

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Diseño de un Sistema de Gestión de Inventarios en CONLITH S.A.

AUTOR

Diego Armando Rodríguez Valenciano

TUTOR

Ing. Andrey Rodríguez Méndez

LECTOR

Ing. Alejandro Leiva González

SAN JOSÉ, COSTA RICA

DICIEMBRE, 2018

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico a mi familia que son las personas que siempre creyeron en mí y que siempre estuvieron en las buenas y las no tan buenas. A mi madre que siempre se sacrificó por sacar adelante a sus hijos trabajando fuertemente y a mi padre que siempre me alentó a no bajar la cabeza y seguir adelante a pesar de las adversidades los admiro enormemente y son mi gran inspiración. A mis hermanos que son los mejores que pude tener y a mi sobrina.

Quiero dedicar esta tesis también a una persona muy especial que en el presente año partió a la casa del Señor y que sé que se debe sentir orgulloso de este logro donde quiera que esté, ¡un abrazo hasta el cielo tío Melvis!

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios por darme la salud, la sabiduría y la fuerza para poder concluir una de las etapas más importantes de mi vida.

Agradezco a los colegas con los que intercambié criterios y que me permitieron tener una perspectiva diferente de ideas que pude aplicar al desarrollo del proyecto.

Quiero agradecer a mi tutor, el ingeniero Andrey Rodríguez Méndez por ser un verdadero guía en el transcurso de estos seis meses de acompañamiento, aconsejándome siempre en la toma de decisiones y evaluando los resultados obtenidos.

Agradezco al Ingeniero Freddy Hernández Barahona, actual director de carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas y profesor guía durante la primera etapa del proyecto, permitiéndome sentar unas bases sólidas para el resto del camino.

A todos los profesores y compañeros de carrera, tanto de Bachillerato como de Licenciatura, gracias porque de la mayoría aprendí cosas importantes y en muchas ocasiones me ayudaron a resolver algún problema con un consejo o trabajado en equipo.

Por último agradezco a las personas de CONLITH S.A. por permitirme desarrollar el proyecto de graduación en su empresa.

RESUMEN EJECUTIVO

CONLITH S.A. es una empresa costarricense del sector gráfico que cuenta con más de 50 años de experiencia en el mercado, ofreciendo soluciones modernas a sus clientes. Con una tecnología de punta y siempre a la vanguardia, en CONLITH S.A. se preocupan por estar siempre actualizados y brindar productos y servicios para los más exigentes, desde empaques y etiquetas hasta rotulación en gran formato, como las vallas publicitarias.

Uno de los principales servicios que ofrece esta empresa es la impresión Offset, que es capaz de producir hasta 15 mil pliegos de papel por hora, obteniendo una gran ventaja sobre sus principales competidores como son las litografías que trabajan bajo impresión digital tradicional, cuya capacidad es mucho menor.

La problemática que hoy vive CONLITH S.A. es que su capacidad real está muy por debajo de la capacidad teórica y esto está provocando un incumplimiento en gran parte de las entregas a tiempo al cliente en el que la calificación obtenida para los cumplimientos de fecha de entrega según las encuestas de satisfacción del cliente obtiene calificación de 80.7% de 100% posible.

Los incumplimientos en fechas se dan por diferentes motivos donde los más relevantes son los faltantes de materias primas, los equipos detenidos por mantenimiento de fallos y averías y por procedimientos ineficientes como el de ventas.

En el análisis de la situación actual se determinó que los faltantes de materias primas se deben a que el modelo de inventarios no es preciso, se intenta manejar un modelo justo a tiempo a criterio de experto pero no es eficiente, generando constantemente desabasto de materiales, en este caso papel que es la principal materia prima y que dicho sea de paso es importada desde países como Chile e Italia por ofrecer un mejor precio que al adquirirse a nivel nacional.

Otro aspecto a considerar que afecta el buen manejo los niveles de inventario es que el Sistema operativo OPTIMUS 2020 que se utiliza actualmente en la empresa y que es muy popular en la industria gráfica, no es lo suficientemente flexible para obtener información del stock disponible y aunado a esto los colaboradores del almacén de materias primas no cuentan con acceso a este, porque las licencias son limitadas.

