mano y el cotizador deba trasladar esa información al sistema, toma 2 minutos por orden. Incluso existen otros tiempos que no se ven, como el traslado de las hojas de una oficina hacia otra o el "inventario en proceso" que se genera cuando un vendedor pasa más de una solicitud a la vez.

A continuación, en el Cuadro 14, aparecen los tiempos aproximados desperdiciados.

Cuadro 14. Desperdicio por ingreso de solicitudes de cotización

Rubro	Unidades
Tiempo de ingreso (min)	2
Cotizaciones ingresadas por día	10
Tiempo consumido por día (min)	20
Tiempo consumido por semana (min)	100

Tomando en cuenta el costo por hora de los cotizadores, dichos tiempos se traducen en el Cuadro 15:

Cuadro 15. Cuantificación del desperdicio por ingreso de solicitudes de cotización

Rubro	Unidades
Costo por hora cotizador[13] (colones)	1 500
Tiempo consumido por día (horas)	0.333
Costo por día (colones)	500
Costo por semana (colones)	2 500

En general se determinan desperdicios en forma de **inventarios**, **esperas**, **sobre-procesamiento** y **transporte**.

2) Ausencia de información

También existen ciertos casos en los cuales las solicitudes de cotización no contienen toda la información necesaria para realizarla. Esto puede suceder ya sea porque el vendedor olvidó esa información o porque el mismo cliente no la proporcionó, de tal manera al tratar de realizar la tarea, se pierde tiempo valioso al pedir esa información.

Los tiempos promedio de respuesta de cotizaciones se muestran a continuación en el Cuadro 16:

Cuadro 16. Tiempo respuesta cotizaciones

Semana	Cantidad de Cotizaciones	Tiempo promedio (días)
28 al 1 febrero	88	1,44
4 al 8 febrero	83	2,73
11 al 15 febrero	84	1,27

[13] Tomado de los Salarios II Semestre 2012 proporcionados por la empresa

En el cuadro anterior se puede observar como la semana del 4 al 8 de febrero se tuvo un tiempo promedio más alto, este tiempo más alto se le atribuye a la orden 96053 que corresponden a unas fundas para tazas y otros recipientes. En esta orden, el cliente no brindó la información completa desde el comienzo y la comunicación entre cotizador, agente de ventas y cliente no era lo suficientemente ágil de manera que la solicitud se logró completar hasta 14 días después. Esto aumentó el promedio de días de respuesta para esa semana que fue la semana que se completó la cotización.

Este caso se trata de un desperdicio que se reflejan mediante **esperas, transportes, inventarios** y **defectos**.

Sucede también que los cotizadores, entre sus variadas tareas, se encargan de colocar los trazos del troquel en los pliegos donde se realizará la impresión. Este trazo de troquel es proporcionado por los clientes o a veces el mismo cliente solicita la creación de los trazos de troquel. Sin embargo, los clientes no siempre tienen el trazo listo o ni siquiera se deciden por la creación del troquel por parte de la Litografía. De este modo, otro atraso de tiempo se genera cuando los cotizadores deben esperar los trazos enviados por el cliente para gestionar la cotización.

Este tiempo de creación de los trazos de un troquel son muy variados. Existe un rango desde 1 hora hasta 8 horas de trabajo para lograr el trazo. Además estos trazos tienen que probarse para ver si funcionan correctamente lo cual incrementa el tiempo.

Estas situaciones también se categorizan como un desperdicio en **esperas.**

3) Asignación de tiempos

Otra parte importante de la cotización es la asignación de tiempos y de cargas de trabajo a las máquinas. Es decir, el tiempo que se le asigna a la máquina que va a estar utilizada por ese trabajo y por lo tanto el dinero que se debe cobrar por ese tiempo.

Dado que los cotizadores no son expertos en la producción de las máquinas, existen parámetros establecidos y fijos en el sistema para hacer esta asignación, sin embargo ellos tienen que recibir una aprobación de tal asignación por parte del gerente de producción para asegurarse que la asignación de tiempos en las máquinas es el adecuado y no se está "sobre-estimando" o "sub-estimando" el tiempo asignado a las mismas; sin embargo aún con esas revisiones estos estimados no son acertados. Asimismo el desperdicio aquí reside en el tiempo que también se debe esperar para que la cotización sea aprobada por el gerente y el doble trabajo que esto implica.

Los desperdicios de este caso se pueden categorizar en **esperas, inventarios** y en **sobre-procesamiento.**

4) Asignación de costos

Asimismo, se encuentran diferencias entre el tiempo cotizado (tiempo que se le cobra al cliente por concepto de mano de obra y maquinaria) y el tiempo real de ejecución.

Cuadro 17. Diferencias entre tiempo cotizado y tiempo real

Orden	Recurso	Tiempo Cotizado	Tiempo Real	Diferencia Cotizado vrs Real	% Variación	Costo Real	Costo Real/ Factura
95432	GTO	18,06	15,73	2,33	12,90%	₡ 6 038,45	2,01%
95434	GTO	18,06	15	3,06	16,94%	₡ 7 930,33	2,52%
95626	GTO	16	24	-8	-50,00%	₡ -20 732,88	N/A
95689	GTO	5,28	5,98	-0,7	-13,26%	₡ -1 814,13	-1,20%
95703	GTO	4,5	4,98	-0,48	-10,67%	₡ -1 243,97	-1,13%
95954	GTO	2,53	0,75	1,78	70,36%	₡ 4 613,07	10,95%
96070	GTO	5,58	9,25	-3,67	-65,77%	₡ -9 511,21	N/A
			Subtotal GTO	**-5,68**		**₡ -14 720,34**	
			Desviación GTO	3,91			
94997	SORD25	10	7,73	2,27	22,70%	₡ 13 997,09	1,88%
95629	SORD25	6,4	5	1,4	21,88%	₡ 8 632,57	2,79%
95655	SORD25	17,79	15,77	2,02	11,35%	₡ 12 455,56	0,72%
95673	SORD25	5,5	8,48	-2,98	-54,18%	₡ -18 375,04	-1,22%
95777	SORD25	10,6	7,5	3,1	29,25%	₡ 19 114,97	N/A
95778	SORD25	10,6	5,27	5,33	50,28%	₡ 32 865,42	N/A
95790	SORD25	4,53	3	1,53	33,77%	₡ 9 434,16	2,34%
95795	SORD25	13,75	7,02	6,73	48,95%	₡ 41 497,99	5,89%
			Subtotal SORD25	**19,4**		**₡119 622,73**	
			Desvición SORD25	2,90			
95815	SORD26	23,31	25	-1,69	-7,25%	₡ -10 420,74	-1,25%
95913	SORD26	17,11	20	-2,89	-16,89%	₡ -17 820,09	-1,43%
			Subtotal SORD26	**-4,58**		**₡ -28 240,83**	
			Desviación SORD26	0,85			
95319	SORM28	18,12	25,23	-7,11	-39,24%	₡ -43 841,11	N/A
95779	SORM28	9,6	6	3,6	37,50%	₡ 22 198,03	2,21%
95857	SORM28	18,9	8,27	10,63	56,24%	₡ 65 545,86	5,98%
95869	SORM28	17,65	15,25	2,4	13,60%	₡ 14 798,69	1,66%
96003	SORM28	13,9	9,5	4,4	31,65%	₡ 27 130,93	1,85%
96028	SORM28	13,9	9,23	4,67	33,60%	₡ 28 795,78	4,88%
			Subtotal SORM28	**18,59**		**₡ 114 628,17**	
			Desviación SORM28	5,76			
			Total	**27,73**		**₡ 191 289,72**	

El Cuadro 17 presenta la diferencia entre el tiempo que se cotizó y el tiempo que la planta de producción realmente tuvo que invertir en la zona de prensas para la realización de la orden. Es posible observar el impacto económico que estas diferencias tienen mediante la cuantificación del costo real de la

diferencia. Finalmente, en la última columna se calcula el porcentaje de la diferencia sobre el monto total de la factura. Todo esto posee implicaciones para la empresa que se pueden analizar mediante los siguientes dos casos.

Caso I: Tiempos sub cotizados

Los casos sub cotizados muestran que ante la falta de una estandarización de los tiempos de las prensas, así como la variabilidad de los alistamientos que cada prensista debe invertir para realizar el alisto de la máquina, se desencadena un aumento en el costo real en la ejecución de la orden lo cual disminuye el margen de ganancia de la empresa sobre estos casos.

A manera de ejemplo se presenta el caso de la orden **95319** la cual tuvo un aumento del 16,89% en el costo real debido al aumento de tiempo en la ejecución.

Caso II: Tiempos sobre cotizados

Si bien es cierto este escenario es beneficioso para la empresa a primera vista ya que aumenta el margen de ganancia sobre cada orden; se presentan dos situaciones que demuestran que no es del todo positivo. En primer lugar, como se mencionó desde la primera fase de este documento, uno de los puntos débiles de la Litografía en cuanto a competitividad es el precio de venta el cual es considerado elevado por algunos de los clientes. Por lo que se nota que existen buenas prácticas de manufactura que no están siendo trasladadas al cliente, lo que se convierte en una limitación para aumentar la competitividad. En segunda instancia, debido a que las órdenes se programan con este tiempo sobre cargado, se genera un efecto en los operarios en el cual hacen que el tiempo de cada orden calce exactamente con su tiempo disponible de trabajo (lo hacen rendir), por lo que los porcentajes de tiempo improductivo tienden a aumentar (este punto se amplía más adelante).

Por otra parte, para la realización de la cotización se mantienen algunos precios de los materiales de ciertos proveedores a razón de no realizar tantas llamadas para conseguir los precios. Esto se hace para agilizar la cotización. Sin embargo, algunas de estas matrices de referencia no siempre están actualizadas, de manera que en ocasiones se cotiza bajo precios que ya no son vigentes y que al momento de realizar la compra del material, se encarece o se abarata la orden.

A continuación se presenta un cuadro con los costos cotizados por pliego, los costos reales comprados por pliego y la pérdida o ganancia que se tuvo.

Cuadro 18: Costos cotizados vs. costos reales para materiales (por pliego)

Orden	Pliegos	Material	Costo cotizado	Costo real	Diferencia	Ganancia o Pérdida
96158	438	CCKB 36	₡200,00	₡197,00	₡3,00	₡1 314,00
96155	363	CCWB 16	₡190,00	₡176,00	₡14,00	₡5 082,00
96069	530	CCKB 28	₡320,00	₡304,00	₡16,00	₡8 480,00
95950	1375	CMPC 16	₡140,00	₡123,50	₡16,50	₡22 687,50
95923	268	Pergamino 90g	₡350,00	₡270,75	₡79,25	₡21 239,00

96138	5500	CCKB 20	₡198,00	₡194,00	₡4,00	₡22 000,00
96157	875	CCKB 36	₡150,00	₡119,87	₡30,13	₡26 363,75
96027	3900	CCKB 36	₡172,00	₡137,00	₡35,00	₡136 500,00
96075	1075	CCKB 20	₡150,00	₡143,00	₡7,00	₡7 525,00
95921	500	Adhesivo brillante BCO	₡310,00	₡265,00	₡45,00	₡22 500,00
96249	6034	Adhesivo brillante BCO	₡310,00	₡265,00	₡45,00	₡271 530,00
96077	575	CCKB 18	₡200,00	₡194,00	₡6,00	₡3 450,00
96076	575	CCKB 18	₡200,00	₡194,00	₡6,00	₡3 450,00
96074	650	CCKB 18	₡140,00	₡102,00	₡38,00	₡24 700,00
96074	700	CCKB 36	₡140,00	₡102,00	₡38,00	₡26 600,00
96078	1250	CCKB 36	₡140,00	₡95,00	₡45,00	₡56 250,00
96078	1150	CCKB 18	₡140,00	₡95,00	₡45,00	₡51 750,00
96075	1150	CCKB 36	₡130,00	₡30,00	₡0,00	₡0,00
96077	625	CCKB 36	₡200,00	₡180,00	₡20,00	₡12 500,00
96125	292	CCKB 18	₡154,00	₡148,80	₡5,20	₡1 518,40

Como se puede observar del Cuadro 18, el material siempre se consiguió a precios más bajos. Según conversaciones con el empleado encargado de realizar las negociaciones de material, siempre se busca conseguir el precio más bajo de lo cotizado o igual. Este mismo empleado menciona que sólo se ha conseguido materiales más caros a lo cotizado en años pasados cuando no se tenía un sistema de información y que estos casos casi nunca suceden.

Estos sucesos no se convierten en un desperdicio en el momento de la generación de la cotización. Sin embargo más adelante en el flujo sí tiene repercusiones que causan **sobre procesamiento** y **esperas**. Cuando se cotiza un material con precio diferente o un material que no existe en el mercado en ese momento, los tiempos de negociación de precios o la espera para que el material llegue al país toma tiempo que no se cobró y que el cliente no conocía. El cliente puede llegar a enojarse debido a cambios en el precio establecido o cambios en las fechas y tiempos acordados.

5) Envío de información

Existe otra fuente de desperdicio de tiempo al momento de generar la cotización, y es que no siempre la cotización se envía directamente al cliente. En ocasiones la cotización debe regresar al agente de ventas antes del cliente y este tiempo en que el vendedor revisa la cotización y se toma el tiempo para renviarla al cliente es tiempo valioso y perdido para el cliente. Existe un proceso de revisión que resulta innecesario en la mayoría de las ocasiones y por lo tanto alarga el tiempo en el que el cliente recibe la cotización.

Con base en los tiempos promedio de respuesta de cotización (Cuadro 16), se puede observar que en cotizaciones normales, se tienen tiempos aproximados a un día y medio. Tomando el mismo ejemplo de la orden **96053**, se sabe que existió una falta de comunicación fluida entre cotizador, agente de ventas y cliente en la semana del 4 al 8 de febrero que aumentó los tiempos promedio. Al agregar al agente de ventas como un mediador entre cotización y cliente, sucede esta interrupción del flujo de información para el cliente y se pueden incrementar los tiempos tal y como sucedió en este caso.

Estas situaciones desencadenan desperdicios que se reflejan en **inventarios**, **esperas** y **sobre procesamientos**

Finalmente el Cuadro 19 resume las MUDAS encontradas para el área de ventas y cotizaciones:

Cuadro 19. Desperdicios originados en ventas y cotizaciones

Origen de desperdicio	Desperdicios						
	Transporte	Inventario	Movimiento	Espera	Sobre procesamiento	Sobre Producción	Defectos
Ingreso de Información	X	X		X	X		
Ausencia de información	X	X		X	X		X
Asignación de tiempos		X		X	X		
Asignación de costos		X		X	X		X
Envío de Información		X		X	X		

Programación de la Producción

Una vez que el cliente aprueba la cotización realizada anteriormente, se genera la orden de producción y la orden de corte que pasan a programación de la producción. En esta área lo que se hace es básicamente ingresar las órdenes de producción a otro sistema el cuál toma el tiempo que cada orden tomará en procesarse en los diferentes recursos. Este tiempo permite saber el momento aproximado en que las órdenes saldrán de la planta de producción y el orden que estas deben llevar para cumplir con los tiempos establecidos. Sin embargo, al igual que el proceso de cotizaciones, existen muchas situaciones o actividades que afectan el flujo del proceso en general. A continuación se detallan estos problemas:

1) Ingreso de información

Las órdenes de producción se ingresan al sistema de programación manualmente. Además, también se considera que esto genera "inventario" de órdenes para el programador ya que cada cierto tiempo es que toma todas las órdenes que tiene en cola, y las ingresa al sistema.

A continuación se muestra el Cuadro 20 donde aparecen los tiempos aproximados desperdiciados.

Cuadro 20. Desperdicio por ingreso de órdenes de producción

Rubro	Unidades
Tiempo de ingreso (min)	5
Órdenes ingresadas por día	10
Tiempo consumido por día (min)	50
Tiempo consumido por semana (min)	250

En costos, tomando en cuenta el costo por hora del programador, se tiene el Cuadro 21:

Cuadro 21. Cuantificación del desperdicio por ingreso de órdenes de producción

Rubro	Unidades
Costo por hora programador[14] (colones)	**2 400**
Tiempo consumido por día (hrs)	**0,833**
Costo por día (colones)	**2 000**
Costo por semana (colones)	**10 000**

Tiempo de espera e **inventarios** son los desperdicios que se determinan en este caso.

[14] Tomado de los Salarios II Semestre 2012 proporcionados por la empresa

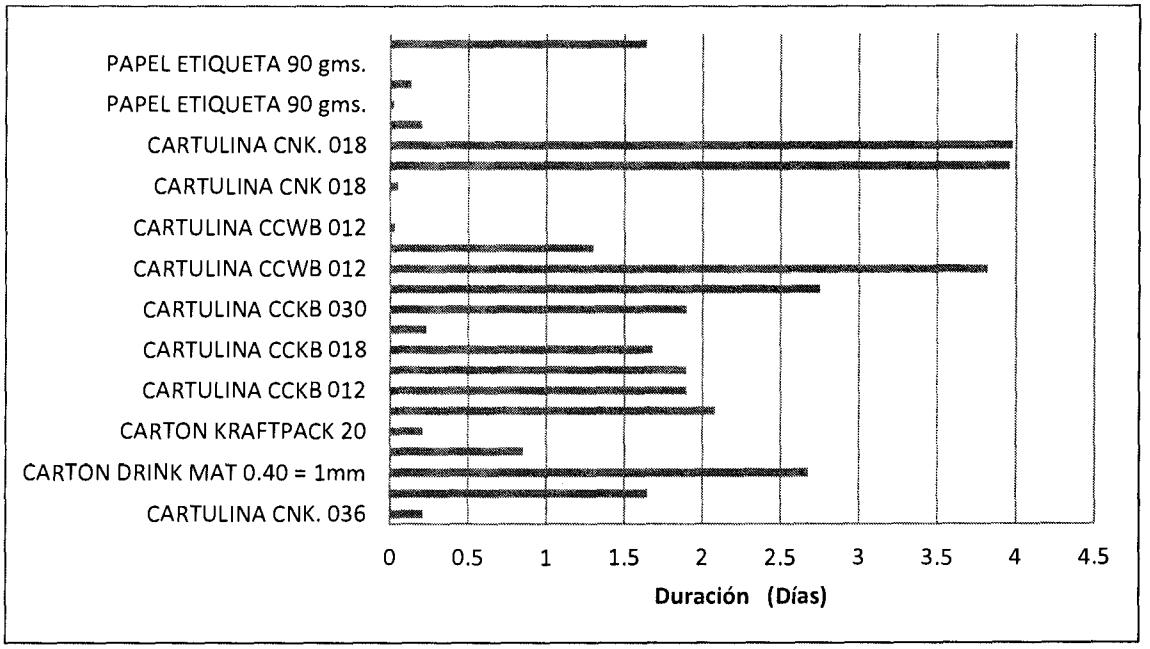
2) Faltantes de materia prima

Un desperdicio de los esfuerzos de programación sucede porque la programación de la producción se realiza sin tener los materiales para la producción comprados. Muchos de los productos utilizan materiales que se compran al momento en que se genera la orden, de manera, que al programar esta orden no se tienen los materiales listos. Esto llega a causar tiempos de espera cuando no existe el material en el mercado y por lo tanto la producción se atrasa e incurre en costos mayores por ajustes de capacidad o incluso pérdidas de clientes.

Uno de los puntos encontrados como críticos dentro del análisis del tiempo en actividades de valor no agregado, se determina que es la búsqueda de materias primas y el tiempo de duración de los proveedores. Según el gerente de producción y el encargado de esta actividad, este es un problema de todos los días, ya que los precios cambian en el mercado y en ocasiones los vendedores venden opciones que se complican conseguir, puesto que en el mercado no se encuentran fácilmente.

A continuación se presenta el Gráfico 8, elaborado para 24 órdenes dónde se relaciona el tipo de material buscado con el tiempo de duración que conllevó esta búsqueda:

Gráfico 8. Relación Materias Primas-Duración



Con el gráfico anterior se puede observar cómo el material para el cual se obtuvo mayor duración corresponde a la Cartulina CNK 018, la cual en dos ocasiones tuvo una duración de aproximadamente 4 días. Al consultar por dicha orden, el encargado informó que el material sí se tenía en bodega, sin embargo se debió llevar para transformar y por eso se dio esta duración. Además se tiene que en uno de los casos la cartulina CCWB 012 duró más de 3,5 días en conseguirse, con lo cual dichos materiales pasan

a ser parte de los materiales que más se le dificulta a la empresa conseguir. El tiempo anterior corresponde únicamente a la duración en contactar a los proveedores, es decir al tiempo anterior hay que adicionarle el tiempo de duración por parte de los proveedores, el cuál es más complicado de poder manejar ya que depende más del proveedor que de la Litografía.

Al igual que en el primer caso, se tiene que lidiar con desperdicios de **tiempos de espera** y **sobre procesamiento**.

3) Asignación de trabajos manuales

La Litografía cuenta con un área de procesos de acabados manuales que comprende en su mayoría trabajo realizado por recurso humano. La programación de la producción se realiza sólo para los procesos que requieren de maquinaria. Sucede, por lo tanto, que no se realiza una programación y/o asignación de los recursos humanos del área de acabados manuales previo al ingreso de la orden a la planta. Esto se traduce en una asignación empírica y "de minuto" en el cual se asigna el recurso humano minuto a minuto a las órdenes que, a criterio del jefe de área, sean más necesarias.

Esta falta de programación en acabados se logra evidenciar en los siguientes cuadros de información recolectada durante un muestreo de actividades de la semana del 4 al 8 de febrero. En estos cuadros se observa los constantes cambios en la cantidad de operarios trabajando sobre una misma orden en periodos de tiempo de 20 minutos. La inestabilidad mostrada en el Cuadro 22, muestra las constantes reasignaciones de trabajo por no tener una programación y asignación de recursos definida para el área de acabados.

Cuadro 22. Variaciones en cantidad de operarios (Sector: Acabados Manuales)

Fecha	Hora	Orden	Estado	# Operarios
04/02/13	13:40	95951	P	2
04/02/13	14:00	95951	P	2
04/02/13	14:00	95951	P	1
04/02/13	14:20	95951	P	3
04/02/13	14:20	95951	P	1
04/02/13	14:40	95951	P	3
04/02/13	15:00	95951	P	3
04/02/13	15:20	95951	P	1
Fecha	Hora	Orden	Estado	# Operarios
05/02/13	07:00	1514I	P	1
05/02/13	07:20	1514I	P	1
05/02/13	07:40	1514I	P	2
05/02/13	08:00	1514I	P	2
05/02/13	08:20	1514I	P	4
05/02/13	08:40	1514I	P	1

05/02/13	09:00	1514l	P	2
05/02/13	09:20	1514l	P	3
05/02/13	09:40	1514l	P	2
05/02/13	10:00	1514l	P	3
05/02/13	10:20	1514l	P	4
05/02/13	10:40	1514l	P	4
05/02/13	11:00	1514l	P	6
05/02/13	11:20	1514l	P	6
Fecha	Hora	Orden	Estado	# Operarios
07/02/13	13:20	95695	P	2
07/02/13	13:20	95695	P	1
07/02/13	13:40	95695	P	2
07/02/13	14:00	95695	P	1
07/02/13	14:00	95695	P	1
07/02/13	14:20	95695	P	2
07/02/13	14:40	95695	P	2
07/02/13	15:00	95695	P	2
07/02/13	15:20	95695	P	2
07/02/13	15:40	95695	P	1
07/02/13	16:00	95695	P	1
07/02/13	16:00	95695	P	2
Fecha	Hora	Orden	Estado	# Operarios
07/02/13	16:00	95696	P	2
07/02/13	16:20	95696	P	2
07/02/13	16:40	95696	P	2
07/02/13	17:00	95696	P	2
08/02/13	07:00	95696	P	6
08/02/13	07:20	95696	P	6
08/02/13	07:40	95696	P	6
08/02/13	08:00	95696	P	6
08/02/13	08:20	95696	P	5
08/02/13	08:40	95696	P	6
08/02/13	09:00	95696	P	4
08/02/13	09:20	95696	P	4
08/02/13	09:40	95696	P	5
08/02/13	10:00	95696	P	5
08/02/13	10:20	95696	P	3
08/02/13	10:40	95696	P	7
08/02/13	11:00	95696	P	3
08/02/13	11:20	95696	P	5

08/02/13	11:40	95696	P	6	

Esta falta de programación de la utilización del recuso humano del área de acabados lleva a un desperdicio importante. Este involucra a más de un recurso sucede debido a que los procesos manuales se realizan parcialmente, es decir no se realiza el proceso manual para el lote completo, sino parcialmente dependiendo de la asignación de recurso humano que se realice en la planta.

El principal problema con este desperdicio sucede después de troquelado, es decir, con el 34,38% de las órdenes que pasan por un proceso de descartonado para poder ser dobladas y pegadas. Este proceso es totalmente manual y la mayoría de las veces, debido al gran tiempo que toman y los altos volúmenes que se manejan, se realizan por partes.

Por ejemplo, en un lote de 5 000 pliegos, se descartonan 2 000 y luego se deja de realizar el proceso. Una vez que la pegadora ha procesado esos 2 000 pliegos descartonados, se retoma la actividad.

Ese tiempo mientras la pegadora ha terminado esos 2 000 pliegos, y el tiempo en que se descartona lo suficiente para pasar a la pegadora, es tiempo totalmente desperdiciado para la pegadora.

Se puede observar un ejemplo tomado de la orden **94889** en el Cuadro 23, en el muestreo realizado del 4 al 8 de febrero. En estos datos se observa como la máquina pegadora tuvo un espacio de tiempo sin procesar producto y durante todo ese tiempo se descartonó material para abastecerla, por lo cual se determina que ese es tiempo desperdiciado tanto para la pegadora como para el recurso humano que descartona y es tiempo que la orden pierde en el proceso y que causa atrasos de órdenes. En total el tiempo desperdiciado fue para esa orden de aproximadamente 5.5 horas.

Cuadro 23: Comparación de trabajo realizado por Pegadora y Acabados Manuales para una misma orden

	Hoja Control Máquinas Frecuentes				Hoja de Control de Procesos Manuales				
Muestra	Fecha	Hora	Orden	Estado	Fecha	Hora	Orden	Estado	# Operarios
73	06/02/13	10:20	94889	A	06/02/13	10:40	94889	P	1
74	06/02/13	10:40	94889	A	06/02/13	11:00	94889	P	1
75	06/02/13	11:00	94889	A	06/02/13	11:20	94889	P	1
76	06/02/13	11:20	94889	P	06/02/13	11:40	94889	P	3
77	06/02/13	11:40	94889	P	06/02/13	01:20	94889	P	2
78	06/02/13	12:00	-	Q	06/02/13	01:40	94889	P	2
79	06/02/13	12:20	-	Q	06/02/13	02:00	94889	P	2
80	06/02/13	12:40	-	Q	06/02/13	02:20	94889	P	2
81	06/02/13	01:00	-	Q	06/02/13	02:40	94889	P	2
82	06/02/13	01:20	-	Q	06/02/13	03:00	94889	P	2
83	06/02/13	01:40	-	Q	06/02/13	03:20	94889	P	2
84	06/02/13	02:00	-	Q	06/02/13	04:00	94889	P	3

85	06/02/13	02:20	-	Q	07/02/13	07:20	94889	P	2
86	06/02/13	02:40	-	Q	07/02/13	07:20	94889	P	1
87	06/02/13	03:00	-	Q	07/02/13	07:40	94889	P	2
88	06/02/13	03:20	-	Q	07/02/13	07:40	94889	P	1
89	06/02/13	03:40	-	Q	07/02/13	08:00	94889	P	3
90	06/02/13	04:00	-	Q	07/02/13	08:00	94889	P	1
91	06/02/13	04:20	-	Q	07/02/13	08:00	94889	P	1
92	06/02/13	04:40	-	Q	07/02/13	08:20	94889	P	2
93	06/02/13	05:00	-	Q	07/02/13	08:20	94889	P	1
94	07/02/13	07:00	-	Q	07/02/13	08:20	94889	P	1
95	07/02/13	07:20	94889	A	07/02/13	09:00	94889	P	2
96	07/02/13	07:40	94889	A	07/02/13	09:20	94889	P	2
97	07/02/13	08:00	94889	P	07/02/13	09:40	94889	P	3
98	07/02/13	08:20	94889	P	07/02/13	09:40	94889	P	1
99	07/02/13	08:40	94889	Q	07/02/13	10:00	94889	P	3
100	07/02/13	09:00	94889	Q	07/02/13	10:00	94889	P	1
101	07/02/13	09:20	94889	Q	07/02/13	10:00	94889	P	1
102	07/02/13	09:40	94889	P	07/02/13	10:20	94889	P	3
103	07/02/13	10:00	94889	P	07/02/13	10:40	94889	P	3
104	07/02/13	10:20	94889	A	07/02/13	10:40	94889	P	1
105	07/02/13	10:40	94889	P	07/02/13	11:00	94889	P	3
106	07/02/13	11:00	94889	P	07/02/13	11:20	94889	P	3
107	07/02/13	11:20	94889	P	07/02/13	11:40	94889	P	2

Lo relevante de la información anterior es el impacto que tiene en los aspectos de flexibilidad que se quieren atacar debido a la realidad de la empresa. Las máquinas que están atadas al trabajo de los operarios de procesos manuales pierden la flexibilidad de maquinaria. Asimismo, no se puede explotar bien la polifuncionalidad de los operarios al asignarlos constantemente a diferentes trabajos; esto se demuestra en los cambios en la cantidad de operarios existentes para las órdenes en cuestión.

Todo esto genera **inventarios** que se consideran como desperdicios, sin mencionar los esfuerzos extra de **sobre procesamiento** que realizan los operarios de acabados.

4) Ausencia de programación de órdenes (sin impresión)

Un detalle importante es que si la orden de producción no requiere de tiempo en las presas, esta orden no se programa en el sistema y simplemente se ingresa a la planta de producción. Esto genera desorden en la programación ya que esas órdenes están siendo procesadas sin tener una trazabilidad en la programación de la producción. Esto genera atrasos al momento de que una orden si programada se encuentre con estas otras órdenes en algún proceso como por ejemplo troquelado.

Ejemplos de esto son las órdenes **95992**, **95993** que tuvieron procesos en troquelado pero no tuvieron tiempo en impresión. Estas órdenes demoraron 3,98 horas y 4,98 horas en troquelado; estas aproximadas 9 horas en conjunto se pueden convertir en tiempo de espera para otras órdenes ya que, al no estar programadas, no se pueden visualizar en el sistema y se asume que el recurso esta liberado cuando en realidad está siendo utilizado durante 9 horas.

Inventarios y **tiempos de espera** son las principales implicaciones de estos casos.

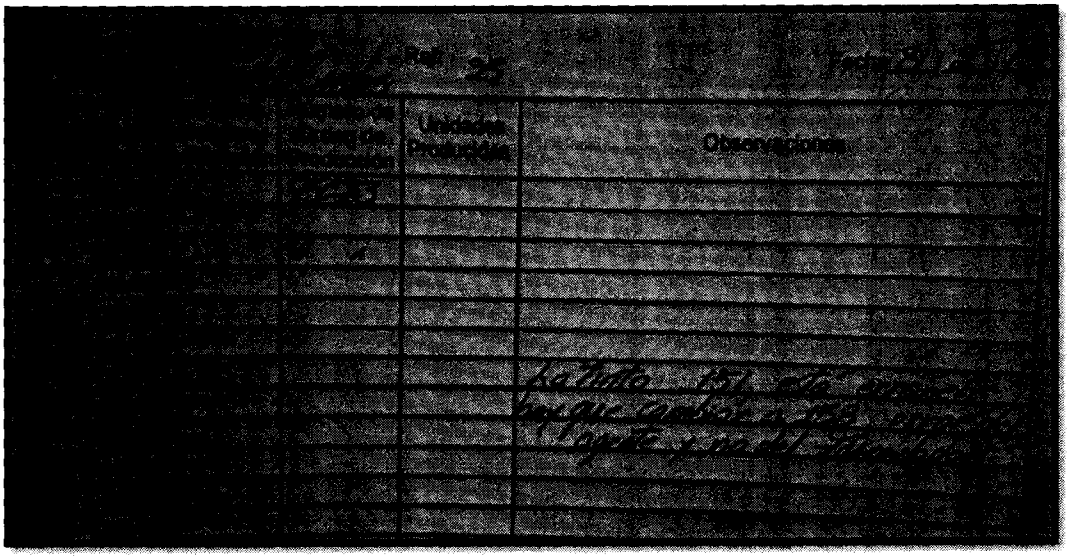
5) Control de parámetros de órdenes

Debido a falta de puntos de control o parámetros para controlar cada una de las etapas por las cuáles pasa la orden, se generan incidentes que hacen incurrir en reprocesos a la organización. A continuación se ejemplifica tal situación mediante un caso.

Durante el tiempo muestreado se presentó un incidente que hizo que una de las máquinas de impresión convencional estuviera detenida por alrededor de 3 horas debido a un fallo ocasionado desde el departamento de ventas y que ninguna de las etapas posteriores antes de impresión lo detectara. Fue el mismo operario quien detectó el error cuando estaba a punto de hacer el tiraje y por lo tanto se tuvo que dejar la máquina en espera de la corrección.

En este caso el error se dio en una mala definición de una de las tintas (a la hora de detectar el error ya se había preparado la tinta errónea), y el operario logró detectarla debido a que él ya había realizado el trabajo previamente de una manera distinta. La misma correspondía a la orden número **95673**. En la Figura 1, se puede observar cómo se resalta que el error fue por la mala especificación de los agentes y no por razones de los operarios:

Figura 1. Descripción error Orden 95673



Lo anterior hace evidente que también es necesario establecer puntos de control con el fin de evitar que ocurran este tipo de altercados que vienen a ocasionar además del costo de la máquina parada, y de los operarios, así como de los encargados de hacer la corrección de la orden; un costo de oportunidad dónde si se hubiera verificado dicha orden se hubiera podido evitar este inconveniente y así el flujo de producción no se hubiera visto afectado. Para este punto se dan implicaciones en **transporte, espera, sobre procesamiento y defectos**.

Finalmente en el Cuadro 24, los desperdicios encontrados para el área de programación de la producción:

Cuadro 24: Desperdicios originados en programación de la producción

Origen de desperdicio	Desperdicios						
	Transporte	Inventario	Movimiento	Espera	Sobre procesamiento	Sobre Producción	Defectos
Ingreso de Información		X		X			
Faltante de materia prima				X	X		
Asignación de trabajos manuales		X			X		
Ausencia de programación de órdenes en impresión		X		X			
Control de parámetros de órdenes	X	X		X	X		X

Planta

El siguiente proceso es el de producción. Una vez realizada la cotización y la programación de la producción, está todo listo para producir las órdenes. El orden específico que cada orden de producción sigue en la planta varía mucho debido al alto *mix* que ya se discutió previamente en este documento. Por lo tanto no se puede especificar una solo ruta dominante.

Aún con esto, se logran identificar una serie de actividades que generan desperdicios en el proceso productivo que es parte primordial del flujo de proceso al momento de mejorar la capacidad de respuesta general de la empresa. Los principales desperdicios encontrados se numeran a continuación:

1) Utilización de prensas

Ya que un poco más del 72% de las órdenes pasan por el proceso de prensas y el mismo hecho de que el negocio sea la impresión, el análisis de los tiempos de las prensas es de alta relevancia. Uno de los grandes desperdicios que se encontraron se relaciona con el tiempo de alisto de las prensas.

Con base en las hojas de control que se llevan en el área de prensas y el muestreo realizado la semana del 4 al 8 de febrero se logró determinar un fenómeno interesante. Los datos revelan que en promedio el 68% del tiempo que una orden pasa en prensas se utiliza en tiempos de máquina parada y máquina en preparación y tan solo un 31% es tiraje (ver Cuadro 25); sin embargo el fenómeno sucede cuando dentro se determina que ese 68% es inflado por los mismos operarios.

Cuadro 25. Porcentajes según estado de máquina y orden de producción

Recurso	Orden	T. Parada (hrs)	% Parada	T. Prep (hrs)	% Preparación	T. Producción (hrs)	% Producción	Total (hrs)
GTO	95432	0,98	10,94%	4	44,64%	3,98	44,42%	8,96
GTO	95434	1,73	17,25%	4,32	43,07%	3,98	39,68%	10,03
GTO	95626	2,22	12,33%	11,82	65,63%	3,97	22,04%	18,01
GTO	95689	3,47	37,59%	1,53	16,58%	4,23	45,83%	9,23
GTO	95703	0,48	11,35%	2,75	65,01%	1	23,64%	4,23
GTO	95954	0,23	30,67%	0	0,00%	0,52	69,33%	0,75
GTO	96070	1,25	62,50%	0	0,00%	0,75	37,50%	2
SORD 25	94997	0,23	2,98%	5,25	67,92%	2,25	29,11%	7,73
SORD 25	95629	0,75	15,00%	3,02	60,40%	1,23	24,60%	5
SORD 25	95655	2,45	22,27%	6,28	57,09%	2,27	20,64%	11
SORD 25	95673	3,22	37,93%	4	47,11%	1,27	14,96%	8,49
SORD 25	95777	0,75	10,00%	3,78	50,40%	2,97	39,60%	7,5
SORD 25	95778	0,27	5,12%	2,25	42,69%	2,75	52,18%	5,27
SORD 25	95790	0,48	16,00%	2	66,67%	0,52	17,33%	3
SORD 25	95795	0,75	10,68%	4,02	57,26%	2,25	32,05%	7,02
SORD 26	95815	7,93	31,72%	10,57	42,28%	6,5	26,00%	25
SORD 26	95913	6,52	31,79%	9,72	47,39%	4,27	20,82%	20,51
SORM 28	95319	0,77	16,28%	1,23	26,00%	2,73	57,72%	4,73
SORM 28	95779	2,73	45,50%	2,27	37,83%	1	16,67%	6
SORM 28	95857	0,72	8,71%	4,83	58,40%	2,72	32,89%	8,27
SORM	95869	4,17	27,34%	8,05	52,79%	3,03	19,87%	15,25

28								
SORM 28	96003	1,28	19,69%	3,72	57,23%	1,5	23,08%	6,5
SORM 28	96028	1,02	15,11%	3,98	58,96%	1,75	25,93%	6,75

El muestreo de productividad/improductividad revela que para la orden **95815**, 30% del tiempo fue productivo y un 70% fue en otras actividades de las cuales sólo el 50% fueron en actividades de apoyo a la máquina; el 20% restante el operario no se encontraba en el área de máquinas. Esto se observa en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Muestreo para la orden 95815

Estado	Cantidad	Porcentaje
P	22	30,14%
A	37	50,68%
Q	13	17,81%

De esta manera, se determina que existen desperdicios en las actividades de apoyo a prensas ya que los tiempos son muy altos y además dentro del tiempo de apoyo, se encuentra que el operario está alargando el tiempo en actividades que no generan valor para la orden hasta en un 20% del tiempo total de la orden; estos son desperdicios en **esperas** y **sobre-procesamiento**

2) Relación máquina - tipo de material

Otro desperdicio que fue encontrado va relacionado con el tipo de material que se utiliza en las prensas. Se ha desarrollado con el paso del tiempo una tendencia a utilizar ciertas máquinas para tipos de papel específicos determinados por su calibre en la mayoría de las veces, de manera que las prensas se "acostumbraron" a producir sólo sobre cierto tipo de material y calibre.

El desperdicio que surge de todo esto es en cuanto a la flexibilidad ya que si solo se realizan tirajes de un cierto tipo de material las máquinas quedan sujetas y la programación de las mismas se limita a ese tipo de material lo cual causa que en ciertas ocasiones no se asignen trabajos a una maquina libre por esperar la máquina que sí procesa ese tipo de material.

A continuación se muestran las ordenes muestreadas en la semana del 4 al 8 de febrero y el material utilizado en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Relación máquina y tipo de material

Recurso	Fecha	Orden	Material
GTO	04/02/13	95434	PAPEL COUCHE BRILLANTE 80 lbs. 115 gms.
GTO	04/02/13	95432	PAPEL COUCHE BRILLANTE 80 lbs. 115 gms.
GTO	05/02/13	95626	PAPEL COUCHE MATE 170 lbs. 250 gms.

GTO	06/02/13	95943	CARTON DRINK MAT 0.40 = 1mm
GTO	07/02/13	95954	FORMATOS GENERICOS PRE-IMPRESOS
GTO	07/02/13	96003	CARTULINA CCKB 25 (Respaldo Café)
GTO	08/02/13	95703	PAPEL ETIQUETA 90 gms.
SORD 25	04/02/13	95655	CARTULINA CCKB 020
SORD 25	05/02/13	95629	CARTON DRINK MAT .040 / 1 mm.
SORD 25	05/02/13	95790	CARTON DRINK MAT 0.40 = 1mm
SORD 25	05/02/13	94997	CARTULINA CNK 018
SORD 25	06/02/13	95778	CARTULINA CCWB 020
SORD 25	06/02/13	95777	CARTULINA CCWB 020
SORD 25	07/02/13	95795	CARTULINA CCKB 016
SORD 25	08/02/13	95673	CARTULINA CNK. 036
SORD 26	04/02/13	95815	PAPEL ETIQUETA 90 gms.
SORD 26	06/02/13	95913	PL. ADHESIVO BRILLANTE C/ CORTE BCO
SORM 28	04/02/13	95319	PAPEL KROMECOTE 90 gms.
SORM 28	04/02/13	95857	CARTULINA CCKB 012
SORM 28	05/02/13	95779	CARTULINA CCWB 016
SORM 28	06/02/13	95869	CARTULINA C-12 2 CARAS
SORM 28	08/02/13	96028	CARTULINA CNK 018

Se puede observar del Cuadro 27 que las máquinas SORD 25 y SORM 28 manejan materiales de mayor calibre como lo son las cartulinas de y siendo la SORD 25 la que maneja los calibres más grandes como el calibre 20 de las ordenes **95778** y **95777**. La máquina SORD 26 maneja papeles etiqueta y más delgados; y la GTO maneja cartones de hace cierto tipo de calibre pero en dimensiones pequeñas, lo cual facilita su manejo.

Esta falta de flexibilidad causada por las materias primas causa desperdicios de tiempo debido a las **esperas** de solo un tipo de material y además gran cantidad de **inventario** de un solo tipo almacenados en una sola máquina.

3) Transporte interno

Otro punto encontrado dentro de la planta es la ubicación de algunos sectores que no contribuyen con el mejor flujo hacia la terminación. Se encontraron algunos sectores que se encuentran juntos y dicha ubicación no es la más conveniente; o bien sectores muy alejados entre ellos y corresponden a sectores que poseen una demanda alta.

A continuación se presenta una matriz de relaciones en la cual se muestra cuál es el grado de importancia entre los sectores de la planta; posteriormente se hace el análisis de la misma respecto a la situación actual de la empresa. La simbología de dicha matriz se encuentra en el Cuadro 28 y la matriz en el Cuadro 29.

Cuadro 28. Simbología Matriz de relaciones

Indispensable	I	Corresponde a que es estrictamente necesario que ambos estén juntos
Necesario	N	La mayoría de los casos se necesita que estén juntos, pero no en todos.
Importante	Im	Ambos sectores mantienen cierta comunicación regularmente.
Ordinario	O	Muy pocos casos necesitan que estos sectores se encuentren juntos.
Sin importancia	S	Comúnmente ambos sectores no se comunican.

Cuadro 29. Matriz de Relaciones

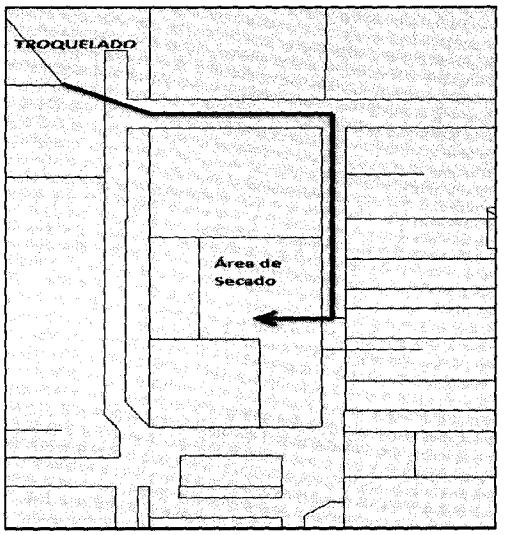
	Bodega	Espera para guillotina	Guillotina	Espera para prensas	Prensas	Área de Secado	Barniz	Imprentas	Troquelado	Zona de Acabados
Bodega		I	N	O	N	N	N	N	N	I
Espera para guillotina	I		I	S	S	S	S	S	S	S
Guillotina	N	I		I	N	S	S	S	O	I
Espera para prensas	O	S	I		I	S	S	S	S	S
Prensas	N	S	N	I		I	N	O	N	Im
Área de Secado	N	S	S	S	I		N	O	N	O
Barniz	N	S	S	S	N	N		S	Im	Im
Imprentas	N	S	S	S	O	O	S		O	O
Troquelado	N	S	O	S	N	N	Im	O		I
Zona de Acabados	I	S	I	S	Im	O	Im	O	I	

Al comparar las relaciones presentadas con la distribución actual de la planta se encuentra que algunas zonas no están ubicadas de la mejor manera así como se encontró que algunas de ellas están bien ubicadas. A continuación se presentan algunas de estas relaciones:

- Relación imprenta - área de secado: A criterio de los autores esta es una relación ordinaria, es decir es indiferente que las mismas se sitúen cerca o no. Sin embargo actualmente se encuentran continuas y quita este espacio a otras zonas que sí necesitan estar cerca de dicha área, como lo muestra la siguiente relación.
- Relación troquelado – área de secado: Luego de impresión los productos necesitan esperar cierto tiempo destinado a secarse. Dicha etapa la realizan en el área de secado. Sin embargo posterior a dicha etapa es común que el producto vaya al área de troquelado y la posición de estas etapas dentro de la planta no es cercana, además de que es el encargado del área de manuales quien tiene que estar pendiente de si el producto ya está seco o no, lo cual hace que deba hacer varias rondas alrededor de esta lo cual implica un desperdicio tanto de tiempo como de energía. En la

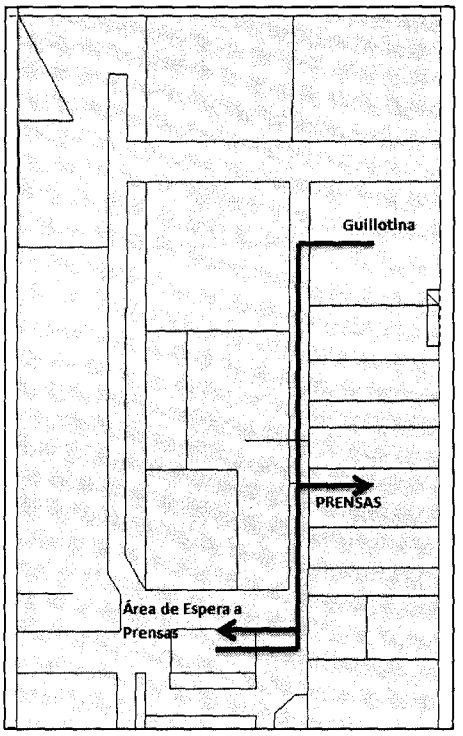
Figura 2 se puede observar un diagrama macro de las posiciones de ambos sectores (la distancia entre los mismos en una dirección es de aproximadamente 35 m).

Figura 2. Ubicación troquelado-área de Secado (35 m)



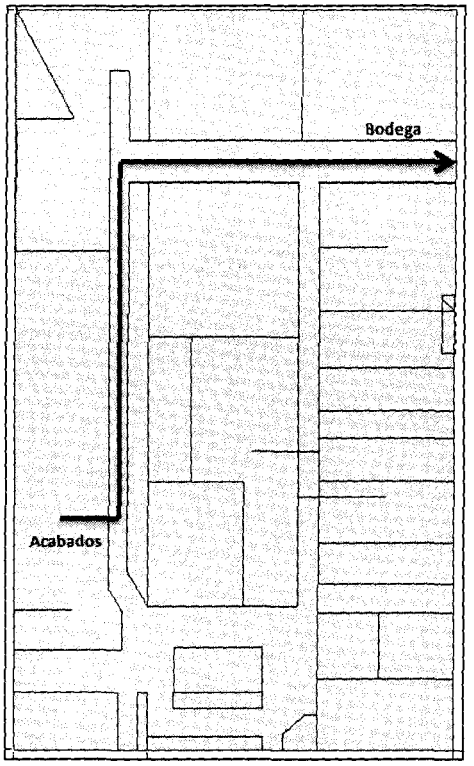
- Relación guillotina - área de espera para impresión: Una de las labores del área de guillotina es alimentar el proceso de prensas y tenerle siempre cortado el material cuando el mismo se vaya a tirar en alguna de las prensas. Por esta razón el encargado de guillotina debe ir a colocar lo que procesa constantemente hasta el área de espera para impresión. La distancia entre estos dos sectores es de aproximadamente 34,7 m (unidireccional, es decir 69,4 m en ir y regresar a su área), sin embargo debido a la mala distribución se produce un contraflujo ya que posteriormente a que el material está en el área de espera el prensista debe ir hasta este sector y devolverse aproximadamente 20 m dónde se ubica la prensa. Nuevamente en la Figura 3 se presenta un diagrama con las zonas, dónde es posible observar como a pesar de que ambas áreas (guillotina y prensas) están colocadas en forma continua el recorrido se alarga debido a la ubicación del área de espera.

Figura 3: Relación guillotina - área de espera para impresión



- Relación acabados - bodega: Comúnmente acabados es la etapa final del producto, y el mismo debe ser llevado hacia bodega. Con esto el personal que va desde acabados hasta bodega debe hacer un recorrido de aproximadamente 38 m. En la Figura 4 puede ser observada la ubicación de las mismas.

Figura 4. Relación acabados- bodega



En fin, lo que se busca con esta herramienta es determinar un recorrido del producto que tome las siguientes etapas (etapas con mayor demanda): Guillotina, prensas, secado, troquelado y acabados; así se recorre aproximadamente una distancia de 166 m que termina en bodega nuevamente. Definitivamente desperdicios de **transportes**, **esperas** e **inventarios**.

4) Inventarios en proceso

Un desperdicio que resulta ser bastante notorio es la gran cantidad de material que se mantiene en inventarios en proceso alrededor de la planta. Este material causa problemas de espacio y tiempo y no se lleva un control del mismo. A manera de ejemplo se puede tomar el muestreo realizado la semana del 4 al 8 de febrero en el cual se dividió la planta por zonas y se ubicaron órdenes que estuviera en espera. En el Cuadro 30 se muestra diferentes ordenes que pasaron toda la semana en la zona de espera por guillotina (esta zona fue denominada como "Zona 4" por parte de los autores).

Cuadro 30. Control de Esperas

Fecha	Orden	Zona	Motivo	Fecha	Orden	Zona	Motivo
04/02/13	**94674**	4	Espera Guillotina	04/02/13	**95628**	4	Espera Guillotina
05/02/13	**94674**	4	Espera Guillotina	05/02/13	**95628**	4	Espera Guillotina
06/02/13	**94674**	4	Espera Guillotina	06/02/13	**95628**	4	Espera Guillotina
07/02/13	**94674**	4	Espera Guillotina	07/02/13	**95628**	4	Espera Guillotina

08/02/13	94674	4	Espera Guillotina	08/02/13	95628	4	Espera Guillotina
Fecha	Orden	Zona	Motivo	Fecha	Orden	Zona	Motivo
04/02/13	95046	4	Espera Guillotina	04/02/13	95701	4	Espera Guillotina
05/02/13	95046	4	Espera Guillotina	05/02/13	95701	4	Espera Guillotina
06/02/13	95046	4	Espera Guillotina	06/02/13	95701	4	Espera Guillotina
07/02/13	95046	4	Espera Guillotina	07/02/13	95701	4	Espera Guillotina
08/02/13	95046	4	Espera Guillotina	08/02/13	95701	4	Espera Guillotina

Así se determina un desperdicio por parte de **inventarios** que debería ser mejor programado para no ocupar espacios y tiempos valiosos dentro de la planta de producción.

Parte de dicho inconveniente encontrado se debe a la falta de control visual que se tiene dentro de la planta para las órdenes, ya que es el operario quien debe ir buscarlas las zonas de espera cada vez que él lo considere necesario y por lo tanto el mismo no está pendiente de lo que le está llegando, por lo cual una orden puede esperar por mucho tiempo sin que el operario la logre observar; es decir, este no es consciente del material en cola que tiene, ni del momento en el que una orden pasa a espera para ser procesado por cada uno de los recursos. Un caso a mencionar es la orden **94674**. Dicha orden el día estuvo durante todo el período muestreado (una semana) en espera de corte en la misma zona. Si bien es cierto el operario sigue la programación la falta de control visual hizo que dicho asunto no fuera percibido por los operarios. Otro caso es la orden **95625** que estuvo esperando por ingresar al recurso SORD 25 durante todo el período muestreado. Lo anterior hace que tanto el material corra el riesgo de ser dañado, así como también aumente el tiempo que estuvo dentro de la planta y por lo tanto de respuesta al cliente.

5) Asignación de recursos

Un desperdicio que ocurre en la planta de producción es que por razones extraordinarias (ej. máquinas dañadas, operarios incapacitados, etc.), se decide realizar un proceso en una máquina diferente de la cual ya se había programado para ese proceso. Este tipo de situación ocasiona desperdicios en tiempos de alisto de la máquina programada inicialmente en incluso se puede incurrir en costos más altos debido a que el otro recurso que se decide utilizar se cotiza más caro.

A manera de ejemplo se encuentra la orden **95801** que estaba programada para procesarse en la máquina Troqueladora GT. Sin embargo después de 7 horas de preparación y tan sólo 2 de tiraje, se decidió asignar a la Troqueladora Cilíndrica. Esto resultó en 9 horas de trabajo literalmente desperdiciadas en costos y mano de obra valiosa, además de las 9 horas de atraso de la orden. Asimismo, de esas 9 horas un 80% fueron actividades de alisto o con máquina parada; es decir que tan solo un 20% del tiempo que estuvo en la Troqueladora GT se logro aprovechar el recurso (ver Cuadro 31).

Cuadro 31. Ejemplo orden 95801

Hoja Control Máquinas			TROQ GT		Hoja Control Máquinas			TROQ GT	
Muestra	Fecha	Hora	Orden	Estado	Muestra	Fecha	Hora	Orden	Estado
22	04/02/13	02:00	95801	A	37	05/02/13	08:40	95801	A
23	04/02/13	02:20	95801	A	38	05/02/13	09:00	95801	Q
24	04/02/13	02:40	95801	A	39	05/02/13	09:20	95801	A
25	04/02/13	03:00	95801	A	40	05/02/13	09:40	95801	A
26	04/02/13	03:20	95801	P	41	05/02/13	10:00	95801	A
27	04/02/13	03:40	95801	P	42	05/02/13	10:20	95801	A
28	04/02/13	04:00	95801	P	43	05/02/13	10:40	95801	P
29	04/02/13	04:20	95801	P	44	05/02/13	11:00	95801	A
30	04/02/13	04:40	95801	P	45	05/02/13	11:20	95801	Q
31	04/02/13	05:00	95801	Q	46	05/02/13	11:40	95801	A
32	05/02/13	07:00	95801	A	47	05/02/13	12:00	95801	Q
33	05/02/13	07:20	95801	A	48	05/02/13	12:20	95801	A
34	05/02/13	07:40	95801	A	49	05/02/13	12:40	95801	Q
35	05/02/13	08:00	95801	A	50	05/02/13	01:00	95801	Q
36	05/02/13	08:20	95801	A					

Por otra parte durante el muestreo realizado se obtuvieron los comportamientos de algunas de las máquinas de la empresa (elegidas por los autores) con respecto al porcentaje de tiempo que pasan en estado productivo y en estado improductivo. A continuación se presentan 3 cuadros (Cuadro 32, Cuadro 33 y Cuadro 34) dónde se muestran dichos resultados para cada uno de los días muestreados:

Cuadro 32. Porcentajes tiempo improductivo y productivo (1/3)

		Recurso					
	Estado	GTO	SORD 25	SORD 26	SORM 28	TINTAS	GUILLOTINA
04/02/2013	P	68%	55%	77%	68%	35%	71%
	Q	32%	45%	23%	32%	65%	29%
05/02/2013	P	55%	84%	84%	74%	10%	68%
	Q	45%	16%	16%	26%	90%	32%
06/02/2013	P	65%	81%	77%	81%	32%	55%
	Q	35%	19%	23%	19%	68%	45%
07/02/2013	P	35%	48%	39%	39%	29%	55%
	Q	65%	52%	61%	61%	71%	45%
08/02/2013	P	57%	62%	52%	71%	24%	67%
	Q	43%	38%	48%	29%	76%	33%

Cuadro 33. Porcentajes tiempo improductivo y productivo (2/3)

		Recurso					
	Estado	LAMINADORA	PLASTIFICADORA	ESTAMPADORA	TROQ WIN	TROQ ST	UV ROLAND
04/02/2013	P	87%	81%	0%	0%	29%	39%
	Q	13%	19%	100%	100%	71%	61%
05/02/2013	P	45%	6%	39%	0%	45%	0%
	Q	55%	94%	61%	100%	55%	100%
06/02/2013	P	29%	0%	39%	0%	0%	0%
	Q	71%	100%	61%	100%	100%	100%
07/02/2013	P	3%	71%	10%	0%	0%	16%
	Q	97%	29%	90%	100%	100%	84%
08/02/2013	P	0%	0%	62%	0%	0%	0%
	Q	100%	100%	38%	100%	100%	100%

Cuadro 34. Porcentajes tiempo improductivo y productivo (3/3)

		Recurso					
	Estado	UV SKIN	PEGADORA	CILINDRICA	KRAUZ 42	BAR 41	BAR 40
04/02/2013	P	0%	74%	77%	84%	77%	68%
	Q	100%	26%	23%	16%	23%	32%
05/02/2013	P	52%	0%	81%	81%	74%	81%
	Q	48%	100%	19%	19%	26%	19%
06/02/2013	P	74%	39%	77%	77%	77%	65%
	Q	26%	61%	23%	23%	23%	35%
07/02/2013	P	42%	39%	77%	77%	77%	74%
	Q	58%	61%	23%	23%	23%	26%
08/02/2013	P	62%	48%	86%	86%	76%	71%
	Q	38%	52%	14%	14%	24%	29%

Tal y como se puede observar para algunos casos se tienen porcentajes productivos muy bajos. Dentro de los mismos se pueden mencionar por ejemplo que el recurso SORD 26 estuvo con un 39% de productividad durante un día (este recurso pertenece a prensas), o bien para el caso de la máquina "TROQ WIN" la cual durante una semana estuvo improductiva totalmente, entre otros casos que se pueden observar en los cuadros detalladamente. Sin embargo a continuación se presenta los porcentajes promedio para cada recurso en el Cuadro 35:

Cuadro 35. Porcentajes promedio de utilización

	P (Productivo)	Q (Improductivo)
TROQ WIN	0%	100%
UV ROLAND	11%	89%

TROQ GT	15%	85%
TINTAS	26%	74%
ESTAMPADORA	30%	70%
PLASTIFICADORA	32%	68%
LAMINADORA	33%	67%
PEGADORA	40%	60%
UV SKIN	46%	54%
GTO	56%	44%
GUILLOTINA	63%	37%
SORD 25	66%	34%
SORD 26	66%	34%
SORM 28	67%	33%
BAR 40	72%	28%
BAR 41	77%	23%
CILINDRICA	80%	20%
KRAUZ 42	81%	19%

En el cuadro anterior se puede observar que el máximo tiempo productivo que se obtiene se da en el área de troquelado; contrapuesto a lo observado en máquinas como las barnizadoras o bien la "Troq Win" o la "Troq GT", las cuáles no superan ni el 20% de productividad. O bien el área de Tintas, el cual no supera el 30% siendo el cuarto recurso menos productivo y que posee personal dedicado exclusivamente a este sector; misma razón que ocurre con los tres primeros recursos ("Troq Win y Troq GT" una persona y "UV Roland" otra persona compartida con el recurso "UV SKIN"), lo cual implica que además del costo de oportunidad que se tiene al no estar utilizando estas máquinas, se está mal utilizando el salario invertido en los encargados. Este hecho hace evidente una necesidad para la empresa de una visión de polifuncionalidad con sus empleados para así en caso de que algún sector no tenga demanda en algunas ocasiones pueda colaborar en otras funciones y sectores.

Estas situaciones se traducen finalmente en desperdicios de **tiempo de espera** y de **sobre-procesamiento**.

Finalmente en el Cuadro 36 se resumen los desperdicios encontrados para el área de programación de la producción:

Cuadro 36: Origen de desperdicios para el área de planta

Origen de desperdicio	Desperdicios						
	Transporte	Inventario	Movimiento	Espera	Sobre procesamiento	Sobre Producción	Defectos
Utilización de prensas				X	X		
Relación Máquina-Tipo de material		X		X			
Transporte Interno	X	X		X			
Inventarios en proceso		X					
Asignación de recursos				X	X		

Fijación de causas de los desperdicios

Todo el análisis de desperdicios realizados se debe traducir en causas para poder atacarlas de forma integral y no de manera aislada. Es por esto que en el Cuadro 38 se fijan las causas encontradas:

Cuadro 37. Causas de los desperdicios

Área	Origen de desperdicio	Causa
Ventas y Cotizaciones	Ingreso de Información	Deficiente comunicación interdepartamental
Ventas y Cotizaciones	Ausencia de información	Deficiente comunicación interdepartamental
Ventas y Cotizaciones	Asignación de tiempos	Ausencia de estandarización en los tiempos de producción
Ventas y Cotizaciones	Asignación de costos	Ausencia de estandarización en los tiempos de producción Falta de planificación en la gestión de compras
Ventas y Cotizaciones	Envío de Información	Deficiente comunicación interdepartamental
Programación de la Producción	Ingreso de Información	Deficiente comunicación interdepartamental
Programación de la Producción	Faltante de materia prima	Falta de planificación en la gestión de compras
Programación de la Producción	Asignación de trabajos manuales	Ausencia de estandarización en la programación de recursos
Programación de la Producción	Ausencia de programación de órdenes en impresión	Ausencia de estandarización en la programación de recursos
Programación de la Producción	Control de parámetros de órdenes	Falta de verificación de los parámetros de las órdenes antes de producción

Planta	Utilización de prensas	Carencia de flexibilidad en las prensas
Planta	Relación Máquina-Tipo de material	Carencia de flexibilidad en las prensas
Planta	Transporte Interno	Distribución de planta inadecuada
Planta	Inventarios en proceso	Deficiente comunicación interdepartamental Ausencia de estandarización en la programación de recursos
Planta	Asignación de recursos	Ausencia de estandarización en la programación de recursos

Tal y como se observa en el cuadro anterior, se definen las causas que disminuyen la competitividad de la empresa y ponen en riesgo su permanencia en el mercado ya que corresponde a las razones por las cuales la Litografía ha visto reducida la capacidad de respuesta.

A continuación se resumen las siete causas:

1. Ausencia de estandarización en la programación de recursos.
2. Ausencia de estandarización en los tiempos de producción.
3. Carencia de flexibilidad en las prensas.
4. Deficiente comunicación interdepartamental.
5. Distribución de planta inadecuada.
6. Falta de planificación en la gestión de compras.
7. Falta de verificación de los parámetros de las órdenes antes de producción.

Etapa II: Priorización de las causas que generan la deficiente gestión de operaciones en la Litografía

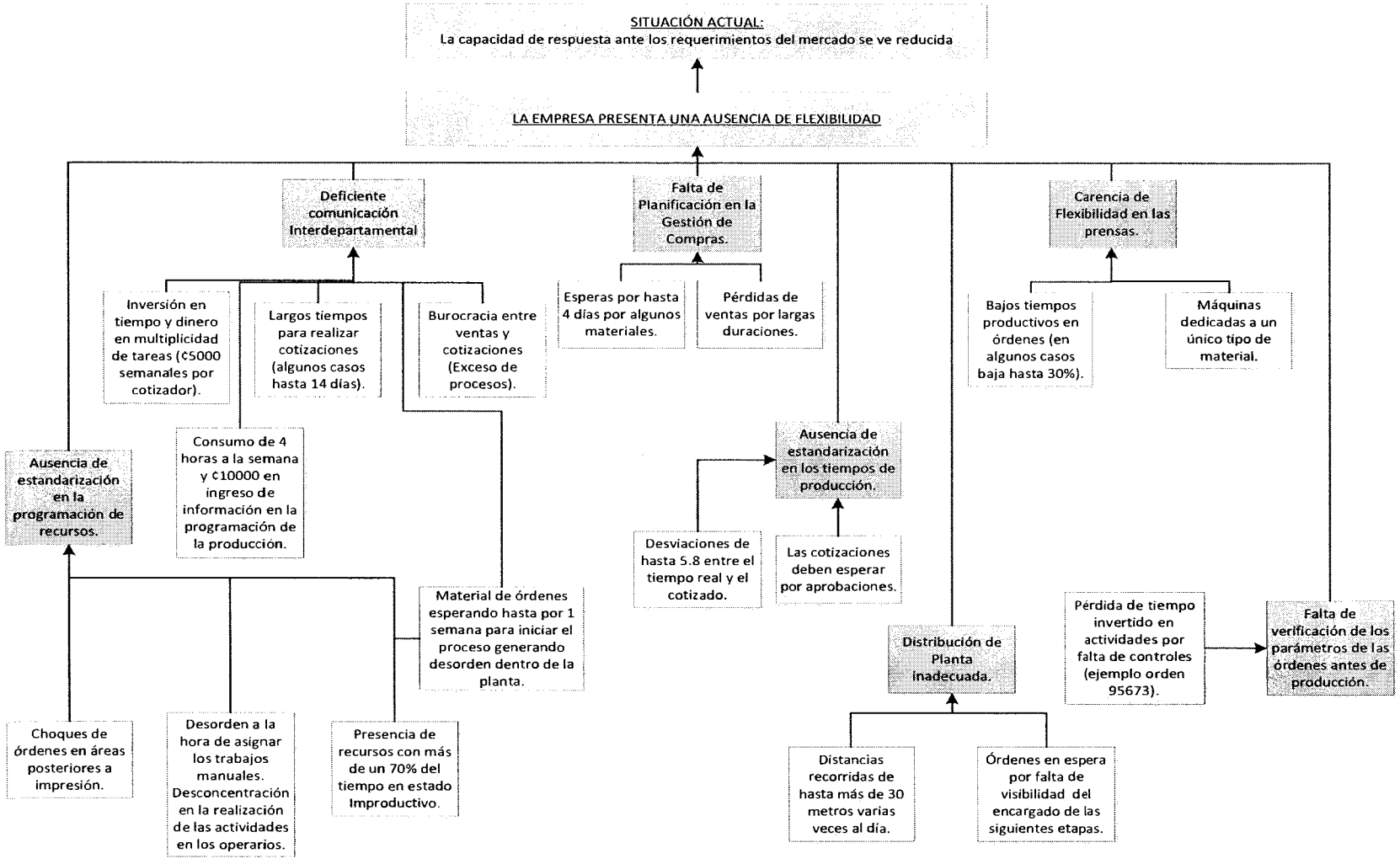
Posteriormente una vez fijadas las causas que ocasionan cada uno de los orígenes de desperdicio se procede a realizar una priorización de las mismas con el fin de poder tomar medidas con respecto a las necesidades principales de la empresa.

Para llevar a cabo esta priorización se realiza inicialmente un Árbol de Realidad Actual por medio del cual se presentan cada una de las causas con sus efectos, los cuáles presentan la situación actual de la empresa. Seguidamente se utiliza la matriz Klee como medio para determinar cuáles son las principales causas que se deben desarrollar en la etapa de diseño.

Árbol de Realidad Actual

A continuación se presenta el Árbol de Realidad Actual en la Figura 5 en el cuál se pueden observar cada uno de los elementos indeseables encontrados por los autores unidos a cada una de las causas con el fin de poder comprender las raíces del problema.

Figura 5: Situación actual de la empresa



Matriz Klee

La matriz Klee se utiliza como herramienta para priorizar, de manera cuantitativa, las causas que se identificaron y de esta manera enfocar la etapa de Diseño.

Es importante recalcar que el insumo principal de esta matriz es el peso que cada uno de los criterios a evaluar tiene. Para la determinación de estos pesos, se realiza una presentación de los orígenes de desperdicios encontrados por área a los gerentes de la Litografía. Basándose en esta presentación y los datos recolectados para cada origen, se evalúan del 1 al 5 los desperdicios de cada área, de manera que el origen al que se le asigna un "1" representa el más importante para cada contraparte. Esta evaluación se hizo con nueve miembros de la Litografía. Se realizó de esta manera para enfocar el proyecto en la línea que sus mismos miembros consideran más importante. Ver Apéndice 8 - Matriz Klee.

Se finaliza la priorización de causas y se concluye que las siguientes causas son las que se pretenden solucionar mediante la etapa de Diseño:

1. Falta de planificación en la gestión de compras
2. Deficiente comunicación interdepartamental
3. Carencia de flexibilidad en prensas
4. Ausencia de estandarización en la programación de recursos

Oportunidades de mejora

A continuación se presentan las oportunidades de mejora definidas para las cuatro causas priorizadas durante el presente diagnóstico:

1. Debido a los períodos de hasta cuatro días esperando los materiales para producir, así como la duplicidad de labores entre las áreas de cotizaciones y programación en cuanto a búsqueda de insumos; hace que sea importante desarrollar un plan de gestión de compras por medio del cual se reduzca el tiempo invertido en la búsqueda y compra de los materiales.
2. La duplicidad de tareas encontradas en las actividades de ventas, cotizaciones y programación de la producción, además de la ausencia de trazabilidad de las órdenes entre las diferentes áreas; resaltan la necesidad de un plan integral de comunicación que permita a las áreas conocer los estados de las órdenes así como disminuir el tiempo de respuesta y brindar seguridad al cliente con respecto a las fechas de entrega.
3. El porcentaje del tiempo que las prensas requieren para alisto e improductivo de una orden ronda el 70%, además, la exclusividad en los materiales que se imprimen por prensa, ocasionan una carencia de flexibilidad en este sector, lo cual hace necesaria la aplicación de ajustes en el proceso de impresión con el fin de aumentar la flexibilidad y por lo tanto incrementar el tiempo productivo de cada una de las prensas.
4. Los altos tiempos en estado improductivo (para algunos recursos hasta el 100% en una semana) aunado a la forma empírica de realizar la asignación de los trabajos manuales así como los inventarios en proceso que se encuentran dentro de la planta, demuestran la necesidad de un reajuste en la manera de realizar la programación de la producción por medio de la cual se logre

un mayor aprovechamiento de los recursos así como un mayor orden entro de la planta productiva.

Conclusiones de diagnóstico

- La naturaleza de la empresa se mantiene bajo el concepto de alto *mix*-bajo volumen; debido al entorno incierto en el cual se desenvuelven otras empresas en la industria, es de vital importancia que se cuente con flexibilidad para poder responder a las necesidades del mercado y así desarrollar una ventaja competitiva frente a las demás.
- La reducción en la capacidad de respuesta que ha presentado la empresa, se debe a una incongruencia entre la estrategia empresarial y la de producción, lo cual compromete su competitividad y permanencia en el mercado.
- Se determina que existe una ausencia de flexibilidad debido a que el sistema de producción no posee sensibilidad para responder y adaptarse ante los requerimientos del mercado sin incurrir en castigos de tiempo, esfuerzo y costos.
- Posterior al análisis de la gestión de operaciones de la empresa, se establece que las principales necesidades de la organización en cuanto a flexibilidad van enfocadas hacia el desarrollo en las máquinas, manejo de materiales y laboral.
- Los principales desperdicios que aquejan al área de cotizaciones y ventas son la duplicidad de tareas, la ausencia de información, la falta de precisión entre lo cotizado y lo real y la burocracia de actividades en la comunicación con el cliente. Estos poseen un impacto negativo en el tiempo de respuesta que se ofrece.
- La falta de planificación para llevar a cabo la asignación de recursos a las actividades, así como la ausencia de programación de las órdenes sin impresión, además de la falta de parámetros de control en las órdenes, genera un descontrol dentro de la planta y por ende mayores posibilidades de generar problemas al curso normal de los productos lo que aumenta el costo y el tiempo de respuesta.
- La ausencia de materia prima y los largos transportes dentro del área productiva son aspectos presentes en la empresa que también aumentan los tiempos de respuesta y por lo tanto ocasiona la insatisfacción de los clientes.
- Aspectos como el bajo porcentaje de tiempo productivo en las prensas y la falta de utilización de otros recursos, traen consigo además del costo directo, un costo de oportunidad del tiempo en el cuál se podría estar fabricando otros productos o bien agilizar las tareas para así minimizar los tiempos de respuesta.
- Finalmente, se determina que las causas principales que se deben atacar con el fin de solventar el problema de capacidad de respuesta ante los requerimientos del mercado corresponden a la deficiente comunicación interdepartamental, la carencia de flexibilidad en las prensas, la falta de planificación en la gestión de compras y la falta de estandarización en los tiempos de producción.

Recomendaciones de diagnóstico

- Desarrollar tiempos de producción estándar por medio de los cuáles se pueda llevar un control más minucioso de las actividades realizadas en cada paso de la producción. Asimismo, la estandarización permite un establecimiento de métricas para la producción a través de las cuales se logra un involucramiento más dinámico de los operarios que, al fin y al cabo, son los que generan estos tiempos de producción.
- Realizar un reacomodo de las ubicaciones de los distintos recursos con que cuenta con el fin de agilizar el flujo hacia la terminación y evitar largos recorridos de las órdenes.
- En ocasiones algunos errores son detectados hasta el área de producción, por esta razón se destaca la importancia de establecer dentro de los procesos mecanismos de control que permitan desde las primeras etapas del proceso verificar que la información que se ingresa sea la correcta.
- Se detectó en la empresa ciertos paros por máquinas que no estaban en buen estado, razón por la cual se recomienda a la empresa revisar o bien iniciar un plan de mantenimiento que reduzca el número de paros no programados por máquinas averiadas.

Capítulo 3: Diseño

Introducción

En la siguiente etapa se desarrollan propuestas con el fin de poder solventar las principales falencias que presenta la empresa en las áreas mostradas en la etapa de diagnóstico, con el fin de crear una serie de mejoras que aumenten la flexibilidad de la empresa y mejoren la capacidad de respuesta ante los clientes.

Objetivo general de diseño

- Proponer una reingeniería de la gestión de operaciones de la Litografía con el fin de aumentar la competitividad de la organización.

Objetivos específicos de diseño

- Aumentar la flexibilidad del área de prensas mediante la reducción de los tiempos de alisto que actualmente presentan las órdenes.
- Rediseñar las actividades de búsqueda de materiales para agilizar los procesos.
- Desarrollar un sistema de control visual para mejorar el flujo operativo dentro del área de producción.

Metodología de diseño

A continuación en el Cuadro 38 se presenta la metodología de diseño. Mediante ésta se pueden asociar cada uno de los objetivos planteados con actividades y herramientas específicas:

Cuadro 38: Metodología de Diseño

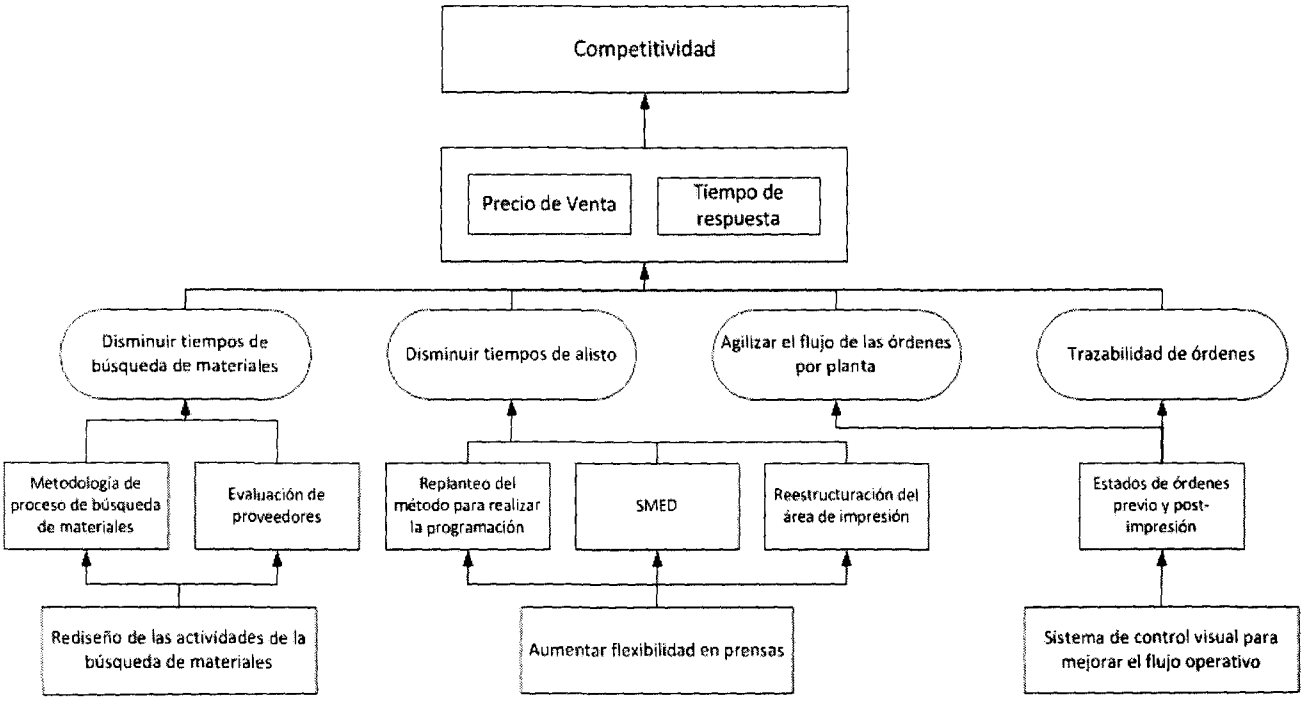
Objetivo	Actividades	Herramientas	Resultado Esperado
Aumentar la flexibilidad del área de prensas mediante la reducción de los tiempos de alisto que actualmente presentan las órdenes	Aplicación de la técnica SMED en las prensas de la empresa	-Diagrama Causa-Efecto -Diagrama de recorrido -Principios ORE (Organizar, Remover, Eliminar) -SMED (Single Minute Exchange Die) -Análisis de entradas y salidas -Algoritmos de secuenciamiento -Entrevistas (operarios,	Disminución del tiempo en proceso de las órdenes en prensa
	Desarrollo de un nuevo sistema de programación de la producción y secuenciamiento de las órdenes		

	Rediseño del proceso de impresión	supervisores, gerencia) -Análisis estadístico de históricos	
Rediseñar las actividades de búsqueda de materiales para agilizar los procesos internos disminuyendo tiempos de espera y variaciones en costos	Redefinición del proceso de búsqueda de materiales	-BPR (Business Process Reengineering) -Mapeo de procesos (Mapeo "to be")	Disminución de los tiempos de búsqueda de materiales y reducción de las variaciones en costos
Desarrollar un sistema de control visual para mejorar el flujo operativo dentro del área de producción	Diseño de un sistema de trazabilidad de órdenes dentro del área de producción	-Análisis de rutas -Requerimientos de espacio	Mejora de la trazabilidad de las órdenes y supervisión de los procesos

Desarrollo de Diseño

En este apartado se desarrollan las actividades de cada uno de los objetivos específicos; de esta forma se plantea la reingeniería de la gestión de operaciones de la Litografía. Mediante la Figura 6 se pueden resumir las propuestas que se desarrollan:

Figura 6. Resumen propuestas de Diseño



Acorde con el objetivo general del diseño el cual busca proponer una reingeniería de la gestión de operaciones creando un compromiso de todos los departamentos que aumente la competitividad de la organización, se puede observar como las tres propuestas poseen un impacto en los dos ejes determinados en el diagnóstico como fundamentales para que la Litografía pueda aumentar su competitividad (precio de venta y el tiempo de respuesta).

Mediante el rediseño de las actividades de búsqueda de materiales se crea una metodología para realizar la búsqueda sin incurrir en la duplicidad de tareas identificada además de disminuir las variaciones en costos de materiales. Aunado a esto, se propone la creación de indicadores para realizar periódicamente la evaluación de los proveedores que facilite la toma de decisiones en caso que se presenten problemas de calidad, tiempos de entrega o precio de venta.

Por otra parte, a raíz de las deficiencias señaladas en el diagnóstico en cuanto al transporte interno, trazabilidad de órdenes y análisis de cargas, se desarrolla un sistema de control visual que mejora el flujo en producción.

Finalmente, a través del aumento de la flexibilidad en prensas haciendo uso de la técnica SMED así como cambios en el método para la programación de la producción y una reestructuración de la forma de impresión en el área de prensas, se pretende lograr una disminución en los tiempos de alisto en que se incurre actualmente.

A continuación se explica con mayor detalle cada uno de los puntos desarrollados para la etapa de diseño.

Etapa I: Aumentar la flexibilidad del área de prensas mediante la reducción de los tiempos de alisto que actualmente presentan las órdenes

Tal y como se explicó anteriormente, con el objetivo de aumentar la flexibilidad de prensas se fijan tres actividades:

1. Desarrollo de la técnica SMED
2. Replanteo del método de la programación de la producción
3. Reestructuración del área de impresión

Cada una de las actividades se respalda cuantitativamente mediante los datos obtenidos de la caracterización del área de impresión el cual se puede consultar en el Apéndice 9 - Caracterización del área de prensas. El mismo presenta un análisis descriptivo que sirve de complemento al estudio que se realizó en la fase de diagnóstico. Se ahonda en factores tales como cantidad de trabajos por máquina, volúmenes procesados, así como el comportamiento de los tiempos de alisto y el análisis por familia según volúmenes y utilidades. A su vez se muestra el comportamiento de los trabajos según la cantidad

de colores que requieren lo cual es de vital importancia para la actividad de reestructuración del área de impresión.

Desarrollo de la técnica SMED

Una parte fundamental de la flexibilidad de las prensas radica en la capacidad de realizar alistos y preparaciones a las máquinas de la manera más rápida posible. Este objetivo de reducir se atacará con tres actividades de las cuales una es la técnica SMED (Single Minute Exchange of Die) de Shingeo Shingo. A través de esta técnica se pretende disminuir el tiempo de alisto mediante la reorganización y mejora de actividades de alisto. A su vez, estos cambios darán mayor robustez al proceso de alisto de manera que las diferencias en las especificaciones que presenta cada orden, no causen mayor variación en los tiempos de alisto de cada orden.

A continuación se presenta la secuencia de la metodología que se utilizó:

1. ***Caracterización del proceso:*** Para la caracterización del proceso de alisto, se realizó un estudio de los tiempos que ya se llevaban registrados con el fin de entender su comportamiento (ver Apéndice 9 - Caracterización del área de prensas - Gráfico 20). Finalmente, mediante la toma de videos que muestran la realización del alisto, se logró detallar una lista de actividades de preparación para comparar con la segmentación que se tiene en la hoja de registro actual. Estos mismos videos sirvieron también para la realización de diagramas de recorrido y diagramas causa-efecto; y para identificar posibles causantes de un tiempo de alisto extenso.
2. ***Identificación de actividades internas y externas:*** Una vez caracterizado el alisto, se vuelve a hacer uso de los videos tomados previamente, y junto con entrevistas de los jefes de prensa y los mismos prensistas, se realiza una clasificación de las actividades de preparación en actividades internas (se realizan con máquina parada) y externas (se realizan con máquina en movimiento) actualmente.
3. ***Transformación de actividades internas en externas:*** Con el mismo video se hace un estudio de las actividades internas que podrían convertirse y transformarse en actividades externas de manera que se puedan ahorrar esos tiempos. De igual manera se identifican los requerimientos para convertir esas actividades internas en actividades externas.
4. ***Mejora de actividades internas:*** Una vez convertidas las actividades internas en externas, se procede a mejorar las actividades internas que quedaron, de manera que también se mejore su realización y se reduzca su tiempo.

Caracterización del proceso de alisto actual

De la caracterización de las actividades de prensa analizadas (ver Apéndice 9 - Caracterización del área de prensas - Gráfico 21 - Gráfico 22 - Gráfico 23 - Gráfico 24), es importante rescatar ciertos datos:

- El alisto de una orden dura en promedio 4,81 horas, con una desviación de 2,9 horas. Lo más que se ha durado alistando una orden son 17 horas y lo menos son 20 minutos.
- El 55% del tiempo se dedica a actividades de "Puesta a punto para un tiraje" y el 44% del tiempo se dedica a las actividades de "Lavado" y "Blanqueado".

- El comportamiento de los tiempos de alisto de cada máquina es similar entre las máquinas SORD 25 y SORM 28, atribuyendo este comportamiento a que esas dos máquinas producen en el mismo tipo de material (cartones). Ver Gráfico 25: Suma total de duración en alisto por máquina por actividades combinadas.

Se realiza una lista de actividades en el Cuadro 39 para el proceso de alisto, asociando cada actividad a la clasificación que plantea actualmente la empresa en la hoja de registro utilizada por los operarios.

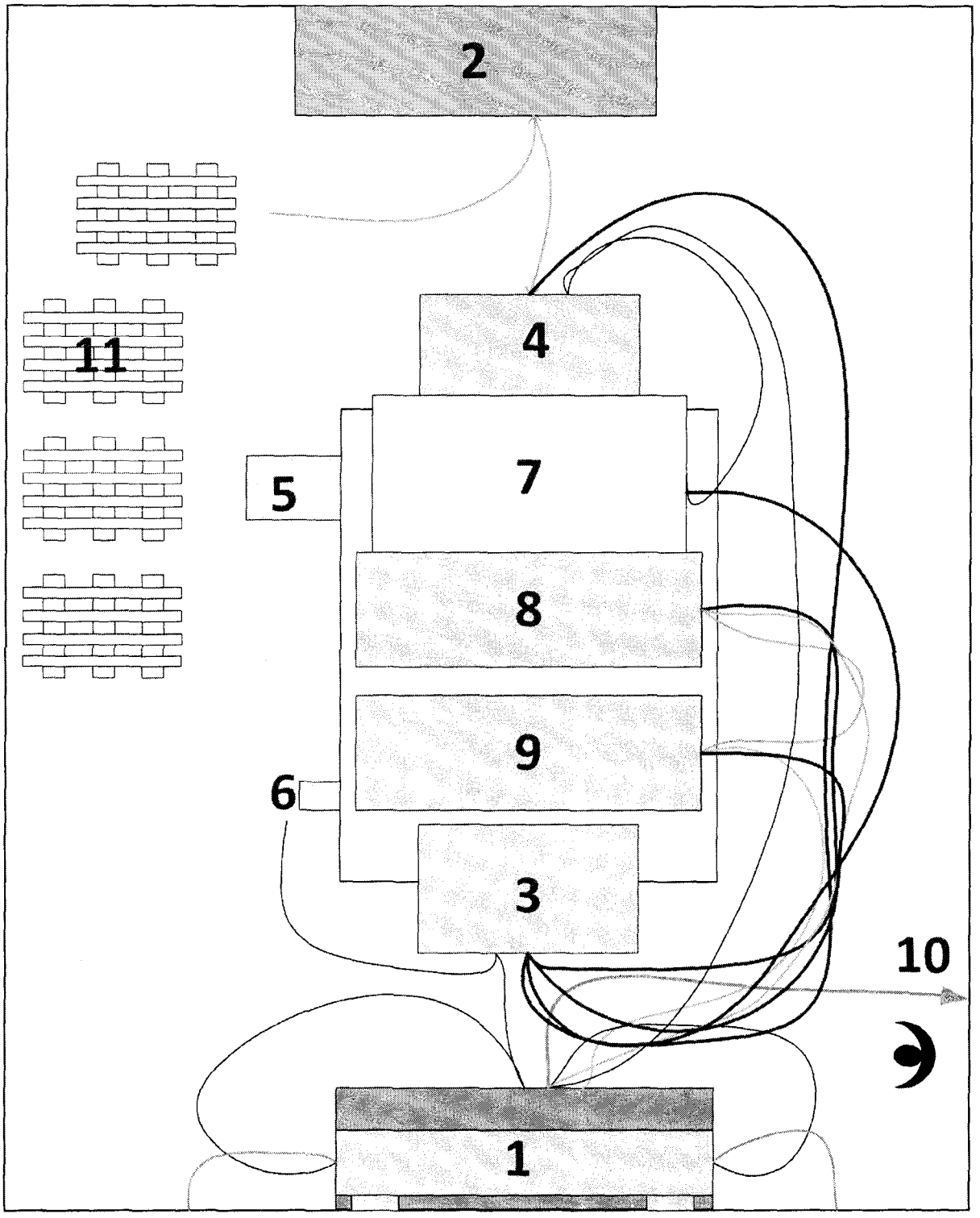
Cuadro 39: Actividades del proceso de alisto y su clasificación en hoja de registro actual

Actividad del alisto	Clasificación en hoja de registro
Lavado mojadores	Lavado
Blanqueo de colores	Blanqueo
Lavado de rodillos	Lavado
Carga de tinta	Puesta a punto
Carga de material	Puesta a punto
Limpieza general (mantillas, planchas, tinteros, etc...)	Puesta a punto
Sacudir polvo	Puesta a punto
Ajuste de pulverizador	Puesta a punto
Cambio plancha	Puesta a punto
Ajuste de camas de plancha	Puesta a punto
Cambio mantillas	N/A
Ajuste de camas de mantilla	N/A
Presión de la mantilla	Puesta a punto
Ajuste de caída	Puesta a punto
Ajuste de la mesa de registro	Puesta a punto
Calibración de grosor	Puesta a punto
Calibración del tintero	Puesta a punto
Ventear	N/A
Secado	N/A
Pedir escala de colores	N/A
Pedir planchas y guía de trabajo	N/A
Pedir aprobación de tonos	Puesta a punto

Las actividades que tienen un "N/A" en la segunda columna, son aquellas que no se consideran como una actividad del tiempo de alisto en las hojas de registro actuales.

Diagrama de recorrido

Figura 7: Diagrama de recorridos para el proceso de alisto de las prensas



Cuadro 40: Leyenda del diagrama de recorridos

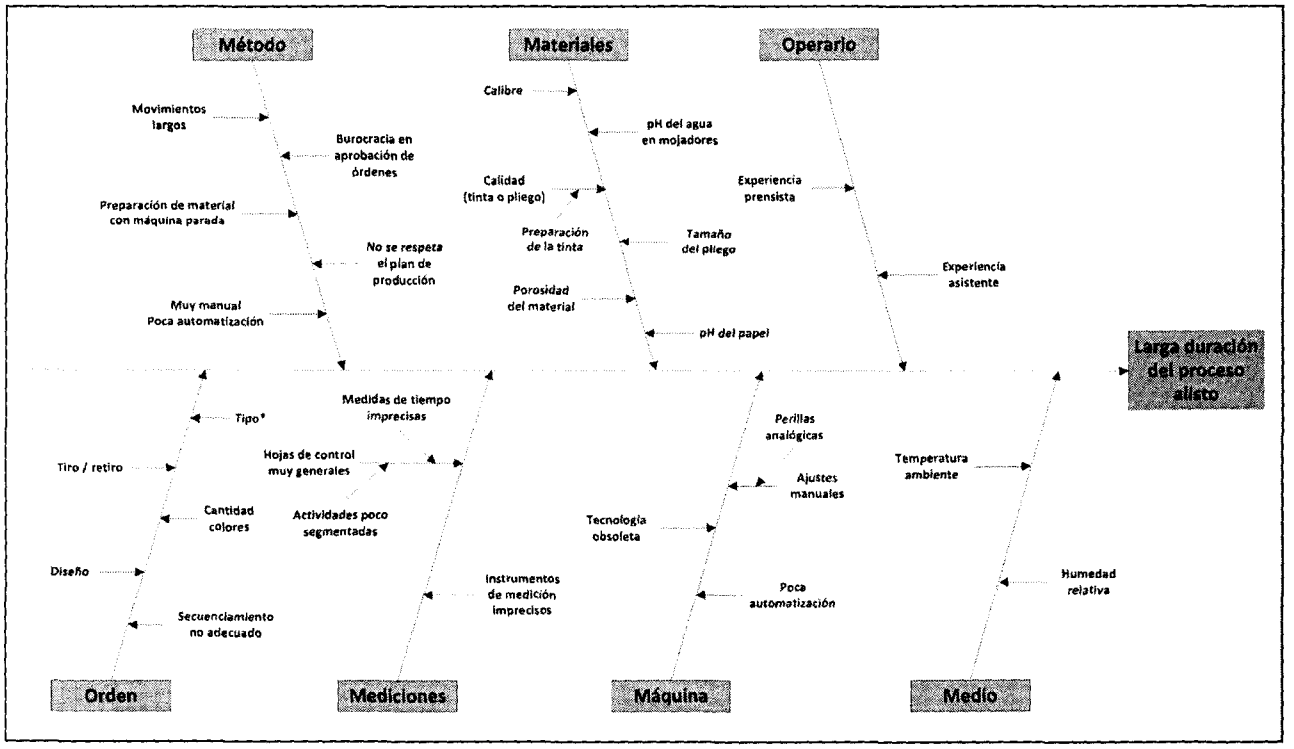
Identificación	Descripción de la zona
1	Mesa de trabajo del prensista
2	Mesa de preparación del material para la prensa
3	Bandeja de recibimiento del material procesado
4	Bandeja de ingreso del material para ser procesado
5	Compresor de la prensa
6	Pulverizador
7	Mesa de registro
8	Batería de tintas trasero
9	Batería de tintas frontal
10	Recorrido fuera del área de trabajo para buscar aprobación de tonos y/o búsqueda de escalas de colores o planchas.
11	Zona de inventario en proceso (necesitan más de una pasada) o material por procesar

Del diagrama de recorrido (ver Figura 7 y Cuadro 40) se puede observar la gran cantidad de movimientos que se deben realizar alrededor de la máquina. De igual manera los recorridos señalados en verde simbolizan aquellos que exigen o causan que el prensista salga de su zona de trabajo para buscar la aprobación de tonos o buscar escalas de colores o planchas (10) o sino para colocar el material en zona de secado. Estos recorridos en color verde, por lo general toman mucho tiempo como se especifica en el Cuadro 39.

Los procesos que se encuentran en rojo y amarillo corresponden a los movimientos realizados más frecuentemente. Las actividades amarillas corresponden a lavado y blanqueado y las actividades rojas corresponden a calibración del tintero, ajuste de material de entrada y ajuste de mesa de registro.

Diagrama causa - efecto

Figura 8. Diagrama causa-efecto tiempos de alisto



Un punto importante obtenido de la Figura 8 es que se identifican factores en el material que se utiliza que podrían estar afectando los tiempos de secado como parte del tiempo de alisto. Otras causas relevantes que surgen del diagrama son la falta de automatización en la máquina, la burocracia existente para la aprobación de tiraje de una orden, la preparación del material con la máquina detenida y el hecho de que a veces (más de lo debido) no se respeta el plan de producción.

Aplicación de SMED

Separación en actividades internas y externas

Una vez determinadas las causas y caracterizado el proceso de alisto tal y como se lleva a cabo actualmente, se procede a la aplicación de la técnica SMED realizando la nueva clasificación (interna-externa) con ayuda de los videos tomados previamente.

Asimismo se incluye una clasificación según la técnica ORE (Organizar, remover y eliminar). Esta técnica, según el Ing. Edwin Quirós, es precursora de SMED y dentro de sus principales hallazgos determina que aproximadamente el 85% del tiempo de alisto se dedica a actividades administrativas que pueden realizarse fuera del tiempo de alisto. Esta clasificación en actividades antes o después de la preparación y durante la preparación misma, también ayudó a visualizar de mejor manera las actividades que no deben

ser parte del proceso interno y además cuáles de estas son actividades burocráticas que requieren de apoyo a lo interno. A continuación se presentan esas clasificaciones en el Cuadro 41:

Cuadro 41: Clasificación según técnicas SMED y ORE

Actividad	Clasificación ORE	Clasificación SMED
Lavado mojadores	Antes o Después	Externa
Blanqueo de colores	Preparación	Interna
Lavado de rodillos	Preparación	Interna
Carga de tinta	Preparación	Interna
Carga de material	Antes	Externa
Limpieza general (mantillas, planchas, tinteros, etc...)	Preparación	Interna
Sacudir polvo	Preparación	Interna
Ajuste de pulverizador	Preparación	Interna
Cambio plancha	Preparación	Interna
Ajuste de camas de plancha	Preparación	Interna
Cambio mantillas	Preparación	Interna
Ajuste de camas de mantilla	Preparación	Interna
Presión de la mantilla	Preparación	Interna
Ajuste de caída	Preparación	Interna
Ajuste de la mesa de registro	Preparación	Interna
Calibración de grosor	Preparación	Interna
Calibración del tintero	Preparación	Interna
Ventear	Después	Externa
Secado	Después	Externa
Pedir escala de colores	Antes (Administrativas)	Externa
Pedir planchas y guía de trabajo	Antes (Administrativas)	Externa
Pedir aprobación de tonos	Antes (Administrativas)	Externa

Convertir actividades internas en externas

Actualmente todas las actividades que se realizan durante el proceso de alisto se realizan de manera interna. Es decir que ninguna de las actividades que se requieren para un alisto se realizan con la máquina en tiraje. De esta manera, las actividades que se categorizan como "externas" en el Cuadro 41, son las actividades actualmente se clasifican como internas y se desean convertir en externas. Estas actividades son las siguientes:

- ***Lavado de mojadores (1)***
  - Situación: El lavado de los mojadores afecta principalmente el proceso de alisto cuando existe una pasada que lleva barniz. Siempre que hay barniz, se deben desmontar y lavar los mojadores. Este proceso lleva aproximadamente unos 20 minutos con la máquina parada.
  - Propuesta: Se propone la compra de un nuevo conjunto de mojadores para cada máquina. De esta manera, al tener que hacer los cambios de mojadores, no se incurre en tiempos de lavado que afecten a la máquina ya que el cambio se hace directamente por el conjunto disponible.

- ***Carga de material (2) y venteado (3)***
  - Situación: Una vez terminado un trabajo, la máquina se detiene por completo y uno de los primeros pasos consiste en cargar la máquina con el papel para el nuevo tiraje. Esta carga se realiza en la parte de atrás de la máquina (Zona 4 de la Figura 7). Esta actividad consiste en agarrar el material de las tarimas, realizarle un venteado y colocarlas en la bandeja de entrada (Zona 4) que contiene las guías adecuadas al tamaño del papel que va a ingresar. Este proceso se realiza con la máquina detenida y demora aproximadamente 20 minutos en cada tiraje o pasada.
  - Propuesta: El material no necesita que la máquina este detenida para ser colocada en una tarima receptora. Lo único que necesita son las guías previas para ser acomodadas según su tamaño. De manera que se propone construir unas "guías falsas" en la pared que está en la parte trasera de la zona de trabajo, adaptarle rodines a las tarimas que se tienen (existen 2 tarimas por cada máquina) y de esa manera permitir que la carga de material se realice antes de detener la máquina. De esta manera, cuando la máquina ya termine el tiraje, la tarima tan sólo se desliza con los rodines hasta la bandeja de entrada, y la máquina ya queda cargada.

- ***Pedir escala de colores (4) y pedir planchas y guías de trabajo (5)***
  - Situación: Existen una serie de requerimientos que se deben tener para empezar un nuevo trabajo en una prensa. Entre ellos, el prensista debería tener en su lugar de trabajo las planchas para el nuevo trabajo, las guías de trabajo y las escalas de colores que le indican cómo es que el trabajo se debe ver con cada pasada de colores, los tamaños de impresión y las densidades de colores. Todos estos requerimientos, no están disponibles al prensista al momento en que se termina un trabajo. Por lo tanto el prensista tiene que invertir tiempo con la máquina detenida en ir a buscar estos requisitos para el siguiente trabajo.
  - Propuesta: La propuesta para contrarrestar el desperdicio generado al buscar estos requisitos se basa en un sistema de control sensorial. El control sensorial sería una herramienta que el prensista active aproximadamente unos 15 minutos antes de terminar el tiraje actual. De esta manera se activa un mecanismo que avisa al encargado de tener estos requerimientos listos. Esta persona prepara los requerimientos y se asegura que el prensista tenga todo lo que necesita al momento de terminar el tiraje, lo cual elimina por completo los desperdicios de tiempo. El control sensorial se propone que sea un radiolocalizador que el encargado ande con el siempre y que los prensistas puedan activar cuando haya un alisto por realizarse. Este radiolocalizador alertaría mediante sonidos, movimiento (vibración) y luces.

- ***Aprobación de tonos (6)***
  - Situación: La aprobación de tonos es uno de los pasos y requerimientos que también se necesitan a la hora de empezar un nuevo trabajo en las prensas. Este proceso consiste en que una vez que se alcancen los tonos adecuados en la impresión, se debe buscar a un supervisor que pueda aprobar los tonos que se alcanzaron. Esta búsqueda del supervisor, también lleva su tiempo ya que el supervisor no está pendiente del momento en que se necesita la aprobación y puede suceder que el momento en que se necesita la aprobación y se encuentre al supervisor, él esté ocupado.
  - Propuesta: La propuesta va de la mano con la anterior en donde se utilice un sistema de control visual o control sensorial en donde el supervisor encargado de dar aprobaciones de los tonos, sea avisado con tiempo anticipado acerca de la aprobación de tonos.

Mejorar actividades internas

El siguiente paso de SMED, una vez que se convirtieron actividades internas a externas, es mejorar el resto de actividades que no se pueden realizar con la máquina en tiraje. A continuación se exponen las mejoras a realizar.

- ***Sacudir polvo (7)***
  - Situación: Para cada tiraje, las prensas utilizan un polvo llamado "polvo anti repinte" para proteger que la tinta se mueva en el trabajo cuando este sale de la prensa. Siempre queda un exceso en la máquina que debe limpiarse.
  - Propuesta: Con aspiradoras automáticas, el tiempo que se invierte en la limpieza del polvo sería mucho menor y además se lograría una limpieza más profunda de la que actualmente se realiza a mano.