Durante el desarrollo del proyecto se evidenció que del total de las órdenes que presentaron demoras en su fecha de entrega por faltantes de materiales en el período de enero a setiembre de

2018 representan un 53.46% de las órdenes retrasadas, órdenes que su valor de facturación suma 78 788 592.9 colones. Las órdenes que se retrasaron por especificaciones confusas representaron 37 418 042.12 colones y un 13.84% del total de las órdenes con retrasos. Las órdenes que debieron esperar por mantenimiento de equipos representan un 23.27% del total y suman 31 927 815.23 colones.

En el capítulo de las conclusiones y recomendaciones se llegó a las conclusiones que los equipos de impresión Offset están hasta un 73.1% por debajo de la capacidad máxima. Además, los rendimientos por hora de los dos equipos son de 89.47% y 49.33% indicando que están siendo sub utilizados.

Los principales motivos de los faltantes de materias primas se deben a un deficiente sistema de control de inventarios, carencias de herramientas para los encargados directos de administrar las existencias, aleatoriedad de la demanda que no se considera en las órdenes de pedido a los proveedores, tiempos de respuesta del proveedor y no saber cuándo y cuánto pedir con claridad. Además, una muestra de que los inventarios no están siendo controlados eficientemente es el índice de control de existencias finales, el cual se obtuvo que fue un 98.39% entre los meses de enero a mayo 2018, representando los ₡2, 367,108.21 por diferencias entre inventario físico e inventario teórico.

Los procedimientos de ventas presentan ambigüedades, como es el caso que el ejecutivo de ventas negocie directamente con el cliente sin el previo consentimiento del departamento de calidad y del diseñador gráfico, así como del planeador. Otra de las conclusiones del análisis es que no existe un plan de mantenimiento preventivo y la suma del valor de las órdenes detenidas por esta causa llega casi a los 32 millones de colones.

En el capítulo de las propuestas se hacen tres. La propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en un modelo de inventarios para artículos múltiples y una herramienta de control kárdex. Se propone también un nuevo procedimiento de ventas y en cuanto al tema de mantenimiento de equipos se propone un plan de mantenimiento preventivo, para que en conjunto las tres propuestas logren alcanzar el objetivo de entregar a tiempo los pedidos al cliente.

CONTENIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR	3
CARTA DE REVISIÓN DEL FILÓLOGO	4
DECLARACIÓN JURADA	5
RESUMEN EJECUTIVO	6
FIGURAS	12
TABLAS	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	18
Generalidades de la Empresa	19
Historia	19
Misión.....	21
Visión	21
Política de Calidad	21
Organización	21
Planteamiento del Problema.....	23
Problema.....	24
Objetivos	24
Objetivo General	24
Objetivos Específicos	24
Justificación.....	24
Antecedentes	26
Proyecciones.....	27
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	29

Búsqueda de información.....	30
Entrevistas	30
Recolección de Datos Secundarios	30
Análisis de la Información	30
Diagrama de Pareto	30
Análisis de Modo y Efecto de las Causas	31
Análisis de los Procesos	32
Diagrama de Flujo.....	32
Diagrama de Procesos	33
Análisis y clasificación de las materias primas.....	35
Clasificación ABC.....	35
Análisis de la Demanda de los materiales.....	36
Demanda Dependiente	36
Demanda Independiente.....	36
Coeficiente de Auto-correlación	36
Modelos de pronóstico	36
Sistema de Inventarios	38
Diagrama Causa – Efecto.....	39
TPM.....	39
Matriz FODA	39
Matriz de Riesgos.....	40
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	41
Enfoque	41
Enfoque Cualitativo.....	41