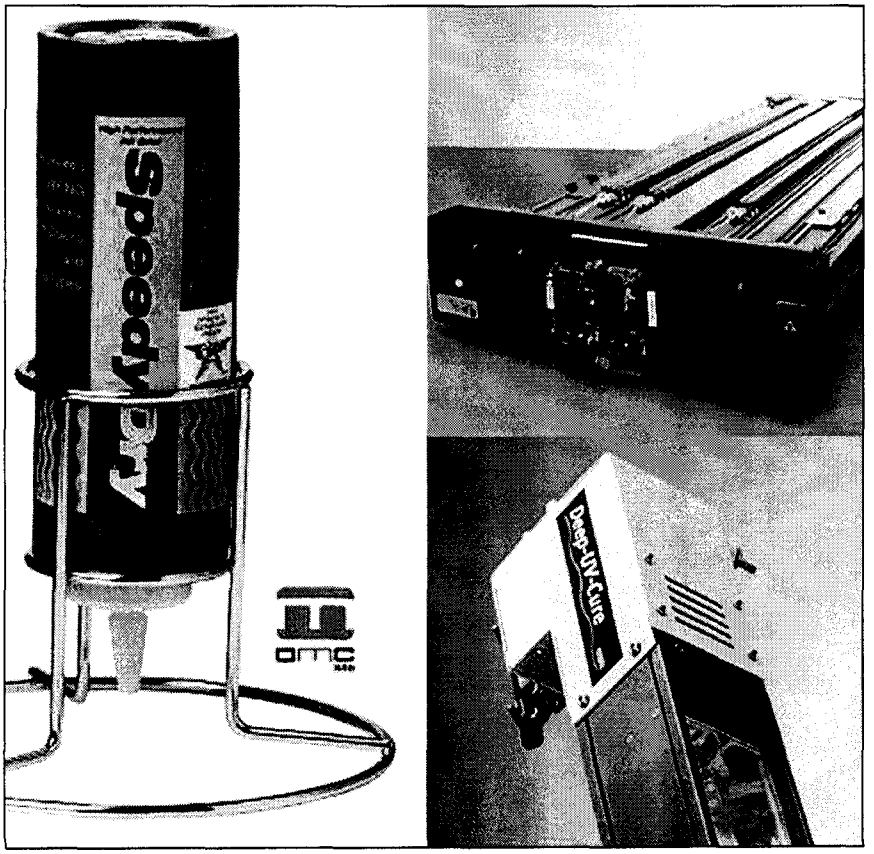
- ***Cambio de mantillas (8)***
  - Situación: Las mantillas de las prensas son ancladas a la prensa mediante una barra de hierro. Al realizar el cambio de mantilla, se debe quitar la barra de la máquina, y luego quitar la barra de la mantilla ya que sólo se tiene una barra de hiero para sostener todas las mantillas que se tienen.
  - Propuesta: Con una barra extra que sostenga otras mantillas, el tiempo de cambio de mantilla se reduce a la mitad ya que solo se necesitaría quitar la primera barra de la batería.

- ***Secado (9)***
  - Situación: Actualmente el tiempo de secado entre cada pasada toma más de 30 minutos. Este tiempo es importante ya que al finalizar los tirajes es importante que el material se seque rápido para poder entregarlo; además de que en tirajes cortos, si el material no se ha secado, no se puede cargar lo cual iría a afectar la propuesta de mejora 2.
  - Propuesta: Se propone la adaptación de sistemas de luz infrarroja en las prensas de manera que cada vez que un material salga de la prensa, reciba una irradiación de luz infrarroja.

Además se propone la utilización de un aditivo para la tinta que ayuda al secado que se llama "Speedy Dry". (Ver Figura 9).

- ***Ingreso de datos de tiempos***
  - Situación: Tal y como lo reflejó el Diagrama de Causa y Efecto, en este momento, la toma de datos para el análisis de tiempos de alisto, se registran mediante hojas de registro diseñadas por la Litografía. Sin embargo, en medio de la gran cantidad de acciones que los prensistas deben realizar, la tarea de escribir el detalle de lo que están haciendo es un proceso que consume mucho tiempo (y que no se refleja en los registros), es muy impreciso (ya que llenan la hoja hasta después de realizada la tarea) y corre mucho riesgo de olvidar u omitir información importante. Esta información eficientemente recolectada ahorraría tiempo de los prensistas y a la vez sería una ayuda invaluable para el mejoramiento de actividades internas.
  - Propuesta: Se propone la adaptación de sistemas de recolección de información automatizada, de manera que el operario no tenga que escribir y que pueda ingresar la información en el momento en que sucede y no después. Para esto existen tanto sistemas analógicos que permiten que un reloj lleve el tiempo según actividades como sistemas computarizados que guardan la información que recibe directamente de la máquina. Ambas propuestas serán evaluadas para una posterior utilización

Figura 9: Propuestas para reducción de tiempo de secado



Cuantificación estimada de las mejoras

Una vez realizadas todas las propuestas de mejoras a realizar en el proceso de alisto, se procede a realizar una estimación de las mejoras en el tiempo de alisto que cada mejora aportaría. Sin embargo antes es importante resaltar la cantidad de actividades que fueron impactadas por SMED (ver Cuadro 42 y Cuadro 43).

Cuadro 42: Resumen de impacto de SMED

Total actividades	**22**
Actividades impactadas	**9**
Porcentaje impactado	**41%**
Actividades permanentes	**6**

Cuadro 43: Estimación de los ahorros en tiempos al aplicar SMED

Actividad del alisto (Tiempos aproximados)	Tiempo actual (min)		Tiempo I/E (min)	
	Pasada 1	Pasada 2	Pasada 1	Pasada 2
Lavado mojadores	20	0	0	0
Blanqueo de colores	20	15	20	15
Lavado de rodillos	20	15	20	15
Carga de tinta	2	2	2	2
Carga de material	25	20	0	0
Limpieza general (mantillas, planchas, tinteros, etc...)	8	8	8	8
Sacudir polvo	2	2	2	2
Ajuste de pulverizador	2	2	2	2
Cambio plancha	8	8	8	8
Ajuste de camas de plancha	3	3	3	3
Cambio mantillas	15	0	5	0
Ajuste de camas de mantilla	5	0	5	0
Presión de la mantilla	2	0	2	0
Ajuste de caída	2	0	2	0
Ajuste de la mesa de registro	10	0	10	0
Calibración de grosor	2	0	2	0
Calibración del tintero	20	20	20	20
Ventear	1	1	0	0
Secado	0	30	0	10
Pedir escala de colores	7	0	0	0
Pedir planchas y guía de trabajo	7	0	0	0
Pedir aprobación de tonos	7	7	0	0
TIEMPO TOTAL (horas)	5,35		3,183	
AHORRO ESTIMADO	40,50%			

Es importante rescatar que el Cuadro 43 contiene todas las actividades de alisto, pero cada orden de producción no lleva todas las actividades. Existen órdenes en las que no se utilizó polvo anti repinte, y por lo tanto la siguiente orden no requiere de sacudir polvo; y así muchas otras cosas que pueden suceder dependiendo de la combinación de órdenes que se vaya presentando. De las 8 actividades impactadas, 6 se realizan siempre para cualquier orden (actividades permanentes, Cuadro 42). De manera que del 40,50% del tiempo ahorrado, el 31,15% es ahorrado por esas 6 actividades. De tal manera que se puede concluir que el mínimo que se ahorraría en cada orden sería un 31,15% del tiempo de alisto; y para ciertas órdenes, este porcentaje podría subir de acuerdo a las actividades de alisto que incluya.

Replanteo de la programación de las órdenes

Luego de los análisis desarrollados en la etapa de diagnóstico y parte del diseño, se procede a realizar una serie de cambios en el proceso de la programación. Actualmente la empresa presenta un débil sistema para llevar a cabo la programación de las órdenes para ingresar a planta. Esto, debido a que se realiza de forma tal que conforme una orden llega a dicha área la misma se programa en el primer espacio que está libre y sin haberse cerciorado previamente de que las mismas podrán contar con materiales, planchas, tintas, arte y demás requisitos para poder ingresar al área de impresión (ver Cuadro 44), por lo tanto se ocasiona una serie de inconvenientes como por ejemplo que a la hora de realizar la impresión no se cuenten con los materiales que se necesitan y por lo tanto se pierde tiempo mientras se reacomoda la situación, lo cual a sus vez genera que las órdenes que están posteriormente presenten un tiempo de entrega mayor al real y por lo tanto se afecta la competitividad de la empresa. Además las órdenes que se debieron atrasar harán que se traslade la fecha de entrega del cliente y por lo tanto se le quede mal, razón que nuevamente afecta a la empresa en su competitividad en el mercado, puesto que una de los puntos resaltados como importantes para los clientes en la etapa de diagnóstico es que sean precisos con la fecha de entrega y la fecha prometida.

Por otra parte con la forma actual de llevar a cabo la programación no se tiene oportunidad para poder realizar un acomodo dentro de las órdenes y así ingresarlas a producción aprovechando aspectos que puedan minimizar los tiempos de alisto entre las mismas. Una de las principales razones para que la programación de las órdenes se realice de esta forma corresponde a que según los encargados de producción, necesitan dar una fecha de entrega al cliente, por lo tanto "deben" hacer la programación de las mismas lo más pronto posible.

Por lo tanto, a la hora de realizar el rediseño de la programación se propone un mecanismo para poder ingresar únicamente al programa de producción las órdenes que realmente cuentan con todos los materiales para poder ser procesadas, además de que dicho mecanismo debe contar con la posibilidad de acumular órdenes para poder ingresarlas en el mejor orden posible, sin embargo dichas propuestas no deben dejar de lado la fecha de entrega prometida al cliente ni tampoco permitir que una orden pase por causa de la empresa en estado de espera para ser ingresada a producción (por falta de algún material).

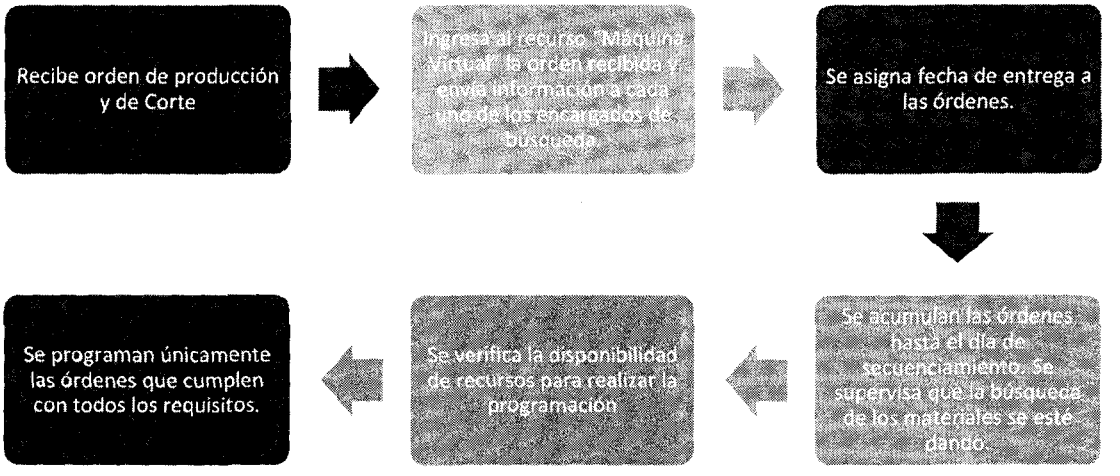
Antes de presentar la propuesta del rediseño de la programación de las órdenes es importante mencionar cuáles serán los requerimientos:

Cuadro 44. Requerimientos programación de las órdenes

Requerimiento	Solución
Creación de un nuevo recurso en el sistema de programación de la empresa ("SisPro") para cada uno de los recursos en el área de impresión denominados "Máquina Virtual #"	Se cuenta con el soporte técnico de los proveedores del sistema, por lo tanto para la creación del mismo se propone una sesión con los mismos para poder generar el recurso. Dicha sesión la debe realizar el programador junto con el Jefe del área de producción.
Método para generar una fecha de entrega al cliente.	Se presenta una fórmula matemática que se irá actualizando conforme pasa el tiempo más adelante en el documento.
Método para comunicar las diferentes áreas involucradas en la etapa de pre-impresión en cuanto a búsqueda de materiales.	Se propone aprovechar una función del sistema de programación con la que se cuenta actualmente para llevar a cabo esta comunicación entre departamentos.

Una vez observados los principales requerimientos se presenta en la Figura 10 la nueva forma de realizar la programación de las órdenes:

Figura 10. Rediseño de la programación de órdenes.



Entonces los puntos que hacen diferir el sistema propuesto del sistema actual son los siguientes:

- Ingreso al recurso "máquina virtual".
- Asignación de fechas de entrega.
- Acumulación de órdenes.
- Verificación de la disponibilidad de recursos.

A continuación se presenta una explicación de cada uno de ellos donde se muestra cómo funcionará el sistema:

Ingreso al recurso máquina virtual

Debido a que es necesario para poder realizar una futura programación de órdenes acumular las mismas se propone la creación de una máquina virtual para poder llevar a cabo la misma de una manera práctica, de acceso a los involucrados en la búsqueda de materiales y además es de ayuda visual que se realice para cada uno de los recursos con que cuenta el área de impresión, así facilita la programación posterior tal y como lo mencionó el programador de órdenes en la empresa. Una vez que las órdenes hayan ingresado al recurso de máquina virtual el encargado de Arte inmediatamente debe iniciar la búsqueda del arte para la orden (el encargado de Arte tiene acceso al sistema de programación). Además los encargados del resto de materiales (Bodega, planchas y otros), deben estar pendientes a la actualización de la información ya que una vez que se haya actualizado la información de la orden con la aprobación del arte los mismos deben iniciar la búsqueda del material que le corresponda.

Asignación de fechas de entrega

La asignación de fechas de entrega corresponde a la principal razón por la cual actualmente se realiza la programación de la forma mencionada anteriormente. Por lo tanto se establecen dos fórmulas para poder generar las fechas de entrega y así el cliente las pueda tener desde el inicio (se establece un período de máximo 2 días después de ingresada la orden para que el programador indique al vendedor la fecha de entrega). Las fórmulas con que se debe calcular la fecha de entrega son:

1. Si el tiempo de espera es mayor al tiempo de búsqueda entonces:

$$\boldsymbol{T.Producción + T.Alisto + T.Seguridad + T.Facturación + T.Espera = Fecha\ de\ Entrega} \quad \textbf{(1)}$$

2. Si el tiempo de búsqueda es mayor al tiempo de espera entonces:

$$\boldsymbol{T.Producción + T.Alisto + T.Seguridad + T.Facturación + T.Búsqueda = Fecha\ de\ Entrega} \quad \textbf{(2)}$$

Donde:

T. Producción: Tiempo que de acuerdo a la cantidad de unidades, procesos por los que pasa y máquinas que utilizará es establecido en el programa de cotizaciones.
T. Alisto: Tiempo de preparación en las diferentes estaciones por las cuáles pasa la orden. Comúnmente el programa de cotizaciones lo brinda unido con el tiempo de producción.
T. Seguridad: Período de tiempo establecido para dar protección al sistema debido a las variaciones que puede sufrir la orden para ingresar al área de producción a la hora de secuenciarlas. El mismo se plantea en un inicio un período de 3 días, con posibilidad de ser cambiado por la empresa conforme pase el tiempo.
T. Facturación: Es el tiempo que tarda la orden desde que sale de producción y hasta que es enviada al cliente.

T. Búsqueda: Es el tiempo establecido por el departamento de Arte para conseguir las planchas y el arte de las órdenes. Para el mismo la empresa cuenta con una tabla estándar donde se indican los tiempos de búsqueda de acuerdo al tipo de orden que es.
T. Espera: El tiempo de espera corresponde a la cola con que cuenta el sistema en el momento de dar la fecha de entrega; es decir las órdenes que ingresaron antes del sistema.

Actualización de Parámetros

Debido a que con las diferentes mejoras que se plantean en conjunto se pretende que con el paso de las acciones los tiempos empiecen a disminuir con respecto a los actuales. Por lo tanto la empresa conforme va aplicando las acciones debe ir actualizándolos de la siguiente manera:

T. Producción y T. Alisto: Se debe llevar a cabo un estudio de tiempos y movimientos, con el fin de que se logren estimar los tiempos de una manera más cercana a la real.

T. Seguridad: En las diferentes épocas del año, así como conforme se aplican las acciones se deben plantear diferentes tiempos de seguridad. Para llevar a cabo la actualización de los mismos, se debe realizar una comparación entre la fecha de facturación y la fecha prometida al cliente, es decir:

$$\textbf{Parámetro de corrección } T.\textbf{Seguridad}: \textbf{Fecha Facturación} - \textbf{Fecha prometida al cliente} \quad (3)$$

Si el promedio del parámetro de corrección (debe ser calculado por mes) es negativo entonces se debe disminuir el T. Seguridad del que actualmente estaba. Mientras que si el parámetro es positivo quiere decir que la fecha de facturación es mayor a la fecha prometida y por lo tanto se le está atrasando la entrega al cliente; por lo tanto se debe aumentar el T. Seguridad. El programador se encargará de llevar a cabo dicho análisis.

T. Facturación: Es constante, por lo tanto no necesita de una actualización continua.

T. Búsqueda: El departamento de Arte será el encargado de actualizar dichos parámetro de acuerdo a como lo considere necesario.

T. Espera: Depende de la situación de la empresa, por lo tanto y debido a que es muy variable no se debe actualizar.

Acumulación de órdenes

Corresponde al período de tiempo que deben pasar las órdenes para ser sometidas a la verificación de disponibilidad para posteriormente ingresarlas al área de producción. Esta acumulación se realizará inicialmente por un período de máximo una semana. La manera de realizarlo es la siguiente:

1. Cada semana se harán dos cortes en la acumulación de órdenes, uno el día martes y otro el día viernes. Estos dos días se verifican cuáles son las órdenes que pueden ser programadas y cuáles no (explicado en más detalle posteriormente).

2. En estos días y con las órdenes "programables" se aplica el algoritmo de secuenciamiento establecido por los autores y personal de la empresa involucrado (ver sección de secuenciamiento posteriormente).
3. Por semana se realizará la programación de una semana como máximo, aplicando las siguientes reglas:
   a. Si en el día de programación se tiene un número de órdenes grande (que abarcan un período mayor a una semana) se debe ingresar únicamente una semana con las órdenes que de acuerdo al secuenciamiento deben ingresar con prioridad a la planta; las demás órdenes pasan a espera.
   b. Si la situación anterior ocurre el primer día de programación de la semana (martes), entonces el viernes no se debe llevar a cabo programación ya que el período de una semana fue alcanzado ya.
   c. Si en el primer día de programación de la semana (martes) no se alcanza el número suficiente de órdenes para poder completar una semana, ese día no se debe realizar la programación y se debe dejar en espera para el siguiente día de programación (viernes). Este día se debe llevar a cabo la programación de la semana correspondiente.
   d. En caso de que ni el primer ni el segundo día de programación se alcance la programación de una semana, se lleva a cabo la programación con lo que corresponde y se convoca a reunión al departamento de producción y ventas para solucionar el problema.
   e. En tiempos de temporada baja se debe considerar disminuir el tiempo de programación a conveniencia de la empresa, con el fin de evitar la situación presentada en el punto anterior.

Verificación de disponibilidad

El punto de decisión para que una orden ingrese o no al área de producción radica en la disponibilidad de los materiales. Por lo tanto es de vital importancia que cada uno de los encargados de búsqueda de materiales actualice cada orden cuando ya se cuenten con los materiales que le corresponde, por ejemplo, si ya llegaron a la empresa el cartón de impresión entonces el encargado de bodega que recibe los materiales debe ingresar inmediatamente al sistema en la orden ubicada en la máquina virtual correspondiente que ya se cuenta con dicho material. Si alguno de los encargados no ingresa dicha actualización hace que la orden se atrase puesto que no ingresará a planta hasta que cuente con todos los requisitos aprobados.

Algoritmo de secuenciamiento de las órdenes

Ahora bien, el proceso presentado anteriormente finaliza en que luego de la acumulación de órdenes que cumplen con los requisitos para ingresar a producción deben ser programadas si entran dentro del período de programación establecido (1 semana en un principio, pero sujeto a variaciones que la empresa considere necesarios). Sin embargo surge la duda de cómo ingresar esas órdenes, por lo tanto se propone un algoritmo de secuenciamiento mediante el cual se busca aprovechar diferentes aspectos para reducir el tiempo de alisto en los cambios que se presentan entre las órdenes. A continuación se presenta el mismo.

Para determinar la secuencia de las órdenes para ingresar a planta se deben tomar en cuenta los siguientes factores, presentados en orden de importancia; siendo el primero de ellos la fecha de entrega

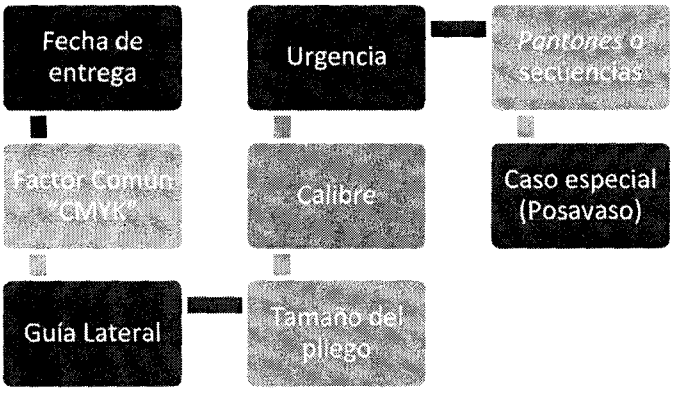
prometida al cliente y el último de ellos si la ordene presenta el uso de ***pantones***, recordando que dicho secuenciamiento se hará en los días establecidos anteriormente (martes y viernes) sujeto a las restricciones presentadas:

1. ***Fecha de Entrega:*** Debido a que el cliente es el pilar esencial de toda organización, se considera necesario cumplirle siempre con la fecha prometida, sea entregándole el producto antes o el día prometido. Con este parámetro se obtendrá que una orden no sea programada a iniciar en un período para el cual ya se incumpla con la fecha prometida.
2. ***Factor común CMYK:*** dentro del conjunto de órdenes elegidas en el paso anterior debido a su fecha de entrega, se deben ingresar de primeras las órdenes que contienen el factor común CMYK. El desempate entre las órdenes se dará por los siguientes factores presentados posteriormente. Además para los casos en los que el CMYK vaya junto con un barniz que se inserta en prensas o con otro *pantone*, entonces el programador debe valorar si se estima un día para realizar dichas aplicaciones o si se establece un tiempo al final del día destinado a este tipo de trabajos.
3. ***Posición de la guía lateral:*** Debido a que algunas órdenes llevan la guía en el lado derecho y otras en el lado izquierdo, se busca realizar primero las que la llevan a un lado y luego las que llevan en el otro lado. La escogencia del lado es indiferente, siempre y cuando se realicen juntas las que la tienen de un lado y no se tenga que incurrir en un alisto innecesario.
4. ***Tamaño del pliego:*** Otro factor que entra en juego es el tamaño del pliego, para evitar el impacto de este factor de cambio, se busca realizar el secuenciamiento de manera que vaya desde el pliego más grande hacia el pliego más pequeño o viceversa. Nuevamente el orden es indiferente siempre y cuando se mantenga tendencia a subir o bajar en el tamaño del pliego del material a imprimir.
5. ***Calibre:*** Situación similar a la del tamaño del pliego presentado anteriormente, dónde es preferible secuenciar las órdenes de forma que el calibre se modifique de manera ascendente o descendente, pero que no hayan oscilaciones entre ellos.
6. ***Solicitud del cliente (Urgencia):*** El quinto factor a considerar son las órdenes que son urgencia, siempre y cuando no hayan sido secuenciadas por algún otro factor mencionado anteriormente. Es importante que la empresa y el área de ventas trate de minimizar este tipo de solicitudes, ya que altera el orden dentro del área de producción y además crea una mala costumbre con los clientes.
7. ***Pantones (otros colores):*** Por último se dejan las órdenes que llevan otros colores diferentes al factor común de CMYK mencionado anteriormente. Es preferible secuenciar estas órdenes para que ingresen por las tardes y que sean los últimos trabajos que se hagan o bien utilizar un día para este tipo de trabajos (ambos cuando haya disponibilidad y no alteren el orden de las demás órdenes).
8. ***Posavasos:*** Un criterio específico que se tiene es el caso de los posavasos, ya que para realizar este tipo de trabajos sólo se puede utilizar la máquina SORD 25, por lo tanto no se pueden ingresar en otra máquina, sin embargo sería el último criterio a tomar en cuenta ya que implica una serie de pasos adicionales para realizar el cambio.

Entonces a manera de resumen, a la hora de realizar un secuenciamiento y tal y como se mencionó anteriormente sólo se eligen como "programables" las órdenes que cuenta con la aprobación de cada

uno de los encargados de búsqueda de material. Una vez agrupadas estas órdenes se debe verificar la fecha de entrega y elegir las órdenes que ya no pueden esperar más para ingresar a planta de acuerdo al tiempo que duran y el tiempo disponible para la entrega. Posteriormente, si el grupo de las órdenes que debido a la fecha de entrega se deben secuenciar completa la semana, entonces se debe realizar las siguientes etapas del secuenciamiento, si aún no se completa la semana, entonces se aplican los siguientes criterios de secuenciamiento junto con las órdenes que aún pueden esperar a ser secuenciadas adicionalmente y así se ingresan más órdenes para aprovechar la disponibilidad de las máquinas. Una vez realizado lo anterior se aplican los demás criterios, tomando en cuenta que la elección para la aplicación de los *pantones* y barnices tanto de las órdenes que tienen el factor común de CMYK o bien de las órdenes que no lo poseen se deben dejar a criterio de la empresa dependiendo de la situación de las órdenes que se presenten para las horas finales de todos los días, o dedicar las máquinas un día especial para la aplicación de los mismos. A continuación se muestra la Figura 11 de los parámetros y su orden para llevar a cabo el secuenciamiento:

Figura 11. Parámetros y orden de secuenciamiento



Posibles escenarios del secuenciamiento según forma de realizar impresión

Cabe resaltar que la aplicación de este secuenciamiento está sujeto a la forma con que se trabaja en el área de impresión, esto ya que si se trabaja de la manera actual, es decir trabajando las máquinas por separado, entonces se debe programar las máquinas un período de tiempo necesario para imprimir la combinación Cian-Magenta (CM) y otro período de tiempo para hacer el tiraje de la combinación Amarillo-Negro (YK). Y así trabajar los recursos por separado minimizando los tiempos de alisto tratando de agrupar las características y por lo tanto reduciendo las lavadas.

También se tiene la opción de modificar la forma de llevar a cabo la impresión (la cual se explicará más adelante), en la cual el secuenciamiento se debe realizar tratando a dos recursos como uno sólo y programándolos con un cierto traslape entre ellos. Además a la hora de realizar la programación de las órdenes que necesitan *pantones* o barnices en la misma máquina se debe considerar aprovechando que se tienen dos recursos disponibles (por lo tanto mayor cantidad de órdenes pasan por cada uno), dependiendo de la situación que se presente.

Una tarea adicional que se incluye a la hora de realizar la programación de las órdenes es que se debe verificar las fechas de entrega dadas al cliente de todas las órdenes (tanto las programables como las no programables) con el fin de anticipar cualquier contratiempo el día que se realice la secuencia, en caso de que una orden ya esté tarde, se debe verificar el por qué los materiales aún no están. Se pueden tener dos casos: por causa del cliente (tardía aprobación del arte) o por causa ajena al cliente (no se ha conseguido el material, no se han conseguido planchas, etc.). Para ambos casos se debe informar al vendedor para que se comunique con el cliente (en caso de que sea por razones del cliente) o bien valorar si se aplican horas extra o negociar con el cliente otra fecha de entrega. Esto último queda a criterio de la empresa dependiendo de la situación que se presente.

Reestructuración de las funciones de involucrados en el proceso pre-impresión

Con la reestructuración mencionada anteriormente se tiene que los involucrados en el proceso sufren modificaciones en sus funciones. A continuación se resumen las funciones de cada uno de los involucrados en el proceso de pre-impresión en el Cuadro 35:

Cuadro 45: Funciones de las áreas involucradas

Programador	Compras	Encargado de Arte	Bodega
Ingresar al sistema en las máquinas virtuales las órdenes que ingresan.	Verificar constantemente la aprobación de arte en las órdenes que se encuentran en las máquinas virtuales.	Verificar que las órdenes que están dentro de la máquina virtual corresponden a las órdenes para las que se ha solicitado la búsqueda de arte. (en caso contrario reportar al programador)	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en estado de espera en la máquina virtual.
Enviar la información al encargado de arte, y a compras (en caso de repetición exacta) para que inicie el proceso. Dar fecha de entrega a las órdenes.	Realizar la búsqueda de materiales una vez que se haya aprobado el arte, con la mayor rapidez posible.	Conseguir la aprobación del arte lo más pronto posible. Una vez conseguida la misma debe actualizarlo en el sistema de programación de la empresa.	Verificar constantemente el estado de los materiales que están en proceso de entrega. Notificar a compras.
Supervisar que la aprobación de arte, búsqueda de materiales, búsqueda de planchas y tintas se está llevando a cabo.	Comunicar al área de bodega las órdenes que están en espera de materiales.	Llevar a cabo la búsqueda de las planchas para las órdenes con el arte aprobada.	Verificar el ingreso de nuevas órdenes con solicitud de compra dos veces al día.
Realizar la programación con el nuevo sistema de secuenciamiento en los días propuestos.	Verificar constantemente que los materiales comprados hayan ingresado a bodega.	Indicar en el sistema dentro de cada orden una vez que haya conseguido las planchas para las mismas.	Ingresar en el sistema la llegada de los materiales en las órdenes respectivas. Enviar a corte y tintas al menos un día antes de impresión.

Junto con lo anterior es importante mencionar el rol que juegan el área de guillotina y tintas antes de realizar el tiraje de impresión. Estos dos sectores deben mantener un traslape con respecto a la programación realizada en prensas ya que los mismos deben tener listos los materiales a la hora que se ingresará a prensas la orden, por lo tanto se debe mantener un traslape de un día entre los mismos para evitar contratiempos con el área de impresión.

Listado de actividades por día

Una vez observadas las principales actividades que deben realizar los involucrados en general, se realiza una programación de las actividades por día, esto incluyendo únicamente las actividades que corresponden a la redefinición del proceso de impresión propuesto, por lo tanto los encargados deben continuar haciendo las funciones que comúnmente realizan. Las mismas se encuentran en el Apéndice 11 – Procedimiento de la Programación de la producción en el apartado de Actividades por día cada una de las actividades

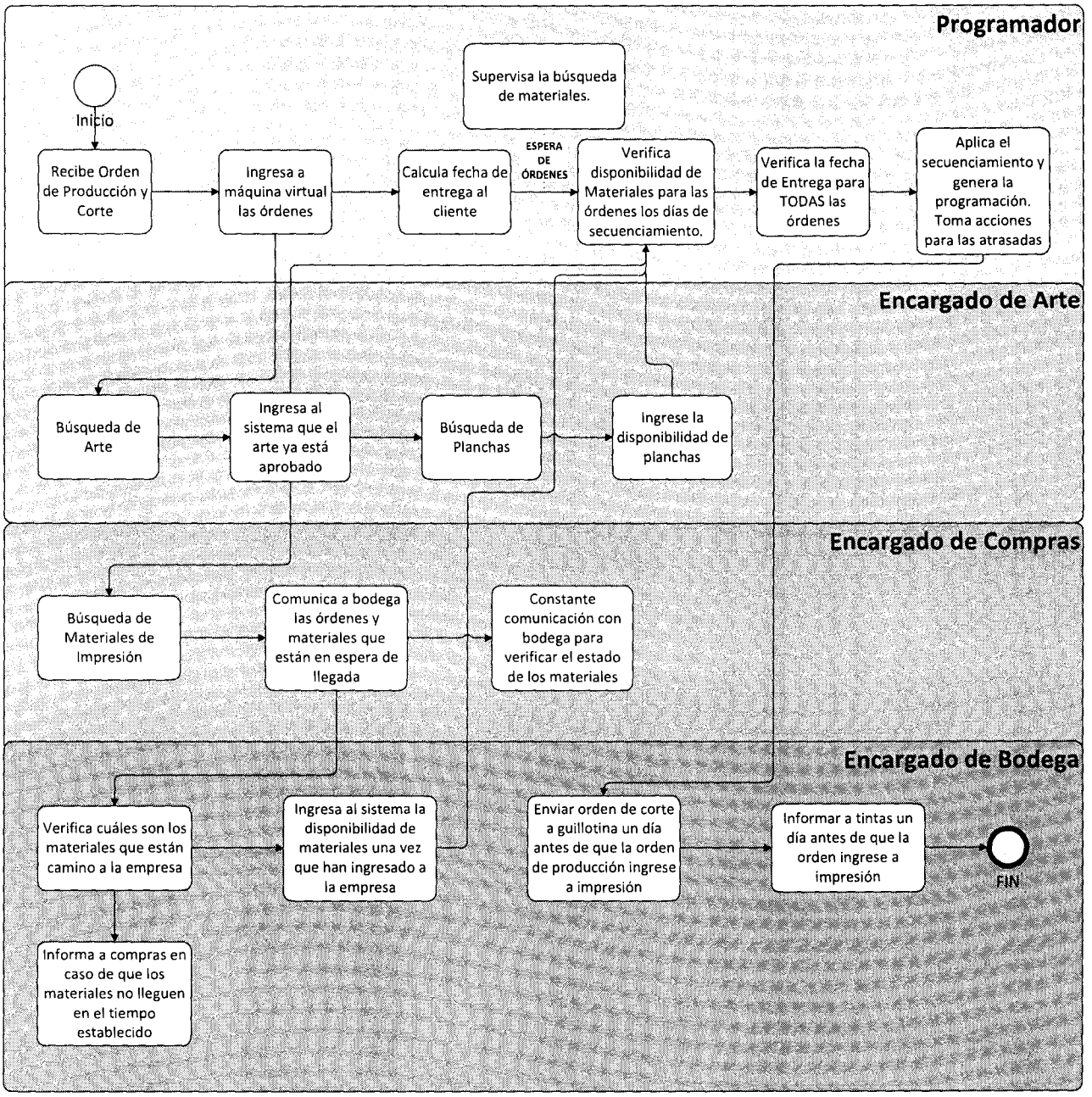
Se muestra para cada uno de los cuadros en el apéndice (Programador de la producción, Encargado de compras, Encargado de Arte y Encargado de Bodega) un horario, el cual indica la hora a la cual deben iniciar cada una de las actividades, sin embargo esto no implica que la tarea dure una hora, si no que la actividad puede durar menos. Además las actividades que se muestran no corresponden a la totalidad de las labores, si no que implican las funciones relacionadas con el proceso de impresión. Si el trabajador tiene otras actividades fuera del proceso de pre-impresión también las debe llevar a cabo durante el día, tanto en las horas que se muestran disponibles en el programa, así como en el tiempo disponible entre cada una de las actividades presentadas.

Además los cuadros pueden ser utilizados como guías para cada uno de los trabajadores en sus puestos de trabajo. Por lo tanto se recomienda para la empresa brindar a cada uno de los involucrados una copia del mismo.

Diagrama general - rediseño del proceso pre-impresión

A continuación se presenta en la Figura 12 un diagrama que muestra las relaciones entre las diferentes áreas involucradas en la programación de órdenes presentando un panorama general del rediseño de este sector:

Figura 12. Rediseño Etapa Pre-Impresión



Reestructuración del área de impresión

Debido a la constante búsqueda por la reducción de los tiempos de alisto, y al análisis de dicha área presentado anteriormente se decide realizar una reestructuración del área de impresión. Los datos que respaldan la situación son los siguientes (ver Apéndice 9 - Caracterización del área de prensas):

- Aproximadamente el 50% de las órdenes tienen 4 colores en TIRO[15]. Mientras que el 80% de las órdenes no llevan colores en RETIRO[16]. (Ver Gráfico 29 y Gráfico 30)
- Un 69% aproximadamente cuenta con la combinación de CMYK dentro de los colores que necesita imprimir para la máquina SORD 25, y un 67% aproximadamente para la máquina SORM 28 (estas máquinas son las que actualmente hacen tiraje de cartón). (Ver Cuadro 103)
- Aproximadamente el 80% de las utilidades de la empresa está siendo obtenido por productos de cartón. (Ver Cuadro 102)

Por lo tanto surge la posibilidad de trabajar el área de impresión con un sistema de cuatro colores, unificando los productos de cartón y aprovechando el factor común de CMYK en las órdenes.

La reestructuración consiste en modificar el funcionamiento de las prensas del área de impresión y pasar de la forma actual (tres máquinas trabajando por separado) a trabajar en forma de línea de producción con dos de las tres máquinas, por lo tanto convertir dos recursos en una simulación de una máquina de cuatro colores. La razón por la que se realiza únicamente con dos de las máquinas (SORD 25 Y SORD 26) es por cuestiones técnicas ya que dichas máquinas presentan una estructura interna similar, en cambio la máquina SORM 28 no se puede trabajar en conjunto con las dos anteriores, puesto que la estructura interna no es compatible con las otras.

Las máquinas que trabajarán como línea serán dedicadas exclusivamente a cartón, lo cual implica un riesgo, ya que actualmente la máquina SORD 26 está dedicada a la impresión sobre papel, y una vez que se le ingrese cartón para imprimir las pinzas internas ya no podrán volver a sujetar el papel, por lo tanto se necesitaría aplicar una corrección a la máquina que según el jefe de producción ronda el orden de los 6 millones de colones.

Por lo tanto el material que anteriormente se trabajaba en la máquina 28 ahora pasará a ser parte de la 25 y 26 que estarán dedicadas exclusivamente a cartón y la máquina 28 se utilizará para pedidos de cartón que no pudieron ingresar a los otros dos recursos y también para órdenes de papel (ya que este recurso sí puede trabajar ambos materiales).

La idea consiste en trabajar en una de las máquinas que conforman la "nueva línea de impresión" para imprimir la combinación CM y la otra para tirar la combinación YK. Esto va de la mano con el secuenciamiento propuesto anteriormente, donde se indica que dichos recursos se van a utilizar de esta forma por ciertos días y los otros días serán utilizados para imprimir *pantones* o barnices de acuerdo a la secuencia elegida. A continuación en la Figura 13 y Figura 14, se presenta un diagrama que muestra tanto la situación actual de impresión, así como de la forma propuesta:

[15] Tiro: corresponde a la impresión sobre la cara frontal del papel.
[16] Retiro: corresponde a la impresión sobre la cara posterior del papel.

Figura 13. Sistema actual de impresión

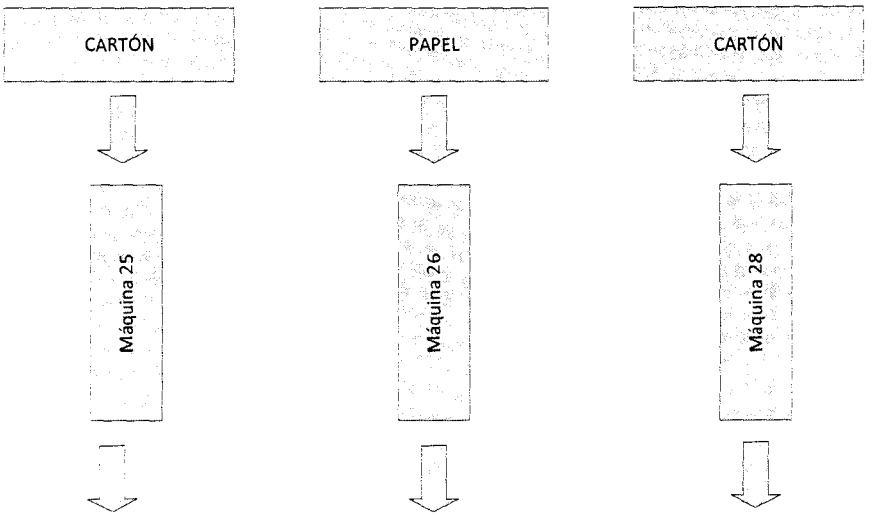
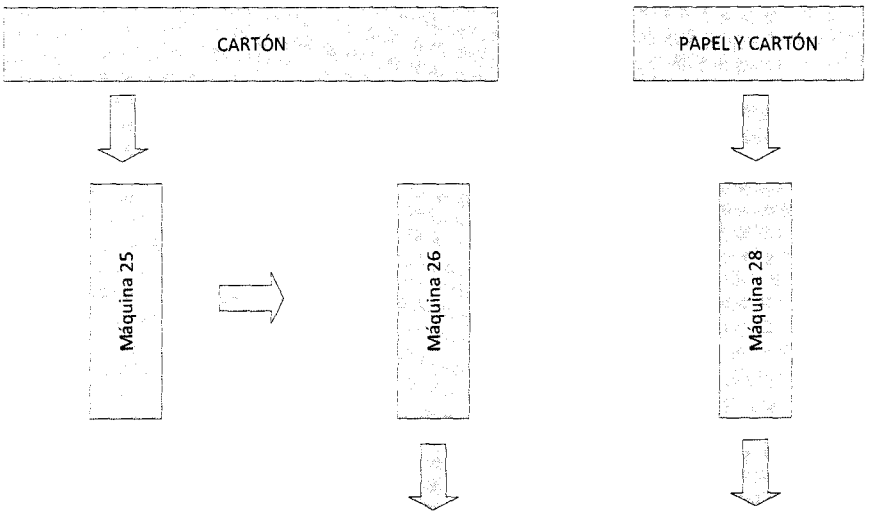


Figura 14. Sistema propuesto de impresión



Ahora bien para la asignación de operarios a las máquinas la empresa tiene dos opciones:

1. Mantener a los operarios en las máquinas que se encuentran actualmente y cambiarles el tipo de material que trabajan (ya que el operario de la máquina 26 pasará a trabajar cartón y el operario de la máquina 28 trabajará papel).
2. Cambiar a los operarios de las máquinas (Pasar el operario de la máquina 28 a la máquina 26 y viceversa) y mantener el tipo de material que trabajan.

La decisión anterior queda a criterio de la empresa donde deba valorar si es más importante el conocimiento del funcionamiento de la máquina o del tratamiento del material a imprimir.

Etapa II: Rediseñar las actividades de búsqueda de materiales para agilizar los procesos internos disminuyendo tiempos de espera y variaciones en costos

Antes de desarrollar el siguiente objetivo, es necesario resaltar la gran importancia que tiene la propuesta debido al carácter de soporte que adquiere en todo el diseño. El impacto que la primera propuesta pueda tener se verá impulsado con este desarrollo ya que se convierte en un proceso de apoyo, sin el cual se volvería a caer en una serie de desperdicios y procesos ineficientes que evitarían el correcto funcionamiento de la otra propuesta.

Sin un rediseño en las actividades de búsqueda de materiales, SMED no podría garantizar que los materiales e insumos de producción estén listos al momento de realizar el cambio, lo cual afectaría y alargaría los tiempos de alisto con máquina detenida. Al mismo tiempo, las propuestas del nuevo sistema de programación de la producción y el nuevo secuenciamiento de órdenes, quedarían dependientes a la incertidumbre del tiempo de arribo de los materiales.

En fin se observa la necesidad de una reestructuración de las actividades de búsqueda de materiales para aumentar el buen funcionamiento de la primera propuesta de diseño.

Sistema de apoyo a la búsqueda de materiales

La manera actual en que se realiza la búsqueda de materiales por parte de la organización se traduce en muchas ocasiones en malas prácticas, esto debido a que se presentan duplicidad de tareas y variaciones en costo que traen a la empresa desde escenarios con mucha incertidumbre en cuánto a costos de materiales, hasta pérdidas por subestimar el costo de algún producto.

Por esta razón se presenta una modificación en la búsqueda de materiales, que precisamente ataca la duplicidad de funciones y busca que dentro de las partes involucradas (para este caso cotizaciones y comprador), exista una comunicación que permita a ambas partes estar al tanto de los cambios que se vayan dando en el mercado en cuanto a precio y disponibilidad.

Además se busca con esto homogenizar los parámetros que involucra el sistema cotizador de acuerdo al tipo de producto, que le permita a la empresa protegerse de las fluctuaciones del mercado, pero a la vez que el precio brindado al cliente no se aumente de manera innecesaria.

En la Figura 15 se muestra un diagrama donde se presenta la metodología que viene a dar soporte al método de búsqueda de materiales actual:

Figura 15. Metodología de apoyo a la búsqueda de materiales

1. ***Priorización de Materiales***

El primer paso de la metodología es determinar cuáles serán los materiales que necesitarán un trato especial por parte de la empresa a la hora de realizar la búsqueda de los mismos. Para esto se propone realizar un ABC tomando en cuenta la cantidad de órdenes que requieren del material en los últimos tres meses, así los materiales con mayor demanda serán considerados dentro del mecanismo a utilizar. Posteriormente realizada la consulta de cuáles son los principales materiales, se eligen los de mayor a 5 veces de solicitados, definidos los mismos como productos A. Se toman en cuenta únicamente estos ya que al ser tan variado el mercado de la empresa muchos productos son pedidos con frecuencias muy bajas, por lo cual no agrega valor incluirlos dentro del mecanismo. Inicialmente se propone realizar la metodología con los "materiales de impresión 1", y si la empresa lo considera necesaria, la aplicación de la metodología se pueda extrapolar a otras familias de productos. La idea es que dicha priorización sea realizada por el encargado de compra de materiales actualmente y los requerimientos para poder llevar a cabo dicha tares, es el listado de órdenes con su respectivo material, a partir del cual se alimentará para poder realizar este análisis inicial.

El análisis ABC consiste en: definir todos los materiales que le solicitan los clientes a la empresa, posteriormente observar la cantidad de órdenes que requerían cada uno de los materiales y sacar un porcentaje del total de órdenes para cada material. Posteriormente se ordenan de mayor a menor (según porcentaje de aporte de cada uno en orden descendente) y se realiza una frecuencia acumulada (se van acumulando los porcentajes). Dependiendo de la cantidad de productos con un pedido mayor a 10, así será el porcentaje de productos "A" de la empresa.

2. ***Búsqueda de proveedores***

Una vez realizada la priorización de los materiales, se procede con búsqueda de al menos dos proveedores para cada material elegido. Se requiere de al menos dos proveedores ya que en caso de que uno de los proveedores esté sin inventario, se puede acudir al otro para no quedar mal con el cliente y poder realizar el trabajo solicitado. Para el caso de productos que no tengan más de un proveedor, entonces se hará la excepción y se mantendrá únicamente con un proveedor. Dicha labor está pensada para ser realizada por el encargado de compras y no existen requisitos adicionales a los que tiene actualmente además del tiempo invertido en esta búsqueda.

3. ***Solicitud de Precios y Disponibilidad***

Ahora bien, una vez elegidos los materiales más importantes, así como los respectivos proveedores para cada uno de ellos, se procede a solicitar a cada uno de los proveedores elegidos una lista actualizada de los productos que le brinda a la empresa con sus respectivos precios. Esto se debe hacer con el fin de crear una cultura en el cliente para que lo siga realizando en períodos posteriores. Además y si es posible para el proveedor, se le solicitará la disponibilidad (niveles de inventario) en el momento en que envía la información. Quien realice la búsqueda de proveedores debe realizar la solicitud de precios.

4. ***Actualización de cotizador***

Posteriormente se deben actualizar los datos del cotizador con los precios más recientes que haya obtenido la empresa para cada uno de los materiales que se solicitan con mayor frecuencia según el análisis inicial. La elección del precio para los casos en que el material tenga varios proveedores queda a criterio de la empresa, ya que se deberá elegir el que brinde mayor protección a la empresa ante un eventual fallo de otro proveedor, pero que no se inflen los precios mucho por que el cliente lo puede resentir. Dicha función la realiza alguno de los cotizadores de la empresa bajo supervisión del encargado del área de producción.

5. ***Periodicidad de aplicación***

Por último es importante definir la periodicidad con que se aplica cada uno de los pasos. De acuerdo a recomendaciones de personas involucradas en el proceso se define adecuado un tiempo de 1 mes, ya que así se pueden detectar con mayor facilidad las fluctuaciones que presentan los proveedores en cuanto a precio y niveles de inventario (disponibilidad), y a la vez es un período no muy cercano entre sí para disminuir el tiempo invertido en la aplicación de dicha metodología. Si la persona encargada de realizar la solicitud de precios considera que el tiempo es muy corto y que por varios meses se tendrá el mismo comportamiento, debe notificar al jefe de producción y puede ser modificado el tiempo para distintos materiales.

El fin de la metodología presentada anteriormente es que exista dicha comunicación y transparencia entre proveedores, compras y cotizadores y así estos dos últimos se enfocan en conjunto y no duplican funciones de búsqueda de materiales, además de conocer la disponibilidad cada mes de cada uno de los materiales, puesto que ambas partes serán poseedoras de la lista cada vez que se actualice. Se estima que la actualización de la lista no dure un período mayor a tres días cada vez que se realice.

Se presenta el Cuadro 46 donde se indica la actividad, el responsable y los requisitos para la aplicación de cada una de las mismas:

Cuadro 46. Resumen actividad-responsable-requisito

Actividad	Responsable	Requisitos
Priorización de Materiales	Encargado de compras	Órdenes-Material para las órdenes de producción. (Reporte de sistema de cotizaciones)
Búsqueda de proveedores	Encargado de compras	Ningún requisito adicional.
Solicitud de precios y disponibilidad	Encargado de compras	Ningún requisito adicional.
Actualización de cotizador	Cotizador	Conocimiento en el funcionamiento técnico del programa cotizador.

Evaluación de proveedores

Si bien es cierto en la empresa se llevan una serie de controles y se recaban una serie de datos en las diferentes áreas, pocas veces se realizan informes que sirvan de sustento para la toma de decisiones. Además debido al papel importante que juegan los proveedores en la empresa se decide realizar una metodología de evaluación para los mismos con el fin de que se puedan tomar decisiones en cuanto a cambiar, mantener o bien incorporar nuevos proveedores a la empresa. Es importante recalcar que esta metodología va de la mano con la propuesta mencionada anteriormente y que el listado de proveedores se irá modificando de acuerdo a los resultados de esta evaluación propuesta.

Para llevar a cabo la evaluación se propone tres ejes: 1) precio, 2) calidad y 3) tiempo de entrega; dentro de cada uno de ellos se tendrán indicadores por proveedor-material. Sin embargo para poder llevar a cabo dicho análisis es necesario que la información dentro de los sistemas abarque los siguientes datos:

- ***Número de Orden:*** Será el enlace entre las diferentes bases o sistemas.
- ***Material:*** Este material debe estar codificado de manera tal que se pueda observar las dimensiones, el calibre, el tipo y el color.
- ***Precio:*** Se debe indicar el precio del material. Dicho precio debe ser para el caso de papel etiqueta, couché o bond por pliegos (para etiqueta y couché dos tamaños de pliegos, para bond cerca de 4 tamaños), mientras que el cartón vendrá el precio dado por pulgada cuadrada.
- ***Proveedor:*** Cada orden debe indicar el proveedor del cuál fue adquirido el material de impresión.
- ***Fecha de pedido:*** esta fecha indica cuándo se solicitó el pedido (generación de la orden de compra).
- ***Fecha prometida:*** esta fecha corresponde tanto a si la fecha fue dada por el proveedor, o bien si la fecha la solicitó la empresa.
- ***Fecha de llegada de material:*** esta fecha debe generarse en el momento que el material llegó a bodega.

El sistema debe ser capaz de hacer filtro o agrupar por número de orden, por tipo de material, proveedor, por lo tanto si un proveedor brinda a la empresa dos materiales, se realiza un reporte para cada uno de ellos; o bien si un proveedor brinda con diferentes dimensiones pero mismo material y

calibre, entonces se genera un reporte agrupándolos. El calibre si distingue en la evaluación, por lo cual si se tiene CCKB 016 junto con CCKB 020 entonces se genera un reporte para cada uno de ellos.

Según personal de la empresa se tienen los datos en los diferentes sistemas. El último dato mencionado en el listado anterior puede ser tomado del sistema de información denominado "ORD" junto con el número de orden, mientras que los demás datos pueden ser tomados del programa "EMI".

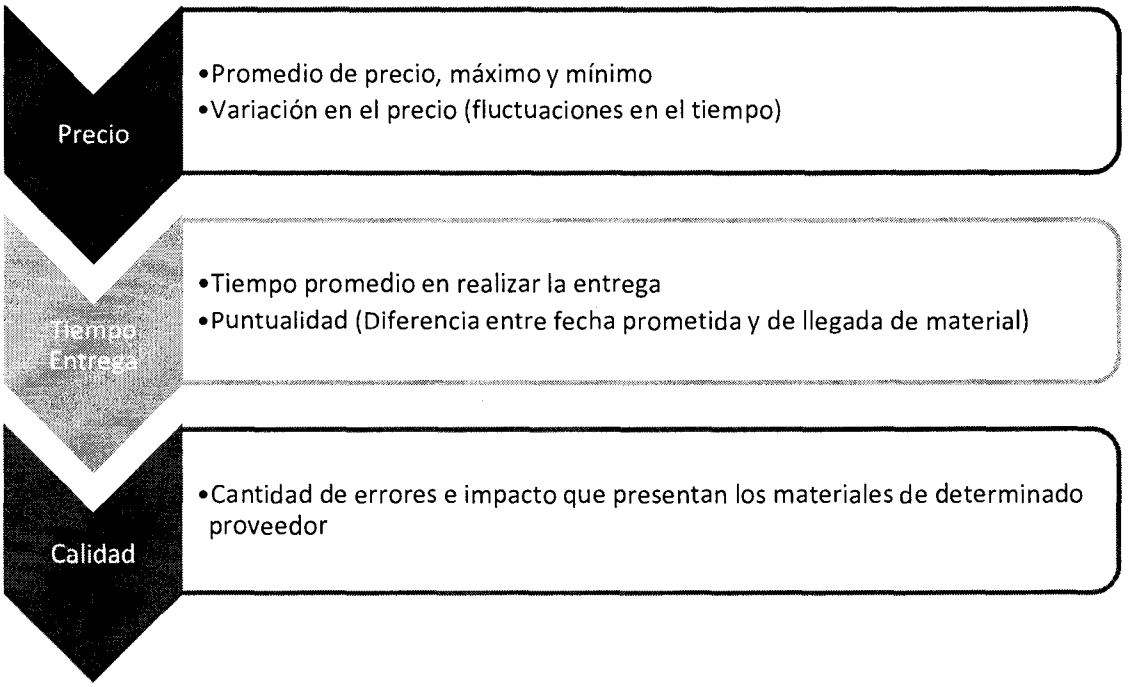
Por lo tanto la persona encargada del manejo de sistemas debe crear un reporte para el área de proveedores. Los parámetros propuestos para cada uno de los ámbitos son:

- ***Precio:*** Se pretende realizar dos tipos de comparaciones, una por el precio promedio y la otra por las variaciones que presenta el proveedor en cuanto a precio. Por ejemplo se comparan dos proveedores analizando el precio por pulgada promedio para la cartulina CCKB. También se debe evaluar cuánto varía el precio el proveedor a lo largo del período analizado.
- ***Tiempo de entrega:*** Para este reporte se pretenden utilizar las fechas mencionadas anteriormente en los requerimientos, esto con el fin de analizar el tiempo de duración promedio, así como la puntualidad, este último comparando la fecha prometida con la fecha de entrega real. En este caso para cada proveedor entran en juego todos los productos, es decir la evaluación del tiempo promedio y la puntualidad se realizará por proveedor y no por producto.
- ***Calidad:*** Para este indicador se pretende crear una hoja de cálculo simple, donde se almacene únicamente el número de orden, el material, y el problema con observaciones. Para este caso los problemas de calidad que se incluirán en el reporte son meramente de aspectos físicos y no técnicos. Algunos de los problemas a incluir son: Enconchado del papel, tamaño erróneo, reverso/color u otros. El reporte indicará la evaluación por proveedor y no por producto.

Se pretende que el reporte final lo realice la persona encargada actualmente de la generación de reportes y se lo presente trimestralmente a los jefes de la empresa para que sea discutido en una de las reuniones semanales que realizan y tomar decisiones. Además se busca con estos análisis facilitar el trabajo para una mejor toma de decisiones a la persona encargada de compras, ya que posee en cierta manera a los proveedores de una forma más controlada.

En resumen los indicadores que evaluarán a cada uno de los proveedores se presentan en el siguiente diagrama (ver Figura 16):

Figura 16. Diagrama evaluación de proveedores

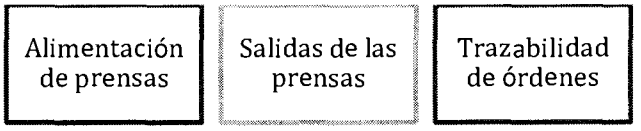


La evaluación se deberá realizar cada tres meses donde a partir de las metas implantadas por la empresa para cada uno de los indicadores mencionados anteriormente y la misma debe tomar la decisión de si un proveedor permanece o no dentro del grupo de proveedores seleccionado por la empresa después de haber realizado las evaluaciones.

Etapa III: Desarrollar un sistema de control visual para mejorar el flujo operativo dentro del área de producción

Se plantea dividir el control visual requerido por la organización en tres etapas del proceso según la Figura 17.

Figura 17. Etapas de control visual



A continuación se detalla cada una de las etapas:

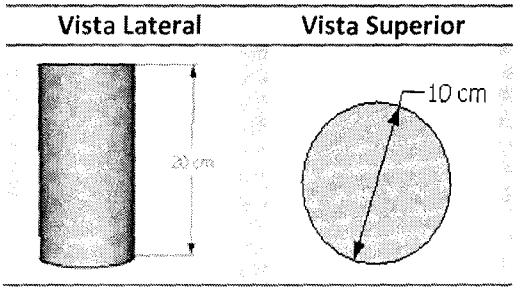
Alimentación de las prensas

En primera instancia, en búsqueda de agilizar el proceso de alisto de los materiales que alimentan las prensas, se propone que una vez que el material esté listo para ser trasladado a las máquinas, se le

coloquen dos cilindros sobre la tarima que contiene los cortes de papel o cartón que se van a utilizar durante el proceso de impresión (ver Figura 18).

1. El primer cilindro representa en cuál de las presas se llevará a cabo el proceso de impresión.
2. El segundo cilindro representa cuál es el proceso post-impresión.

Figura 18. Cilindros para control visual



Los cilindros se pueden elaborar con los residuos de las bobinas (los "canutos" por ejemplo) con el fin de reutilizar insumos y de esta manera el impacto económico es menor si se compara con el costo que tendrían si opta por comprarlos a un tercero.

Se definen colores y códigos diferentes para los cilindros (ver Cuadro 47) que representen cada una de las prensas con el fin de poder distinguir de una manera rápida para cuál de las prensas se debe trasladar el material en el momento requerido.

Cuadro 47. Asignación de colores-máquina

Máquina	Color	Código
GTO	Negro	GTO
SORD 25	Café	25
SORD 26	Gris	26
SORM 28	Verde	28

A su vez, en el Cuadro 48 se definen colores y códigos diferentes para los cilindros que representen cada uno de los procesos post impresión:

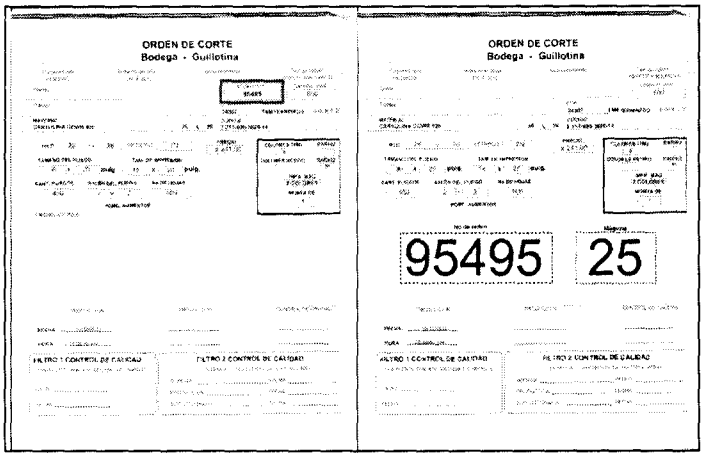
Cuadro 48. Asignación colores-sector

Sector	Color	Código
Barniz	Rojo	B
Guillotina	Amarillo	G
Imprenta-Estampadora-Relieve	Morado	I
Troquelado	Celeste	T
Otros acabados	Naranja	O

El fin de utilizar tanto colores como códigos es para facilitar la compresión por parte del personal.

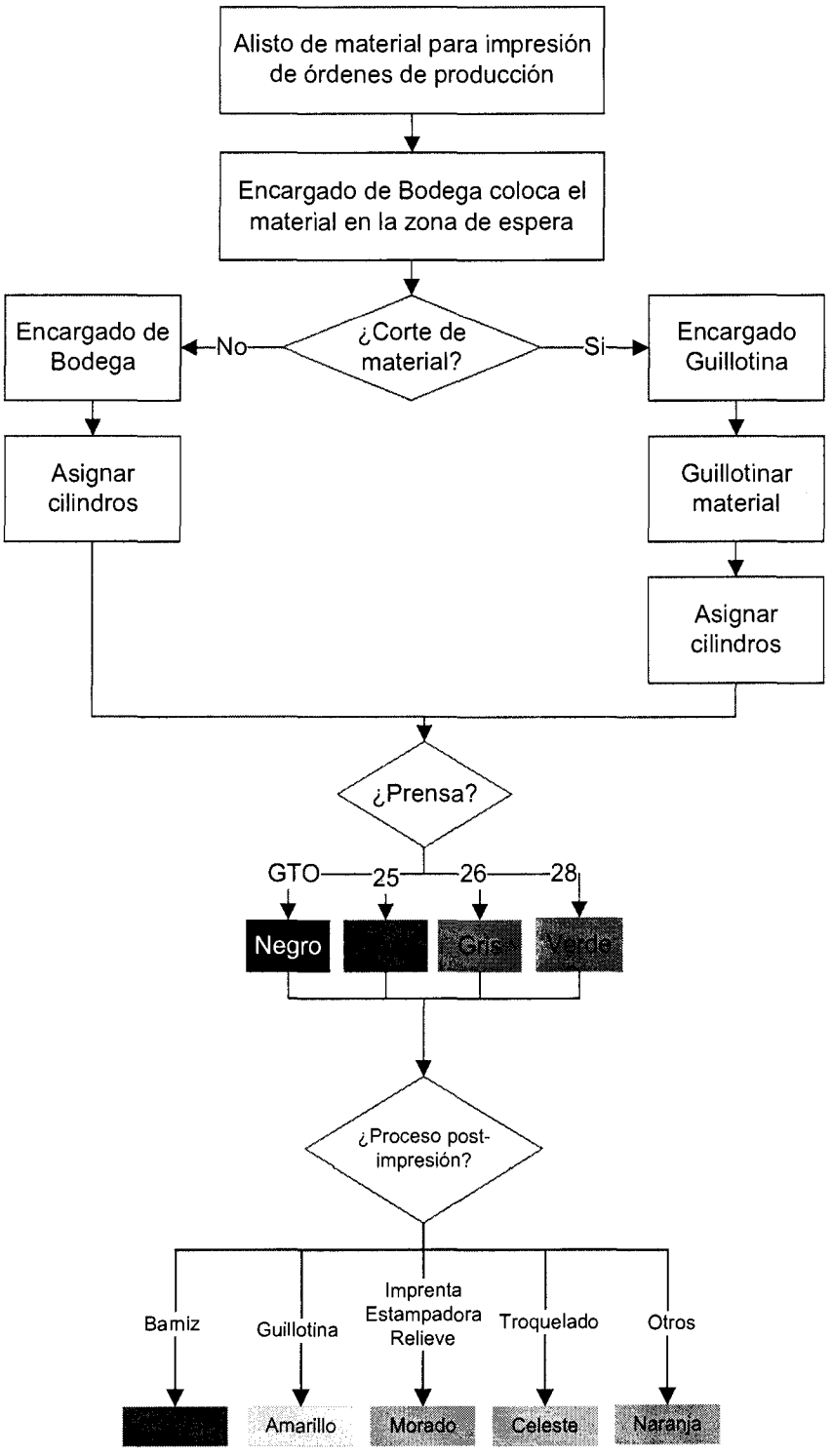
De manera paralela a la utilización de los cilindros de colores, se deben contemplar dos cambios en el número de orden que se muestra en la orden de corte (ver Figura 19). Se debería cambiar el tamaño de letra del número de orden y a la vez, para poder realizar un aumento significativo, cambiar el lugar del número de orden. De esta manera el número de orden será mucho más fácil de visualizar. Específicamente en el número de orden con el fin de facilitar la trazabilidad de las órdenes. A su vez, es importante que se agregue un espacio para indicar cuál de las prensas será la encargada de realizar el proceso de impresión.

Figura 19. Orden de Corte actual vs. Propuesta



Para la correcta ejecución de la propuesta se debe cumplir con un procedimiento el cual se explica mediante la Figura 20:

Figura 20. Diagrama proceso colocación de cilindros



Tal y como se observa en la figura anterior, el encargado de bodega (que actualmente coloca el material en una zona de espera), debe verificar si el material está listo para ser procesado o si requiere corte. En caso de requerir corte, el encargado de guillotina será el responsable de posicionar los cilindros sobre la tarima una vez que realice los cortes requeridos. Se debe colocar un cilindro negro en caso de que el material se deba trasladar hacia la GTO, uno café, gris o verde si se dirigen a la SORD 25, SORD 26 o SORM 28 respectivamente. Igualmente se coloca el cilindro según el proceso post-impresión que indique la orden.

Con todos estos cambios se genera un orden en la planta que facilita el proceso de supervisión por parte de los encargados. Además, se diseña un sistema de control de las cargas de trabajo para cada una de las máquinas y principalmente se agiliza el proceso de alisto de materiales lo cual posee un impacto directo en el tiempo de producción.

Salidas de las prensas

Seguidamente, con respecto a las órdenes que son procesadas por las maquinas de impresión, se da continuidad al sistema que permite identificar de manera visual y rápida varios aspectos identificados como claves en el diagnóstico:

- Finalización del tiempo de secado
- Trabajos en espera
- Proceso post-impresión
- Liberación de la orden

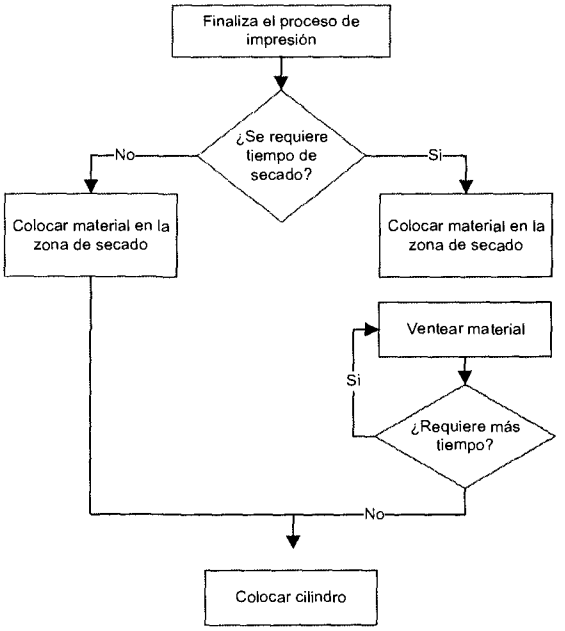
De acuerdo con el diagnóstico realizado, se pierde tiempo debido a que no hay una comunicación eficiente entre los prensistas y el encargado de planta. Este último es quién debe solicitar el traslado de material para poder dar inicio con el siguiente proceso, ya que no se le indica el momento exacto en que la orden está lista para ser trabajada por otra zona (troquelado, imprenta, guillotina, etc). Actualmente el supervisor debe estar preguntando periódicamente al prensista para saber si puede movilizar la orden, lo cual puede afectar la concentración del operario y a su vez los tiempos de producción.

Es por esto que se propone que una vez que él prensista vaya a procesar la orden, coloque el cilindro sobre su mesa de trabajo en un lugar visible para que todo el personal este enterado hacia cuál proceso se dirige el trabajo que está siendo fabricado una vez que se finalice. De esta manera si se requiere algún tipo de alisto previo en los siguientes procesos, los supervisores pueden agilizar el proceso.

En este punto es importante explicar el concepto de "**liberar la orden**": La orden se "libera" una vez que el prensista considere que la tinta se ha secado totalmente y es posible movilizar la(s) tarima(s) con el producto para que sean procesadas en el siguiente sector.

Con este concepto claro, se continúa con la explicación de la propuesta mediante la Figura 21:

Figura 21. Liberación de orden propuesta



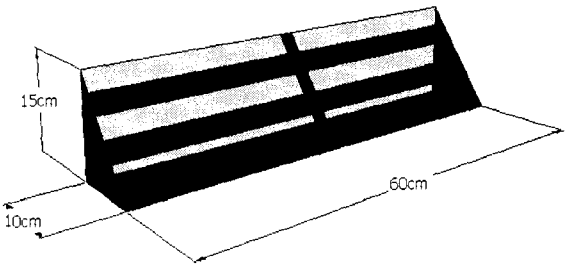
Una vez que se libera la orden, el prensita o su asistente deben colocar el cilindro que había colocado sobre su mesa de trabajo sobre la tarima pliegos, para comunicar al encargado de movilizar el producto que ya está seco el material.

Los cambios relacionados con el control visual en las salidas de prensas buscan sistematizar y agilizar el transporte interno de la planta, conocer el estado de las órdenes, observar cargas de trabajo así como mejorar el orden interno y la supervisión sobre los operarios. Tal y como se explicó anteriormente, el sistema propuesto plantea que en el momento en que el producto esté listo para ser movilizado al siguiente proceso, el prensista o su ayudante coloque el cilindro correspondiente, indicando que ya puede ser trasladado. De esta manera se cuenta con un sistema sistemático y ágil para el transporte interno. En el momento en que el producto se va a desplazar al siguiente sector o zona de trabajo, el responsable de llevar a cabo el movimiento debe colocar el cilindro nuevamente a disposición del encargado de bodega o guillotina para que el cilindro se vuelva a usar.

Trazabilidad de las órdenes

Finalmente, con el objetivo de incentivar un mayor orden y claridad durante el procesamiento de las órdenes que permita tanto a supervisores como vendedores conocer el estado y lugar de los trabajos en proceso, se propone adecuar en el espacio de trabajo de cada una de las zonas de la planta. Esta caja facilitará el acomodo de las hojas de producción.

Figura 22. Caja propuesta



La caja mostrada en la Figura 22, posee espacios para la colocación de la hoja de producción, de manera que se facilite la visibilidad del número de orden. A su vez, cada espacio en la caja representa la secuencia en que se van a procesar los trabajos. Así se convierte en una herramienta visual para conocer el plan de trabajo del área en un momento dado y permite al supervisor tener control sobre la secuencia que se debe llevar a cabo con el fin de evitar errores o realizar cambios dentro del plan de trabajo original. Actualmente los operarios colocan la orden donde ellos lo consideren adecuado lo que imposibilita que el supervisor o algún tercero conozcan cuál trabajo está siendo procesando y cuál se procesará posteriormente.

Es importante mencionar que además de elaborar las cajas, se debe velar por fomentar una cultura dentro de los operarios, a quienes se les debe recordar constantemente la importancia de mantener el orden dentro de su espacio de trabajo. Al final, los beneficios que este orden trae a la organización, se pueden resumir de la siguiente manera:

- ***Cargas de trabajo:*** Mediante este sistema, en los casos en que se encuentren varias hojas de producción acumuladas en una caja, inmediatamente se puede notar que el proceso posee demanda acumulada. Esto es útil para que el supervisor de la planta visualice si se va a poder cumplir o no con la fecha prometida al cliente y de esta forma tomar medidas para resolver cualquier atraso.
- ***Orden y comunicación:*** Se crea un espacio de trabajo ordenado lo que posee un efecto directo en la motivación del personal en general. A su vez, el supervisor de planta puede observar la secuencia con que van a ser procesadas las ordenes en la caja y de esta manera evitar errores o realizar cambios requeridos para cumplir con las fechas de entrega.
- ***Trazabilidad:*** Si alguien dentro de la organización requiere conocer el estado de la orden (en qué proceso se encuentra), basta con una revisión de las cajas propuestas con el fin de localizar el proceso actual de la orden.

Conclusiones de diseño

- A través de la aplicación de la técnica SMED, se determina que existen actividades internas que pueden convertirse en externas. Es por esto que con los cambios propuestos se evita que se detenga la máquina y por lo tanto se reduce el tiempo consumido por cada uno de los "alistos" de

máquina, lo cual posee un gran impacto debido a los bajos volúmenes de producción que la organización maneja actualmente.

- Otro de los factores identificados como causante de aumentar el tiempo de alisto de cada una de las máquinas corresponde a la secuencia en que se realizan las órdenes. Es por eso que mediante el rediseño de la programación de la producción y la incorporación de un algoritmo de secuenciamiento se disminuye la cantidad de cambios requeridos, por ende el tiempo dedicado para alistar las prensas se reduce, lo que genera un incremento en el porcentaje de tiempo productivo.
- El soporte que los otros departamentos le brindan a la programación es fundamental, por lo que mediante los cambios propuestos se busca establecer programas de producción fijos los cuales se ven respaldados por una mayor fluidez en los procesos de búsqueda de materiales.
- Del mismo modo, ante el requerimiento de flexibilidad de la zona de prensas, se busca una reducción en los tiempos dedicados a cambios. Una vez encontrado que el mayor porcentaje de la demanda que capta la Litografía corresponde a familias de cartón y cartulina (65% aproximadamente) y que las máquinas que se dedican a la fabricación de tales familias (SORD 25 y SORD 26) generan alrededor del 80% de las utilidades percibidas (órdenes que requieren impresión), se reestructura la forma en que las prensas procesan los tirajes. Se plantea que la SORD 25 y SORD 26 trabajen como una sola línea las órdenes de cartulina y/o cartón lo que desencadena una disminución en el tiempo consumido por alisto de prensa.
- Es importante dejar en claro que en caso de que se implemente el cambio en la forma en que las prensas procesan el material, existe un riesgo económico (4 millones de colones aproximadamente) debido a que si con el paso del tiempo se opta por volver a procesar papel en la SORD 26, las pinzas deben ser reparadas.
- Con el sistema propuesto de control visual se logra diseñar un medio para agilizar la comunicación dentro de la planta de producción. Con esto se genera un ambiente laboral ordenado y se mejora en la trazabilidad de las órdenes lo que facilita la supervisión y control sobre las cargas de trabajo y rendimiento de los distintos procesos de la Litografía.
- Por medio de las propuestas la empresa va enfocada en la mejora de la competitividad en el mercado ya que apunta a la reducción de tiempos de alisto y por lo tanto reducción de tiempo de duración en el área de prensas en general con lo cual tendrá mayor espacio para ingresar nuevas órdenes y por lo tanto mejora en la respuesta ante el cliente, manteniendo dentro de sus procesos productivos la flexibilidad como pilar de funcionamiento.

Recomendaciones de diseño

- Se debe realizar un análisis de inversión para el proyecto que plantea la posible adquisición de una máquina de cuatro o más colores, con el fin de verificar la viabilidad y factibilidad de la propuesta así como el impacto a nivel de costos de fabricación y fechas de entrega. Es por esto que de manera paralela, se debe contemplar el impacto en cuanto a capacidad que este cambio podría representar para los otros procesos de producción ya que se debe velar por el adecuado manejo de cargas dentro de la organización con el objetivo de no afectar el tiempo de salida del sistema.

- Considerar mediante un estudio detallado del consumo de materiales la posibilidad de iniciar con la importación de aquellos materiales que poseen alta demanda con el fin de reducir costos por concepto de materias primas.

Capítulo 4: Validación

Introducción

En la etapa de validación se encuentran los mecanismos y resultados empleados para cuantificar las posibles mejoras que puedan darse con las principales propuestas del apartado anterior (Secuenciamiento, Rediseño de prensas y SMED). Se utilizan como mecanismos de validación la simulación, el plan piloto, y la evaluación económica.

Objetivo general de validación

- Determinar el impacto económico y funcional que genera la implementación de la reingeniería propuesta

Objetivos específicos de validación

- Evaluar la funcionalidad operativa del nuevo sistema de programación de la producción y el algoritmo de Secuenciamiento
- Verificar la posibilidad de ejecución y riesgos económicos asociados a la nueva organización del área de prensas
- Cuantificar el impacto económico y funcional de las propuestas generadas a partir de la técnica SMED

Esta obra es propiedad del SIBDI - UCR

Metodología de validación

A continuación se presenta la metodología de validación en el Cuadro 49. Mediante el siguiente cuadro se pueden asociar cada uno de los objetivos planteados con actividades y herramientas específicas:

Cuadro 49. Metodología de Validación

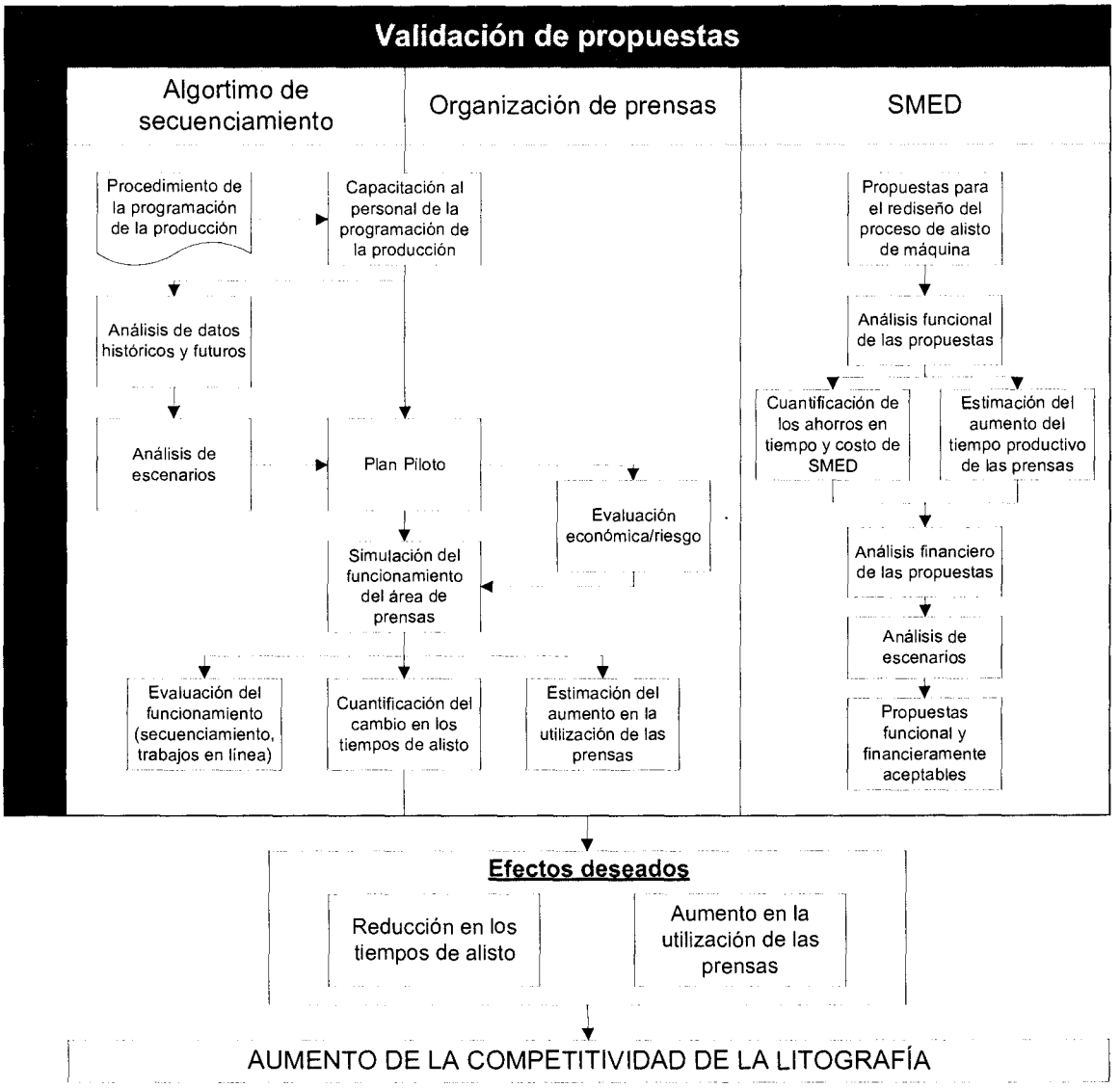
Objetivo	Actividades	Herramientas	Resultado Esperado
Evaluar la funcionalidad operativa del nuevo sistema de programación de la producción y el algoritmo de secuenciamiento	Capacitación al personal a cargo del sistema de programación de la producción	Análisis de escenarios Muestreo de históricos Análisis de datos Documentación de procesos Entrevistas Plan Piloto	Mejora en el tiempo de respuesta a los clientes y reducción de los tiempos de alisto
	Aplicación del algoritmo de secuenciamiento a órdenes históricas		
	Cuantificación del cambio en los tiempos de alisto de las órdenes		
Verificar la posibilidad de ejecución y riesgos	Simulación del funcionamiento del área de prensas con la nueva	Simulación Análisis de escenarios	Aumentar la utilización de

económicos asociados a la nueva organización del área de prensas	organización	Análisis financiero Análisis de riesgos	las prensas
	Evaluación económica de los cambios a realizar		
Cuantificar el impacto económico y funcional de las propuestas generadas a partir de la técnica SMED	Verificación de factibilidad de la aplicación de las propuestas	Análisis de escenarios Análisis financiero Entrevistas	Reducción en los tiempos de alisto de las prensas
	Evaluación económica de las propuestas		
	Proyección simulada del impacto en los tiempos de alisto		

Desarrollo de Validación

En este apartado se desarrollan las actividades de cada uno de los objetivos específicos planteados anteriormente; de esta forma se busca demostrar cualitativa y cuantitativamente el impacto de las mejoras que genera la reingeniería de operaciones. A continuación se presenta Figura 23 que permite resumir de manera general las actividades realizadas durante esta etapa:

Figura 23: Diagrama general de la etapa de validación



Como se observa en el diagrama anterior y acorde con los objetivos planteados, se pretende determinar el impacto económico y funcional que genera la implementación de tres de las propuestas desarrolladas en la etapa de diseño: 1) Utilizar un algoritmo de secuenciamiento dentro del proceso de la programación de la producción. 2) Trabajar con dos de las tres máquinas litográficas como una línea de producción y no por separado como se realiza actualmente. 3) Rediseñar el proceso de alisto de las máquinas de acuerdo a los resultados de la técnica SMED.

En primera instancia se busca evaluar la funcionalidad operativa del sistema de programación de la producción con la incorporación del algoritmo de secuenciamiento además de verificar la posibilidad de ejecución de la nueva organización del área de prensas. Para ello se realiza una capacitación al personal a cargo de la programación de la producción dentro de la organización. Esta capacitación se respalda

mediante un procedimiento documentado (Ver Apéndice 11 – Procedimiento de la Programación de la producción) el cual explica con detalle la nueva forma en que se debe realizar el proceso. Seguidamente se realiza un análisis de las órdenes de producción histórica y futura con el fin de evaluar el impacto que la aplicación del algoritmo de secuenciamiento y la forma propuesta de impresión "en línea" generan. Para ello se realiza un plan piloto en conjunto con el Gerente de producción y la colaboración de programador y el operario de mayor experiencia. Con esto se puede cuantificar la mejora esperada en tiempos de alisto y utilización de las máquinas con el fin de concluir si funcional y económicamente es posible llevar a cabo la implementación de ambas propuestas.

Para la propuesta de SMED, en el diagrama general se muestra como en primer lugar se realiza un análisis funcional para determinar las propuestas que se pueden realizar de aquellas que simplemente no son funcionales. Seguidamente, con la cuantificación del impacto en los tiempos de alisto y la utilización, se procederá a realizar un análisis financiero de la propuesta desde dos perspectivas. Se generarán análisis de sensibilidad a estos datos y finalmente se logra establecer periodos de recuperación de la inversión del proyecto

Una vez realizado este estudio se puede determinar el grado de cumplimiento de los efectos deseados en cuanto a la mejora en el tiempo de respuesta, reducción de tiempos de alisto y el aumento en la utilización de las prensas lo que permite generar un aumento en la competitividad de la Litografía.

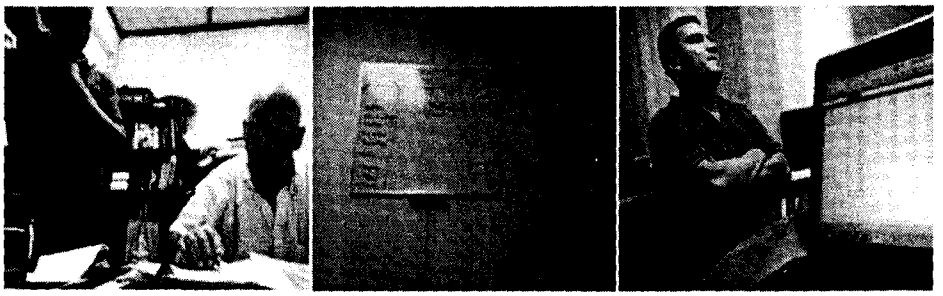
Etapa I y II: Validación de algoritmo de secuenciamiento y organización del área de prensas

A continuación se desarrollan los primeros dos objetivos específicos de la etapa de validación los cuales hacen referencia a las propuestas de implementar la utilización de un algoritmo de secuenciamiento al momento de elaborar la programación de la producción así como cambiar la manera en que se procesan las órdenes en las máquinas de impresión. Se opta por realizarlo de manera conjunta ya que son propuestas que se complementan con el fin de aumentar la utilización en prensas y disminuir los tiempos de alisto.

Capacitación al personal

Con el fin de informar y capacitar al personal para que sea capaz de realizar el proceso de la programación de la producción tal y como se plantea en el apartado de diseño, se realizan charlas de capacitación (ver Figura 24) con el objetivo de evacuar dudas y explicar con mayor detalle lo descrito en este documento.

Figura 24. Capacitaciones al personal



Al mismo tiempo, uno de los objetivos de esta etapa consiste en obtener retroalimentación de las partes con el fin de verificar la funcionalidad de las propuestas. A continuación un listado de los principales aportes:

- La programación no se debe limitar a una semana ya que en ocasiones existe la posibilidad de "partir" de manera inconveniente órdenes de producción. Es por esto que se recomienda no exceder una semana y dos días de la siguiente.
- El trabajar como línea no siempre es lo más recomendable. Existen ocasiones en que los trabajos por sus características se deben llevar a cabo en una sola máquina. Ejemplo de ello corresponde a los trabajos que se realizan en material metalizado debido a que el proceso de secado es muy extenso.

Evaluación de Capacitación

Por otra parte se procede a realizar una encuesta para conocer más a fondo la opinión de los involucrados en el proceso y quiénes serán los encargados de realizarlo inicialmente. En el Apéndice 10 - Resultados encuesta de evaluación de propuesta de mejora, se muestra una imagen con lo indicado por los encuestados. En resumen los principales resultados obtenidos son:

- Se consideran como puntos críticos de la propuesta los siguientes: distribución de trabajos en las máquinas, trabajos que no llevan el factor CMYK, la capacitación al resto de personas y la oposición al cambio.
- Ambos encuestados supieron explicar bien el proceso, de forma concisa y resumida, así como lograron hacer ver la finalidad de la misma.
- Se consideró por ambos que las propuestas sí son aplicables en la empresa.
- Según el gerente general la propuesta trae mayores ganancias que los mostrados, según el programador de la producción la propuesta es aplicable pero tendrá un período de prueba complicado.
- El programador de la producción considera que el personal necesita motivación y mejores recursos para poder dar una respuesta positiva al cambio propuesto.

Procedimiento para la programación de la producción

Con el fin de poder dejar a la empresa una guía para poder ejecutar la nueva forma de realizar la programación de la producción se decide documentar el procedimiento. Se le brinda a la empresa dicho

documento dónde se explican cada una de las fases que comprende la programación. Además en dicho documento se presenta un diagrama con las principales relaciones entre los involucrados en el proceso y por último se tiene un plan diario por semana para que quienes son parte del proceso tengan en cuenta cada una de las actividades que debe realizarse y a la hora que deben iniciar las mismas.

Con lo anterior lo que se busca es crear un medio fácil para que el personal de la empresa que tenga dudas acerca del procedimiento pueda consultar el mismo y así quedar claros de las nuevas responsabilidades principalmente para los involucrados directos en el proceso (Programador de la producción, Encargado de Compras, Encargado de Arte y Encargado de bodega).

El procedimiento se somete a revisión por parte de la contraparte del proyecto, con lo cual se acepta que el mismo es entendible y además que pasará a ser parte de la documentación de la empresa una vez que inicie el proceso de cambio en esta área.

Además con el documento lo que se busca es dejar a la empresa un respaldo en caso de que el personal que ha estado involucrado en el proyecto por alguna u otra razón no se encuentre en la empresa, entonces por medio del procedimiento se busca generar dicho respaldo.

En el Apéndice 11 – Procedimiento de la Programación de la producción, se puede observar el procedimiento realizado para la empresa en detalle. El mismo se basó en el formato establecido por las normas ISO.

Análisis de datos (órdenes de producción)

Para realizar la evaluación económica y financiera de la utilización del algoritmo de secuenciamiento y producción en línea con las prensas (SORD 25 - SORD 26), el viernes 12 de julio del 2013 se realiza un corte de las órdenes con las que se cuentan todos los materiales (planchas, material de impresión y tintas) requeridos para iniciar con la producción. El Cuadro 50 presenta el detalle dichas órdenes:

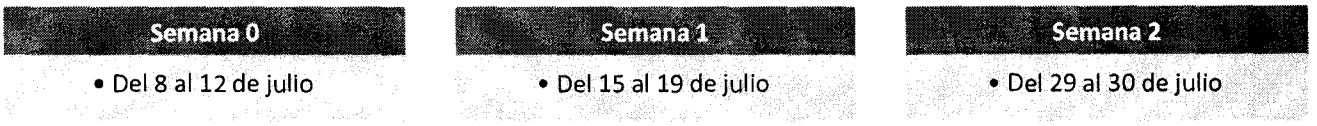
Cuadro 50. Órdenes programables al 12 de julio del 2013

Orden	Material de impresión	Ancho	Largo	Cantidad	Colores
97082	CARTULINA CCWB 018	24	32	57 050	NEGRO
97441	CARTULINA CNK 018 (Respaldo color café)	15	26	7 758	FULL COLOR, + cafe 4625 C, café 478 (mocha) crema 7500, Oro 872 C (a), Oro 872 (b) + barniz mate
97442	CARTULINA CNK 018 (Respaldo color café)	15	26	10 100	FULL COLOR, + cafe 4625 C, crema 7500I, Oro 872 C + barniz mate
97443	CARTULINA CNK 018 (Respaldo color café)	15	26	3 800	FULL COLOR, + Pantones 7500, cafe 4625 C, 871, Naranja 144C, Verde 382C + barniz mate
97444	CARTULINA CKB 018 (Respaldo color café)	15	26	1 900	FULL COLOR, + cafe 4625 C, crema 7500C, Oro 872 C, Pantones Amarillo 109C, Verde 376 C + barniz mate
97491	CARTULINA CCKB 018 +	20.5	30	5 300	NEGRO, ROJO 485C + BARNIZ U.V.

	KRAFT LINER 18				
97512	CARTULINA CCKB. 028	15	33	3 633	FULL COLOR + BARNIZ GRASO
97525	PAPEL BOND 20 lbs. 75 gms.	11,5	17,5	3 594	CMYK
97583	CARTULINA CCKB 012 X 2 (cartulina laminada, grosor final 024)	18	28	5 500	CMK, AMARILLO 109 + AZUL MET. 2139 I
97610	CARTULINA CCWB. 020	18	23	1 125	CMYK, VERDE 369C + BARNIZ U.V. CON PLANCHA
97611	CARTULINA CCWB. 020	18	23	1 250	CMYK, NARANJA 1505 + BARNIZ U.V. CON PLANCHA
97627	PAPEL ETIQUETA 90 gms.	12,5	18	10 283	FULL COLOR + ORO 872
97660	PAPEL AUTOADHESIVO BLANCO OPACO CON CORTE	6,87	9,75	5 200	NEGRO
97734	PAPEL ETIQUETA 90 gms.	20	25	525	FULL COLOR
97767	CARTULINA CNK 018	15	33	3 300	FULL COLOR + BARNIZ U.V.
97773	PAPEL BOND 24 lbs. 90 gms.	17,5	23	1 130	PANT 659U (CELESTE), PANT. 662U (AZUL)
97784	CARTULINA CCKB 018	18	33	1 800	CMYK, ORO, CAFE BRITT
97805	PAPEL BOND 20 lbs. 75 gms.	11,5	17.5	360	NEGRO, PANT. 314U
97827	PAPEL ETIQUETA 90 gms.	19	25	1 380	CMYK, PMS 10273, ROJO LANCO, PMS 8883
97852	CARTULINA CCKB. 018 (Respaldo café)	24	18	3 250	AZUL 072C
97853	CARTULINA CCKB. 018 (Respaldo café)	20,5	15	15 500	AZUL 072C
97871	PAPEL BOND 20 lbs. 75 gms.	11,41	14	10 300	NEGRO

De acuerdo con el procedimiento definido, los viernes corresponde a uno de los días en que el programador debe secuenciar únicamente las órdenes que cuenten con la aprobación de todos los materiales para definir el plan de producción de la semana siguiente.

Figura 25. Semanas del 8 julio al 30 de julio del 2013



Se considera adecuada la intervención al finalizar la "Semana 0" con el fin realizar la programación de la "Semana 1" (ver Figura 25). Antes de realizar la simulación con el método propuesto, es de suma importancia contar con un parámetro para poder comparar los resultados del plan piloto. Es por esto que se programan las órdenes tal y como se hace actualmente con el fin de cuantificar los tiempos de alisto y el porcentaje de utilización que el método actual genera.

Un aspecto importante de mencionar es que la programación mediante el método utilizado actualmente, se realiza en conjunto con el programador de la producción, mientras que el plan piloto simulado se realiza con el Gerente de Producción con el objetivo de no sesgar los resultados. Asimismo, al ser el Gerente de Producción una persona con mayor experiencia, se facilita el proceso de secuenciamiento.

A continuación se muestra el Cuadro 51 con los tiempos de alisto en que se debe incurrir al programar las órdenes tal y como se realiza en la actualidad (sin algoritmo de secuenciamiento ni trabajando las máquinas 25 y 26 como una línea).

Cuadro 51. Programación mediante el método actual

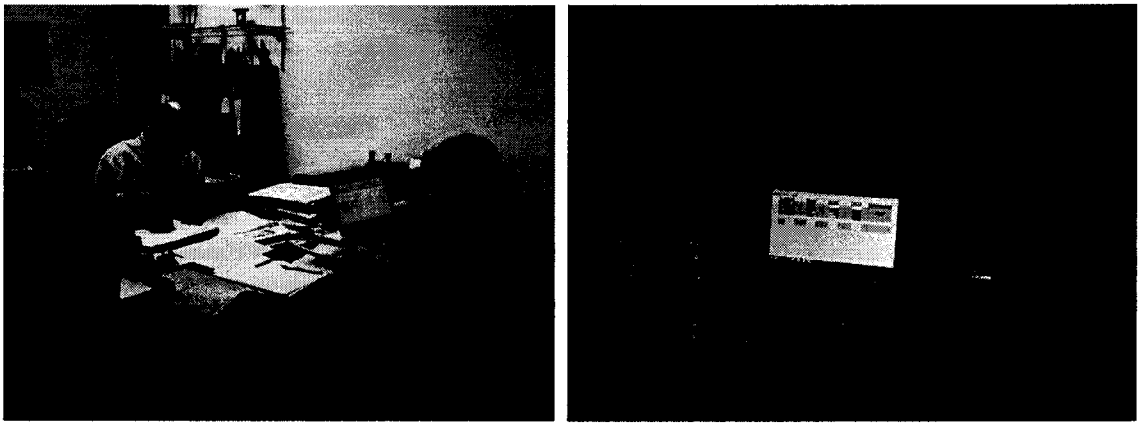
Máquina	Orden	Tiempo alisto (horas)	Fecha de salida impresión
25	97583	5	15-jul
25	97767	3,5	16-jul
25	97442	8,5	19-jul
25	97444	10,5	20-jul
25	97441	9	23-jul
25	97443	10,5	24-jul
25	97082	4,5	25-jul
26	97627	8,5	17-jul
26	97734	3,5	18-jul
26	97827	8	19-jul
26	97773	2	20-jul
28	97611	5	15-jul
28	97610	5	15-jul
28	97852	3,5	16-jul
28	97853	3,5	17-jul

Del cuadro anterior se observa como los tiempos de alisto fluctúan entre las 2 y 10.5 horas; a su vez se presentan las fechas estimadas para la salida de prensas lo cual representa el momento en que pueden alimentar otros departamentos de la planta. Esta información se utilizará en el siguiente apartado como parámetro para poder comparar los resultados del plan piloto y de esta manera poder cuantificar el impacto de los cambios propuestos.

Plan Piloto

Como se mencionó anteriormente, se procede a realizar la programación de las órdenes que ya cuentan con los insumos para poder fabricarlas (ver Figura 26). Esta programación se realiza mediante el método propuesto en el apartado de diseño y tomando en cuenta la retroalimentación obtenida durante la capacitación al personal.

Figura 26. Elaboración Plan Piloto



A continuación se muestran los resultados los cuales se comparan contra los tiempos obtenidos a través del método de programación actual:

Cuadro 52. Comparación programación nuevo método contra método actual

Orden	Tiempo Alisto simulado (horas)	Tiempo Alisto programado (horas)	Reducción	Fecha salida programada	Fecha salida simulada	Diferencia de fechas
97583	2,5	5	50%	15-jul	15-jul	0,00
97767	2,8	3,5	20%	16-jul	17-jul	-1,00
97442	3,53	8,5	58%	19-jul	23-jul	-3,00
97444	6,7	10,5	36%	20-jul	23-jul	-2,00
97441	5,79	9	36%	23-jul	23-jul	0,00
97443	3,9	10,5	63%	24-jul	25-jul	-1,00
97082	1	4,5	78%	25-jul	22-jul	3,00
97627	2,22	8,5	74%	17-jul	16-jul	1,00
97734	1,86	3,5	47%	18-jul	16-jul	2,00
97827	1,86	8	77%	19-jul	16-jul	3,00
97773	2,5	2	-25%	20-jul	16-jul	4,00
97611	2,42	5	52%	15-jul	15-jul	0,00
97610	2,42	5	52%	15-jul	15-jul	0,00
97852	1	3,5	71%	16-jul	17-jul	-1,00
97853	1	3,5	71%	17-jul	17-jul	0,00
Suma	**41,51**	**90,5**	**54,13%**			**5,00**

- Como se pueda analizar en el Cuadro 52, existe una reducción en los tiempos de alisto que ronda entre un 20% hasta un 77% en 14 de las 15 órdenes programadas.

- Al determinar el porcentaje de reducción con respecto al total de tiempo de alisto de las 15 órdenes y compararlo contra el tiempo requerido mediante el método actual, se encuentra que existe una reducción del 54,13%.
- Durante el periodo de tiempo programado se obtienen mejoras en los tiempos de entrega por parte de las órdenes que salen de prensas. Esto se respalda mediante la sumatoria de las "diferencias de fechas" la cual da un valor de 5; lo que indica que en general las órdenes están finalizando con mayor prontitud. Además el promedio de la diferencia de fechas sigue siendo positivo, siendo este de 0,33 días.
- Si bien es cierto que existen órdenes para las cuales el tiempo de salida se extendió en un máximo de 3 días con respecto al método actual, este "atraso" no significa un problema para la fecha de entrega prometida al cliente final. Además, a continuación se justifica tales "atrasos" para lo cual se toma como base la orden
- Por otra parte, se determinan los siguientes porcentajes de tiempo en preparación y utilización (ambos se calculan sobre el tiempo trabajado[17]):
  - Porcentaje de tiempo de preparación de la semana programada: 25%
  - Porcentaje de utilización para la semana programada: 75%
- Al comparar los porcentajes de tiempo en preparación y utilización contra el comportamiento histórico de ambos se encuentra lo siguiente:

Cuadro 53. Históricos tiempo de preparación y utilización Enero-Junio 2013

Mes	Enero 13			Febrero 13			Marzo 13		
Máquina	25	26	28	25	26	28	25	26	28
%Preparación	54,5	52,84	62,26	55,82	58,9	69	56,51	57,13	74,22
% Utilización	45,5	47,16	37,74	44,13	41,2	31	43,49	42,87	25,78

Fuente: Litografía. Reporte "Porcentajes preparación y utilización". Primer semestre 2013

Mes	Abril 13			Mayo 13			Junio 13		
Máquina	25	26	28	25	26	28	25	26	28
%Preparación	53,17	57,57	71,98	50,05	53,64	57,95	52,25	54,32	64,15
% Utilización	46,39	42,43	40,63	49,95	46,36	42,05	47,75	45,68	35,85

Fuente: Litografía. Reporte "Porcentajes preparación y utilización". Primer semestre 2013

A partir de los datos de los cuadros anteriores (Cuadro 53) anteriores se realiza un resumen del tiempo promedio, máximo y mínimo en cada uno de los porcentajes.

Cuadro 54. Resumen datos históricos

	Promedio	Máximo	Mínimo
%Preparación	58,68	74,22	50,05
% Utilización	42	49,95	25,78

[17] Tiempo trabajado = (Horas totales – Horas de máquina parada)

Por lo tanto, según el Cuadro 54:

- El porcentaje de preparación simulado (25%) supera al mínimo demostrado por la organización durante los primeros seis meses del 2013 (50,05%)
- El porcentaje de utilización simulado (75%) supera al máximo demostrado por la organización durante los primeros seis meses del 2013 (49,95%)

Inversión Inicial

Tal y como lo indica el Gerente de Producción, no existe ningún material externo que la empresa requiera adquirir para realizar el ajuste de las máquinas 25 y 26 para iniciar con la producción de productos de cartón. No obstante, existe un lapso de tiempo el cual se estima[18] que sea de 6.5 horas en las cuales el prensista y asistente deben enfocarse a realizar ajustes de "cama", presiones de pinzas, ajuste del portapliegos. Estas 6.5 horas representa alrededor de 70 000 colones si se toma como referencia los "Factores de Cotización" utilizados por la empresa en el primer semestre del 2013 (ver Cuadro 55).