	10
Enfoque Cuantitativo.....	41
Diseño.....	42
Diseño Experimental.....	42
Diseño No Experimental.....	43
Muestra de la Investigación.....	43
Muestra Probabilística.....	44
Muestra No Probabilística.....	44
Variables.....	44
Instrumentos.....	45
Proceso para la Recolección de Datos.....	46
Entrevistas.....	47
Datos Históricos.....	47
Método de Análisis.....	47
Microsoft Excel.....	48
Análisis de modo y efecto de las fallas (AMFE).....	48
Minitab 17.....	48
Cronograma.....	48
WBS.....	48
Diagrama Gantt.....	49
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.....	52
Sistema de Producción de CONLITH.....	52
Proceso productivo de Offset.....	53
Análisis de la situación actual.....	57
Análisis de Registros de Inconformidades del proceso de impresión Offset.....	59

	11
Diagrama de Pareto	60
Diagrama de Ishikawa	62
Diagrama AMFE	64
Sistema de Inventarios de Materias Primas de CONLITH	65
Análisis de la demanda	75
Pronósticos de la demanda	94
Demoras por Especificaciones Confusas	100
Demoras por mantenimiento	102
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
Conclusiones	104
Recomendaciones	105
CAPÍTULO VI. PROPUESTA	107
Propuesta 1: Sistema de Control de Inventarios	107
Modelo de inventario para artículos múltiples	107
Propuesta 2: Propuesta de un nuevo procedimiento de ventas	124
Propuesta 3: Mantenimiento preventivo basado en técnicas TPM	128
Análisis del riesgo de las propuestas	139
Bibliografía	143
Anexos	145

FIGURAS

Figura 1 Localización geográfica de CONLITH S.A.	20
Figura 2 Logotipo de la Empresa	20
Figura 3: Organigrama de CONLITH.....	22
Figura 4 Valor en colones de OP retrasadas	25
Figura 5: Marco Conceptual del Proyecto.....	29
Figura 6 Simbología para diagramas de Flujo de proceso	33
Figura 7: Simbología del Diagrama de Flujo	34
Figura 8: Métodos y técnicas de pronósticos	37
Figura 9: FODA	40
Figura 10: WBS.....	49
Figura 11: Diagrama de Gantt del proyecto	50
Figura 12 Impresora Offset Heidelberg SM 74.....	53
Figura 13 Diagrama de flujo Impresión Offset, CONLITH S.A.	54
Figura 14 Encuesta de Satisfacción al Cliente	58
Figura 15 Resultados de la Encuesta de Satisfacción al Cliente	58
Figura 16 Diagrama de Pareto de Causas de Retrasos	61
Figura 17 Diagrama Causa - Efecto	63
Figura 18 Análisis de Modo y Efecto de las Causas	65
Figura 19 Actual gestión de Reaprovisionamiento la Bodega de Materiales	71
Figura 20 Clasificación ABC de los Materiales.....	74
Figura 21 Diagrama de Pareto de Clasificación ABC.....	75
Figura 22 Gráfico de la demanda de Cartulina C-12 (24x36").....	77
Figura 23 Gráfico de Autocorrelación Cartulina C-12 (24x36").....	78

Figura 24 Demanda	79
Figura 25 Gráfico de Autocorrelación Cartulina C-12 (38 X 29")	80
Figura 26 Demanda	81
Figura 27 Gráfico de Autocorrelación de Couche 200 Brillante (25 X 38")	82
Figura 28 Demanda C-8 L2 (35,5 X 29)	83
Figura 29 Gráfico de Autocorrelación de Cartulina C-8 L2 (35.5 x 29).....	83
Figura 30 Couche 250 Brillante (25 X 38").....	84
Figura 31 Gráfico de Autocorrelación de Couche 250 Brillante (25 X 38")	85
Figura 32 Demanda Couche 250 Brillante (25 X 38").....	86
Figura 33 Gráfico de Autocorrelación Cartulina C-8 L2 (25 X 38").....	87
Figura 34 Demanda Bond 24 (25 X 38")	88
Figura 35 Gráfico de Autocorrelación de Bond 24 (25 X 38").....	89
Figura 36 Demanda Cartulina C-12 L2 (24 X 36")	90
Figura 37 Gráfico de Autocorrelación de Cartulina C-12 L2 (24 X 36").....	91
Figura 38 Demanda Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40")	92
Figura 39 Gráfico de Autocorrelación de Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40").....	93
Figura 40 Procedimiento de Ventas	101
Figura 41 Los 5 ¿Por qué? mantenimiento de Conlith.....	103
Figura 42: Línea de tiempo de pedidos Justo a Tiempo.....	115
Figura 43 Relación JIT y Modelo de Inventario para artículos múltiples.....	116
Figura 44 Hoja física de control Kardex	118
Figura 45 Menú Kardex en Microsoft Excel 1.....	119
Figura 46 Kardex en Microsoft Excel.....	120
Figura 47 Kardex en Microsoft Excel -Ingresos	120