Cuadro 55. Inversión inicial para cada una de las máquinas (25 y 26)

Rubro	Detalle	Costo
Mano de Obra	Colocar misma cama	₡70 000,00
	Ajuste de presiones	
	Acomodo de pinzas	
	Ajuste portapliegos	
	Total	**₡70 000,00**

Riesgo asociado

En caso que la empresa tome la decisión de regresar a su sistema de producción actual, dejando de lado la propuesta de utilizar la máquina 26 (actualmente es para producción en papel) para la impresión de productos de cartón; existe una inversión económica requerida que supera los cuatro millones de colones el cual se desglosa en el Cuadro 56:

Cuadro 56. Riesgo económico asociado (regresar máquina 26 a producción de papel)

Rubro	Detalle	Costo
Materiales	Compra de Balancín	₡2 000 000,00
	Compra de Pinzas de transferencia	₡500 000,00
Mano de Obra	Reacomodo del cilindro central	₡1 400 000,00
	Ajuste de pinzas de transferencia	₡280 000,00
	Total	**₡4 180 000,00**

Por otra parte, además del costo directo en que se incurre por los ajustes y piezas nuevas, es relevante mencionar una serie de efectos indirectos en los cuales se debe de incurrir en caso de optar por regresar al sistema actual:

[18] La estimación la realiza el Gerente de Producción de acuerdo al detalle de actividades que se deben realizar

- El tiempo para conseguir los repuestos (genera que la máquina se encuentre parada).
- La máquina 26 estaría inhabilitada por al menos 6 días una vez que se cuente con los repuestos para poder realizar los ajustes. Debido a esto existen dos opciones:
  - Se atrasan las órdenes de producción que se pensaban fabricar en la máquina; lo cual puede generar problemas con la fecha de entrega prometida al cliente.
  - En caso que no se pueda negociar con los clientes para trasladar la fecha de entrega, se debe incurrir en costos adicionales por concepto de horas extra.

Evaluación económica de los beneficios de las propuestas

En este apartado se presenta desde dos enfoques el impacto que traen consigo las propuestas. En primera instancia se presenta una cuantificación de la reducción del 54,13% en términos del salario de los prensistas. Por otra parte se aproxima el costo de oportunidad de producir órdenes de producción con el tiempo ahorrado.

Ahorro en salarios

Como se mencionó anteriormente, con el fin de poder dimensionar el impacto que la reducción puede significar en la empresa, se decide convertir este porcentaje a términos monetarios. Una manera de hacerlo corresponde a la conversión a través del salario de los prensistas demostrado en el Cuadro 57 y Cuadro 58.

Cuadro 57.Reducción en tiempos de alisto y total

Porcentaje del tiempo de alisto ahorrado por semana (potencial)	**54,13%**
Porcentaje promedio del tiempo alisto general por semana	58,68%
Porcentaje ahorrado del tiempo alisto general por semana	**26,91%**

Cuadro 58. Ahorro en salarios por propuesta

Tiempo de procesamiento promedio por orden	**10,84**
Promedio de ordenes procesadas por semana	11,98
Tiempo promedio de procesamiento de órdenes por semana	129,93
Tiempo ahorrado por semana con propuesta	**34,97**
Costo por hora de prensista y asistente por máquina	₡10 734,38
Cantidad de máquinas	2
Costo ahorrado con propuesta por mano de obra por semana	**₡750 726,13**
Costo ahorrado con propuesta por año colones	**₡35 227 082,24**
Costo ahorrado con propuesta por año dólares	**$69 072,71**

Tomando como referencia los datos de los cuadros anteriores, se tiene que si el tiempo de ahorro potencial es de un 54,13% y el porcentaje promedio del tiempo de alisto de último semestre por semana es de 58,68%, se puede afirmar que el porcentaje ahorrado es de un 26,91%. Además si se conoce que el

tiempo de procesamiento promedio por orden es de 10,84 horas, existe un total de 34,97 horas ahorradas; mismas que al multiplicarlas por el costo por hora en sector de prensas genera un aproximado de 35 millones de colones anuales, lo cual sirve para dimensionar el impacto de la disminución. Es importante aclarar que esto no es un ahorro real ya que a los operarios se les debe pagar de igual forma. Más adelante se presenta un análisis de sensibilidad con el fin de observar el comportamiento del costo ahorrado. El mismo se realiza fluctuando los valores tanto del tiempo de procesamiento como de la cantidad de órdenes procesadas por semana.

Costo de Oportunidad

Debido a que los tiempos de alisto se están reduciendo alrededor de un 50% se realizó un análisis de la inversión que se puede hacer en esos casos aprovechando ese tiempo en nuevas órdenes (asumiendo que Ventas podrá llenar este espacio con mayor cantidad de ventas).

Inicialmente se observa como con un ahorro del 54,13% en el porcentaje de alisto, el tiempo promedio obtenido en el primer semestre del año (58,60%), el porcentaje del tiempo total ahorrado corresponde a un 26,91%.

Cuadro 59. Reducción en tiempos de alisto y total

Porcentaje del tiempo de alisto ahorrado por semana (potencial)	54,13%
Porcentaje promedio del tiempo alisto general por orden	58,68%
Porcentaje ahorrado del tiempo alisto general por orden	**26,91%**

Debido a que se tiene la reducción de este tiempo y considerando el tiempo de procesamiento por orden, junto con la cantidad de órdenes en promedio procesadas por semana, se logra obtener el tiempo total por semana, a partir del cual tomando el tiempo reducido y mostrado anteriormente se tiene un tiempo total ahorrado a la semana de 34,97 horas. Sin embargo, al realizar un ajuste mediante un factor que permite mantener un perfil conservador fundamentado en que la utilización no es de un 100%, se obtiene que el tiempo total de ahorro por semana ajustado es de 26,23 horas.

Cuadro 60. Reducción de tiempo

Tiempo de procesamiento promedio por orden	**10,84**
Promedio de ordenes procesadas por semana	11,98
Tiempo promedio de procesamiento de órdenes por semana	129,93
Tiempo ahorrado por semana con propuesta	26,23

Tomando este tiempo junto con el tiempo promedio por orden se logra obtener la cantidad de órdenes que pueden ingresar al sistema en el tiempo ahorrado. Con esto se obtiene que se puede ingresar 2,42 órdenes.

Cuadro 61. Cantidad de órdenes a procesar en tiempo disponible

Tiempo ahorrado por semana con propuesta	**26,23**
Tiempo de procesamiento promedio por orden	**10,84**
Oportunidad de órdenes a procesar por semana	**2,42**

Y por último se tiene que con esta cantidad de órdenes tomando la utilidad promedio por orden, se logra obtener al año una oportunidad de utilidades por $39 219,56 según el desglose del Cuadro 62.

Cuadro 62. Oportunidad de utilidades al año

Oportunidad de órdenes a procesar por semana	**2,42**
Utilidad promedio por orden	**₡159 021,84**
Oportunidad de utilidades a recibir por semana	**₡384 653,40**
Oportunidad de utilidades a recibir por año colones	**₡20 001 976,87**
Oportunidad de utilidades a recibir por año dólares	**$39 219,56**

Por lo tanto con esta oportunidad de utilidades y observando el riesgo que se tiene de poner en práctica esta idea se presenta a continuación el análisis del riesgo tomado:

Cuadro 63. Análisis de riesgo

Costo y riesgo de la propuesta en colones	**₡4 249 773,47**
Costo y riesgo de la propuesta en dólares	**$8 332,89**
Oportunidad por año	**$39 219,56**
Razón Oportunidad/costo y riesgo	**4,71**
Periodo de recuperación respecto a oportunidad (meses)	**2,55**

Tal y como se puede observar en el Cuadro 63, la oportunidad de utilidad entre el riesgo da una tasa de 4,71, lo cual indica que la oportunidad supera por 4,7 veces el riesgo a asumir. Además en menos de 3 meses se obtiene la misma cantidad que se tiene como riesgo en caso de que el proyecto tenga que revertirse.

Del mismo modo, se realiza un análisis de sensibilidad con el fin de observar el comportamiento al fluctuar los valores de utilidad por orden.

Análisis de sensibilidad

Como ya se explicó, con el fin de disminuir el problema que trae consigo el cálculo con promedios, se procede a realizar un análisis de sensibilidad fluctuando parámetros que permitan obtener un intervalo de confianza al 68,4%.

En el caso de los salarios, al variar el tiempo de procesamiento de una orden y cantidad de órdenes procesadas por semana, se obtienen los siguientes escenarios:

Cuadro 64. Análisis sensibilidad por ahorro en salarios

Salarios	Colones por semana	Colones al año
Promedio	₡677 443,89	₡35 227 082,24
Desviación	₡538 099,38	₡27 981 167,59
Sigmas	1	1
Optimista	₡1 215 543,27	₡63 208 249,82
Pesimista	₡139 344,51	₡7 245 914,65

Del Cuadro 64 se puede decir, con un nivel de confianza del 68.4%, que el ahorro anual por la reducción en el tiempo de alisto que genera la propuesta puede tener un impacto que va desde los 7 hasta los 63 millones de colones anuales. El rango es tan amplio debido a la alta variabilidad en los históricos tiempos de procesamiento.

Por otra parte, al realizar las fluctuaciones en los valores de utilidad por orden, se obtienen los escenarios del Cuadro 65:

Cuadro 65. Análisis sensibilidad por costo de oportunidad

Utilidades	Colones por semana	Colones al año
Promedio	₡434 474,88	₡22 592 693,81
Desviación	₡381 714,43	₡19 849 150,50
Sigmas	1	1
Optimista	₡816 189,31	₡42 441 844,31
Pesimista	₡52 760,45	₡2 743 543,31

En este caso, se puede aproximar con un nivel de confianza del 68,4% que las utilidades potenciales pueden rondar entre los 2 y los 42 millones de colones anuales siempre y cuando existan ventas que permitan aprovechar el tiempo de las máquinas. Con este rango, se tiene que la razón de riesgo puede llegar a ser de 0,65 para el escenario pesimista (2,7 millones) y de 10 para el optimista (42 millones).

Etapa III: Cuantificar el impacto económico y funcional de las propuestas generadas a partir de la técnica SMED

Para la validación de las propuestas de SMED, tal y como fue indicado en la Figura 23, se procede primero con un análisis de funcionalidad de las propuestas. Mediante este análisis se descarta por completo las propuestas que no pueden ser desarrolladas por limitaciones físicas. Seguidamente con las propuestas restantes, se realiza el análisis económico de todas las propuestas para determinar los beneficios que esta conlleva así como su período de recuperación.

Análisis funcional de las propuestas

El análisis financiero es relevante para cuantificar la inversión que debe realizarse en la propuesta y determinar el tiempo en el cual la misma propuesta dará réditos. Sin embargo, el análisis funcional de las propuestas permite determinar si estas propuestas pueden hacerse realidad físicamente, ya que de lo contrario, aunque sea rentable, no se podrá llevar a cabo.

Entonces, para cada propuesta se determina los requisitos para su instalación.

1. ***Control sensorial:*** La propuesta de control sensorial, involucra un dispositivo de transmisión por ondas de radio. Estos radio localizadores son fáciles de instalar, ya que sólo requieren de un tubo o una pared donde colocarse. Una vez ahí, el emisor y el localizador están programados para comunicarse con la simpleza de un botón, de manera que la propuesta resulta totalmente realizable y con disponibilidad inmediata una vez comparado.
2. ***Reducción tiempo secado - Aditivo tinta:*** El aditivo de tinta que ayuda a reducir los tiempos de secado se llama *"Speedy Dry"* que en inglés significan "Secado rápido". Este aditivo no necesita ningún tipo de preparación previa, tan sólo deben calcularse las cantidades de tinta que se van a utilizar para así saber las cantidades de aditivo por agregar; luego se revuelve el aditivo con la tinta (este proceso no afecta el color de la tinta) y finalmente se utiliza normal y corriente como cualquier otra tinta. De esta manera es que la segunda propuesta también resulta fácil de implementar y de disponibilidad inmediata.
3. ***Reducción tiempo secado - Lámpara IR:*** Otra propuesta para la reducción del tiempo de secado de los productos involucra la instalación de lámparas infrarrojas (IR) o de luz ultravioleta (UV). Estas lámparas son consideradas como avances tecnológicos muy recientes y las prensas que se tienen actualmente son viejas. La instalación de estas lámparas requieren de equipo y conexiones más recientes que las prensas actuales no tienen. Es por esto que la instalación de este tipo de lámparas no se puede realizar en estas máquinas; no existen las conexiones necesarias para su instalación.
4. ***2do set mojadores:*** Cada prensa en el área de producción cuenta con 2 baterías de colores. Para cada batería, se requieren 3 rodillos mojadores. Estos rodillos son los que mantienen mojada la plancha para determinar las zonas hidrofílicas de las hidrofóbicas. Estos rodillos se compran directamente con sus respectivos partes, de manera que una vez comprados, sólo se debe esperar para que lleguen a la planta y se colocan en su lugar para que desempeñen su función (no requiere de capacitación).
5. ***2do carro para montar papel:*** Actualmente se utiliza un tipo de "bandeja" para cargar el material en las máquinas. Existen 2 de estas bandejas para cada máquina; estas se intercambian en cada turno mientras una siempre queda en desuso. Esta bandeja que está desuso es la que se utilizaría para cargar el material previamente.
   Para hacer esto, es importante primero instalar unas "guías falsas" en la pared que esta detrás de la prensa. Esta guía falsa permitirá alinear el papel en la bandeja de carga y de esa manera hacer que calce del material sea perfecto. Estas "guías falsas" se componen de angulares de hierro que están atornilladas a rieles telescópicos de manera que se pueden mover para ajustar la guía al tamaño del material. Asimismo, las bandejas que existen actualmente, no tienen ningún sistema de rondines para mover la bandeja, sino que al terminar el trabajo y detener la máquina, se debe colocar la bandeja en la máquina, y luego montar el papel.
   Tanto los ángulos de hierro, como los rieles telescópicos como los rodines para las bandejas, son fáciles de adquirir en ferreterías EPA y se requiere conocimientos básicos para su instalación.

6. ***Barra de anclaje para mantillas:*** Las mantillas de producción tienen poca participación en los tiempos de alisto de las órdenes, sin embargo, cuándo se da un cambio de mantilla, este toma su tiempo. Las mantillas tienen barras que anclan la mantilla a la máquina, por lo que para cada cambio de mantilla, hay que quitar la barra de la mantilla. Este proceso toma tiempo que se puede ahorrar con barras extras. Las barras no necesitan ninguna preparación, más que comprarlas y una vez en la planta, se anclan a la mantilla con el procedimiento normal. Esta propuesta también resulta fácil de implementar y de disponibilidad inmediata.
7. ***Software para digitalizar datos de prensas:*** El software de recolección de datos que se instala en cada una de las prensas, si tiene un proceso de instalación un poco más retardado ya que involucra la instalación de computadoras en el área de trabajo de las prensas, la instalación del programa en las computadoras y la instalación de los equipos físicos que recolectaran los datos al estar directamente instalados en la máquina.
   A diferencia de las otras propuestas, este software y hardware no tiene disponibilidad inmediata para empezar a funcionar ya que la instalación de las computadoras y de los dispositivos recolectores de información, toman su tiempo en ser agregados y además.
   Es importante recordar que esta propuesta no tiene efecto sobre el tiempo de alisto, sino que se propuso como un método para recolectar datos de manera más real que permitan evaluar la propuesta y permitir un proceso de mejora continua más rápido y con datos confiables.

Finalmente, se resume la funcionalidad de las propuestas mediante el Cuadro 66.

Cuadro 66: Resumen del análisis funcional de las propuestas

Propuesta	Funcional
Control sensorial	Si
Reducción tiempo secado - Aditivo tinta	Si
Reducción tiempo secado - Lámpara IR	No
2do set mojadores	Si
2do carro para montar papel	Si
Barra de anclaje para mantillas	Si
Software para digitalizar datos de prensas	Si

Cuantificación del impacto de las propuestas

Tal y como se había realizado en el apartado de diseño, se realiza un cuadro con los ahorros esperados para el tiempo de alisto total, contemplando la eliminación de propuestas realizada. Con esto se obtiene el Cuadro 67.

Cuadro 67: Tiempo ahorrado en tiempo de alisto

Actividad del alisto (Tiempos aproximados)	Tiempo actual (min)		Tiempo T/E (min)		Porcentaje ahorrado por propuesta
	Pasada 1	Pasada 2	Pasada 1	Pasada 2	
Lavado mojadores	20	0	0	0	6,23%
Blanqueo de colores	20	15	20	15	0,00%

Lavado de rodillos	20	15	20	15	0,00%
Carga de tinta	2	2	2	2	0,00%
Carga de material	25	20	0	0	14,02%
Limpieza general (mantillas, planchas, tinteros, etc...)	8	8	8	8	0,00%
Sacudir polvo	2	2	2	2	0,00%
Ajuste de pulverizador	2	2	2	2	0,00%
Cambio plancha	8	8	8	8	0,00%
Ajuste de camas de plancha	3	3	3	3	0,00%
Cambio mantillas	15	0	5	0	3,12%
Ajuste de camas de mantilla	5	0	5	0	0,00%
Presión de la mantilla	2	0	2	0	0,00%
Ajuste de caída	2	0	2	0	0,00%
Ajuste de la mesa de registro	10	0	10	0	0,00%
Calibración de grosor	2	0	2	0	0,00%
Calibración del tintero	20	20	20	20	0,00%
Ventear	1	1	0	0	0,62%
Secado	0	30	0	5	7,79%
Pedir escala de colores	7	0	0	0	2,18%
Pedir planchas y guía de trabajo	7	0	0	0	2,18%
Pedir aprobación de tonos	7	7	0	0	4,36%
TIEMPO TOTAL (horas)	**5,35**		**3,183**		**40,50%**
AHORRO ESTIMADO	**40,50%**				

Tomando en cuenta el ahorro en los tiempos de alisto, y contemplando una eficiencia del 75% en la planta de producción, se logra determinar un aumento en la utilización de las prensas que se presenta en el Cuadro 68.

Cuadro 68: Utilización alcanzada con la propuesta SMED

Utilización máxima del semestre	49.95%
Porcentaje ahorrada con la propuesta a un 75% de eficiencia	30.38%
Utilización promedio del semestre	42.00%
Utilización de la propuesta	72.38%

Con estos datos, se procede a realizar las estimaciones económicas del proyecto.

Evaluación económica de las propuestas

Para la evaluación económica de cada propuesta, se realizaron cotizaciones con los principales proveedores de los productos requeridos para cada una de las propuestas. Las mismas se muestran en el Cuadro 69: Cotización de las propuestas.

Cuadro 69: Cotización de las propuestas

Cotizaciones propuestas SMED					
Propuesta	Producto	Proveedor	Cantidad o presentación	Costo unitario	Costo total
Control sensorial	Butler XP	Long Range Systems LLC	1 por máquina - 3 total	$345,00	$675,00
				Costo Final Propuesta	$675,00
Reducción tiempo secado - Aditivo tinta	Speedy Dry	Speedy Dry	6-pack (16 oz. Bottles)	$220,00	$220,00
				Costo Final Propuesta	$220,00
Reducción tiempo secado - Lámpara IR	Lámpara IR	Unigrafix	1 por máquina - 3 total	$1 899,00	$5 697,00
				Costo Final Propuesta	$5 697,00
2do set mojadores	Water Rollers para SORD	PaceSetters	6 por máquina - 12 total	$216,65	$2 599,80
	Water Rollers para SORM	PaceSetters	6 por máquina - 6 total	$186,46	$1 118,76
				Costo Final Propuesta	$3 718,56
2do carro para montar papel	Rodines para bandeja	EPA	4 por máquina - 12 total	$4,41	$52,94
	Ángulos de hierro	EPA	6 m por cada ángulo	$53,52	$53,52
	Riel telescópico	EPA	4 por máquina - 12 total	$8,62	$103,41
				Costo Final Propuesta	$209,87
Barra de anclaje para mantillas	Barra de mantillas SORD	PaceSetters	1 por máquina - 2 total	$12,58	$25,16
	Barra de mantillas SORM	PaceSetters	1 por máquina - 1 total	$10,20	$10,20
				Costo Final Propuesta	$35,36
Software para digitalizar datos de prensas	Licencia del software	UpSoftware	1 por máquina - 4 total	$2 361,95	$9 447,80
	Computadoras	ICAR	1 por máquina - 4 total	$500,00	$2 000,00
	Capacitación	UpSoftware	40 horas	$100,00	$4 000,00
	Descuento software	UpSoftware	25%	-$3 361,95	-$3 361,95
				Costo Final Propuesta	$12 085,85
				COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA	**$22 641,64**
				COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA SIN SOFTWARE	**$10 555,79**

Una vez evaluado el costo de instalación de cada propuesta, se debe realizar un estudio del impacto económico que esto significaría a la empresa para saber si la propuesta se paga en el tiempo o si resulta muy costosa.

Este análisis financiero se realiza desde dos perspectivas:

- En la primera se realiza una cuantificación del ahorro en tiempos de alisto en términos de salarios de mano de obra de las prensas. Con esta perspectiva se logra estimar el total de dinero que se puede ahorrar en salarios lo cual constituye una métrica del potencial que se puede reducir en el precio de venta que se le da al cliente.
- En la segunda perspectiva, se cuantifica el ahorro en tiempos de alisto, y se determina el costo de oportunidad existente si se utiliza ese tiempo ahorrado para ingresar nuevas órdenes. Esta perspectiva se basa en el supuesto de que el departamento de ventas tiene las suficientes órdenes en espera para ingresarlas a producción durante el tiempo ahorrado. Esta perspectiva es mucho más cercana a la realidad y permite observar las posibles utilidades que tendría La Litografía en caso de aprovechar ese tiempo ahorrado.

Ahorro en salarios

Para realizar el análisis de los salarios ahorrados se procedió a determinar el ahorro alcanzado en el tiempo de alisto sobre el tiempo total de procesamiento de las órdenes en el Cuadro 70.

Cuadro 70. Reducción en tiempos de alisto y total

Porcentaje del tiempo de alisto ahorrado por semana (potencial)	40,50%
Porcentaje promedio del tiempo alisto general por orden	58,68%
Porcentaje ahorrado del tiempo alisto general por orden	**34,92%**

Basados en ese alisto, se calculó el tiempo en horas que esto representa por orden basados en el tiempo de procesamiento promedio por orden. Una vez con este tiempo, y la cantidad de órdenes promedio que se tiran por semana, se procede a multiplicar por el costo por hora de prensista y asistente para encontrar el costo asociado por semana y por año. Estos datos se pueden observar en el Cuadro 71.

Cuadro 71: Ahorro en salarios por propuesta SMED

Tiempo de procesamiento promedio por orden	**10,84**
Tiempo ahorrado con SMED por orden	**3,79**
Promedio de ordenes procesadas por semana	11,98
Costo por hora de prensista y asistente	₡10 734,38
Tiempo ahorrado con SMED por semana	**45,36**
Costo ahorrado con SMED por semana	₡486 963,76
Costo ahorrado con SMED por año colones	₡25 322 115,40
Costo ahorrado con SMED por año dólares	**$49 651,21**

Con este costo ahorrado con SMED, se logra dimensionar el impacto de la propuesta en términos monetarios y además constituye una base para calcular los potenciales ahorros que se pueden dar en el precio de venta de los productos.

Es importante también resaltar que los ahorros en salarios se pueden comparar con el costo total de la inversión para encontrar un período de recuperación de la propuesta mostrado en el Cuadro 72.

Cuadro 72: Periodo de recuperación por ahorro de salarios de la propuesta

Costo total de las propuestas colones	**₡5 383 454,20**	
Costo total de las propuestas dólares	$10 555,79	
Ahorros en salarios por año	$49 651,21	
Periodo de recuperación respecto a salarios (meses)	**2,55**	**Corto Plazo**

Costo de oportunidad

El costo de oportunidad de la propuesta consiste en aprovechar las horas ahorradas mediante la propuesta para ingresar más órdenes de producción, y de esa manera, generar mayores utilidades. A diferencia de la perspectiva anterior esta perspectiva, más que dimensionar el impacto de la propuesta, genera una visión realista de lo que se puede alcanzar en utilidades para la empresa. A continuación se muestran los datos en el Cuadro 73:

Cuadro 73: Tiempo ahorrado por semana con propuesta

Porcentaje ahorrado del tiempo alisto general por orden	**34,92%**
Tiempo de procesamiento promedio por orden	10,84
Tiempo ahorrado con SMED por orden	**3,79**
Promedio de ordenes procesadas por semana	11,98
Tiempo ahorrado con SMED por semana	**45,36**
Eficiencia estimada de la planta	75%
Tiempo ahorrado con SMED por semana	**34,02**

Una vez encontrado el tiempo ahorrado por semana con la propuesta bajo un 75% de eficiencia de la planta, se procede a encontrar, en el Cuadro 74, la cantidad de órdenes que se pueden procesar en ese tiempo, y seguidamente las utilidades promedio que estas podrían generar por semana y por año.

Cuadro 74: Utilidades potenciales por costo de oportunidad

Oportunidad de órdenes a procesar por semana	**4,82**
Utilidad promedio por orden	₡159 021,84
Oportunidad de utilidades a recibir por semana	₡766 721,25
Oportunidad de utilidades a recibir por año colones	**₡39 869 505,17**

Oportunidad de utilidades a recibir por año dólares	**$78 175,50**

Este costo de oportunidad se relaciona directamente con la inversión de la propuesta, por lo que se logra determinar un periodo de recuperación según el Cuadro 75:

Cuadro 75: Periodo de recuperación por costo de oportunidad de la propuesta

Costo total de las propuestas colones	**₡5 383 454,20**	
Costo total de las propuestas dólares	$10 555,79	
Oportunidad por año	$78 175,50	
Periodo de recuperación respecto a oportunidad (meses)	**1,62**	**Corto Plazo**

Análisis de sensibilidad

Tomando en cuenta que el análisis financiero se basa en muchos promedios, se decide realizar un análisis de sensibilidad para reducir la incertidumbre implícita por la variación que pueda existir de esos promedios. De tal manera se logra encontrar un intervalo de confianza para las dos perspectivas del análisis financiero.

Para realizar ese análisis, se pusieron a variar los parámetros de "Tiempo promedio de procesamiento de las órdenes", "Promedio de órdenes procesadas por semana" y "Utilidad promedio por orden". Se muestrearon 100 datos de cada parámetro. Basados en el promedio de esos 100 datos y la desviación estándar, se determinaron los límites o escenarios (ver Cuadro 76 y Cuadro 77) bajo las siguientes formulas:

$$LI = x - 1\sigma$$
$$LS = x + 1\sigma$$

Donde:

LS = Límite superior (optimista)
LI = Límite inferior (pesimista)
x = promedio
σ = desviación estándar

Cuadro 76: Análisis de sensibilidad por ahorro en salarios

Salarios	Dólares al año	Colones por año
Promedio	$44 804,50	₡22 850 293,54
Desviación	$35 588,59	₡18 150 180,27
Sigmas	1	1
Optimista	$80 393,09	₡41 000 473,81
Pesimista	$9 215,91	₡4 700 113,27

Cuadro 77: Análisis de sensibilidad por costo de oportunidad

Utilidades	Dólares al año	Colones al año
Promedio	$88 301,03	₡45 033 524,86
Desviación	$77 578,20	₡39 564 879,68
Sigmas	1	1
Optimista	$165 879,22	₡84 598 404,54
Pesimista	$10 722,83	₡5 468 645,18

Software para digitalizar datos de prensas

Finalmente, en el caso de la propuesta del software para digitalizar prensas, es importante recordar que esta propuesta tiene un impacto grande en términos de la mejora continua que se le debe dar a las propuestas de SMED que se están desarrollando. Esta propuesta no tiene un impacto directo en el tiempo de alisto y por el momento la propuesta representa más del 50% de la inversión total de la propuesta sin aportar a la reducción del tiempo de alisto. Teniendo en cuenta la falta de liquidez económica que mantiene la empresa y el alto costo que se requiere para aplicar tal programa, se decide eliminar esta propuesta. Sin embargo se realiza la recomendación de implementar esta propuesta en cuanto se cuente con la liquidez suficiente, ya que en términos de una visión a futuro en cuanto a la mejora continua, este software y sistema de recolección de datos será de gran ayuda para seguir mejorando esta iniciativa.

Finalmente, en el Cuadro 78, se resume que las propuestas a implementar de las diseñadas para SMED son:

Cuadro 78: Propuestas finales SMED

PROPUESTA
Control sensorial
Reducción tiempo secado - Aditivo tinta
2do set mojadores
2do carro para montar papel
Barra de anclaje para mantillas

Conclusiones de validación

- Mediante la evaluación de la funcionalidad operativa e impacto económico de las propuestas de reingeniería; se determina que sí es posible implementar el método de la programación de la producción que incluye la utilización del algoritmo de secuenciamiento y la fabricación en línea con las máquinas SORD 25 y SORD 26. A su vez, se verifican los efectos deseados mediante la comparación de los resultados del plan piloto contra los datos históricos de la Litografía obteniendo lo siguiente:

- Según las simulaciones realizadas, se puede llegar a disminuir el tiempo de alisto en un 54,13%, lo que genera un porcentaje de tiempo de alisto que ronda el 25%, lo cual es la mitad del mínimo valor demostrado por la organización durante el primer cuatrimestre del 2013. Es por esto que se puede afirmar el éxito de la propuesta de diseño.
- Al mismo tiempo, al estimar la inversión inicial requerida para realizar los cambios (70 000 colones) y a pesar de que existe un riesgo que ronda los 4 millones de colones, se pueden realizar los cambios ya que la oportunidad de mejora en cuanto a tiempos de alisto y utilización en prensas hacen prever un aumento en la competitividad de la Litografía.
- Con todo esto, se concluye que se deben realizar los cambios propuestos con el fin de lograr el aumento de la competitividad deseada, ya que ha quedado demostrado el impacto positivo que traen consigo los cambios planteados.

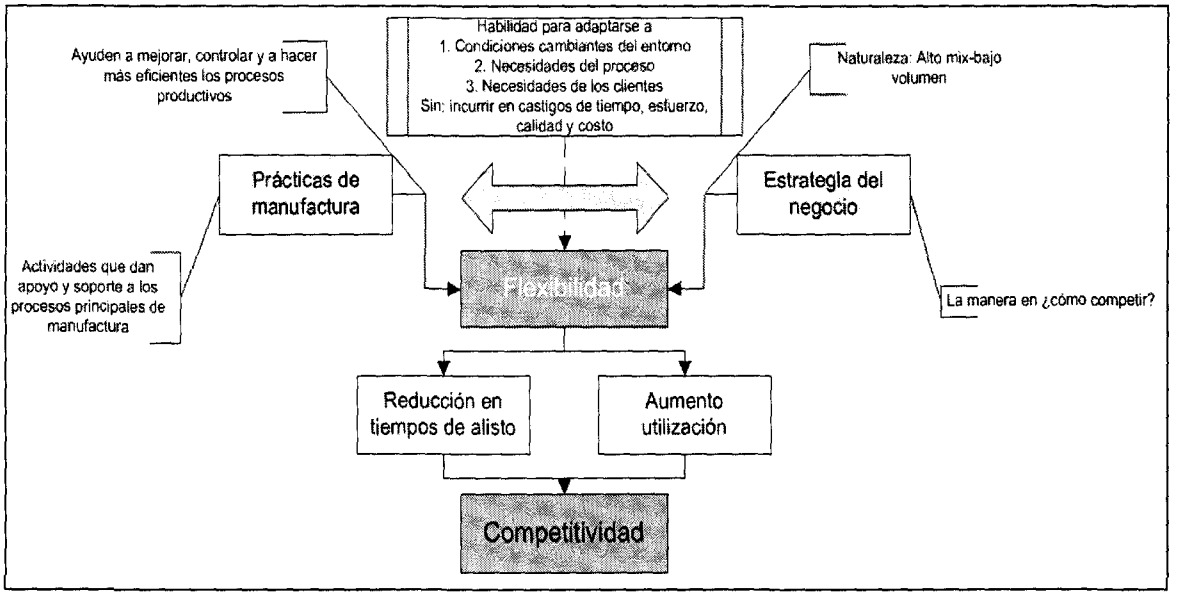
- La documentación del procedimiento de programación brinda a la empresa una guía para la aplicación del método establecido, y servirá de medio de consulta para personas que no estuvieron involucradas en el desarrollo del proyecto.
- El involucramiento de personal de la empresa en el proceso de validación permite obtener los diferentes puntos de vistas, así como un escenario más amplio de las implicaciones del proyecto, con lo cual se determinó que en algunos momentos es importar discernir en la manera de ejecutar las propuestas con el fin de brindar flexibilidad a la empresa.
- Finalmente, del análisis funcional se determina que 2 de las 7 propuestas originales no se pueden implementar debido a la obsolescencia de las máquinas y a la falta de liquidez de la empresa para poder realizar una inversión mayor.
- A través de la propuesta realizada de la técnica SMED, se determina que el tiempo de alisto se puede ver reducido en un 40,50% lo que a su vez significa un ahorro del 34,92% del tiempo total de procesamiento. Esto se logra dimensionar en términos de salarios ahorrados y costo de oportunidad, que en promedio representan 25 millones de colones y 39 millones de colones respectivamente.
- Además, la propuesta es rentable ya que la inversión que se debe realizar para su instalación tienen periodos de recuperación de menos de 3 meses, y asimismo genera ganancias para la empresa.
- La adquisición del software para recolección de datos surge como una propuesta de SMED que, aunque no reduce el tiempo de alisto, soporta la mejora continua del proceso. Esto se debe a que con datos más reales que se pueden conseguir con este software, se puede analizar aún en mayor detalle, el desglose del tiempo de alisto. Con ese detalle es que se pueden analizar una serie de nuevas propuestas para la mejora continua en cuanto al tiempo de alisto. Sin embargo la propuesta se eliminó del análisis financiero, ya que La Litografía no cuenta con la liquidez suficiente para realizar esa inversión específica.
- Ambas propuestas se les realiza un análisis de sensibilidad para los resultados económicos de ambas. Así, con un nivel de confianza del 68,4%, para la propuesta de programación de la producción, se puede aproximar que el ahorro anual por la reducción en el tiempo de alisto que genera la propuesta puede tener un impacto que va desde los 7 hasta los 63 millones de colones anuales en términos de salarios ahorrados y las utilidades potenciales pueden rondar entre los 2 y

los 42 millones de colones anuales siempre y cuando existan ventas que permitan aprovechar el tiempo de las máquinas. Con el mismo nivel de confianza para la propuesta de SMED, se puede tener un impacto que va desde los 4 hasta los 41 millones de colones anuales en salarios ahorrados y las utilidades potenciales pueden rondar entre los 5 y los 84 millones de colones anuales siempre y cuando existan ventas que permitan aprovechar el tiempo de las máquinas.

Conclusiones finales

- La reestructuración que se propone en los procesos internos de la organización es catalogada como reingeniería ya que para la forma de operar de la empresa supone un cambio radical, que involucra un compromiso integral de todos los departamentos de la Litografía.
- La reingeniería de la gestión de operaciones propuesta, aumenta la competitividad en los ejes de precio y tiempo de respuesta a través de una reducción en los tiempos de alisto y agilización de los procesos internos; específicamente: la programación de la producción, búsqueda de materiales y comunicación interdepartamental.

Figura 27: Diagrama general del proyecto



- Como se puede observar de la Figura 27, se considera exitoso el proyecto realizado ya que utilizando la flexibilidad como medio para integrar las prácticas de manufactura de la empresa con la estrategia del negocio, se fortalece la habilidad para adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno, necesidades del proceso y de los clientes.
- Finalmente, los cambios propuestos a partir de la flexibilidad buscada, generan una reducción en los tiempos de alisto y la utilización de las prensas lo cual afecta directa y positivamente la competitividad de la Litografía en los ejes de precio de venta y tiempo de respuesta.

Recomendaciones finales

- La adecuada administración del cambio es un punto trascendental para garantizar el éxito durante la implementación de las propuestas. Esto debido a que se determina una oposición por parte de algunos miembros de la organización (principalmente de los prensistas).
- Se debe velar por la adecuada supervisión de la línea de producción propuesta con el fin de no generar un efecto colateral a nivel de la calidad del producto que pueda afectar la competitividad de la empresa.
- Se recomienda el desarrollo de trabajos en el ámbito de clima organizacional, trabajo en equipo y ergonomía, con el fin de velar por la motivación del personal y aumentar la productividad de los mismos y de esta manera aprovechar aún más las propuestas planteadas.

Lecciones aprendidas

Finalmente se decide realizar, y compartir con el lector, un apartado de lecciones aprendidas ya que este proceso fue de gran aprendizaje para los autores tanto en su formación profesional como su formación personal; con el fin de brindar al lector un poco más de entendimiento del trasfondo que existió en la realización de este proyecto de graduación.

- Ganarse la confianza y el respeto de la directiva de la empresa es un punto muy relevante en la realización de un proyecto de tal magnitud ya que da respaldo a todo el proceso y además genera confianza a los estudiantes para realizar un mejor trabajo. Al final, esto se traduce en beneficios muy tangibles para ambas partes.
- Dentro del grupo de trabajo, es importante coincidir ya sea explícita o implícitamente en el liderazgo de una persona. Esta persona sabe que su liderazgo no significa el pasar por encima a las otras personas ni hacer las cosas sólo a su manera, sino que se convierte en la persona que busca cómo llevar a que todos los miembros del equipo alcancen su objetivo al mismo ritmo. De igual manera como parte del equipo, todos los miembros tienen un voto y todos en algún momento van a tener que ceder sus ideas en pos del equipo y del proyecto si es que existe una mejor idea, inclusive el líder.
- El recurso humano de una empresa es fundamental para su funcionamiento. De hecho es tan importante que el punto de vista de ellos puede influenciar en un proyecto de este tipo. Es necesario desde un principio trabajar con ellos desde la parte organizacional y de liderazgo ya que la resistencia al cambio que ellos lleguen a ofrecer ante las propuestas, puede llegar a traerse abajo un proyecto. En este caso, la resistencia al cambio fue muy fuerte y directa tanto con los autores como con los gerentes. Sin embargo, si bien se tomaron en cuenta muchas de las consideraciones de los mismos, al final la propuesta si demostraba ser rentable y aplicable, por lo que se tuvo que guiar al recurso humano a confiar en la propuesta y guiarlos a trabajar junto con la propuesta y que no la boicotearan.

- Es importante nunca rechazar una herramienta de trabajo sin verdaderamente saber cómo funciona y cuáles son los principales beneficios que puede traer. Durante la realización del proyecto de graduación, se estuvo cerca de dejar de lado la técnica SMED porque no se conocía bien la manera de aplicarla, y aunque se tuvieran claros los beneficios, se estaba un poco escépticos ante ellos. Sin embargo, bajo sugerencia de los tutores es que se decidió llevarla a cabo y así se lograron ver los resultados tan impactantes al final.
- No siempre es la mejor salida el realizar una propuesta cuya solución sea una inversión económica significativa por parte de la empresa, por el contrario, vale la pena "ensuciarse" un poco por buscar esa otra propuesta que traiga beneficios a la empresa con los recursos que se tienen actualmente. En este caso, eso fue justo lo que sucedió ya que una de las primeras propuestas que surgió fue la introducción de nueva tecnología a la planta, y esto requería de una inversión monetaria que daría solución a los problemas. Al final, se optó por trabajar solamente con los recursos existentes. Esto implicó mucho trabajo para los autores, sin embargo al final se llegó a las propuestas presentadas que rindieron frutos muy buenos para la empresa, y sin necesidad de una elevada inversión.

Bibliografía

Walker, W. T. (2001). *Low Volume, High Mix Supply Chains.* APICS Educational & Research Foundation.

Shingo, S. (1988). *Non-Sstock Production: The Shingo System for Continuos Improvement.* Portland, Oregon, USA: Productivity Press.

Saenz Zúñiga, R. (2005). Operaciones: concepto, sistema, estrategia y simulación. *Publicación del Consejo Latinoamericano de Escuelas de Administración* , 1-25.

Redondo Cano, A. *Factores de Competitividad en el Sector de Artes Gráficas de Espana.* Universidad de Valencia, Dirección y Administracion de Empresasa.

Pijpers, V., Gordijng, J., & Akkermans, H. (2008). Aligning Information System Design and Business strategy - A Starting Internet Company. *VU University Amsterdam* .

Paredes Rodríguez, F. (2007). *Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED.* Lean Manufacturing Center, Lima.

Noreen, E., Smith, D., & Mackey, J. T. (1997). *La Teoria de las Limitaciones y sus consecuencias para la Contabilidad de Gestión.* (C. Nunez, Trad.) Madrid, Madrid, Espana: Ediciones Bravos de Santos.

Manyoma, P. C. (Diciembre de 2011). Medición de la flexibilidad en Manufactura. *Revista EIA* .

Mahoney, R. (2007). *High-Mix Low-Volume Manufacturing Paradigms.* Holonix, Colorado.

Mahoney, R. (1997). *High-Mix Low-Volume.* Upper Saddle River, New Jersey, USA: Prentice Hall PTR.

Johnson, D. J. (2003). A Framework for Reducing Manufacturing Lead Time. *Journal of Manufacturing Systems* , 16.

Horngren, C., Srikant, D., & Foster, G. (2007). *Contabilidad de Costos.* México DF: Pearson Education.

Heizer, J., & Render, B. (2008). *Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones Tácticas.* (A. Canizal, Ed.) Ribera de Loira, Madrid, Espana: Prentice Hall.

Gonzalez, A., Nebra, L. G., & Sowa-Pieklo, K. (2006). Explorando Tierras Desconocidas. *Revista ABB* .

Goldratt, E. M., & Cox, J. *La Meta: Un proceso de Mejora Continua* (Tercera Edición ed.).

García, I. D., & Villanueva Castrillón, J. *Reducción de tiempos de fabricación con el sistema SMED.*

Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de Producción y Operaciones* (8a Edición ed.). (G. Sánchez García, Trad.) México: International Thompson.

Espinosa Fuentes, F. (s.f.). Sistemas de información para la gestión de la empresa. *Universidad de Talca* .

David, F. R. (2008). *Conceptos de Administración Estratégica.* México: Pearson Education.

Ciampagna, J. M. (s.f.). Los sistemas de información en la organización. *Curso Administración SIG* .

Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros.* México, D.F.: McGraw Hill.

APICS. (2011). *Basics of Supply Chain Management - Participants Guide.* USA.

Berry, W. L., & Cooper, M. C. (1999). *Manufacturing flexibility: methods for measuring the impact ofproduct variety on performance in process industries.* USA: Elsevier Science.

D'Souza, D. E., & Williams, F. P. (2000). *Toward a taxonomy of manufacturing flexibility dimensions.* Texas, USA: Elselvier Science.

Grubbstrom, R. W., & Olhager, J. (1997). *Productivity and flexibility: Fundamental relations between two major properties and performance measures of the production system.* Suiza: Elsevier Science.

Jack, E. P., & Raturi, A. (2002). *Sources of volume flexibility and their impact on performance.* USA: Elsevier Science.

Magnier, P. (31 de Enero de 2003). *www.lean.org.* Obtenido de www.lean.org.

McBreen, B. B. (2008). *Notes Continuos process improvement. An outline of: Lean Thinking: Banish Waste and create wealth in your corporation.*

Nagarur, N., & Azeem, A. (1999). *Impact of commonality and flexibility on manufacturing flexibility.* USA: Elsevier Science.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation.* New York: Simon & Schuster.

Glosario

Definiciones

Capacidad competitiva: se refiere a las prácticas o actividades que tenga una empresa que le permitan competir en el mercado y mantener y/o aumentar sus indicadores de competitividad.

Capacidad de respuesta: Se refiere a la capacidad de un sistema de responder de la manera más rápida y eficaz posible ante las eventualidades del mercado (condiciones de mercado y acciones de clientes) con el menor castigo sobre la calidad, costo y tiempo.

Competitividad: indica la capacidad que tiene una empresa, un conjunto de empresas o un territorio de producir determinados bienes y/o servicios para un o unos determinados mercados. Se puede medir o cuantificar la competitividad mediante cuatro indicadores: calidad, costos, tiempo de respuesta y flexibilidad.

Diseño: Es el proceso de creación, desarrollo y adaptación de ideas para producir un objeto nuevo que sirva para algún uso.

Enfoque reduccionista: se refiere a tener una visión individualista de las áreas funcionales de una empresa. Al tener un enfoque reduccionista no se realiza una integración de perspectivas y de funciones que generan problemas de comunicación y de flujo de la información.

Enfoque sistémico: se refiere a una visión de conjunto de las áreas funcionales de una empresa. Un enfoque sistémico genera una integración de perspectivas y de visiones que permiten que todas las áreas trabajen bajo un mismo objetivo y que sus funciones se complementen.

Estandarización: Se refiere a la realización de actividades bajo un método establecido y aceptado en comparación con un parámetro o una norma de manera que se pueda realizar esta actividad en límites establecidos por estos.

Factibilidad: Se refiere a la posibilidad técnica de realizar un proyecto o actividad que sea operante.

Flexibilidad: representa la habilidad o capacidad de un sistema de producción para adaptarse con éxito a las condiciones cambiantes del entorno, a las necesidades del proceso y de los clientes sin incurrir en grandes castigos de tiempo, esfuerzo, calidad, costo y desempeño.

Gestión de operaciones: Gestión de las actividades productivas de una empresa.

Órdenes Convencionales: en la Litografía, se manejan 2 tipos de órdenes de trabajo dependiendo del tipo de impresión que requieren. La impresión normal y analógica realizada mediante las prensas es la

conocida como impresión convencional y las órdenes que requieren este tipo de trabajo se conocen como órdenes convencionales. El otro tipo de impresión es la impresión digital realizada con una máquina diferente a las prensas. Las órdenes que requieren este tipo de trabajo se conocen como órdenes digitales.

Prácticas de manufactura: se refiere a todas las actividades que dan apoyo y soporte a las actividades principales de manufactura (entendiendo las actividades principales como aquellas que fabrican y construyen el producto) de manera que ayudan a mejorar, controlar y a hacer más eficientes los procesos productivos.

Reingeniería: acto de volver a pensar en los fundamentos y el rediseño radical de los procesos de negocios, con el fin de lograr mejoras considerables en las medidas críticas contemporáneas del desempeño tales como costo, calidad, servicio y rapidez. La reingeniería se refiere a lograr un mejoramiento significativo en los procesos, de manera que se cumpla con los requerimientos del cliente en lo que concierne a calidad, rapidez, innovación, ajuste de necesidades del cliente y servicio.

Utilización del equipo: Corresponde a la proporción del tiempo en que un recurso está produciendo con respecto al tiempo disponible para su uso.

Ventaja competitiva: surge del valor que una empresa pueda crear en sus productos de manera que sobrepasen el costo de crearlo. De tal manera, al reducir costos se está aumentando el valor que ese producto tiene con respecto a su costo. Así mismo, al darle mayor calidad al producto, el valor que este tiene para el cliente es mucho mayor desde su perspectiva y por lo tanto está dispuesto a pagar más por el; este valor que el cliente está dispuesto a pagar es mucho mayor que su costo de realización. Según Michael Porter, solo existen dos maneras de lograr ventaja competitiva: mediante reducción de costos o diferenciación de los productos y/o servicios.

Viabilidad: Se refiere a la posibilidad económica o financiera de realizar un proyecto o actividad de manera que depende de los recursos de la empresa aun cuando si sea realista o factible (ver Factibilidad) su realización.

Abreviaturas y acrónimos

APICS: American Production and Inventory Control Society. Sociedad para la Administración de Operaciones

ATO: Assemble-to-order

CTP: Computer to plate

ETO: Engineer-to-order

MTO: Make-to-order

MTS: Make-to-stock

SI: Sistemas de la información

TI: Tecnologías de la información

PQR: Product Quantity Routing

VSM: Value Stream Mapping

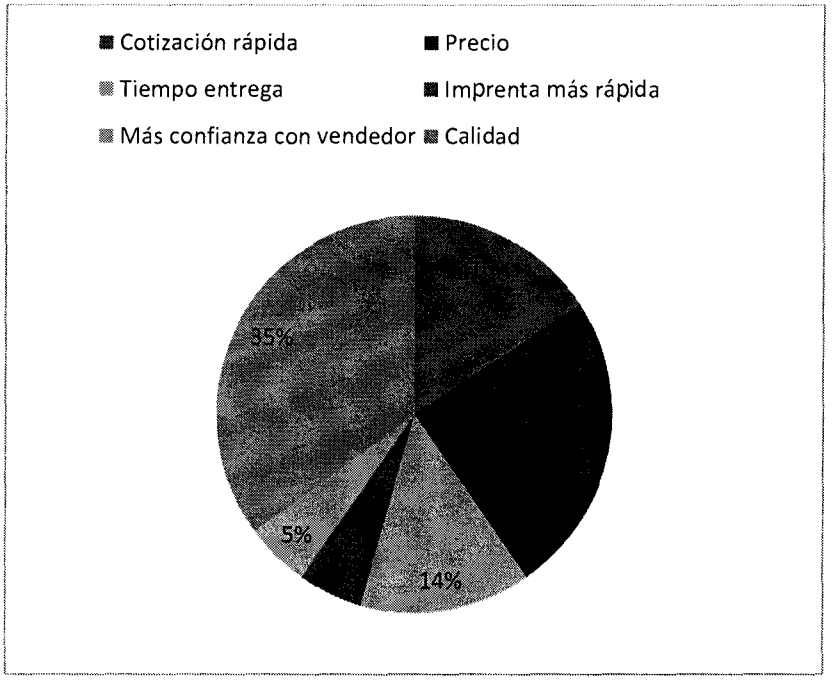
Anexos

Anexo 1 - Encuesta satisfacción del cliente

A continuación se presentan algunas de las respuestas relacionadas con la problemática establecida. La encuesta fue realizada a mediados del año 2011 y fue contestada por un total de 57 clientes:

De acuerdo a su opinión y necesidades, ¿qué es lo más importante a la hora de escoger el producto?

Gráfico 9. Preferencias del cliente



Fuente: Encuestas Satisfacción del Cliente 2011 de la Litografía

COMENTARIOS

Comentario #1

"Tenemos muy poca comunicación telefónica para saber cómo está nuestro pedido. Somos nosotros lo que tenemos que ponernos detrás de la orden para saber el estado (cotizando, aprobando arte, cuando está listo pero no avisan para ir a retirar), etc. Nos gustaría que nos avisen cuando el pedido o cualquier situación atípica se presente y nos esperar hasta que nosotros nos demos cuenta de que no ha llegado el pedido en la fecha acordada. Gracias."

Comentario #2

"La calidad es excelente, creo que por eso a veces tienen demasiado trabajo y no son lo ágiles que uno espera en tiempo de cotización y tiempos de entrega, ese aspecto deben mejorarlo un

poquito. La creatividad, responsabilidad y compromiso de la fuerza de ventas y el equipo técnico son evidentes."

Comentario #3

"Estamos de acuerdo con que la calidad es indispensable para elegir un proveedor pero esto también va con la relación del precio pues ahora hay mucha competencia donde hay buenos precios y buena calidad. No hay duda que ustedes trabajan en muy buena calidad pero a veces los presupuestos no alcanzan, lo otro es el tiempo de entrega, muchas veces necesitamos tiempos más cortos para sacar productos urgentes, es otra razón por la que a veces optamos por otros proveedores. Gracias"

Comentario #4

"La calidad es excelente pero el servicio decayó muchísimo, no recibimos estatus de los proyectos. Las entregas y cotizaciones están llegando muy tarde y el precio siempre ha sido elevado pero la calidad lo vales, sin embargo ahora ya no se está considerando más como proveedor por su falta de respuesta"

Comentario #5

"Por el momento solo hay que mejorar los precios, no son competitivos para poder seguir en el negocio."