Figura 48: Salidas.....	121
Figura 49 Kardex en Microsoft Excel – Stock en tramite	121
Figura 50 Gantt Propuesta 1	122
Figura 51 Procedimiento de ventas propuesto	125
Figura 52 Gantt propuesta 2	127
Figura 53 Lista de verificación de limpieza de equipos.....	130
Figura 54 Lista de verificación de estado de equipos	131
Figura 55 Control visual de limpieza de equipos	132
Figura 56 Diagrama Gantt propuesta 3	133
Figura 57 Integración de las propuestas de mejora	138
Figura 58 Análisis FODA de las propuestas	139
Figura 59 Matriz de riesgos.....	140
Figura 60 Riesgos de los factores internos y externos	141
Figura 61 Mapa de calor de Riesgos	143

TABLAS

Tabla 1 Variables del Modelo de Orden para Múltiples Artículos	38
Tabla 2: Análisis de variables	45
Tabla 3: Instrumentos de la investigación.....	46
Tabla 4: Entregables del proyecto.....	50
Tabla 5. Capacidad Real versus Capacidad Teórica de Impresoras Offset.....	56
Tabla 6. Rendimiento del Equipo.....	56
Tabla 7. Principales causas de retrasos en Offset.....	60
Tabla 8. Causas de retrasos en órdenes de Offset	62
Tabla 9. Resumen de encuesta aplicada al encargado de almacén de materia prima	66
Tabla 10. Resumen encuesta aplicada al Gerente de Producción	68
Tabla 11. Demanda Cartulina C-12 (24x36").....	76
Tabla 12. Demanda de Cartulina C-12 (38 X 29")	79
Tabla 13. Demanda de Couché 200 Brillante (25 X 38")	81
Tabla 14. Demanda C-8 L2 (35,5 X 29)	82
Tabla 15 Couché 250 Brillante (25 X 38")	84
Tabla 16. Couché 250 Brillante (25 X 38")	86
Tabla 17. Bond 24 (25 X 38").....	88
Tabla 18. Demanda Cartulina C-12 L2 (24 X 36").....	90
Tabla 19. Demanda Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40").....	92
Tabla 20. Resumen de Coeficiente de Auto-correlación.....	94
Tabla 22. Errores del pronóstico Cartulina C-12 (38 X 29").....	95
Tabla 23 Errores del pronóstico Couché 200 Brillante (25 X 38").....	96
Tabla 24. Errores del pronóstico Cartulina C-8 L2 (35,5 X 29)	96

Tabla 25. Errores del pronóstico Couché 250 Brillante (25 X 38").....	97
Tabla 26. Errores del pronóstico Cartulina C-8 L2 (25 X 38").....	98
Tabla 27. Errores del pronóstico BOND 24 (25 X 38").....	98
Tabla 28. Errores del pronóstico Cartulina C-12 L2 (24 X 36").....	99
Tabla 29. Errores del pronóstico Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40")	100
Tabla 30. Costo de Ordenar.....	108
Tabla 31. Costo de servicio de Internet.....	108
Tabla 32. Depreciación de equipo.....	109
Tabla 33. costos compartidos	109
Tabla 34. Los costos marginales	109
Tabla 35. Costo de mantener inventario.....	110
Tabla 36. Costos por los servicios públicos	110
Tabla 37. Modelo de Pedido artículos múltiples 1	111
Tabla 38. Modelo de Pedido artículos múltiples 2.....	112
Tabla 39. Resultados del Modelo de inventario.....	114
Tabla 40. Modelo completo de pedido para artículos múltiples	114
Tabla 41. Análisis económico de propuesta 1	123
Tabla 42. Estimación del costo de la propuesta 2	126
Tabla 43. fuentes de suciedad en impresoras offset	129
Tabla 44. Escenario 1 de Mantenimiento Preventivo	134
Tabla 45. Escenario 2 de mantenimiento preventivo	135
Tabla 46. Escenario 3 de mantenimiento preventivo	136
Tabla 47. Costo implementación propuesta 3	136