Comentario #6

"Para nosotros lo más importante es un equilibrio entre buen precio y calidad."

Comentario #7

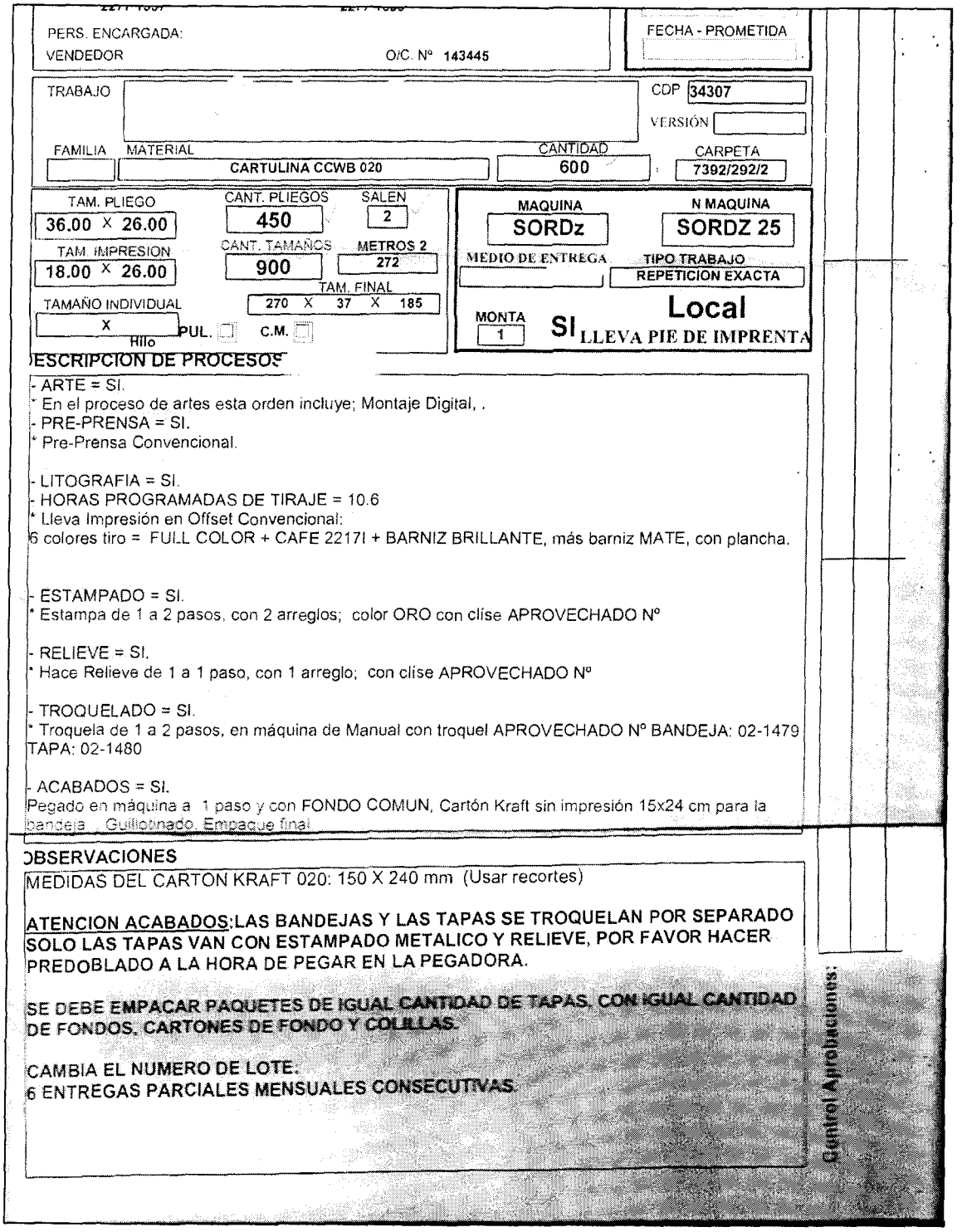
"Los aumentos de precio en el mismo producto en cuestión de pocos meses es exagerada. La calidad de los productos es excelente; pero también tienen esa calidad en otras imprentas. Una vez que el trabajo entra a la imprenta el servicio cambia y se vuelve casi imposible conocer el estado del proceso del trabajo o hacer consultas."

Comentario #8

"Realmente la lentitud para cotizar les perjudica ya que no siempre podemos esperar tantos días para saber el precio del trabajo solicitado, siempre urgen, la calidad de ustedes ya sabemos que va de buena a excelente y el tiempo de respuesta también"

Anexo 2 - Orden de Producción y Orden de Corte

Figura 28. Ejemplo Orden de Producción



PERS. ENCARGADA:
VENDEDOR
O/C. Nº 143445
FECHA - PROMETIDA
TRABAJO
CDP 34307
VERSIÓN
FAMILIA
MATERIAL: CARTULINA CCWB 020
CANTIDAD: 600
CARPETA: 7392/292/2
TAM. PLIEGO: 36.00 X 26.00
CANT. PLIEGOS: 450
SALEN: 2
TAM. IMPRESION: 18.00 X 26.00
CANT. TAMAÑOS: 900
METROS 2: 272
TAM. FINAL: 270 X 37 X 185
TAMAÑO INDIVIDUAL
X
Hilo
PUL.
C.M.
MAQUINA: SORDz
N MAQUINA: SORDZ 25
MEDIO DE ENTREGA
TIPO TRABAJO: REPETICION EXACTA
MONTA: 1
Local
SI LLEVA PIE DE IMPRENTA

ESCRIPCION DE PROCESOS

- ARTE = SI.
* En el proceso de artes esta orden incluye; Montaje Digital, .
- PRE-PRENSA = SI.
* Pre-Prensa Convencional.

- LITOGRAFIA = SI.
- HORAS PROGRAMADAS DE TIRAJE = 10.6
* Lleva Impresión en Offset Convencional:
6 colores tiro = FULL COLOR + CAFE 2217I + BARNIZ BRILLANTE, más barniz MATE, con plancha.

- ESTAMPADO = SI.
* Estampa de 1 a 2 pasos, con 2 arreglos; color ORO con clíse APROVECHADO Nº

- RELIEVE = SI.
* Hace Relieve de 1 a 1 paso, con 1 arreglo; con clíse APROVECHADO Nº

- TROQUELADO = SI.
* Troquela de 1 a 2 pasos, en máquina de Manual con troquel APROVECHADO Nº BANDEJA: 02-1479 TAPA: 02-1480

- ACABADOS = SI.
Pegado en máquina a 1 paso y con FONDO COMUN, Cartón Kraft sin impresión 15x24 cm para la bandeja . Guillotinado. Empaque final

OBSERVACIONES

MEDIDAS DEL CARTON KRAFT 020: 150 X 240 mm (Usar recortes)

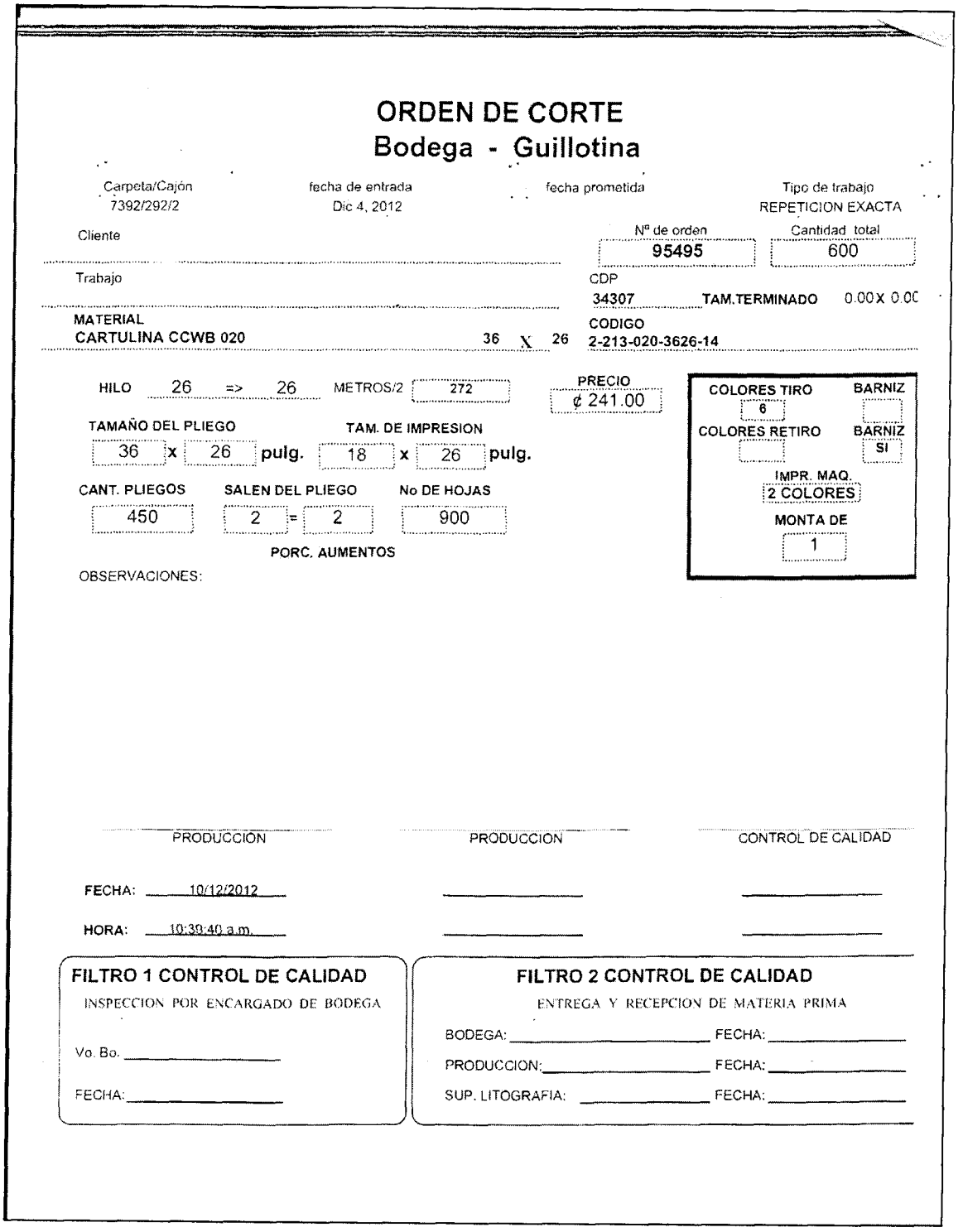
ATENCION ACABADOS:LAS BANDEJAS Y LAS TAPAS SE TROQUELAN POR SEPARADO SOLO LAS TAPAS VAN CON ESTAMPADO METALICO Y RELIEVE, POR FAVOR HACER PREDOBLADO A LA HORA DE PEGAR EN LA PEGADORA.

SE DEBE EMPACAR PAQUETES DE IGUAL CANTIDAD DE TAPAS, CON IGUAL CANTIDAD DE FONDOS, CARTONES DE FONDO Y COLILLAS.

CAMBIA EL NUMERO DE LOTE.
6 ENTREGAS PARCIALES MENSUALES CONSECUTIVAS.

Control Aprobaciones:

Figura 29. Ejemplo orden de Corte



ORDEN DE CORTE
Bodega - Guillotina

Carpeta/Cajón	fecha de entrada	fecha prometida	Tipo de trabajo
7392/292/2	Dic 4, 2012		REPETICION EXACTA

Cliente

Trabajo

Nº de orden	Cantidad total
95495	600

CDP 34307 TAM.TERMINADO 0.00 X 0.00

MATERIAL
CARTULINA CCWB 020 36 X 26

CODIGO
2-213-020-3626-14

HILO 26 => 26 METROS/2 272

PRECIO ¢ 241.00

TAMAÑO DEL PLIEGO: 36 x 26 pulg.

TAM. DE IMPRESION: 18 x 26 pulg.

CANT. PLIEGOS: 450

SALEN DEL PLIEGO: 2 = 2

No DE HOJAS: 900

PORC. AUMENTOS

COLORES TIRO	BARNIZ
6	
COLORES RETIRO	**BARNIZ**
	SI

IMPR. MAQ.
2 COLORES

MONTA DE
1

OBSERVACIONES:

PRODUCCION	PRODUCCION	CONTROL DE CALIDAD
FECHA: 10/12/2012		
HORA: 10:39:40 a.m.		

FILTRO 1 CONTROL DE CALIDAD

INSPECCION POR ENCARGADO DE BODEGA

Vo. Bo. _____

FECHA: _____

FILTRO 2 CONTROL DE CALIDAD

ENTREGA Y RECEPCION DE MATERIA PRIMA

BODEGA: _____ FECHA: _____

PRODUCCION: _____ FECHA: _____

SUP. LITOGRAFIA: _____ FECHA: _____

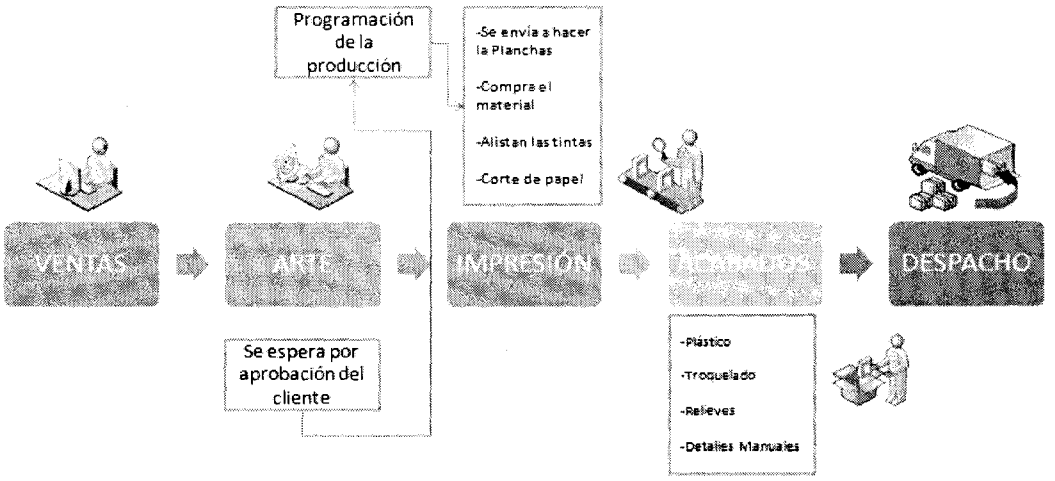
Apéndices

Apéndice 1 - Descripción del proceso productivo

El proceso de la Litografía inicia cuando los agentes de ventas atienden al cliente. A partir de este momento el encargado de ventas solicita al agente cotizador un precio de venta de acuerdo a las características del producto requerido (ver Figura 30).

En ese punto existe la posibilidad de que el cliente aporte el arte (prototipo del producto) en cuyo caso el Departamento de Arte se encarga de realizar las revisiones correspondientes y esperar por el visto bueno del cliente antes de impresión.
En caso contrario, el Departamento de Arte elabora un diseño y coordina con el interesado para llegar a un acuerdo.
Una vez que se cuenta con la aprobación del cliente, se genera un número de orden y se elabora la programación de la producción, compra de materiales, alisto de tintas y se envían a hacer las planchas CTP.

Figura 30. Proceso Productivo de la Litografía



Posterior a esto, inicia el proceso de impresión mediante alguna de las prensas así como los diferentes acabados que lleven de acuerdo a las características que el cliente solicitó (troquelado, relieves o detalles manuales).
A través del proceso se realizan diferentes revisiones de calidad tales como brillo, intensidad y densidad de color, material, entre otros.
Finalmente se realiza el alisto del producto final y la facturación del mismo para que el cliente pueda retirarlo o bien, que la empresa lo distribuya.

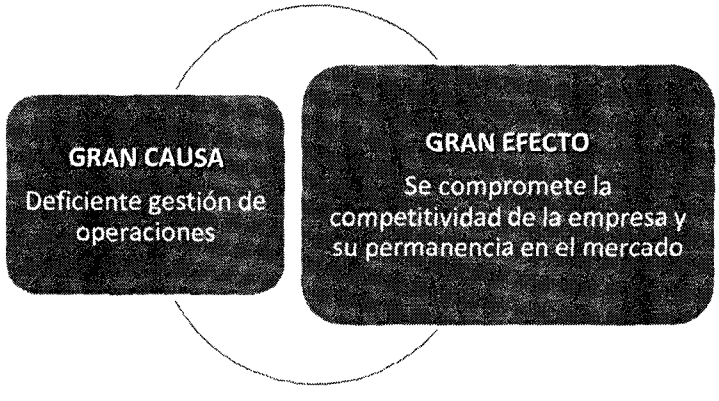
Apéndice 2 - Análisis Inicial de la Litografía

A continuación se presentan los principales resultados del análisis inicial realizado en conjunto con los gerentes de producción, ventas y jefe de planta:

Cuadro 79. Situación de la empresa

Aspecto	Causas	Efectos
Programación de la producción	Falta de modelo de secuenciamiento Naturaleza de la empresa Deficiente visión del estado de la planta	Períodos de entrega altos percibidos por el cliente Uso deficiente de los recursos Tiempos ociosos en las máquinas Atrasos en los pedidos Desorden en la planta
Comunicación entre departamentos	Sistemas de información no integrados Visión subjetiva de la situación actual	Desaprovechamiento de tiempos disponibles Tiempos de respuesta largos a cotizaciones Hostilidad en la empresa Inconvenientes operativos
Administración de los recursos	Inadecuado manejo de la información Malas prácticas de manufactura Inadecuada distribución de planta	Uso deficiente de recursos Pérdida de tiempo en actividades ajenas a producción
Gestión organizacional	Naturaleza de la empresa Visión correctiva y no preventiva Falta de autoridad por parte de los responsables	Desaprovechamiento del tiempo Reprocesos Desperdicios Bajo nivel de eficiencia en el uso de los equipos Exceso de libertad a los trabajadores

Figura 31. Esquema Causa-Efecto



Apéndice 3 - Revisión inicial del sistema utilizado para cotizaciones

Los sistemas de información muestran serias inconsistencias en los parámetros utilizados para realizar la asignación de costos a las cotizaciones. Al realizar cada cotización, el sistema de información utiliza información generada por los datos provenientes de las prensas para asignar costos. Sin embargo, los parámetros de tiempo que utiliza no han sido actualizados en mucho tiempo (según cotizadores y vendedores de la empresa).

Es por eso que los precios que el sistema de información sugiere, en ocasiones no se toman en cuenta. Así es que los vendedores, al final, terminan asignando precios de venta muy diferentes a los precios sugeridos del sistema de información. Estas diferencias se pueden observar en los Gráfico 10, Gráfico 11, Gráfico 12.

Gráfico 10. Variación en etiquetas

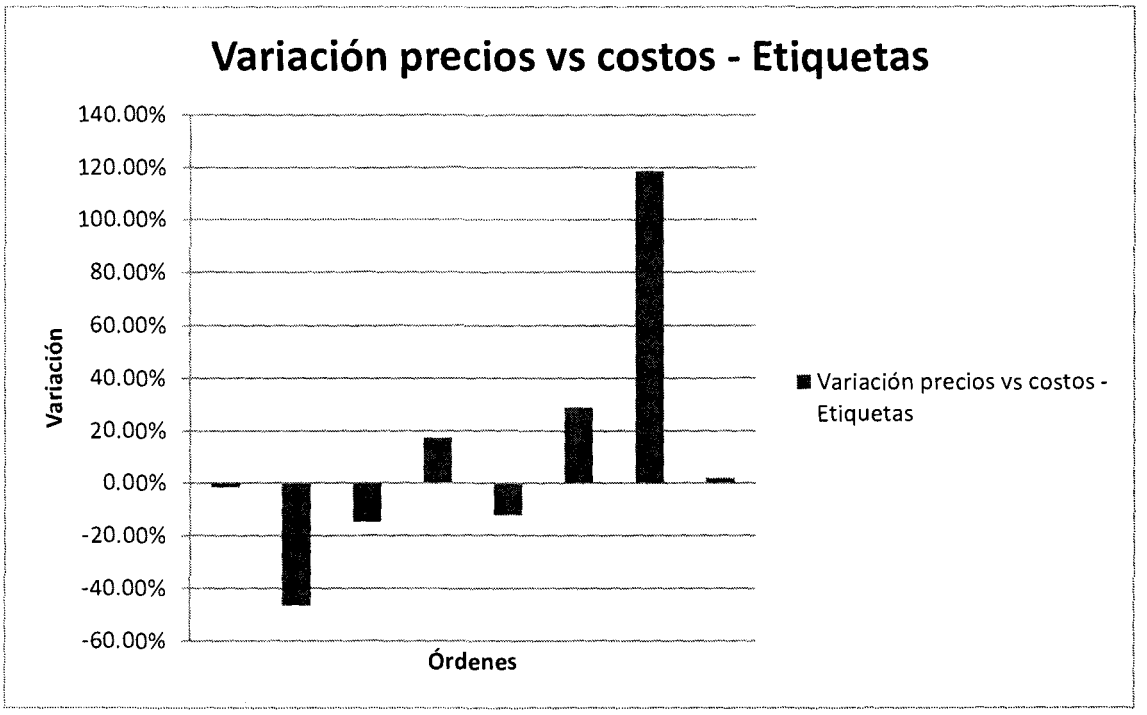


Gráfico 11. Variación Cartón

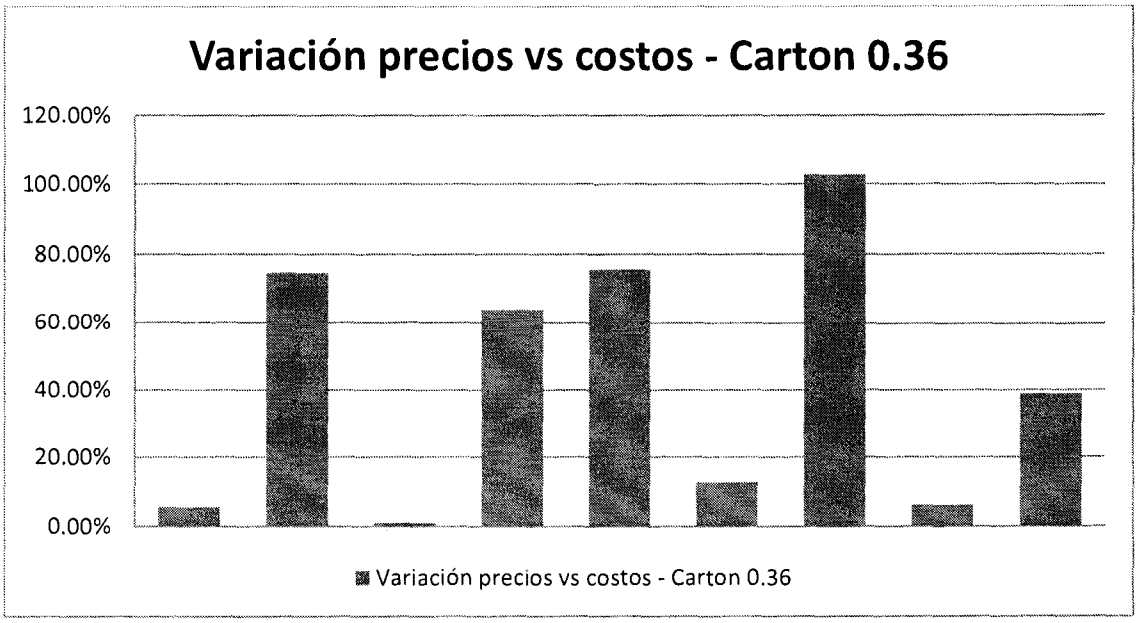
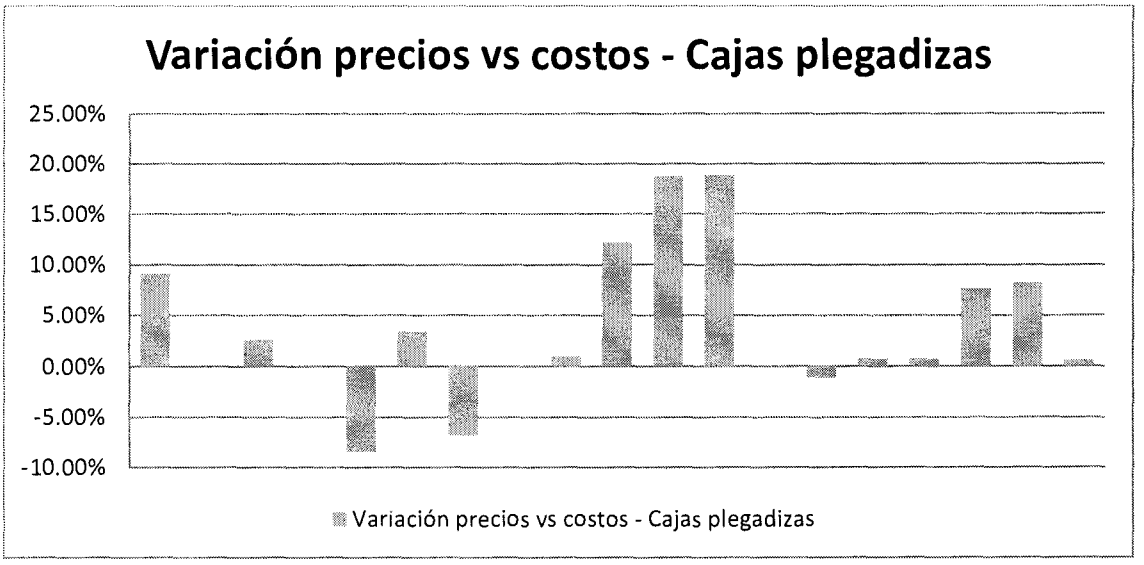


Gráfico 12. Variación Cajas Plegadizas



Estas deficiencias causan que el vendedor ingrese precios según su "criterio experto" y por lo tanto aumenta o reduce los precios sin un fundamento cuantitativo. Tales variaciones en los precios también confunden a los clientes y le restan credibilidad y competitividad a la Litografía.

Apéndice 4 - Estudio de mercado

Con el fin de determinar la ubicación de la empresa en el mercado en cuanto a precios y tiempo de respuesta, se procede a realizar un estudio de precios en el mercado, el cual se efectúa cotizando tres de los principales productos de la empresa (Cajas Plegadizas, Cajas Corrugadas y etiquetas). A continuación se presentan las características de los productos que se determinaron con ayuda de la empresa para llevar a cabo el estudio:

1) ***Cajas Plegadizas***
   - Alto: 9,6cm, Ancho: 7cm, Fondo 2cm.
   - Cerradas con pega lateral o tubo.
   - CCNB News Back en su interior o bien algún equivalente, calibre 16.
   - Colores: Full Color
   - Barniz: brillante.
   - Cantidad: 5000 - 10000 - 15000
2) ***Etiquetas***
   - Material: Papel etiqueta 90 g.
   - Medidas: 80 x 135 mm.
   - Colores: Full color
   - Barniz: Ultra Violeta
   - Cantidad: 3,000 – 5,000 – 10,000
3) ***Caja Corrugada***
   - Alto: 25cm, Ancho: 31cm, Fondo 7.5cm.
   - Cerradas con pegado tubo.
   - Corrugado (Microflauta) o similar, calibre 12
   - Colores: Full Color
   - Barniz: Sobre Impresión.
   - Cantidad: 1000 - 2000 - 3000

Además se establecieron con la empresa los competidores a los cuales se les iba a realizar la cotización, a continuación se presenta la lista de los mismos para cada uno de los productos. Junto con el nombre se presenta la duración de cada uno de ellos para responder a la cotización:

Cuadro 80: Tiempo de respuesta de la competencia para cajas plegadizas

Caja Plegadiza	Duración (Días)
Proveedor A	1
Proveedor B	1
Proveedor C	3
Proveedor D	2
Proveedor E	1
Proveedor F	1

Proveedor G	2
Proveedor H	5
Litografía	5

Por lo tanto se puede observar como la empresa es la que presenta el mayor tiempo de respuesta a la cotización, con una diferencia de hasta 4 días en el tiempo de la misma con respecto a la de menor duración dentro de este producto.

Posteriormente se procede a realizar el estudio con el producto de etiquetas. A continuación se presentan los competidores evaluados y la duración de cada uno de ellos en dar respuesta a la cotización:

Cuadro 81: Tiempo de respuesta de la competencia para etiquetas

Etiquetas	Duración (días)
Proveedor C	3
Proveedor H	5
Proveedor I	5
Proveedor J	0
Proveedor K	0
Proveedor L	1
Proveedor M	0
Litografía	5

En este producto se encuentra un problema mayor ya que es el único proveedor con una duración de 5 días, siendo en este grupo la menor duración de 0 días, puesto que tres de los proveedores enviaron la cotización incluso el mismo día en el que esta fue solicitada, lo cual significa tiempo valioso para captar clientes.

Por último se presentan los competidores evaluados en el producto de cajas corrugadas. Para este producto sólo se presentaron 2 competidores puesto que fueron considerados los principales por la empresa.

Cuadro 82: Tiempo de respuesta de la competencia para cajas corrugadas

Cajas Corrugadas	Duración (días)
Proveedor A	1
Proveedor D	2
Litografía	5

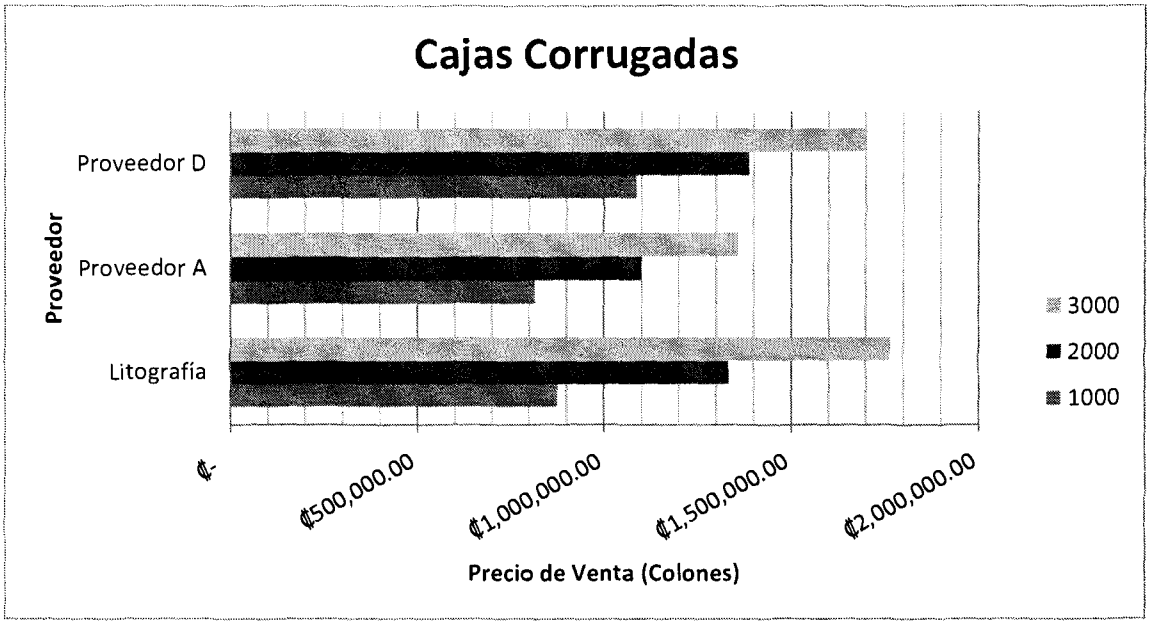
Dentro de los tres proveedores evaluados se tiene que para el caso de la litografía, esta presenta la mayor duración; puesto que dura 5 veces más el tiempo que duró el proveedor con menor tiempo. Además de los proveedores anteriores, se solicitaron cotizaciones a otros proveedores, sin embargo a

pesar de que confirmaron recibido del documento no enviaron la cotización. Los proveedores mencionados son: Litografía Vargas, Litografía SIAC, Poliart-Impresores y Arco Impresos Litográficos.

Posteriormente a la determinación de los tiempos de respuesta a la cotización se procede a realizar gráficos con el fin de representar el comportamiento de los diferentes proveedores en los diferentes productos y con las cantidades mencionadas anteriormente en la descripción de los productos. Se presentan a continuación los gráficos obtenidos del estudio (los colores indican la cantidad de unidades), en los cuáles se utilizó el tipo de cambio de 1 dólar = 500 colones para mantener una única moneda en los resultados (colones en este caso):

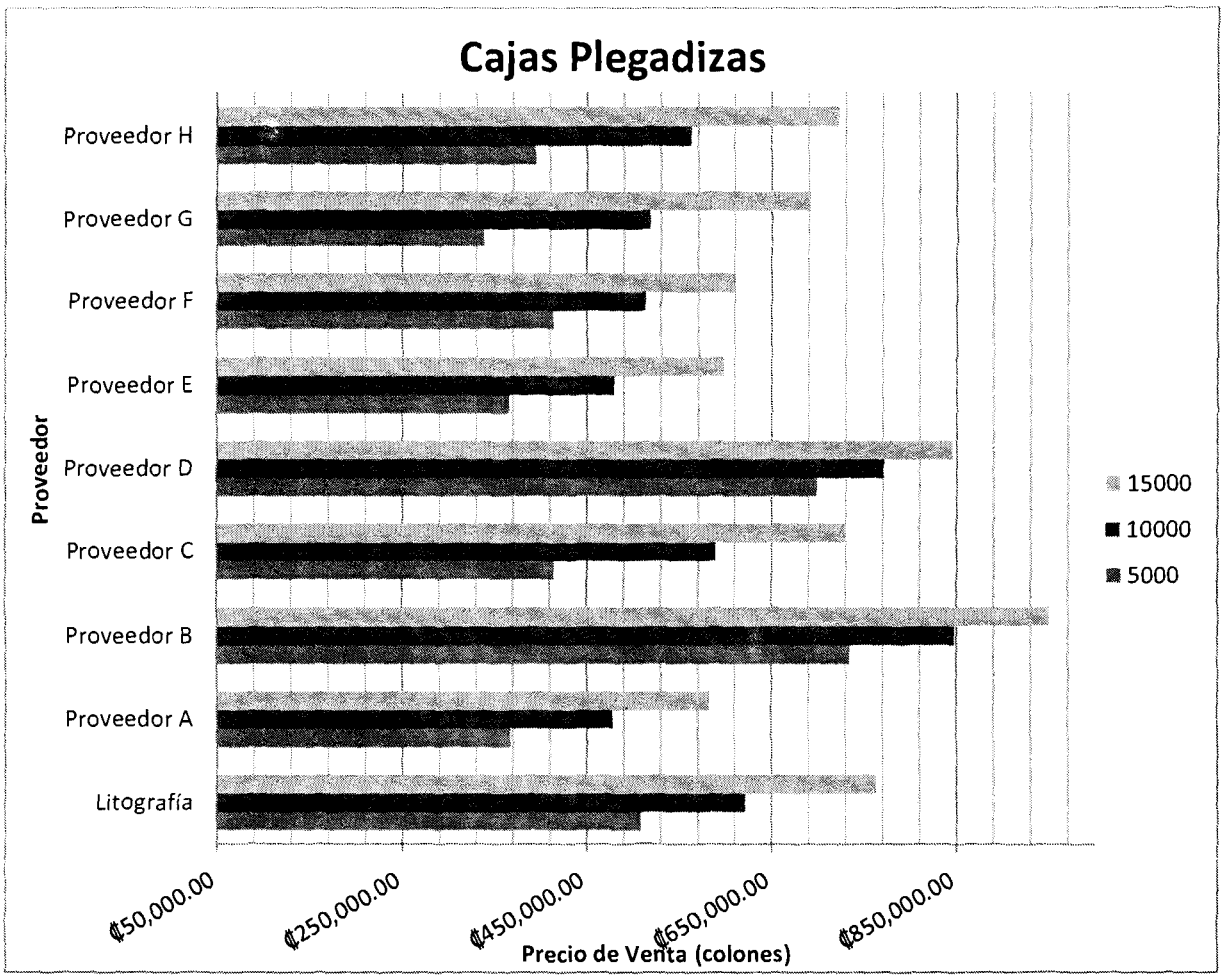
CAJAS CORRUGADAS

Gráfico 13: Precio de venta de los competidores para cajas corrugadas



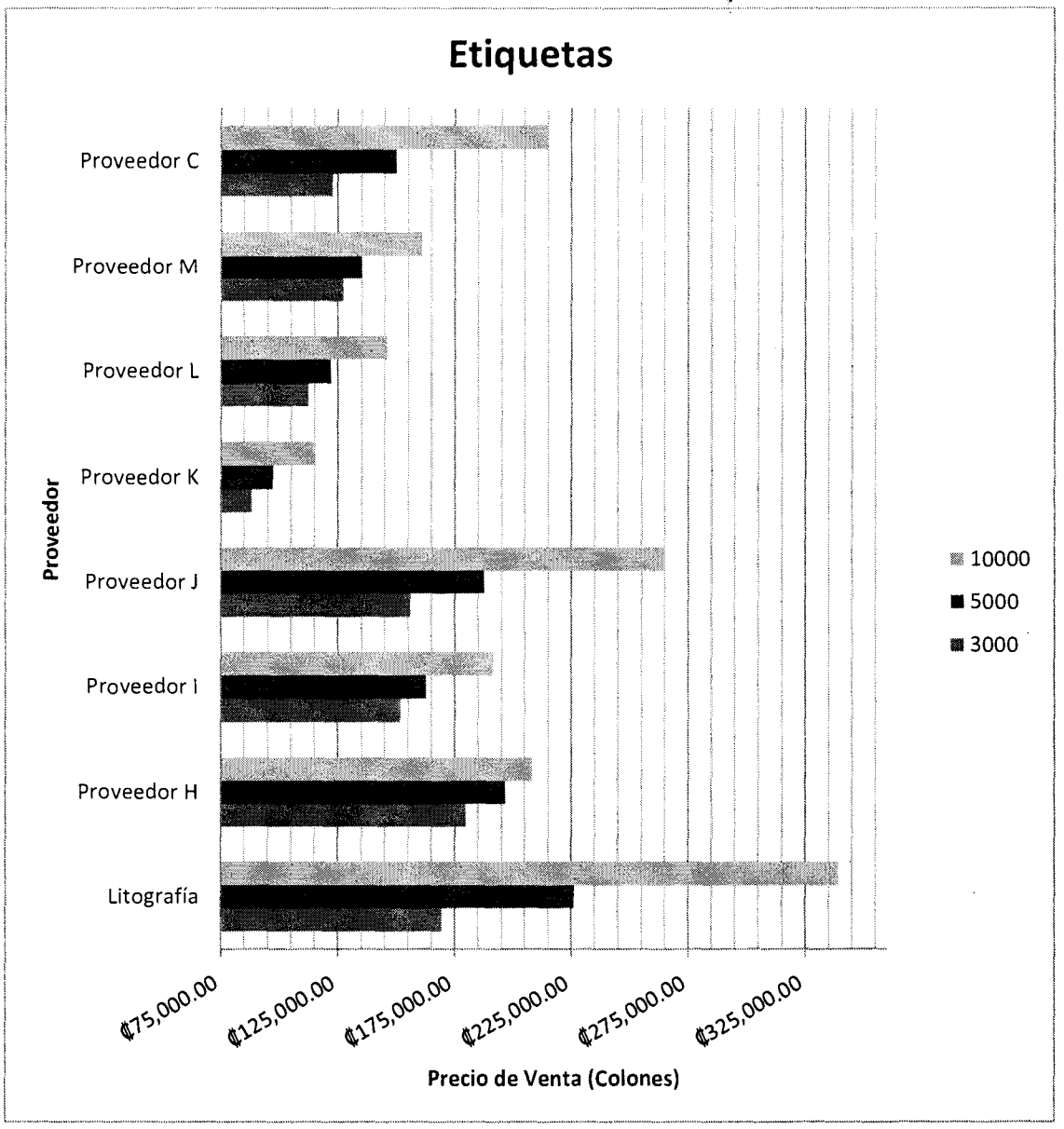
CAJAS PLEGADIZAS

Gráfico 14: Precio de venta de la competencia para cajas plegadizas



ETIQUETAS

Gráfico 15: Precio de venta de la competencia para etiquetas



ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los resultados obtenidos es importante mencionar lo siguiente:

- Los períodos de respuesta a la cotización en los tres productos para la empresa fueron los más altos del mercado; por lo cual se debe poner especial atención en este lapso ya que en un mercado tan competitivo, el tiempo de respuesta influye en la decisión del comprador, especialmente si el mismo por la larga duración siente que ya no se le está tomando en cuenta.

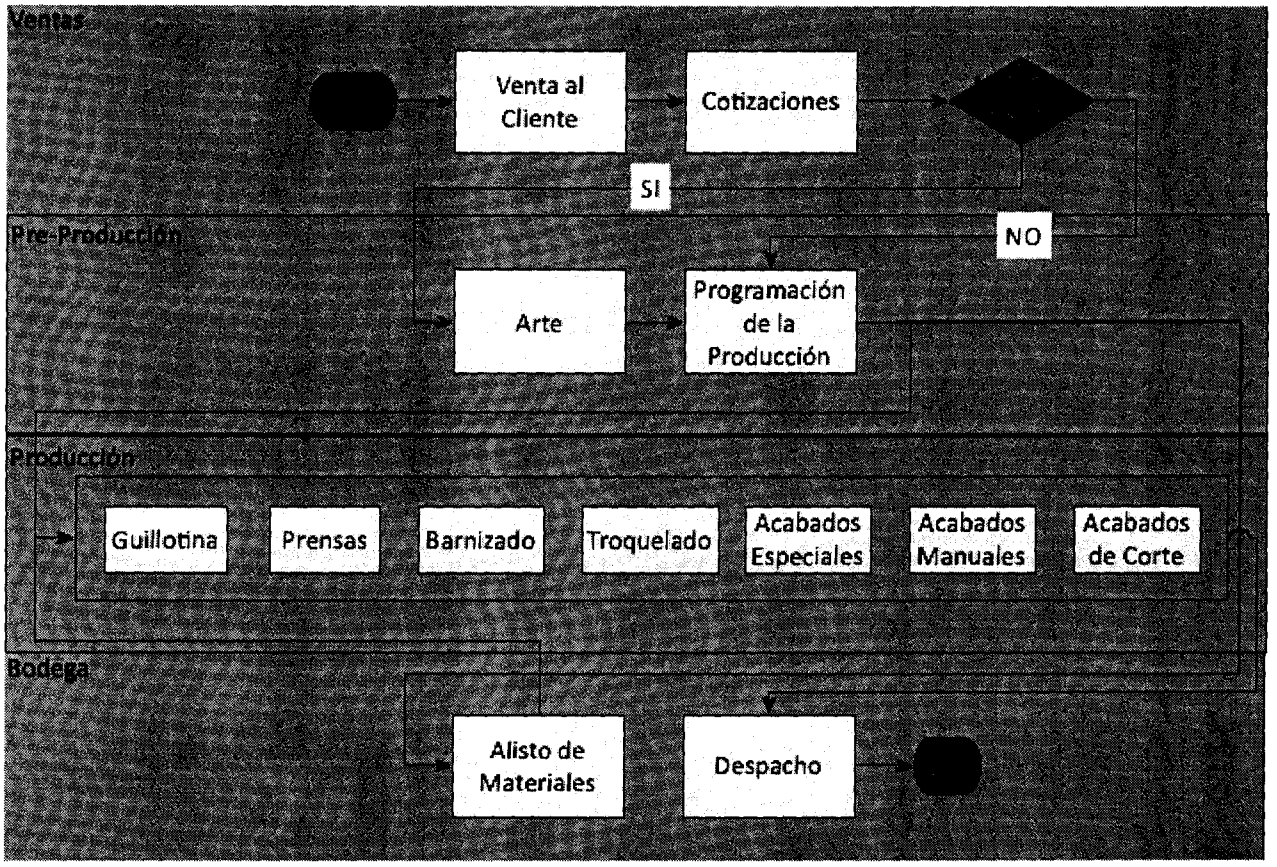
- Para el caso del producto de cajas plegadizas se tienen los siguientes datos. En las tres cantidades se es el tercer proveedor con el precio más alto del mercado. Además se está cobrando 1,4 veces el precio del proveedor más barato para una cantidad de 5 000 unidades, además 1,3 veces el precio del proveedor más barato, para las cantidades de 10 000 y 15 000 unidades.
- En la cotización de etiquetas se encontró que es el proveedor más caro en dos ocasiones; para 5 000 y 10 000 unidades, dónde se está cobrando 2,33 veces y 2,94 veces el precio del proveedor más bajo respectivamente. Además se encuentra que para una cotización de 3 000 unidades la empresa deja de ser el proveedor más alto, sin embargo sería el segundo más alto y cobrando 1,92 veces la cantidad del proveedor más bajo.
- Por último para las cajas corrugadas se tiene que únicamente para un pedido de 3 000 cajas corrugadas se posee el mayor precio de venta (cobrando 1,3 veces el precio del proveedor más bajo para este caso y para los casos de 1 000 y 2 000 unidades se posee el segundo precio más alto cobrando 1,07 veces y 1,21 veces el precio de venta del proveedor más bajo.

Una vez mostrado el principal comportamiento es importante destacar que el Proveedor C es un competidor de mucho cuidado ya que el mismo presentó los precios más bajos para dos productos cotizados (cajas plegadizas y etiquetas). Además se puede evidenciar que para el caso de las cajas corrugadas, si bien es cierto el precio de venta no es el más bajo, se encontró que las variaciones o los aumentos con respecto a los otros proveedores no son muy grandes, por lo cual esta diferencia puede estar respaldada por algún atributo especial que la empresa quiera dar a al cliente.
Si bien es cierto el precio de venta no es un factor determinante en todos los casos para este tipo de industria es importante mantener vigilancia sobre el mismo con respecto a otros competidores, y en caso de que la empresa quiera ofrecer alguna ventaja sobre el producto, para respaldar el aumento en el costo, el mismo debe ser comunicada en forma precisa al cliente ya que el mismo no conoce precisamente de la naturaleza del negocio.

Apéndice 5 - Mapeo de la empresa

Para realizar el estudio dentro de la empresa se realiza una segmentación dentro de la empresa que involucra a tres áreas: 1) ventas y cotizaciones, 2) programación de la producción y 3) planta. A continuación se presenta un mapeo general dónde se muestra la manera de funcionar la empresa y las relaciones entre las áreas que van desde el contacto con el cliente hasta el despacho.

Figura 32. Mapeo General

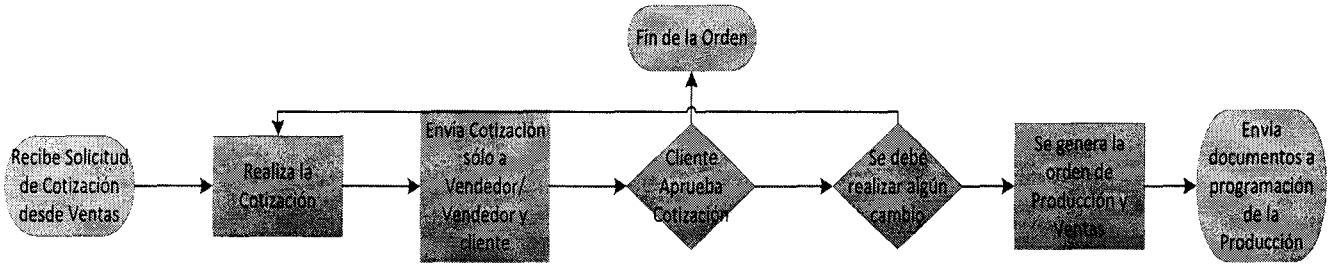


Una vez observado el comportamiento a nivel macro de la empresa se procede a detallar las áreas mencionadas anteriormente.

Para el caso de cotizaciones y ventas se tiene que las principales actividades corresponden al contacto con el cliente, realización de la cotización, y envío de respuesta al cliente. Además para la parte de ventas son quienes mantienen comunicación con los clientes tanto para la etapa inicial como para la etapa de seguimiento que necesite el cliente. Las principales relaciones dentro de estas áreas se dan tal y como se mencionó anteriormente, primeramente el vendedor contacta con el cliente, pasa la solicitud al cotizador para que este la lleve a cabo y posteriormente el cotizador se la envía al vendedor para que este la revise y se la envíe al cliente. Una vez que la orden ya fue enviada al cliente, dependerá del cliente si acepta la cotización o no. En caso de que el cliente apruebe la cotización esto se lo hace saber

al vendedor, y este último le envía la información nuevamente al cotizador, para que sea este quien genere las órdenes de producción (documento que contiene las principales características del producto, así como los procesos por los que deberá pasar) y corte (documento que incluye las especificaciones de los materiales a utilizar) que ingresarán a la planta. Dentro del proceso se pueden dar ciertos acontecimientos que interrumpen el flujo normal del proceso, tal como el hecho de que el cliente a la hora de recibir la cotización solicite realizar algún cambio, por lo tanto el proceso debe iniciarse nuevamente desde el inicio. Otro punto que se puede presentar se da cuando los cotizadores no tienen a mano la información suficiente para llevar a cabo la cotización, y por lo tanto deban consultar a ventas, a producción o bien al departamento de arte para corroborar datos y/u obtener permisos; o en algunos casos cotizar materiales directamente con los proveedores para poder realizarlas. A continuación se muestra el diagrama con las actividades para el proceso de cotizaciones.

Figura 33. Proceso de Cotizaciones



Seguidamente se tiene el proceso de programación de la producción. Este proceso una vez que recibe las órdenes de producción y de corte inicia con el ingreso de los datos al sistema de la empresa y así calendarizar la realización de la orden dentro del plan de producción. Una vez ingresado, se procede a trasladar la orden de corte hacia el encargado de conseguir las materias primas (cartón, papel, etc.) y la orden de producción hacia el encargado de conseguir los materiales para producción (planchas, arte, troqueles)[19]. Aquí dependerá de si el producto se debe traer de afuera o si se tiene en bodega lo cual se corrobora con el encargado de bodega, y en caso de que no haya se debe contactar nuevamente con los proveedores para hacer la solicitud de materiales, verificar precios y hacer el traslado. Una vez contactados todos los proveedores la orden de corte pasa a manos del encargado de bodega quien la recoge cuando el proveedor llega a la empresa con el material. En este punto el mismo alista las materias primas para que inicien el proceso de producción dentro de la planta. Paralelamente el encargado de conseguir los materiales tiene un diferente período para conseguirlos dependiendo del tipo de trabajo. A continuación se presentan los tiempos de los que dispone para encontrarlos:

Cuadro 83. Duración Máxima para conseguir materiales según tipo de trabajo

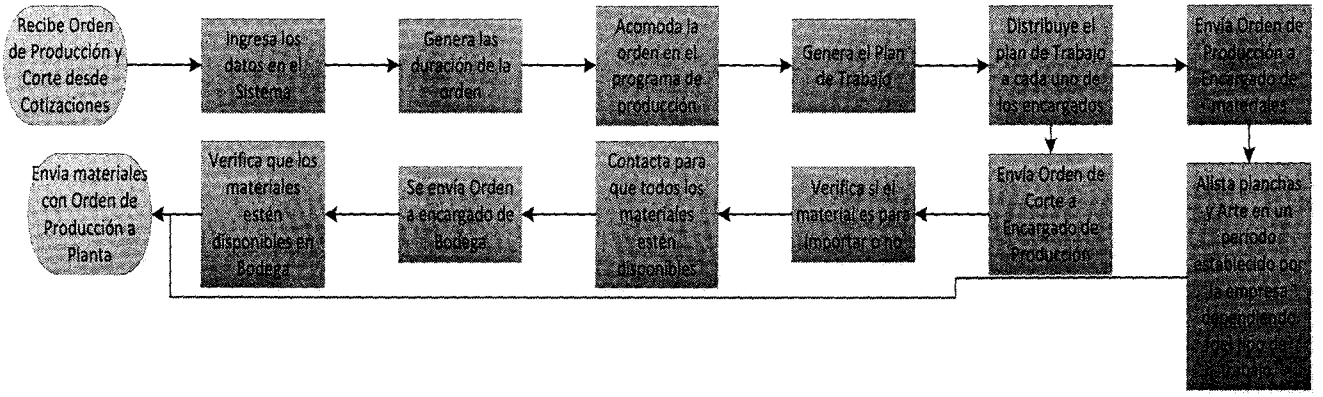
Tipo de Trabajo	Duración
Repeticiones exactas	3 días
Repeticiones con cambios	6 días
Artes Nuevos	8 días

[19] Un ejemplo de estos documentos se presentan en el Anexo 2 - Orden de Producción y Orden de Corte.