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como meta desarrollar un diagnóstico acertado que permita sentar unas bases sólidas mediante el análisis de variables y la aplicación de herramientas de la Ingeniería Industrial, para así brindarle a CONLITH S.A. una solución al mal manejo de los inventarios, situación que está provocando desabastecimientos de materias primas, retrasos en la producción e incumplimiento en tiempos de entrega.

Se debe tener en cuenta que en una empresa los inventarios pueden representar una gran suma de dinero que se encuentra almacenado, que limita el flujo de caja y de no manejarse los niveles adecuados, se compromete la sostenibilidad de la misma, razón por la cual debe haber siempre una sinergia entre todas las áreas de la compañía, pero sin duda la más importante es entre Producción, Planeación y Compras, y no trabajar cada departamento por cuenta propia como pasa en muchos casos.

Al tratarse de mejorar un proceso, en este caso el de la gestión de los inventarios, la línea de investigación que se adapta al estudio que se realizará es el Diseño, desarrollo y mejoramiento de procesos. Así entonces, se evaluarán los procedimientos actuales, las prácticas más comunes y los métodos utilizados para llevar a cabo las tareas en el día a día. Se demostrará la causa raíz del problema y se propondrán soluciones efectivas.

En el Capítulo I se describirá la empresa, su ubicación, misión y visión. También su política de calidad y la estructura organizacional. Se analizará la problemática de la cuál parte el desarrollo del presente proyecto y se planteará el Problema. Además se establecerá el Objetivo General y los Objetivos Específicos con los que se pretende hallar la solución al problema. Posteriormente, se muestra la Justificación del estudio y por último las proyecciones, que son los logros esperados al finalizar el proyecto.

En el Capítulo II se desarrolla el Marco Metodológico, donde se describen una serie de herramientas y las etapas de cómo se desarrolla el proyecto, además de cómo se pretende alcanzar el objetivo que es desarrollar un Sistema de Gestión de Inventarios que permita controlar los desabastecimientos y cumplir los tiempos de entrega. El capítulo explica las tres grandes etapas del proyecto: Conocimiento de la situación actual, Evaluación de la situación actual y Propuestas de mejora.

El Capítulo III corresponde al Marco Metodológico que describe los ocho elementos que conforman la guía para desarrollar el proyecto: Enfoque, Diseño, Muestra de la Investigación, Variables, Instrumentos, Proceso para la Recolección de Datos, Método de Análisis y Cronograma. Cada uno de estos elementos posee diferentes estilos y es necesario que el analista identifique muy bien cuales se adaptan al tipo de investigación que realizará, por lo que se debe ser muy cuidadoso a la hora de seleccionarlos.

El capítulo IV corresponde al análisis de la situación actual en el que existe un problema y sus causas principales, que en este caso se trata de problemas de desabasto de materias primas, órdenes de producción con especificaciones confusas y retrasos por mantenimiento de equipo, todo esto provoca que se incumpla en las entregas a tiempo al cliente.

En el capítulo V se incluye las conclusiones y recomendaciones, que serán el análisis final de la situación actual de la empresa.

En el capítulo VI se incluyen las propuestas de mejora para el problema, en los que se incluye una serie de propuestas que atacan la problemática que vive CONLITH S.A. en la actualidad con las entregas a tiempo.

Generalidades de la Empresa

Historia

El Consorcio Litográfico Herediano (CONLITH), es una empresa con más de 50 años de experiencia en el área de diseño, producción y comercialización de soluciones en comunicación gráfica. Los productos y servicios que esta empresa ofrece son: Impresión Offset, Impresión Digital, Gigantografía, Diseño Gráfico, Fotografía, entre otros.

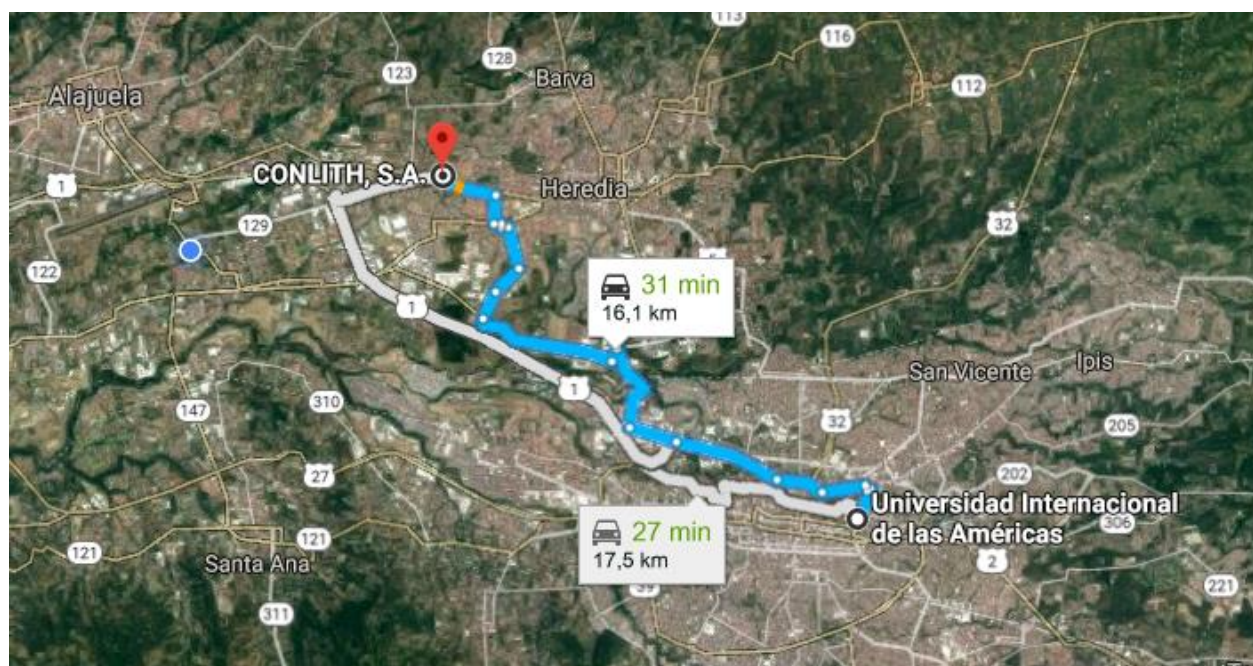
CONLITH S.A. tuvo su origen en el año de 1968 con el nombre IMPRESORA, LTDA en San José y su fundador es el Sr. Eduardo Rojas U., quien estuvo al frente de la misma durante 25 años como Gerente General. En 1969, se incorporó el Sr. Fernando Araya, colaborador de confianza quién ya goza de su pensión laboral. Hoy, la segunda generación, que tenía varios años de trabajar en la empresa, está a cargo de las tareas directivas.

En sus inicios la Empresa se dedicaba a la impresión utilizando el sistema tipográfico (mediante moldes de plomo). Con el pasar del tiempo y como respuesta a los avances tecnológicos de la

industria de las artes gráficas, se fue transformando al tipo de impresión litográfica. Paralelamente, los cambios fueron gestándose en el área administrativa.

La empresa tuvo un crecimiento estable durante la década de los setenta y logró superar con éxito la crisis de principios de los ochenta. En 1982, se traslada a sus nuevas instalaciones en San Joaquín de Flores, provincia de Heredia donde se encuentra hasta la fecha. La actual planta física, ha sido sometida a una constante mejora con la finalidad de adecuarla a los cambios propios de una empresa en crecimiento. En las figuras 1 y 2 se ilustra a continuación la ubicación geográfica y el logotipo de CONLITH S.A.

Figura 1 Localización geográfica de CONLITH S.A.



Nota: Google Maps

Figura 2. Logotipo de la Empresa



Nota: CONLITH S.A.