Artes Suministrados	3 días
Arte Suministrado con correcciones	6 días
Farmacéuticas	22 días

Una vez agotado el tiempo de acuerdo con los tiempos establecidos, se cercioran de que se cuente con todos los materiales, o bien si antes del tiempo ya se han conseguido los materiales se hace el ingreso al sistema y se envía a producción el trabajo solicitado. Nuevamente se pueden presentar en estas etapas ciertos acontecimientos que hacen salir el curso normal del proceso, tal es el caso de que una orden se anule, lo cual implicaría que la orden sale del proceso y se finaliza, o bien que el cliente tarde mucho tiempo en aprobar el arte, con lo cual se aumenta el período de estancia de la orden en la empresa. A continuación se presenta el diagrama que resume las principales etapas de la planeación de la producción:

Figura 34. Diagrama Planeación de la Producción



Por último se tiene el área de la planta productiva, dicha etapa está compuesta por diferentes departamentos dentro de los cuales están a grandes rasgos prensas, acabados, barniz, corte, tintas, etc. Para esto las principales actividades corresponden a alisto, tiraje y envío a otro departamento o bodega. Sin embargo a nivel interno cada uno de ellos depende mucho del tipo de trabajo que se esté realizando. A continuación se presentan las principales tareas que realizan en cada uno de los sectores identificados dentro de la planta:

Bodega

Material para corte

- Retirar orden de corte
- Revisar firmas
- Verificar orden de corte contra producto en bodega (cantidades, dimensiones, dirección de hilo)
- Empacar
- Colocar orden de corte con el producto
- Trasladar a zona de espera

Recepción de producto nuevo

- Recibir factura del proveedor (verificar número de orden)
- Buscar orden de producción (ir al cajón a buscarla)
- Verificar el producto contra la orden de producción (dimensiones, cantidad, calidad, dirección de hilo)
- Recibir producto (firma de aceptación)
- Verificar si hay orden de corte disponible
- Si hay orden de corte, seguir proceso anterior; si no almacenar.

Producto terminado

- Tomar orden de producción que viene con el producto terminado
- Verificar que las cantidades sean las correctas
- Verificación en el sistema de las materias primas que se utilizar para esa orden
- Cerrar orden en el sistema
- Llevar la orden de producción a facturación
- Recibir orden ya facturada (factura)
- Despachar al cliente

Corte

Corte materia prima

- Revisar orden de corte contra producto (hilo, calibre, dimensiones tanto de entrada como de salida, cantidades)
- Programar la guillotina
- Cortar
- Entarimar
- Emplasticar
- Traslado a zona de espera

Corte como acabado

- Revisar producto contra orden de producción (sobretodo cantidades, las etiquetas las pesan para como método de conteo)
- Revisar las guías de corte en el producto
- Programar guillotina
- Cortar
- Entarimar
- Emplasticar
- Traslado a bodega (por lo general, cuando hay acabado de corte, es el último proceso)

Preparación de colores

- Revisar orden de producción
- Verificar cuales pantones y colores trae
- Revisar la guía de colores (para revisar la composición de los pantones que tiene que hacer)
- Conversión de porcentajes a cantidades (aquí se mide el área de impresión y se saca la cantidad de color requerido)
- Pesar los diferentes componentes del pantone
- Mezclado de componentes del pantone
- Colocar color en lata
- Llevar a cada máquina (cuando es un color CMYK, no necesita pesado y mezclado)

Impresión

- Lavado (tinteros, hules, rodillos, etc.)
- Blanqueado
- Cambio de color
- Cambio de mantillas (ajuste o cambio de camas)
- Cambio de moletones
- Sacudir polvo
- Limpiar cilindros
- Cambiar aguas
- Ajustar guía
- Calzar
- Ajustar el tono
- Revisión del supervisor
- Obtener visto bueno
- Tiraje
- Revisión periódica del producto
- Limpieza durante tiraje
- Venteado de material (secado)
- Traslado

Troquelado

- Determinar el tipo de trabajo (revisión de Orden de Producción)
- Mantenimiento preventivo (Lubricación)
- Limpieza general
- Preparación del troquel
- Calzar el troquel
- Centrar el troquel
- Ajustar la presión
- Revisión y aprobación de supervisor
- Tiraje
- Revisión periódica del producto
- Traslado de material

Pegadora

- Revisar orden de producción
- Montar guía
- Revisar dobladores
- Revisar gomas
- Ajustar contador

- Ajustar presión
- Ajustar velocidad
- Ajustar acercamiento
- Poner gomeros (aéreos y laterales)
- Ajustar calza
- Tiraje (doblado y pegado)
- Revisiones periódicas
- Traslado

Emplasticado

- Recibir material
- Alistar la máquina (plástico y bobina)
- Pasar los pliegos a través de los rodillos
- Organizar el producto
- Trasladar a la siguiente etapa

Estampado

- Recibir el material
- Realizar ajustes a la máquina
- Colocar las planchas indicadas
- Colocar el material que realizará el estampado
- Llevar a cabo el estampado
- Dejar el producto para la siguiente etapa

Barnizado

Manual (el operario es el que lo pasa a través de la máquina)

- Recibir material desde impresión
- Ajustar la máquina
- Colocar la goma en la máquina
- Hacer el tiraje manualmente
- Acomodar la cantidad de producto acumulado
- Dejar secar y pasar a siguiente etapa

Automático

- Recibir material desde impresión
- Ajustar la máquina
- Colocar la goma en la máquina
- Hacer el tiraje manualmente
- Recoger la cantidad de producto acumulado
- Dejar secar y pasar a siguiente etapa

Acabados manuales

Tipo 1

- Descartonado
- Pegar
- Empacar

Tipo 2

- Armar
- Colocar fondo interno
- Colocar fondo externo
- Forrado de tapa
- Forrado de contratapa
- Limpieza
- Empaque

Tipo 3

- Descartonado
- Revisión
- Enfajillado
- Empaque

Tipo 4

- Revisión
- Preparación de producto
- Llevar a la burbuja
- Poner código
- Empacar

Tipo 5

- Revisión
- Preparación de producto
- Termo-encogido
- Poner código
- Empaque

Tipo 6

- Pre-doblado
- Engomado
- Enfajillado
- Empacado

Posteriormente de la etapa de producción el producto pasa hacia bodega dónde es alistado por el encargado, y por último se factura y se informa al cliente que ya el producto está terminado (la empresa guarda un período de 1 día para facturar luego de finalizado).

Apéndice 6 - Detalle de órdenes (04-02-13 al 08-02-13)

Se encuentran en planta durante la semana un total de 103 órdenes de producción de las cuales el 86.4% [20](89) corresponden a órdenes convencionales mientras que el restante 13,59% (14) corresponden a órdenes que la impresión se realizó en la máquina digital (Indigo). A continuación se presenta el listado de los números de orden que se estudiaron:

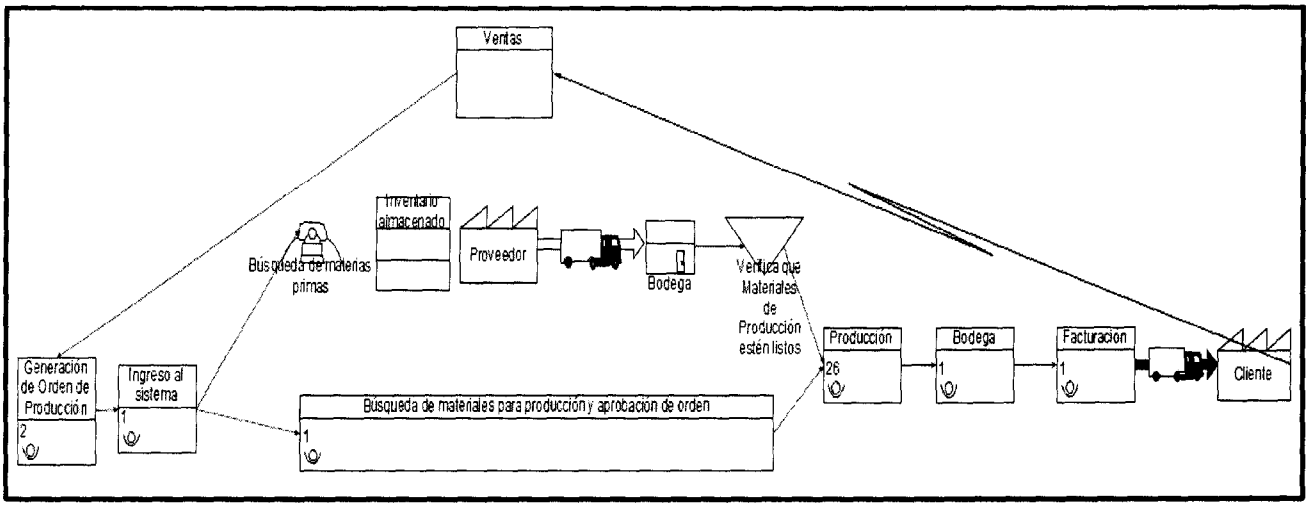
Cuadro 84. Listado de órdenes muestreadas

#	Orden	#	Orden	#	Orden	#	Orden	#	Orden	#	Orden
1	83684	20	95434	39	95695	58	95770	77	95910	96	1517I
2	87467	21	95474	40	95696	59	95776	78	95913	97	1523I
3	88723	22	95516	41	95701	60	95777	79	95943	98	1525I
4	90367	23	95543	42	95703	61	95778	80	95950	99	1526I
5	91208	24	95552	43	95720	62	95779	81	95951	100	1528I
6	92169	25	95553	44	95726	63	95780	82	95954	101	1529I
7	92938	26	95591	45	95727	64	95784	83	95956	102	1531I
8	93078	27	95600	46	95728	65	95790	84	95996	103	1532I
9	94674	28	95625	47	95729	66	95795	85	95998		
10	94888	29	95626	48	95730	67	95801	86	96003		
11	94889	30	95628	49	95731	68	95810	87	96005		
12	94997	31	95629	50	95739	69	95811	88	96028		
13	94998	32	95655	51	95741	70	95813	89	96036		
14	95046	33	95665	52	95742	71	95815	90	1256I		
15	95081	34	95673	53	95747	72	95827	91	1471I		
16	95238	35	95675	54	95750	73	95857	92	1505I		
17	95319	36	95686	55	95756	74	95869	93	1514I		
18	95351	37	95687	56	95758	75	95887	94	1515I		
19	95432	38	95693	57	95763	76	95909	95	1516I		

[20] No se obtiene el registro de las órdenes: 83684, 87467, 95474, 95675, 95770, 95943, 95996 debido a la antigüedad de las mismas o porque se anularon.

Apéndice 7 - Mapa de la cadena de valor

Figura 35. Mapeo de la cadena de Valor



Cuadro 85. Duración de Actividades en la cadena del valor

Actividad	Duración promedio (horas)	Duración Mínima (horas)	Duración Máxima (horas)
Generación de orden de Producción	18,03	12,7	27,3
Ingreso al sistema	4,17	0,3	11
Búsqueda de Materias Primas	18,29	0,2	48
Tiempo Proveedor	12,13	0	51,3
Tiempo alisto en bodega	2,75	0,1	11,6
SUBTOTAL	**33,17**	**0,3**	**110,9**
Búsqueda de materiales	19,69	10	30,25
Producción	100	100	100
Bodega	5	5	5
Facturación	5	5	5
Tiempo Aproximado Total	**165,37**	**138,33**	**249,93**
Tiempo En producción	100	100	100
Tiempo Act, Administrativas	65,37	38,33	149,93
% Tiempo que no agrega valor	40%	28%	60%

Tiempo considerando un día igual a 10 horas (tiempo laboral)

Apéndice 8 - Matriz Klee

Para la realización de la matriz Klee, una vez obtenidas las 9 clasificaciones de los miembros de la Litografía, se suman los resultados y se obtiene un porcentaje del total por cada origen de desperdicio. Es a estos porcentajes a los que se les aplica la metodología de la matriz Klee. Así, para obtener la proporción en que un origen era más importante que otro, se realizó una ponderación entre esos orígenes. A manera de ejemplo, el origen 1 obtuvo un porcentaje de 5,93% y el origen 2 obtuvo un porcentaje de 3,70%. Para ponderarlos se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_{1-2} = \frac{O_1}{O_1+O_2} \qquad P_{1-2} = \frac{5,93}{5,93+3,70} = 61,5\% \qquad (1)$$

$$P_{2-1} = \frac{O_2}{O_1+O_2} \qquad P_{2-1} = \frac{3.70}{5,93+3,70} = 38,5\% \qquad (2)$$

De esa manera se determina que el origen 1 es 61,5% más importante que el origen 2. Este mismo procedimiento se realizó para todos los orígenes existentes siendo ponderados contra el resto de orígenes y eso dio paso a la matriz del Cuadro 89: Matriz Klee

Una vez establecida esta proporción de importancia entre cada origen de desperdicio, se obtiene una suma de esas proporciones que son los porcentajes finales que permiten priorizar los orígenes de desperdicio. Esta matriz Klee con las proporciones de importancia entre cada origen se muestra en el Cuadro 89: Matriz Klee en donde también se muestran los resultados finales así como la clasificación inicial de cada miembro de la empresa.

Finalmente, ya que cada origen de desperdicio tiene una causa asociada, se determinan las causas asociadas a los orígenes de desperdicio principales y esas causas son las que serán objeto de Diseño.

A continuación se presenta los cuadros utilizados para la matriz Klee; en el primero se muestran los orígenes con su respectivo código, luego la clasificación que cada origen recibió por parte de los miembros de la Litografía, luego la matriz Klee en sí y finalmente los códigos de origen con su respectivo peso en porcentaje y las causas a las que esos orígenes se refieren.

Cuadro 86: Orígenes de desperdicio y código

Código origen	Origen
1	Ingreso de Información
2	Ausencia de información
3	Asignación de tiempos
4	Asignación de costos
5	Envío de Información
6	Ingreso de Información
7	Faltante de materia prima
8	Asignación de trabajos manuales
9	Ausencia de programación de órdenes sin impresión

10	Control de parámetros de órdenes
11	Utilización de prensas
12	Relación Máquina-Tipo de material
13	Transporte Interno
14	Inventarios en proceso
15	Asignación de recursos

Cuadro 87: Clasificación de miembros de la Litografía

Código origen	Origen de desperdicio	Clasificación 1	Clasificación 2	Clasificación 3	Clasificación 4
1	Ingreso de Información	2	5	1	4
2	Ausencia de información	1	1	3	1
3	Asignación de tiempos	3	2	4	3
4	Asignación de costos	4	4	5	2
5	Envío de Información	5	3	2	5
6	Ingreso de Información	2	3	1	5
7	Faltante de materia prima	1	1	3	1
8	Asignación de trabajos manuales	3	4	5	4
9	Ausencia de programación de órdenes en impresión	4	5	4	2
10	Control de parámetros de órdenes	5	2	2	3
11	Utilización de prensas	2	1	5	1
12	Relación Máquina-Tipo de material	5	2	4	2
13	Transporte Interno	1	4	1	4
14	Inventarios en proceso	3	5	3	5
15	Asignación de recursos	4	3	2	3

Cuadro 88: Clasificación de miembros de la Litografía 2

Código origen	Clasificación 5	Clasificación 6	Clasificación 7	Clasificación 8	Clasificación 9	Total	Porcentaje
1	1	2	5	2	2	24	5,93%
2	2	1	4	1	1	15	3,70%
3	4	3	2	3	5	29	7,16%
4	3	4	1	4	3	30	7,41%
5	5	5	3	5	4	37	9,14%
6	2	5	5	1	2	26	6,42%
7	1	1	4	2	1	15	3,70%
8	4	4	2	4	5	35	8,64%
9	3	3	3	5	3	32	7,90%
10	5	2	1	3	4	27	6,67%
11	4	1	5	3	1	23	5,68%
12	5	4	2	4	5	33	8,15%

13	2	5	3	5	4	29	7,16%
14	1	3	1	2	3	26	6,42%
15	3	2	4	1	2	24	5,93%

Cuadro 89: Matriz Klee

Orígenes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Suma	Totales
1	x	0,62	0,45	0,44	0,39	0,48	0,62	0,41	0,43	0,47	0,51	0,42	0,45	0,48	0,50	6,672	0,064
2	0,38	x	0,34	0,33	0,29	0,37	0,50	0,30	0,32	0,36	0,39	0,31	0,34	0,37	0,38	4,988	0,048
3	0,55	0,66	x	0,49	0,44	0,53	0,66	0,45	0,48	0,52	0,56	0,47	0,50	0,53	0,55	7,370	0,070
4	0,56	0,67	0,51	x	0,45	0,54	0,67	0,46	0,48	0,53	0,57	0,48	0,51	0,54	0,56	7,495	0,071
5	0,61	0,71	0,56	0,55	x	0,59	0,71	0,51	0,54	0,58	0,62	0,53	0,56	0,59	0,61	8,258	0,079
6	0,52	0,63	0,47	0,46	0,41	x	0,63	0,43	0,45	0,49	0,53	0,44	0,47	0,50	0,52	6,967	0,066
7	0,38	0,50	0,34	0,33	0,29	0,37	x	0,30	0,32	0,36	0,39	0,31	0,34	0,37	0,38	4,988	0,048
8	0,59	0,70	0,55	0,54	0,49	0,57	0,70	x	0,52	0,56	0,60	0,51	0,55	0,57	0,59	8,057	0,077
9	0,57	0,68	0,52	0,52	0,46	0,55	0,68	0,48	x	0,54	0,58	0,49	0,52	0,55	0,57	7,731	0,074
10	0,53	0,64	0,48	0,47	0,42	0,51	0,64	0,44	0,46	x	0,54	0,45	0,48	0,51	0,53	7,106	0,068
11	0,49	0,61	0,44	0,43	0,38	0,47	0,61	0,40	0,42	0,46	x	0,41	0,44	0,47	0,49	6,515	0,062
12	0,58	0,69	0,53	0,52	0,47	0,56	0,69	0,49	0,51	0,55	0,59	x	0,53	0,56	0,58	7,844	0,075
13	0,55	0,66	0,50	0,49	0,44	0,53	0,66	0,45	0,48	0,52	0,56	0,47	x	0,53	0,55	7,370	0,070
14	0,52	0,63	0,47	0,46	0,41	0,50	0,63	0,43	0,45	0,49	0,53	0,44	0,47	x	0,52	6,967	0,066
15	0,50	0,62	0,45	0,44	0,39	0,48	0,62	0,41	0,43	0,47	0,51	0,42	0,45	0,48	x	6,672	0,064
															Totales	**105,00**	

Cuadro 90: Porcentajes priorizados por origen y sus respectivas causas

Código origen	Totales	Causas
7	4,751%	Falta de planificación en la gestión de compras
2	4,751%	Deficiente comunicación interdepartamental
11	6,205%	Carencia de flexibilidad en las prensas
15	6,354%	Ausencia de estandarización en la programación de recursos
1	6,354%	Deficiente comunicación interdepartamental
14	6,635%	Deficiente comunicación interdepartamental / Ausencia de estandarización en la programación de recursos
6	6,635%	Deficiente comunicación interdepartamental
10	6,768%	Falta de verificación de los parámetros de las órdenes antes de producción
13	7,019%	Distribución de planta inadecuada
3	7,019%	Ausencia de estandarización en los tiempos de producción
4	7,138%	Ausencia de estandarización en los tiempos de producción / Falta de planificación en la gestión de compras
9	7,363%	Ausencia de estandarización en la programación de recursos
12	7,470%	Carencia de flexibilidad en las prensas
8	7,674%	Ausencia de estandarización en la programación de recursos
5	7,865%	Deficiente comunicación interdepartamental

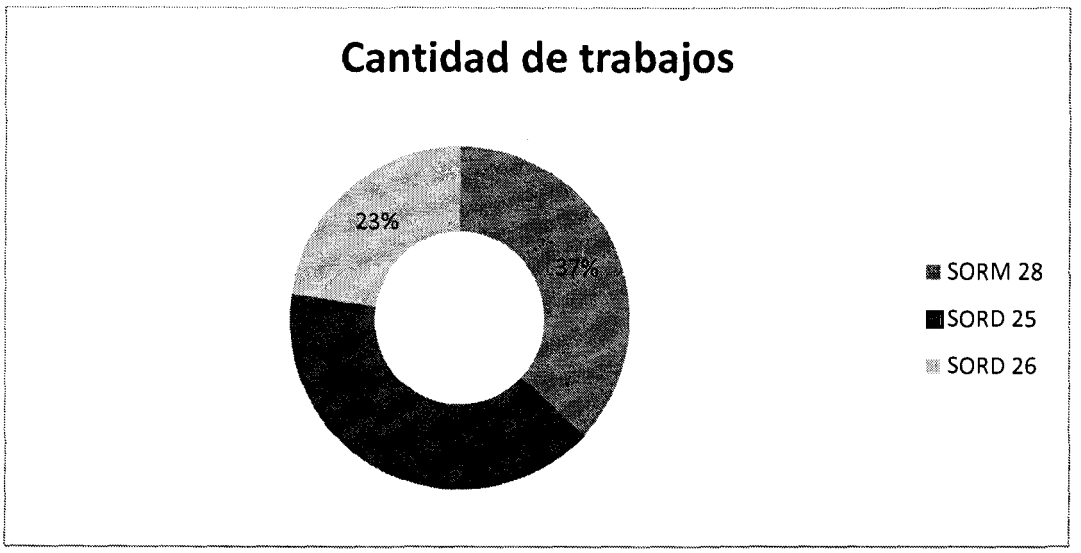
Apéndice 9 - Caracterización del área de prensas

Para el desarrollo de los objetivos es de suma importancia una caracterización detallada del área de prensas. Para esto, se obtuvo información de todas las órdenes de producción que requerían impresión convencional desde enero del 2012 hasta marzo del 2013. Es importante aclarar que desde enero del 2012 hasta julio del 2012 no se registraba el desglose del tiempo total de producción, por lo cual, el desglose de los tiempos de producción se obtuvo para un número menor de órdenes. A continuación se presenta el desglose en cantidad de trabajos y volúmenes de trabajo para todas las órdenes desde enero del 2012 hasta marzo del 2013.

Cuadro 91: Cantidad de órdenes procesadas - Enero 2012 a Marzo 2013

Cantidad trabajos	Cuenta
SORM 28	265
SORD 25	291
SORD 26	163
Total general	**719**

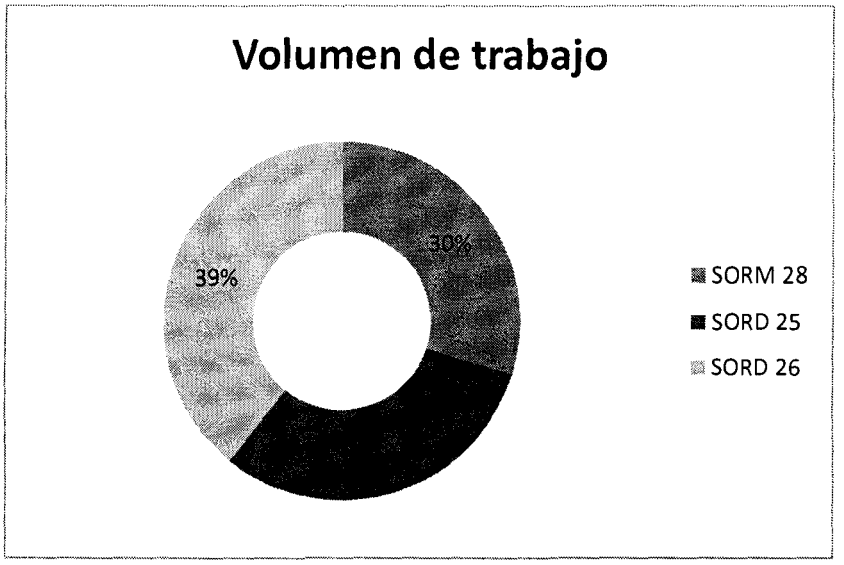
Gráfico 16: Cantidad de trabajos - Enero 2012 a Marzo 2013



Cuadro 92: Volúmenes de producción - Enero 2012 a Marzo 2013

Volumen de trabajo	Tamaños
SORM 28	1 130 405,14
SORD 25	1 173 183,31
SORD 26	1 482 574,29
Total general	**3 786 162,74**

Gráfico 17: Volúmenes de trabajo - Enero 2012 a Marzo 2013

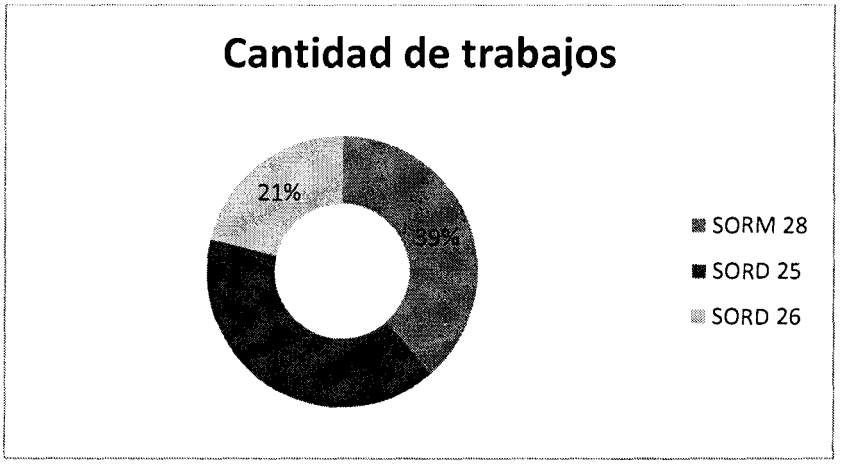


A continuación se presenta el desglose de la cantidad de trabajos y volúmenes de trabajo para todas las órdenes desde agosto del 2012 hasta marzo del 2013 ya que esas son las fechas a partir de cuando se empezó a llevar registro del desglose del tiempo de producción.

Cuadro 93: Cantidad de órdenes procesadas - Agosto 2012 a Marzo 2013

Cantidad trabajos	Cuenta
SORM 28	179
SORD 25	187
SORD 26	98
Total general	**464**

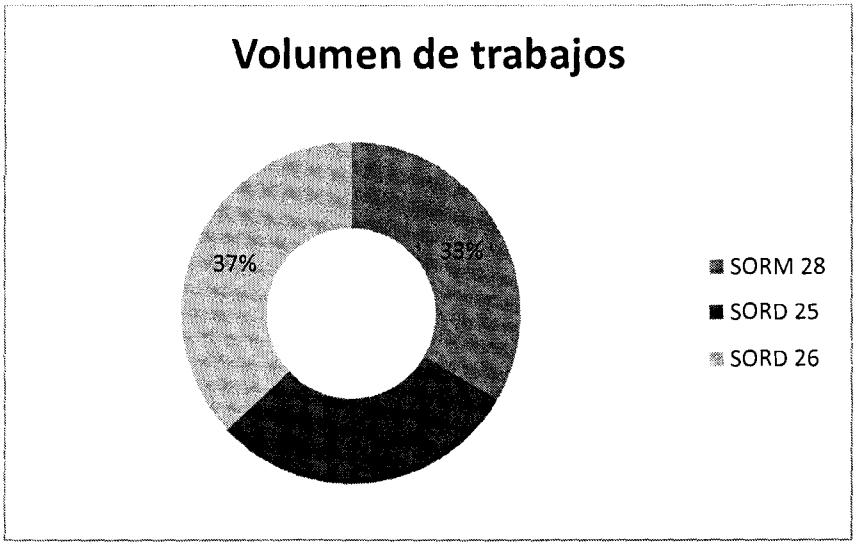
Gráfico 18: Cantidad de trabajos - Agosto 2012 a Marzo 2013



Cuadro 94: Volúmenes de producción - Agosto 2012 a Marzo 2013

Volumen de trabajo	Tamaños
SORM 28	833 268,97
SORD 25	738 374,52
SORD 26	919 482,66
Total general	**2 491 126,15**

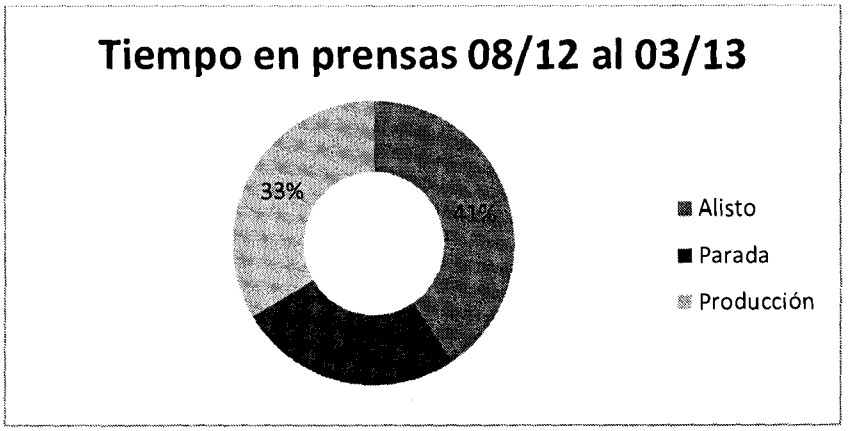
Gráfico 19: Volúmenes de trabajo - Agosto 2012 a Marzo 2013



Comportamiento del tiempo en prensas

Seguidamente se realiza el desglose del tiempo de producción para las 464 órdenes que contienen los registros de desglose. Este desglose se realizó, en primera instancia, bajo 3 actividades generales. Alisto se refiere al tiempo de preparación de la máquina antes de producir una orden o de cambio de color dentro de una misma orden. Parada se refiere a diferentes actividades que no se consideran como alistos pero que conllevan a tener la máquina fuera de funcionamiento. Producción incluye sólo el tiempo de tiraje de la orden.

Gráfico 20: Desglose del tiempo en prensas - Agosto 2012 a Marzo 2013



Comportamientos de los tiempos de alisto

Actualmente, el registro de los tiempos de alisto se realiza mediante una hoja de registro que cada prensista debe llenar cada día. En esta hoja se anota los momentos en que se realizan los alistos, producción y otras actividades. De la codificación que se maneja en la empresa, las siguientes actividades son las que se detallan como parte del alisto:

- IM 04 – Preparación para material no convencional
  - Esta actividad se refiere a los alistos cuando el material a utilizar es muy poco común o muy difícil de manejar como por ejemplo cartulinas metálicas, cartón "drink mat" de posavasos o papeles muy delgados como papel periódico, pergamino o cebolla.
- IM 05 – Puesta a punto para un tiraje
  - Esta actividad corresponde al resto de actividades que no son lavado o blanqueo de la máquina. Algunas de estas actividades incluyen el ajuste de las guías, la preparación del material, ajuste de la mesa de registro, cambio de planchas, ajuste del calibre, entintado, calce, puesta de rodillos, etc...[21]
- IM 06 – Lavado
  - El lavado se realiza para quitar toda la tinta que existe en la batería y esto solo se realiza una vez por alisto. El lavado incluye los tinteros, rodillos mojadores, rodillos osciladores, planchas, hules, contra hule y lavadores.
- IM 07 – Blanqueo
  - El blanqueo se refiere a la remoción del pigmento del color anterior que queda atascado en los rodillos. Este proceso puede realizarse pocas o varias veces, dependiendo del color que estaba antes y el que le sigue.

La suma de esas actividades, compone el tiempo de alisto actual que se registra en la empresa. A continuación se presentan los datos estadísticos descriptivos para las 719 órdenes mencionadas anteriormente.

Cuadro 95: Estadística descriptiva para los tiempos de alisto

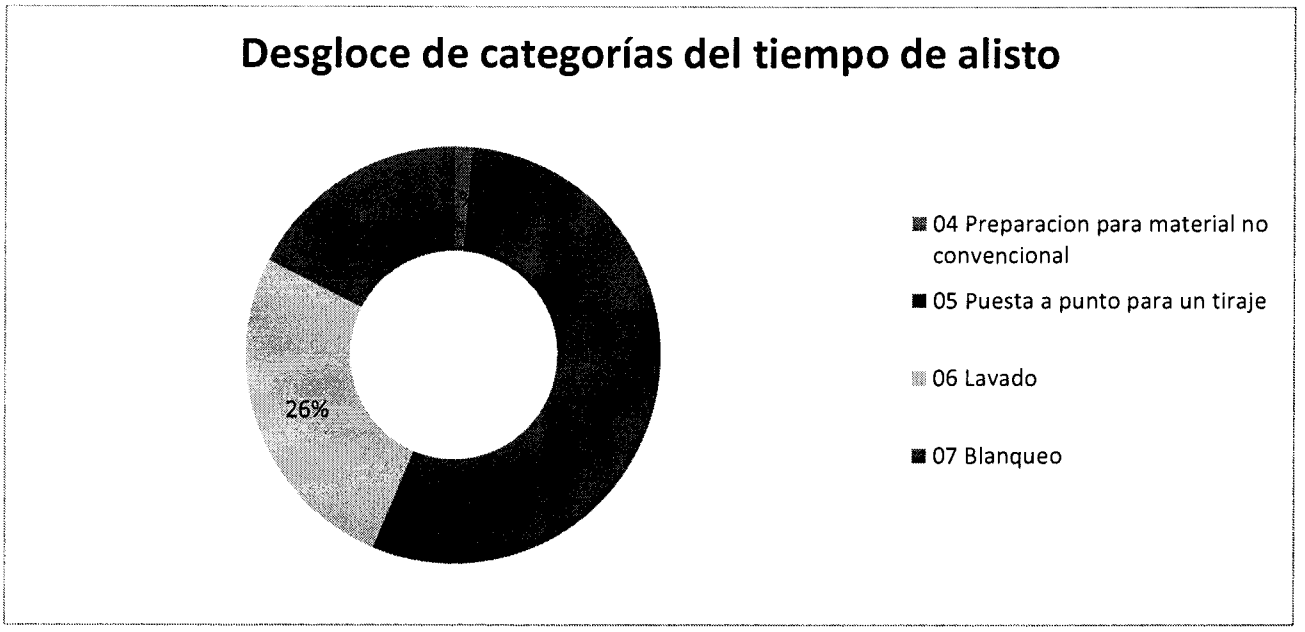
Estadística descriptiva general	***Media***	**4,81**
	Mediana	4,27
	Moda	2
	Desviación estándar	2,97
	Varianza de la muestra	8,84
	Rango	17,04
	Mínimo	0,23
	Máximo	17,27
	Cuenta	470

[21] El resto de actividades se detallan en la separación de actividades internas y externas.

Cuadro 96: Desglose del tiempo de alisto por categorías

Categorías de tiempo de alisto	Duración (horas)
04 Preparación para material no convencional	31,85
05 Puesta a punto para un tiraje	1 209,75
06 Lavado	576,72
07 Blanqueo	384,85
Total general	**2 203,17**

Gráfico 21: Porcentajes de categorías



Finalmente se realizó una agrupación de los tiempos de alisto de cada máquina, para determinar cuántas ordenes se ubican en diferentes rangos de horas. Estos rangos fueron de 0 a **2** horas, de 2 a **4** horas, de 4 a **6** horas, de 6 a **8** horas, 8 a **10** horas y mayores a 10 horas. De tal manera se graficó la cuenta de estas órdenes y se pudo determinar que las máquinas SORD 25 y SORM 28 tienen una concentración de órdenes con tiempos de alisto entre 0 y 6 horas, mientras que la máquina SORD 26 tiene una concentración de ordenes en el rango de 6 a 8 horas y el resto se distribuye equitativamente en los rangos de 2 a 6 horas y mayores de 8 horas.

Gráfico 22: Agrupación por tiempos de alisto para SORD 25

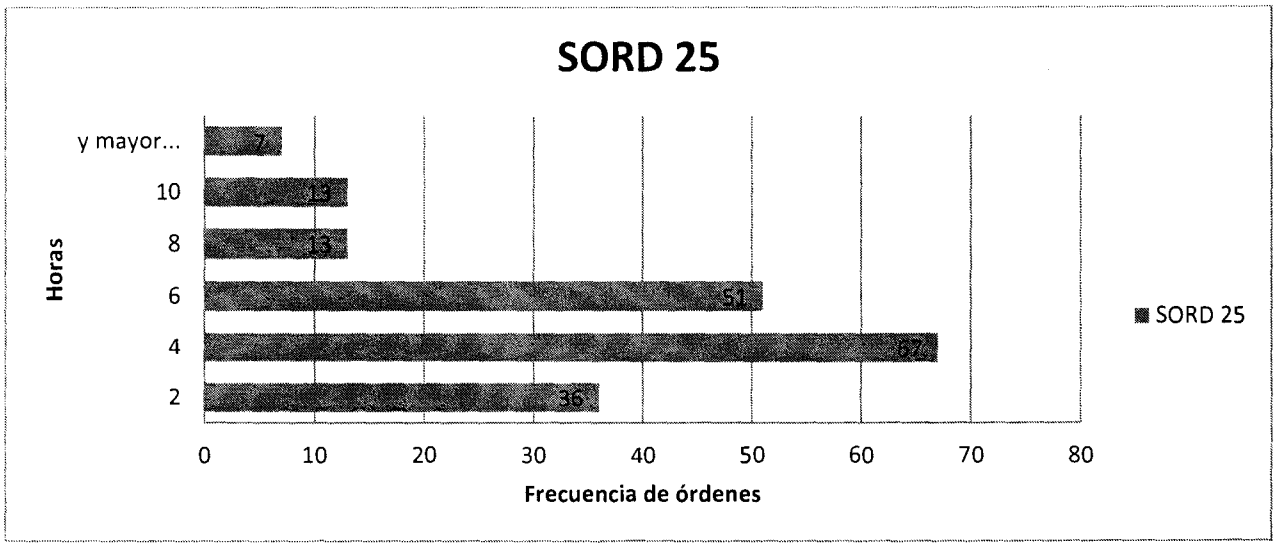


Gráfico 23: Agrupación por tiempos de alisto para SORD 26

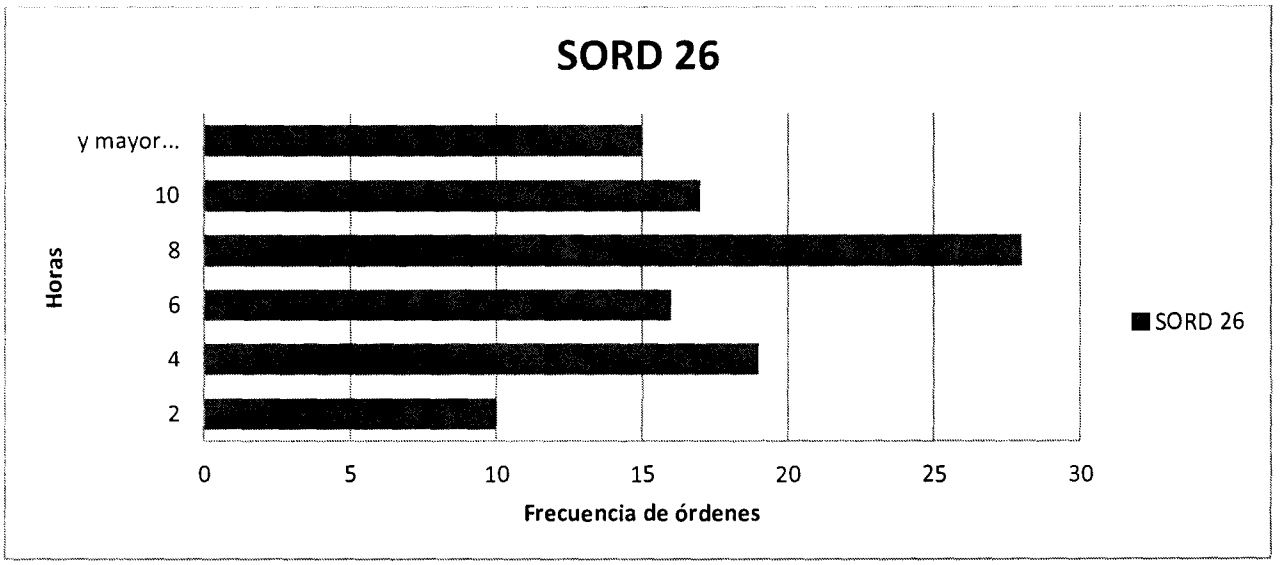
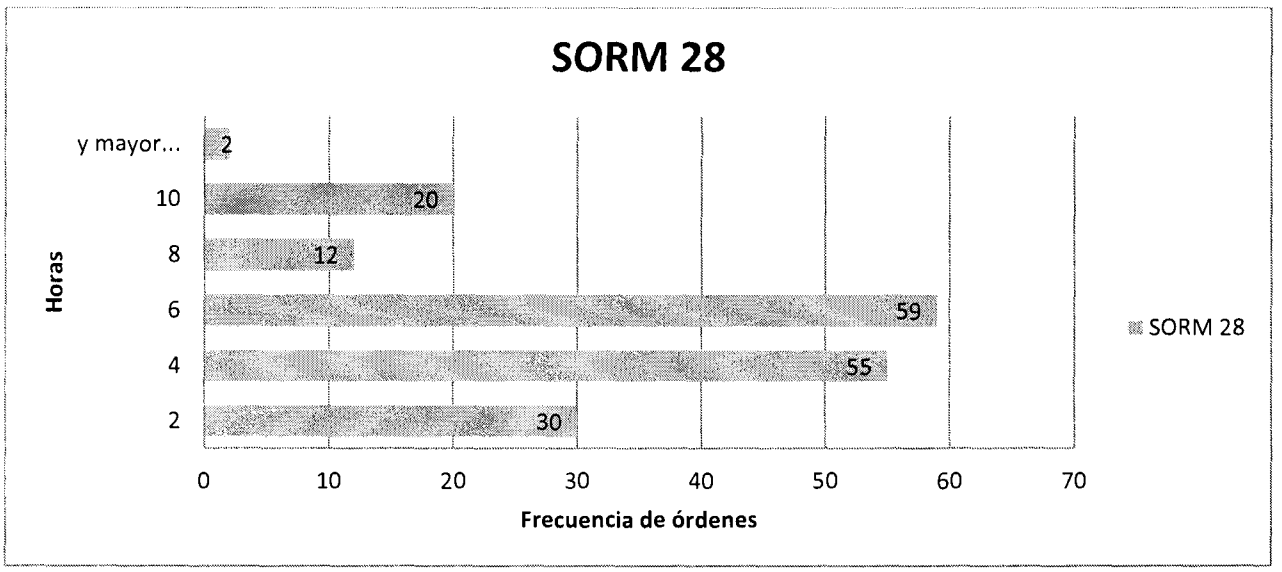
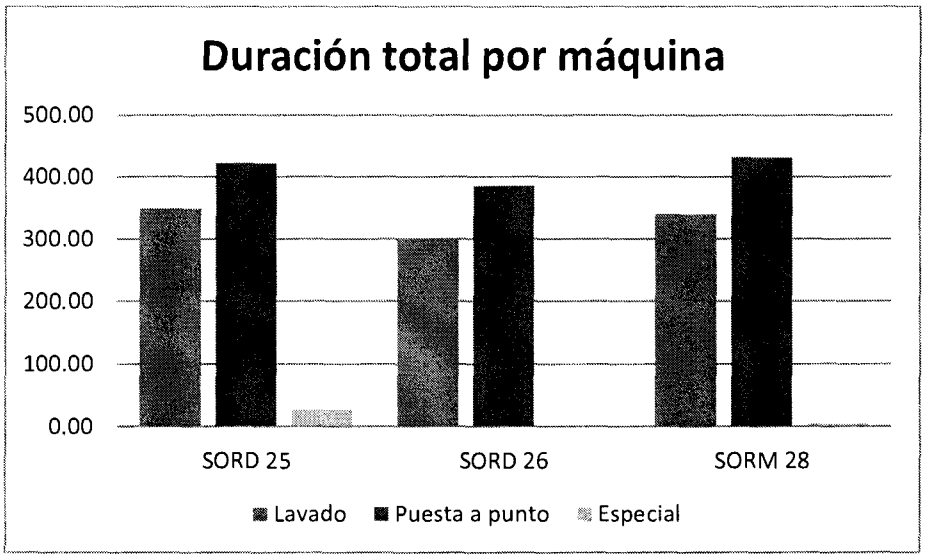


Gráfico 24: Agrupación por tiempos de alisto para SORM 28



Es importante mencionar que las actividades de lavado y blanqueo, debido a que son muy parecidos en realización, herramientas, movimientos y ubicación en la máquina, se decidieron agrupar para realizar un estudio aparte que se muestra en los siguientes gráficos.

Gráfico 25: Suma total de duración en alisto por máquina por actividades combinadas



De este gráfico se puede ver que el tiempo que se invierte en lavado (incluye lavado y blanqueo) y en puesta a punto, representan casi el 95% del tiempo total del alisto; importante recalcar que el tiempo de "puesta a punto" se compone de aproximadamente 10 actividades.

Comportamiento de las familias y materiales en el área de prensas

Tal y como se mencionó en el diagnóstico, uno de los factores que disminuyen la flexibilidad en el área de prensas corresponde a la segmentación por tipo de material o familia que se establece para las máquinas por política interna de la organización. A continuación se muestran las familias que se han fabricado desde enero 2012 hasta marzo del 2013:

Cuadro 97. Familias producidas (Enero 2012 - Marzo 2013)

Nombre de la familia	Código de la familia
Maquila[22]	110
Calidad[1]	150
Indirectos[1]	160
Tarjetas Blíster	BL1
Blíster (todo incluido)	BL4
Etiquetas simples	C10
Etiquetas complicadas	C11
Cajas simples	C20
Cajas complicadas	C21
Cajas para congelados	C22
Cajas(Carton0.36)	C24
Estuches(Cartòn0.36)	C25
Cajas Forradas	C30
Papelería	C60
Afiches	C70
Brochures	C71
Habladores	C73
Posavasos	C79
Arte	C90
Sobres	C99
Cajas Forradas(Exportación)	E30

[22] Familias utilizadas para asuntos administrativos

Posteriormente se desglosan las familias según la cantidad de órdenes que se fabrican dentro de cada una de las familias tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 98. Cantidad de órdenes según familia

ID	Cantidad de órdenes			Porcentaje sobre el total			Porcentaje sobre total/máquina		
	Máquina 25	Máquina 26	Máquina 28	Máquina 25	Máquina 26	Máquina 28	Máquina 25	Máquina 26	Máquina 28
110	2		1	0,28%		0,14%	0,69%		0,38%
150			1			0,14%			0,38%
160		2			0,28%			1,23%	
BL1	2		15	0,28%		2,09%	0,69%		5,66%
BL4			6			0,83%			2,26%
C10	2	86	24	0,28%	11,96%	3,34%	0,69%	52,76%	9,06%
C11		24	9		3,34%	1,25%		14,72%	3,40%
C20	94		122	13,07%		16,97%	32,30%		46,04%
C21	63	2	20	8,76%	0,28%	2,78%	21,65%	1,23%	7,55%
C22	21		17	2,92%		2,36%	7,22%		6,42%
C24	49		18	6,82%		2,50%	16,84%		6,79%
C25	6			0,83%			2,06%		
C30		4			0,56%			2,45%	
C60	8	37	16	1,11%	5,15%	2,23%	2,75%	22,70%	6,04%
C70	2	1	2	0,28%	0,14%	0,28%	0,69%	0,61%	0,75%
C71		2	8		0,28%	1,11%		1,23%	3,02%
C73	1		3	0,14%		0,42%	0,34%		1,13%
C79	41			5,70%			14,09%		
C90			1			0,14%			0,38%
C99			1			0,14%			0,38%
E30		5	1		0,70%	0,14%		3,07%	0,38%
Total	**291**	**163**	**265**	**40%**	**23%**	**37%**	**100%**	**100%**	**100%**

En las columnas de "Porcentaje sobre el total" se muestra el porcentaje que representa el acumulado de órdenes por familia dentro de cada una de las máquinas con respecto a la totalidad de las 719 órdenes. Siendo las familias de cajas simples (C20) y etiquetas simples (C11) las que mayor porcentaje representan de la demanda. Otras familias como cajas complejas, etiquetas complejas, cajas para congelados, cajas de cartón 0.36 y posavasos también forman parte de las familias que mayor porcentaje de participación poseen (según cantidad de órdenes). Además, es posible notar una tendencia con estas familias de acuerdo al tipo de máquina que se le asigna:

- La familia que mayor demanda posee (C20-Cajas simples) se producen tanto en la SORD 25 y la SORM 28.
- El 76% de las órdenes de etiquetas simples (C10) se fabrican en la 26 mientras que un 21% en la 28.
- Familias C21, C22, C24 únicamente se producen en la 25 y 28.

Dentro de los materiales que se utilizan en estas familias se pueden nombrar:

Cuadro 99. Materiales dominantes de las familias principales por cantidad

C10	C11	C20	C21	C22	C24	C60	C79
PAPEL ETIQUETA 90 gramos	PAPEL ETIQUETA 90 gramos	CARTON	CARTON	CARTULINA	CARTON	PAPEL (BOND-COUCHE)	CARTON
PAPEL KROMECOTE 90 gramos	PAPEL KROMECOTE 90 gramos PL. ADHESIVO BRILLANTE C/ CORTE BCO	CARTULINA	CARTULINA		CARTULINA		
Ambos conforman el 87.5%	**100%**	**Conforman el 98.36%**	**Conforman el 94.11%**	**100%**	**100%**	**Conforman el 70.49%**	**100%**

A su vez, es importante conocer el porcentaje que cada familia presenta calculado sobre el total de órdenes de cada máquina. Para ellos se calcula la columna "Porcentaje sobre total/máquina" en el Cuadro 98. De esto se pueden determinar las tres familias principales según la cantidad de órdenes para cada una de las máquinas:

Cuadro 100. Familias dominantes según cantidad de órdenes para cada tipo de máquina

Máquina 25	Máquina 26	Máquina 28
C20- Cajas simples	C10- Etiquetas simples	C20- Cajas simples
C21- Cajas complicadas	C60-Papelería	C10- Etiquetas simples
C24-Cajas (0.36)	C11-Etiquetas complejas	C24- Cajas (0.36)

Por otra parte, al agregar los volúmenes de las órdenes según la familia a la que pertenecen y la máquina que se les asignó, se puede obtener el siguiente cuadro:

Cuadro 101. Volúmenes de las órdenes según familia

ID	Volúmenes de órdenes (tamaños)			Porcentaje sobre el total			Porcentaje sobre total/máquina		
	Máquina 25	Máquina 26	Máquina 28	Máquina 25	Máquina 26	Máquina 28	Máquina 25	Máquina 26	Máquina 28
110	6 600		1	0,17%			0,56%		
150			850			0,02%			0,08%
160		4 480			0,12%			0,30%	
BL1	10 800		33 834	0,29%		0,89%	0,92%		2,99%
BL4			13 679			0,36%			1,21%
C10	3 750	1 068 697	190 406	0,10%	28,23%	5,03%	0,32%	72,08%	16,84%
C11		103 353	51 179		2,73%	1,35%		6,97%	4,53%
C20	388 652		560 831	10,27%		14,81%	33,13%		49,61%
C21	284 238	56 346	68 203	7,51%	1,49%	1,80%	24,23%	3,80%	6,03%
C22	190 413		94 448	5,03%		2,49%	16,23%		8,36%
C24	124 340		46 685	3,28%		1,23%	10,60%		4,13%

C25	5 000			0,13%			0,43%		
C30		105 67			0,28%			0,71%	
C60	26 362	219 842	50 672	0,70%	5,81%	1,34%	2,25%	14,83%	4,48%
C70	5 675	5 150	1 252	0,15%	0,14%	0,03%	0,48%	0,35%	0,11%
C71		4 440	9 353		0,12%	0,25%		0,30%	0,83%
C73	1 463		4 613	0,04%		0,12%	0,12%		0,41%
C79	125 891			3,33%			10,73%		
C90			860			0,02%			0,08%
C99			2 250			0,06%			0,20%
E30		9 700	1 290		0,26%	0,03%		0,65%	0,11%
Total	**1 173 183**	**1 482 574**	**1 130 405**	**31%**	**39%**	**30%**	**100%**	**100%**	**100%**

Con los valores de la columna "Porcentajes sobre el total" del cuadro anterior se determina que el comportamiento según volumen es similar al que se encontró según la cantidad de órdenes. Además, según la columna de "Porcentaje sobre total/máquina" para la prensa SORD 25 y SORD 26 se mantienen las familias dominantes (C20, C21, C24 y C10, C60, C11) respectivamente; mientras que para la prensa SORM 28 la familia C22 (cajas para congelados) por volumen desplaza a la familia C24.

Seguidamente, en términos de porcentajes de utilidad y tomando como base para el análisis las 719 órdenes que se procesaron desde enero 2012 hasta marzo 2013, se tiene lo siguiente:

Cuadro 102. Análisis de utilidad según familia y máquina

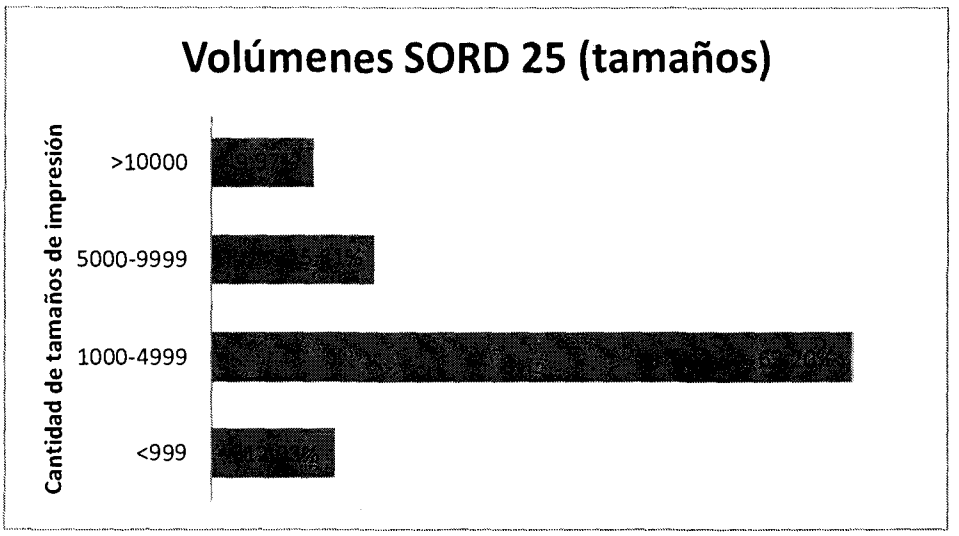
Análisis Utilidad	SORD 25 Familia	SORD 25 Porcentaje sobre el total de la máquina	SORD 26 Familia	SORD 26 Porcentaje sobre el total de la máquina	SORM 28 Familia	SORM 28 Porcentaje sobre el total de la máquina
1	C21	29,88%	C10	56,04%	C20	46,02%
2	C20	28,71%	C11	19,13%	C24	9,78%
3	C24	23,77%	C60	10,03%	C21	8,22%
Porcentaje de utilidad por máquina	**50,12%**		**18,29%**		**31,60%**	

Como se puede observar, al determinar las tres familias principales en términos porcentuales de utilidad para cada una de las prensas se encuentra que tanto las C21, C20 y C24 corresponden a las familias que más dinero le deja a la organización (máquinas SORD 25 y SORM 28) mientras que para la SORD 26 se identifican a las familias C10, C11 y C60 como las que mayor utilidad poseen (56,04%, 19,13% y 10,03% respectivamente).
Además, se procede a calcular el impacto en términos porcentuales que cada una de las máquinas posee al contemplar todas las familias. Con esto se obtiene que el conjunto de órdenes que la SORD 25 fabrica corresponde al 50,12% de las utilidades que generan las órdenes de producción, mientras que 18,29% se procesa en la SORD 26 y el restante 31,60% en la SORM 28.

Comportamiento de los volúmenes para el área de prensas.

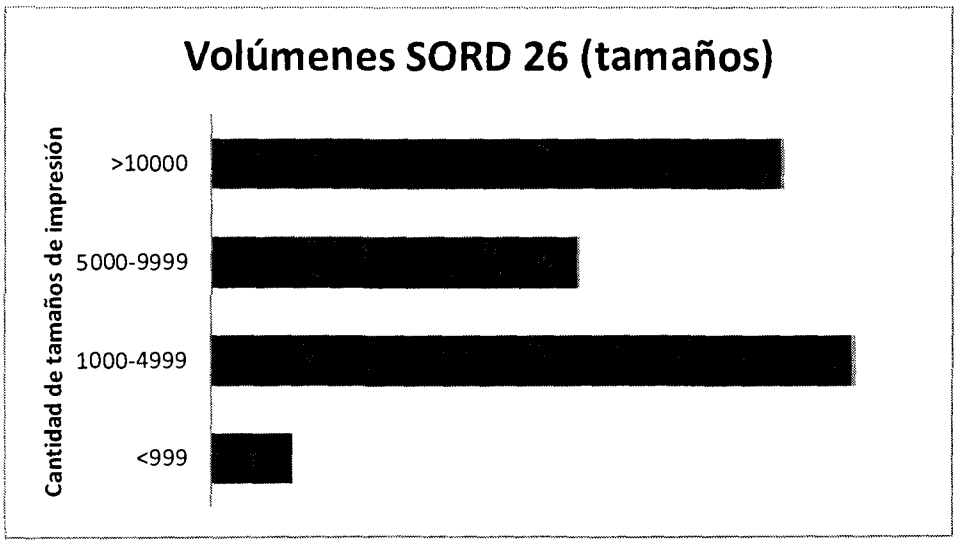
Se procede a mostrar el comportamiento de los volúmenes (en tamaños de impresión), para cada una de las prensas de dos colores que posee la empresa, con el fin de conocer en qué rangos se encuentran las mismas. Los datos se obtuvieron de las órdenes que ingresaron al área de prensas para el período en estudio. A continuación se presentan los gráficos para cada una de las máquinas:

Gráfico 26. Comportamiento de volúmenes para la máquina SORD 25



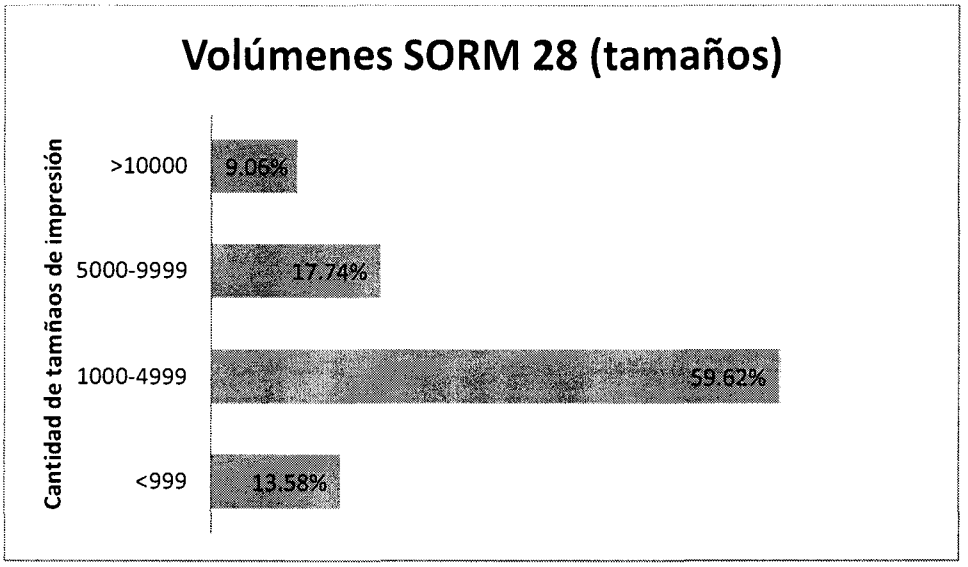
Como se puede observar la mayoría de los trabajos que ingresan a la máquina SORD 25, presentan un rango de tamaños de impresión mayores o iguales a 1 000 y menores que 5 000, siendo alrededor del 62% de las órdenes las que presentan dicho comportamiento. Además esto sumado a la cantidad de órdenes que presentan un rango menor a 1 000 se obtiene un 74% del total de las órdenes. Cabe mencionar que dicha máquina está enfocada en productos de cartón.

Gráfico 27. Comportamiento de volúmenes para la máquina SORD 26



Para este caso se tiene un comportamiento diferente al presentado con la máquina anterior, se tiene que a pesar de que la mayor cantidad de órdenes presentaron una cantidad de tamaños de impresión dentro del rango de mayor o igual a 1 000 y menor de 5 000 con un 38% aproximadamente. Sin embargo el segundo mayor rango comprende una cantidad de tamaños de impresión mayor a 10 000. Para este caso la máquina está dedicada a producción de etiquetas.

Gráfico 28. Comportamiento de volúmenes para la máquina SORD 28



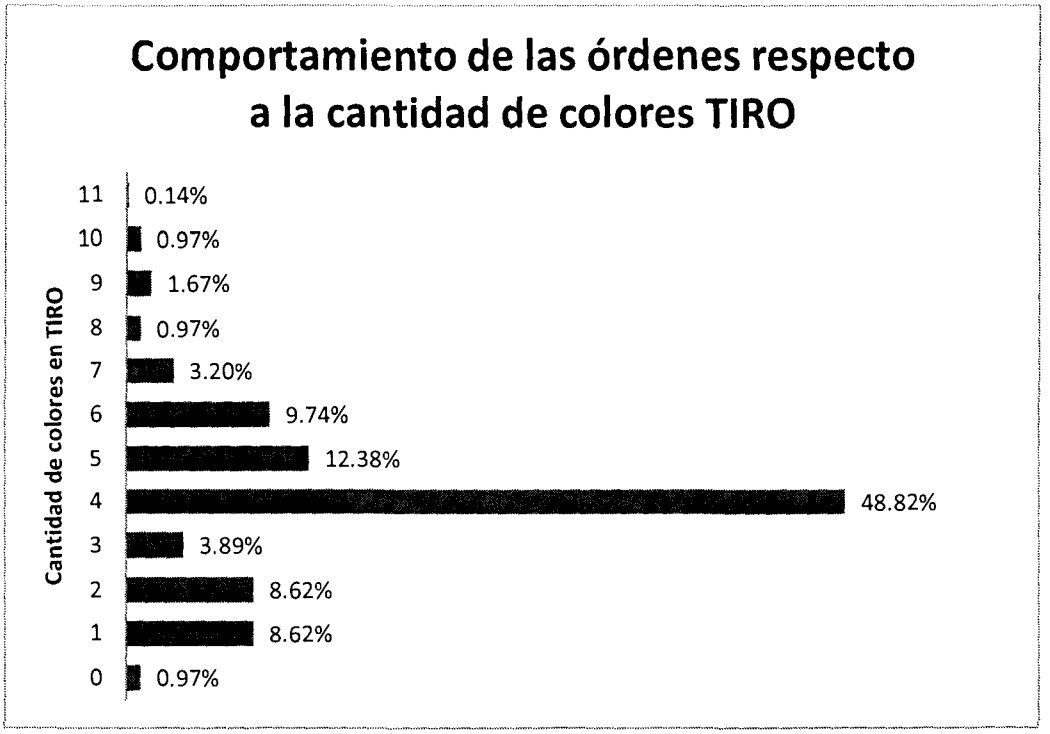
Muy similar al caso de la máquina SORD 25, la SORM 28 presenta la mayor cantidad de órdenes con una cantidad de tamaños de impresión entre los 1 000 y 5 000. Del total de las órdenes incluidas el 60% aproximadamente se encuentra en dicho rango y en total se tiene que más del 70% de las órdenes conllevan una cantidad menor a los 5 000 tamaños de impresión. Esta máquina actualmente se encuentra dedicada a productos de cartón.

En fin se puede observar que los pedidos realizados a la empresa que entraron al área de prensas en su mayoría constan de una cantidad de tamaños de impresión menores a 5 000. Sin embargo este comportamiento está más marcado para el caso de las máquinas dedicadas a cartón superando el 70% de las órdenes en cada una de ellas, lo cual contribuye a que las mismas deban realizar mayor cantidad de cambios debido a los bajos volúmenes y por lo tanto los tiempos de alisto totales aumenten reduciendo así la utilización en tiraje de las prensas.

Comportamiento de cantidad de colores para el área de prensas

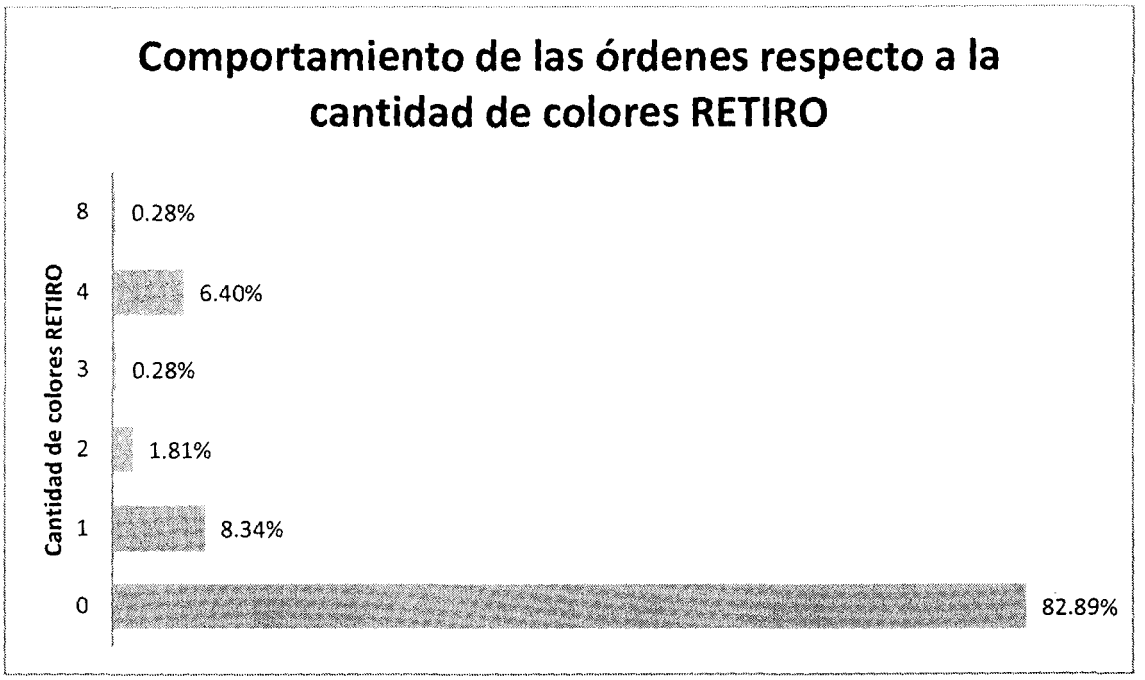
Otro aspecto importante de mencionar es el comportamiento de los colores en las órdenes que pasan por las máquinas del área de prensas convencionales (SORD 25, SORD 26, SORM 28). Para las mismas se realiza un análisis general y posteriormente un análisis detallado en cada una de ellas. A continuación se presenta un gráfico en el cuál se indican los porcentajes de las órdenes del período contemplado que llevan la cantidad de colores mostrada en el eje vertical.

Gráfico 29. Comportamiento de las órdenes respecto a la cantidad de colores TIRO



Con lo anterior se puede observar que el 49% de las órdenes llevan 4 colores en TIRO mientras que un 22% presenta menos de 4 colores y un 29% de las órdenes presentan más de 4 colores. Siendo la cantidad de cuatro colores dominante con respecto a los demás colores. Posteriormente se procede a observar el comportamiento de las órdenes en cuanto a colores de RETIRO.

Gráfico 30. Comportamiento de las órdenes respecto a la cantidad de colores RETIRO



Para este caso se puede observar en el gráfico anterior que la mayoría de las órdenes no llevan colores en el retiro (siendo un 83% aproximadamente).

Ahora se procede a observar el comportamiento de los colores para las órdenes en cada una de las prensas, esto con el fin de observar cuáles son los colores que predominan en las órdenes realizando el análisis para verificar qué porcentaje de las órdenes implican CMYK y qué porcentaje de las órdenes implican otros *pantones,* o bien una combinación de los anteriores. Se analiza únicamente la opción de TIRO puesto que para el RETIRO el porcentaje que presentan es muy bajo.

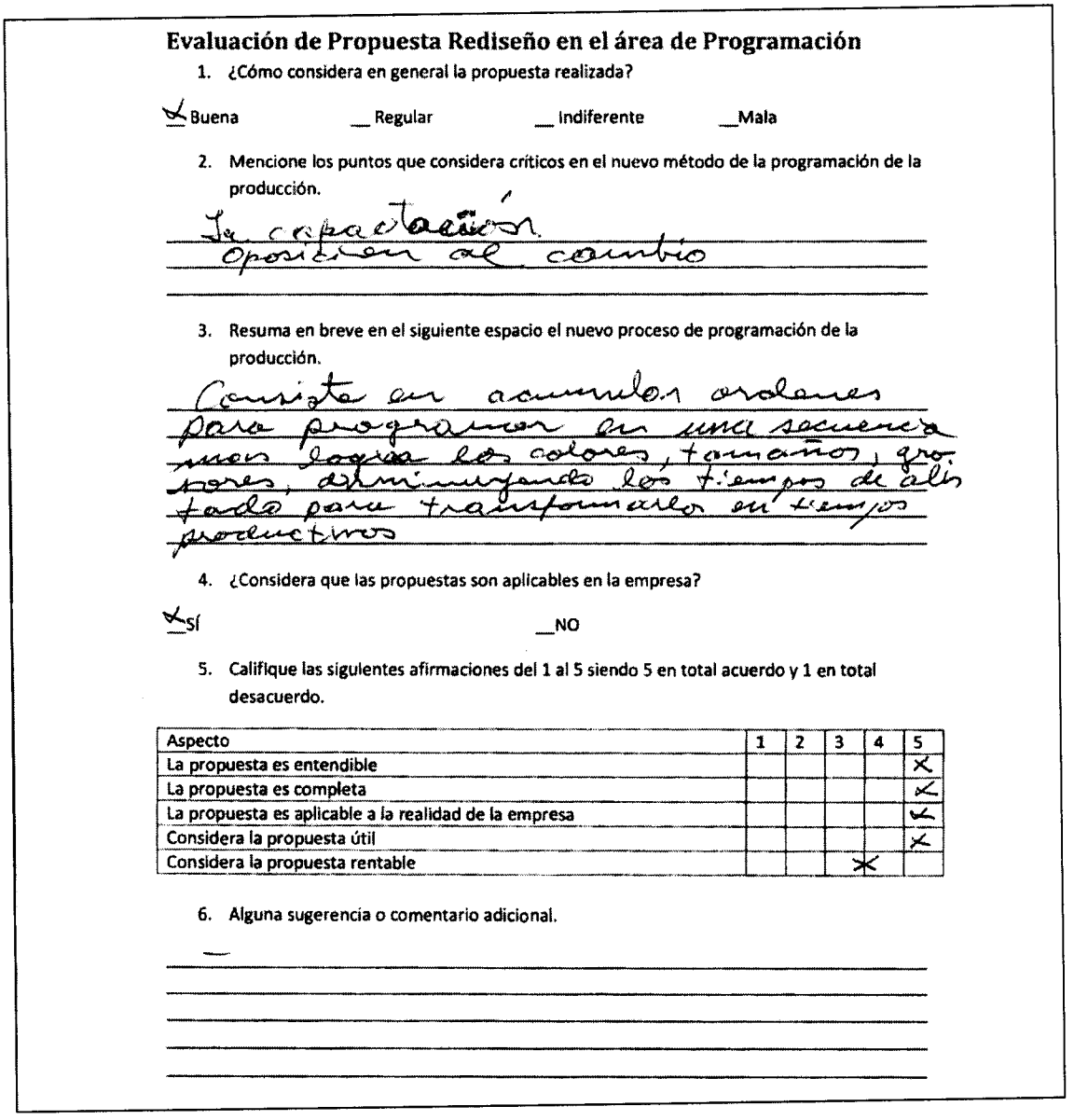
Cuadro 103. Porcentaje de órdenes que incluyen CMYK u otros colores

	Porcentaje de órdenes Colores TIRO		
Colores	SORD 25	SORD 26	SORM 28
CMYK	30%	27%	25%
CMYK+ otro color	39%	49%	42%
OTROS	31%	24%	23%

Con la tabla anterior se puede observar que cerca del aproximadamente más del 70% de las órdenes para las tres máquinas implica el uso de CMYK y algún otro color, barniz. Es importante recalcar el comportamiento similar que presentan las máquinas dedicadas a productos de Cartón (SORD 25 Y SORM 28) en cuanto a cantidad de colores que fabrican lo que significa que la mayoría de los productos de cartón independientemente en la máquina que se trabajen presentan una tendencia similar en cuanto a cantidad de colores. En fin es importante subrayar el comportamiento de los colores CMYK para las órdenes que ingresaron y como el factor común de combinación de colores Cian-Magenta-Amarillo-Negro (CMYK) predomina en la mayoría de órdenes.

Apéndice 10 - Resultados encuesta de evaluación de propuesta de mejora

Figura 36. Encuesta Gerente General



Evaluación de Propuesta Rediseño en el área de Programación

1. ¿Cómo considera en general la propuesta realizada?

X Buena __ Regular __ Indiferente __Mala

2. Mencione los puntos que considera críticos en el nuevo método de la programación de la producción.

La capacitación.
Oposición al cambio

3. Resuma en breve en el siguiente espacio el nuevo proceso de programación de la producción.

Consista en acumular ordenes para programar en una secuencia que logre los colores, tamaños, grosores, disminuyendo los tiempos de alistado para transformarlos en tiempos productivos

4. ¿Considera que las propuestas son aplicables en la empresa?

X SÍ __NO

5. Califique las siguientes afirmaciones del 1 al 5 siendo 5 en total acuerdo y 1 en total desacuerdo.

Aspecto	1	2	3	4	5
La propuesta es entendible					X
La propuesta es completa					X
La propuesta es aplicable a la realidad de la empresa					X
Considera la propuesta útil					X
Considera la propuesta rentable			X		

6. Alguna sugerencia o comentario adicional.

—

Figura 37. Encuesta programador de la producción

Evaluación de Propuesta Rediseño en el área de Programación

1. ¿Cómo considera en general la propuesta realizada?

__ Buena √ Regular __ Indiferente __Mala

2. Mencione los puntos que considera críticos en el nuevo método de la programación de la producción.

La distribución de los trabajos en las máquinas por el estado de las mismas
Ciertos trabajos que son complicados y no llevan secuencia cmyK.

3. Resuma en breve en el siguiente espacio el nuevo proceso de programación de la producción.

Consiste en procesar los trabajos a dos máquinas, para disminuir los tiempos de alistado, de lavado y así dar más productividad y mejor tiempo de respuesta al cliente, disminuyendo además los costos.

4. ¿Considera que las propuestas son aplicables en la empresa?

√ SÍ __NO

5. Califique las siguientes afirmaciones del 1 al 5 siendo 5 en total acuerdo y 1 en total desacuerdo.

Aspecto	1	2	3	4	5
La propuesta es entendible				X	
La propuesta es completa			X		
La propuesta es aplicable a la realidad de la empresa			X		
Considera la propuesta útil				X	
Considera la propuesta rentable				X	

6. Alguna sugerencia o comentario adicional.

Creo que la propuesta si puede ser aplicable y hasta rentable, pero si se tuviera que aplicar hoy no habría buena respuesta del personal porque están muy negativos al cambio. Se necesita un poco de motivación y mejor maquinaria.

ICAR
Industrias de Cartón S.A

Procedimiento de la programación de la producción

Julio 2013

CONTENIDO

I.	OBJETIVO	2
II.	ALCANCE	2
III.	DEFINICIONES	2
IV.	RESPONSABILIDADES	3
V.	PROCEDIMIENTO DE PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	3
VI.	DIAGRAMA GENERAL	8
VII.	ACTIVIDADES POR DÍA	10
VIII.	SISTEMA DE INFORMACIÓN	14
IX.	ANEXOS	15
X.	CONTROL DE CAMBIOS	16

ICAR INDUSTRIAS DE CARTON, S.A.	Procedimiento de la programación de la producción		Código: I-PP-01
			Versión: 01
			Vigente desde: Agosto-2013
Elaborado por: José Fallas, Carlos Gadea, Gabriel Gómez	Fecha elaboración 15-07-13	Aprobado por: Arnoldo Moreno	Fecha aprobación: 26-07-2013

I. OBJETIVO

Documentar las actividades que conlleva el proceso de programación de la producción, así como los responsables de cada una de ellas, con el fin de agilizar los procesos posteriores, por medio del establecimiento de una nueva sistemática.

II. ALCANCE

Esta guía presenta las actividades que implica el proceso de programación de la producción e involucra a los siguientes puestos: Programador de la producción, Encargado de compras, Encargado de arte, Encargado de bodega. Las actividades aquí presentadas para cada uno de los involucrados NO representan la totalidad de sus funciones por lo que los mismos deben realizar el resto de actividades ajenas al proceso normalmente.

III. DEFINICIONES

- **Programación de la producción:** Proceso que comprende todas las actividades realizadas desde que la orden de producción deja el departamento de cotizaciones hasta que la orden de producción ingresa al área de producción.
- **Programador de la producción:** Persona encargada de llevar a cabo la programación de la producción, así como de supervisar para que todos los involucrados estén realizado las actividades que les corresponden.
- **Encargado de Arte:** Persona encargada de la búsqueda de planchas, y aprobación de Arte.
- **Encargado de Compras:** Encargado de contactar a los proveedores y llevar a cabo el proceso de compra de materiales.
- **Encargado de Bodega:** Persona que se encarga de todas las actividades correspondientes al área de Bodega, para el proceso presentado específicamente la recepción de materias primas.
- **Cotización:** Proceso de establecer precio a los requerimientos solicitados por el cliente para que se lleve a cabo la evaluación por parte del mismo.
- **Orden de Producción:** Documento generado en la empresa una vez que el cliente ha aceptado la cotización y ha aprobado la producción del mismo.
- **SisPro:** Sistema de la empresa en el cuál se lleva a cabo la programación de la producción actualmente, así como la generación de reportes.
- **Máquina Virtual:** Recurso adicional que se debe ingresar en el SisPro para facilitar la acumulación de órdenes de producción hasta el día de programación.

- **Planchas:** Grabado de la imagen en superficie metálica que permite la coloración y adhesión de la imagen al material de impresión. Es el molde de la imagen que se utilizará en cada una de los colores que se utilizan.
- **Día de programación:** Corresponde al día que se ha destinado para llevar a cabo el secuenciamiento de las órdenes y programación en el área de producción.
- **Tiempo de búsqueda:** Tiempo establecido por el encargado de Arte para los diferentes tipos de órdenes de producción que conlleva la búsqueda de la aprobación de arte y planchas.
- **Tiempo de espera:** Tiempo que de acuerdo al estado actual de la producción tardaría la orden en ingresar a planta.
- **Tiempo Producción:** Tiempo que dura la orden en producirse en las diferentes áreas que conlleva la orden.
- **Tiempo de Alisto:** Tiempo que necesita la orden en cada una de las áreas para ser puesta a punto antes de su tiraje.
- **Tiempo de Seguridad:** Tiempo establecido para evitar que la orden se atrase por el secuenciamiento y por lo tanto se incumpla al cliente.
- **Tiempo Facturación:** Tiempo que implica las actividades posteriores a la producción.

IV. RESPONSABILIDADES

El responsable del proceso de la programación de la producción es el programador, el mismo debe velar por que se sigan las pautas establecidas, y tiene la potestad de reportar al gerente de producción cualquier incumplimiento en las actividades por parte de alguno de los involucrados. En caso de que el programador se ausente de su cargo por alguna razón injustificada, el gerente de producción en colaboración con el encargado de compras pasa a realizar sus actividades.

V. PROCEDIMIENTO DE PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

A continuación se presenta el proceso de programación en el cuál se establecen una serie de lineamientos para los diferentes involucrados. Al final del documento se presenta un diagrama general, junto con una programación de las actividades realizadas para cada uno de los involucrados con el fin de que no olviden ningún detalle dentro de sus funciones.

a. INICIO DEL PROCESO

El proceso inicia con la llegada de la orden de producción y de corte al área del *programador de la producción*. Se acumulan las órdenes en el puesto de trabajo por un período menor a medio

día en esta área y posteriormente se ingresan al recurso de Máquina virtual que posee el sistema de programación SisPro.

b. CÁLCULO DE FECHAS DE ENTREGA

Posteriormente una vez ingresadas en la máquina virtual las órdenes se procede a realizar el cálculo de las fechas de entrega. Existen dos escenarios para llevar a cabo dicho cálculo. El primero de ellos se da cuando el período de búsqueda es mayor al tiempo de espera, para este caso la fórmula a aplicar es la siguiente:

$$T.\,Producción + T.\,Alisto + T.\,Seguridad + T.\,Facturación + T.\,Búsqueda = Fecha\ de\ Entrega$$

En caso contrario, es decir cuando el tiempo de búsqueda sea menor al tiempo de espera se aplica la siguiente fórmula:

$$T.\,Producción + T.\,Alisto + T.\,Seguridad + T.\,Facturación + T.\,Espera = Fecha\ de\ Entrega$$

Los demás parámetros corresponden al tiempo de producción, tiempo de alisto, tiempo de seguridad y tiempo de facturación.

c. ACTUALIZACIÓN DE PARÁMETROS PARA FECHA DE ENTREGA

Debido a que los anteriores parámetros pueden variar a lo largo del tiempo y dependiendo de la temporada en la que se encuentren, se debe actualizar los parámetros. A continuación se presenta la forma de actualizar cada uno de ellos:

T. Producción y T. Alisto: Se debe llevar a cabo un estudio de tiempos y movimientos, con el fin de que se logren estimar los tiempos de una manera más cercana a la real.

T. Seguridad: En las diferentes épocas del año, así como conforme se aplican las acciones se deben plantear diferentes tiempos de seguridad. Para llevar a cabo la actualización de los mismos, se debe realizar una comparación entre la fecha de facturación y la fecha prometida al cliente, es decir:

Parámetro de correción T. Seguridad: Fecha Facturación − Fecha prometida al cliente

Si el promedio del parámetro de corrección (debe ser calculado por mes) es negativo entonces se debe disminuir el T. Seguridad del que actualmente estaba. Mientras que si el parámetro es positivo quiere decir que la fecha de facturación es mayor a la fecha prometida y por lo tanto se le está atrasando la entrega al cliente; por lo tanto se debe aumentar el T. Seguridad. El programador se encargará de llevar a cabo dicho análisis.

T. Facturación: Es constante, por lo tanto no necesita de una actualización continua.

T. Búsqueda: El departamento de Arte será el encargado de actualizar dichos parámetro de acuerdo a como lo considere necesario.

T. Espera: Depende de la situación de la empresa, por lo tanto y debido a que es muy variable no se debe actualizar.

d. ACUMULACIÓN DE ÓRDENES

Una vez que las órdenes son ingresadas en la máquina virtual, las mismas quedan en estado de espera, inicialmente de la aprobación de arte y posteriormente de la búsqueda de materiales y de planchas. Las órdenes deben estar en espera hasta que tengan las tres aprobaciones mencionadas y por medio del secuenciamiento sean ingresadas al recurso correspondiente.

e. BÚSQUEDA DE ARTE

Una vez que las órdenes fueron ingresadas a la máquina virtual en el sistema el *encargado de arte* debe iniciar la búsqueda de Arte, la misma debe darse dentro del tiempo establecido por el mismo encargado. Una vez que se haya conseguido la aprobación de Arte se debe modificar en el sistema para que los demás involucrados conozcan que ya el arte fue aprobado.

f. BÚSQUEDA DE PLANCHAS

Debido a que el encargado de arte es a quien le corresponde la búsqueda de planchas este debe iniciar inmediatamente la búsqueda de planchas después de haber conseguido la aprobación de arte. Una vez que haya conseguido las planchas o estén prontas a llegar debe actualizar la orden en el sistema para que se conozca que ya se ha conseguido las planchas.

g. BÚSQUEDA DE MATERIALES

La búsqueda de materiales para impresión la lleva a cabo el *encargado de compras,* el mismo debe iniciar la búsqueda desde el momento que el arte ya fue aprobado y actualizado en el sistema. Este debe contactara los proveedores e informar al *encargado de bodega* los materiales que están en camino a la empresa, y este último debe actualizar en el sistema una vez que los materiales han llegado a la empresa, para que las demás áreas conozcan que ya se tienen disponibles.

h. DÍA DE PROGRAMACIÓN

Se establecen para llevar a cabo la programación dos días a la semana, el martes y el viernes. En este día se lleva a cabo el secuenciamiento y la programación de la producción únicamente de las órdenes que cuentan con la **aprobación** de arte, planchas y materiales de impresión. Se programará un período que comprenda una semana de producción. En caso de que se necesite más tiempo para la producción, se puede tomar de la siguiente semana, sin embargo no se puede abracar más de dos días. Si la programación de una semana se completa el martes entonces el viernes no debe programarse nada. Si el martes no se logra completar la semana entonces no se debe hacer la programación y la misma se debe realizar completa el día viernes.
La programación de la producción se debe llevar aplicando el secuenciamiento. Para poder realizar dicha programación se brinda un formato en el cuál se puede ir modificando la programación y una vez que se tenga se ingrese al sistema de programación. Dicho formato se puede observar en el Anexo 1. Cuadro programación de la producción
Además este día el programador debe verificar la fecha de entrega de todas las órdenes, en caso de que alguna no tenga los materiales disponibles debe comunicarse con el encargado del material faltante (sea planchas o material de impresión), y deben tomar medidas para notificar al vendedor en caso de que sea necesario comunicarse con el cliente.

i. SECUENCIAMIENTO

Para determinar la secuencia de las órdenes para ingresar a planta se deben tomar en cuenta los siguientes factores, presentados en orden de importancia; siendo el primero de ellos la fecha de entrega prometida al cliente y el último de ellos si la ordene presenta el uso de *pantones*, recordando que dicho secuenciamiento se hará en los días establecidos anteriormente (martes y viernes) sujeto a las restricciones presentadas:

1. **Fecha de Entrega:** Debido a que el cliente es el pilar esencial de toda organización, se considera necesario cumplirle siempre con la fecha prometida, sea entregándole el producto antes o el día prometido. Con este parámetro se obtendrá que una orden no sea programada a iniciar en un período para el cual ya se incumpla con la fecha prometida.
2. **Factor común CMYK:** dentro del conjunto de órdenes elegidas en el paso anterior debido a su fecha de entrega, se deben ingresar de primeras las órdenes que contienen el factor común CMYK. El desempate entre las órdenes se dará por los siguientes factores presentados posteriormente. Además para los casos en los que el CMYK vaya junto con un barniz que se inserta en prensas o con otro *pantone*, entonces el programador debe valorar si se estima un día para realizar dichas aplicaciones o si se establece un tiempo al final del día destinado a este tipo de trabajos.
3. **Posición de la guía lateral:** Debido a que algunas órdenes llevan la guía en el lado derecho y otras en el lado izquierdo, se busca realizar primero las que la llevan a un lado y luego las que llevan en el otro lado. La escogencia del lado es indiferente, siempre y cuando se realicen juntas las que la tienen de un lado y no se tenga que incurrir en un alisto innecesario.
4. **Tamaño del pliego:** Otro factor que entra en juego es el tamaño del pliego, para evitar el impacto de este factor de cambio, se busca realizar el secuenciamiento de manera que vaya desde el pliego más grande hacia el pliego más pequeño o viceversa. Nuevamente el orden es indiferente siempre y cuando se mantenga tendencia a subir o bajar en el tamaño del pliego del material a imprimir.
5. **Calibre:** Situación similar a la del tamaño del pliego presentado anteriormente, dónde es preferible secuenciar las órdenes de forma que el calibre se modifique de manera ascendente o descendente, pero que no hayan oscilaciones entre ellos.
6. **Solicitud del cliente (Urgencia):** El quinto factor a considerar son las órdenes que son urgencia, siempre y cuando no hayan sido secuenciadas por algún otro factor mencionado anteriormente. Es importante que la empresa y el área de ventas trate de minimizar este tipo de solicitudes, ya que altera el orden dentro del área de producción y además crea una mala costumbre con los clientes.
7. ***Pantones* (otros colores):** Por último se dejan las órdenes que llevan otros colores diferentes al factor común de CMYK mencionado anteriormente. Es preferible secuenciar estas órdenes para que ingresen por las tardes y que sean los últimos trabajos que se hagan o bien utilizar un día para este tipo de trabajos (ambos cuando haya disponibilidad

y no alteren el orden de las demás órdenes). Posteriormente se aplican nuevamente los puntos 3, 4, 5 y 6 del secuenciamiento.

8. **Posavasos:** Un criterio específico que se tiene es el caso de los posavasos, ya que para realizar este tipo de trabajos sólo se puede utilizar la máquina SORD 25, por lo tanto no se pueden ingresar en otra máquina, sin embargo sería el último criterio a tomar en cuenta ya que implica una serie de pasos adicionales para realizar el cambio.

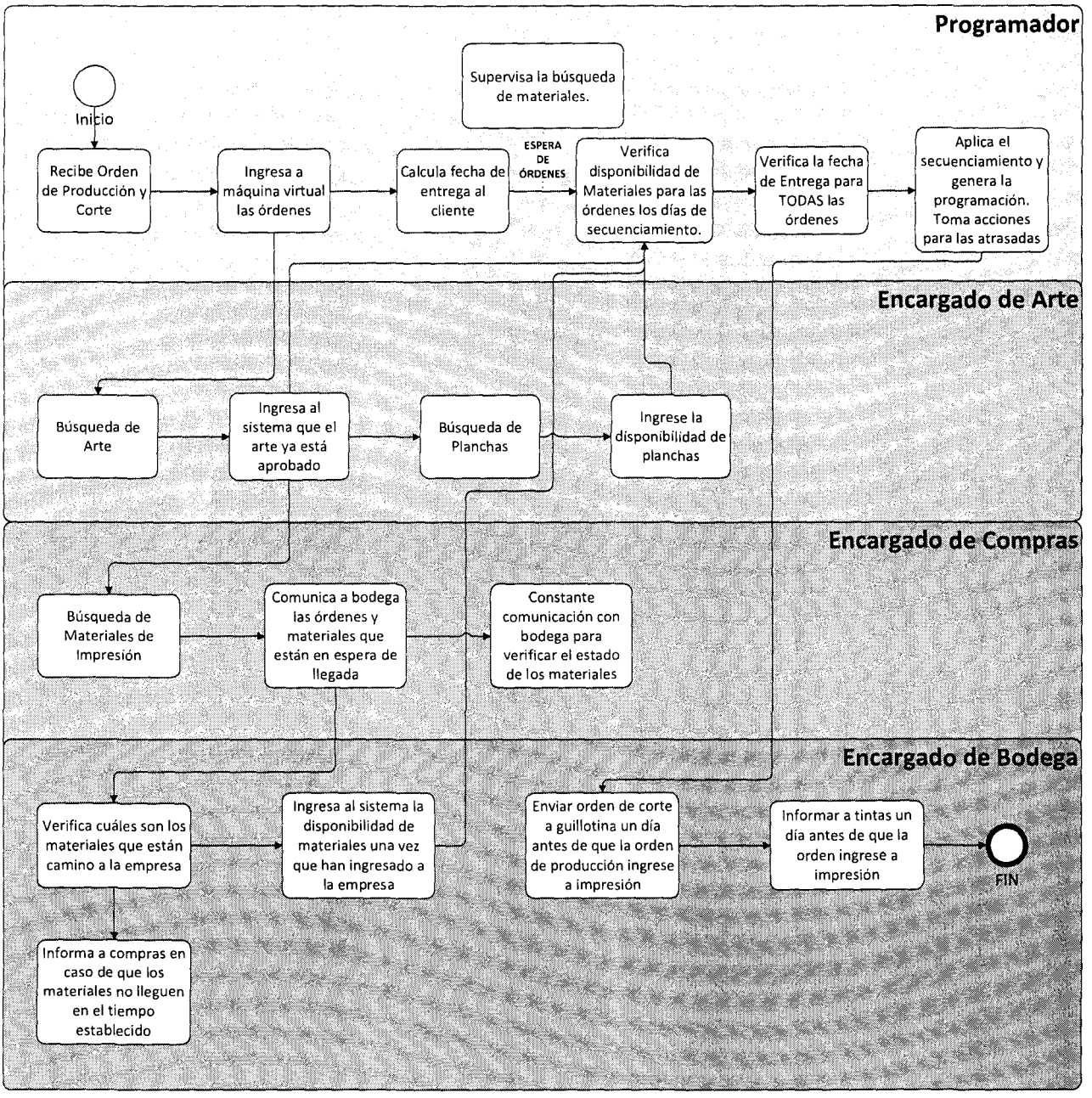
j. COMUNICACIÓN ENTRE ÁREAS

Es de suma importancia que exista una comunicación entre las cuatro áreas involucradas en el proceso, esto con el fin de agilizar los trámites y lograr que las órdenes ingresen a planta en un período más rápido. Es vital la supervisión por parte del programador de la producción con el encargado de arte, el encargado de bodega y el encargado de compras, con el fin de no permitir que se olviden los detalles de actualización de las órdenes. Además la comunicación entre el encargado de compras y el encargado de bodega debe ser constante para lograr ejercer un control sobre los materiales que están próximos a llegar a la empresa.

VI. DIAGRAMA GENERAL

A continuación se presenta el diagrama donde se muestran las relaciones entre los diferentes involucrados:

ICAR INDUSTRIAS DE CARTÓN, S.A.	Procedimiento de la programación de la producción	Código: I-PP-01
		Versión: 01
		Vigente desde: Agosto-2013
Elaborado por: José Fallas, Carlos Gadea, Gabriel Gómez	Fecha elaboración 15-07-13	Aprobado por: Arnoldo Moreno	Fecha aprobación: 26-07-2013



VII. ACTIVIDADES POR DÍA

Se establece un plan de trabajo semanal para los cuatro involucrados, en el mismo se presentan las horas del día y además las actividades que se deben realizar. Cada una de las horas en las que aparecen las actividades indican la hora de inicio para realizarlas, la duración de las mismas dependerá de la situación al momento de realizar cada actividad. Además en los momentos que en el plan no aparece ninguna actividad el responsable debe realizar alguna otra actividad ajena al proceso de pre impresión. A continuación se presenta el plan para cada involucrado:

- Programador de la producción

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
08:00		Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales			Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales
09:00	Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales	Ingresar las órdenes en la máquina virtual	Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales	Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales	Ingresar las órdenes en la máquina virtual
10:00	Ingresar las órdenes en la máquina virtual	Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales	Ingresar las órdenes en la máquina virtual	Ingresar las órdenes en la máquina virtual	Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales
11:00		Ingresar las órdenes en la máquina virtual			Ingresar las órdenes en la máquina virtual
12:00	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
13:00		Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales			Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales
14:00	Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales	Verifica disponibilidad de materiales para secuenciar una semana, si la cantidad no es suficiente no se programa. En caso de programación Aplica secuenciamiento	Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales	Verificar que se esté llevando a cabo la búsqueda de materiales	Verifica disponibilidad de materiales para secuenciar una semana, si la cantidad no es suficiente no se programa. En caso
15:00	Ingresar las órdenes en la máquina virtual		Ingresar las órdenes en la máquina virtual	Ingresar las órdenes en la máquina virtual	

					de programación Aplica secuenciamiento
16:00	Calcula fechas de entrega de órdenes ingresadas en el día	Entregar el plan de programación a cada una de las áreas involucradas	Calcula fechas de entrega de órdenes ingresadas en el día	Calcula fechas de entrega de órdenes ingresadas en el día	Entregar el plan de programación a cada una de las áreas involucradas

- Encargado de compras

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
08:00	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado
09:00	Comprar los materiales de impresión para las órdenes	Comprar los materiales de impresión para las órdenes	Comprar los materiales de impresión para las órdenes	Comprar los materiales de impresión para las órdenes	Comprar los materiales de impresión para las órdenes
10:00	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado
11:00	Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material / Comprar los materiales de impresión para las órdenes	Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material / Comprar los materiales de impresión para las órdenes	Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material / Comprar los materiales de impresión para las órdenes	Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material / Comprar los materiales de impresión para las órdenes	Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material / Comprar los materiales de impresión para las órdenes
12:00	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
13:00	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado
14:00	Comprar los materiales de	Comprar los materiales de impresión para las	Comprar los materiales de	Comprar los materiales de impresión para las	Comprar los materiales de

	impresión para las órdenes	órdenes	impresión para las órdenes	órdenes	impresión para las órdenes
15:00	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado	Verificar las órdenes que cuentan con el arte aprobado
16:00	Verifica el estado de los materiales de las órdenes que debieron haber ingresado a la empresa / Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material	Verifica el estado de los materiales de las órdenes que debieron haber ingresado a la empresa / Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material	Verifica el estado de los materiales de las órdenes que debieron haber ingresado a la empresa / Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material	Verifica el estado de los materiales de las órdenes que debieron haber ingresado a la empresa / Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material	Verifica el estado de los materiales de las órdenes que debieron haber ingresado a la empresa / Comunica a bodega las órdenes que están en espera por material

- Encargado de Arte

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
08:00	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte
09:00	Verificar estado de planchas	Verificar estado de planchas	Verificar estado de planchas	Verificar estado de planchas	Verificar estado de planchas
10:00	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte
11:00	Actualizar el sistema con las órdenes que cuentan con arte aprobado.	Verificar estado de planchas	Actualizar el sistema con las órdenes que cuentan con arte aprobado.	Actualizar el sistema con las órdenes que cuentan con arte aprobado.	Verificar estado de planchas

12:00	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
13:00	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Actualizar el sistema con las órdenes que cuentan con arte aprobado. / Actualizar sistema con las órdenes que cuentan con planchas.	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Actualizar el sistema con las órdenes que cuentan con arte aprobado. / Actualizar sistema con las órdenes que cuentan con planchas.
14:00	Actualizar el sistema con las órdenes que cuentan con arte aprobado.	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Actualizar el sistema con las órdenes que cuentan con arte aprobado.	Actualizar el sistema con las órdenes que cuentan con arte aprobado.	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte
15:00	Verificar estado de planchas	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Verificar estado de planchas	Verificar estado de planchas	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte
16:00	Actualizar sistema con las órdenes que cuentan con planchas.	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte	Actualizar sistema con las órdenes que cuentan con planchas.	Actualizar sistema con las órdenes que cuentan con planchas.	Verificar las órdenes que se encuentran en el sistema en espera de Arte / Realizar búsqueda de Arte

- Encargado de Bodega

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
08:00	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa
09:00	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos

10:00	Envía orden de corte y materiales un día antes de que la orden ingrese a producción / Envía información de tintas al encargado de tintas un día antes de que la orden ingrese a impresión	Envía orden de corte y materiales un día antes de que la orden ingrese a producción / Envía información de tintas al encargado de tintas un día antes de que la orden ingrese a impresión	Envía orden de corte y materiales un día antes de que la orden ingrese a producción / Envía información de tintas al encargado de tintas un día antes de que la orden ingrese a impresión	Envía orden de corte y materiales un día antes de que la orden ingrese a producción / Envía información de tintas al encargado de tintas un día antes de que la orden ingrese a impresión	Envía orden de corte y materiales un día antes de que la orden ingrese a producción / Envía información de tintas al encargado de tintas un día antes de que la orden ingrese a impresión
11:00	Ingresa la disponibilidad en el sistema de las materiales que han llegado.	Ingresa la disponibilidad en el sistema de las materiales que han llegado.	Ingresa la disponibilidad en el sistema de las materiales que han llegado.	Ingresa la disponibilidad en el sistema de las materiales que han llegado.	Ingresa la disponibilidad en el sistema de las materiales que han llegado.
12:00	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
13:00	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa	Verificar con compras cuáles materiales están por llegar a la empresa
14:00	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos	Ingresa la disponibilidad en el sistema de los mismos
15:00	Informa a compras los materiales atrasados	Informa a compras los materiales atrasados	Informa a compras los materiales atrasados	Informa a compras los materiales atrasados	Informa a compras los materiales atrasados
16:00					

VIII. SISTEMA DE INFORMACIÓN

A continuación se listan las actividades en las cuáles el sistema de información es utilizado:

- Ingreso de órdenes a la máquina virtual (Programador de la producción).
- Actualización de información de las órdenes en cuanto a disponibilidad de arte, planchas y materiales (Encargado de arte y compras).

- Programación de la órdenes (Programador de la producción)

IX. ANEXOS

Anexo 1. Cuadro programación de la producción

	Máquina 25			Máquina 26			Máquina 28		
	Orden	Colores	Observaciones	Orden	Colores	Observaciones	Orden	Colores	Observaciones
07:00									
07:30									
08:00									
08:30									
09:00									
09:30									
10:00									
10:30									
11:00									
11:30									
12:00									
12:30									
01:00									
01:30									
02:00									
02:30									
03:00									
03:30									
04:00									
04:30									
05:00									
05:30									
06:00									
06:30									
07:00									

X. CONTROL DE CAMBIOS

En caso de que se necesite realizar algún cambio al documento, se debe llenar un espacio de la siguiente tabla y el archivo debe ser modificado manteniendo dicho cambio documentado.

FECHA	CAMBIOS REALIZADOS	VERSIÓN

Elaboró
Firma

José Fallas Leiva

Revisó
Firma

Arnoldo Moreno

Aprobó
Firma

Arnoldo Moreno

Carlos Gadea Valle

Gabriel Gómez Aguilar