Misión

Diseñar, producir y comercializar soluciones de comunicación gráfica, con excelencia y ética; que nos permita la mejora continua de nuestra organización y asociados.

Visión

Al cumplir nuestros primeros 50 años, consolidarnos como la empresa de soluciones gráficas preferida por su innovación, calidad y servicio; con audacia y gestión proactiva, que genere la rentabilidad requerida para el crecimiento sostenido.

Política de Calidad

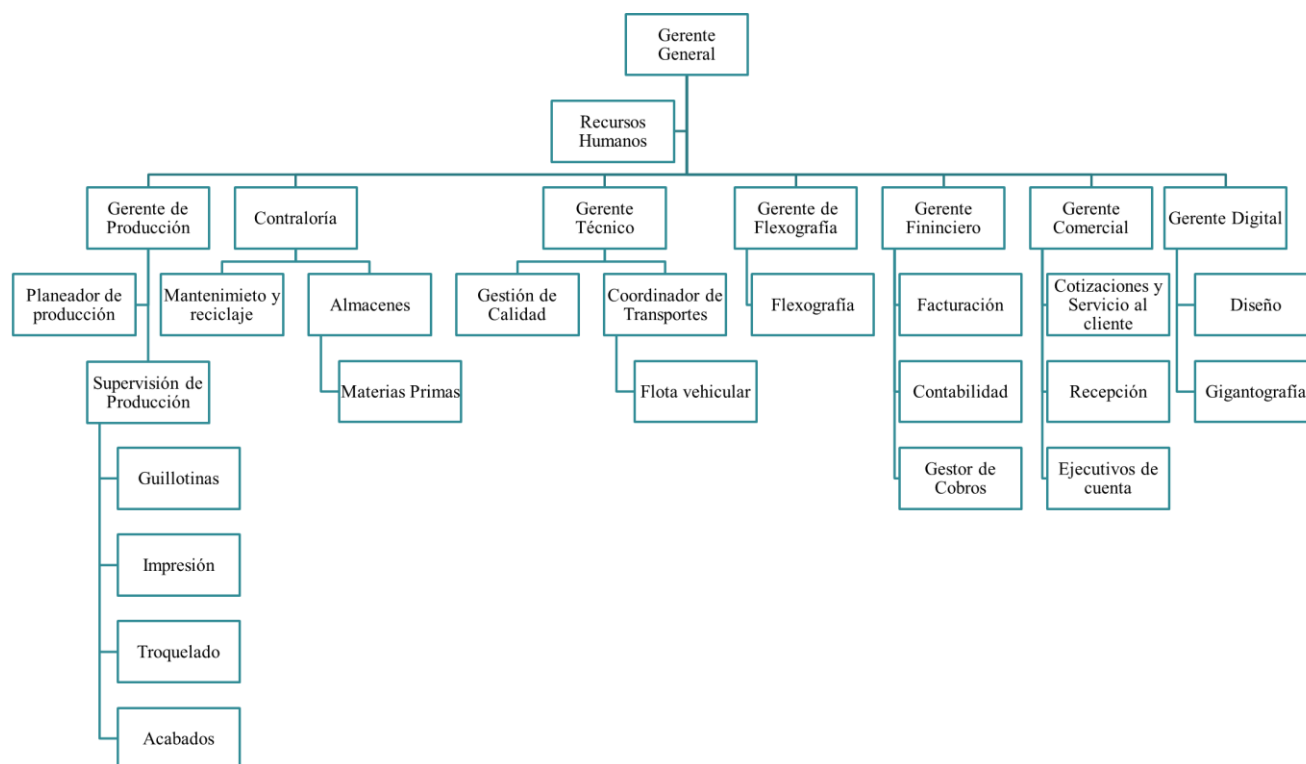
En CONLITH, estamos comprometidos en generar productos y servicios gráficos de excelencia, de acuerdo a los requerimientos de nuestros clientes. Mantenemos en nuestros colaboradores una cultura enfocada a: calidad, mejoramiento continuo, cumplimiento de plazos, innovación, prevención de defectos y su corrección inmediata.

Promovemos la prevención de la contaminación. Identificamos nuestros aspectos ambientales y planteamos objetivos y metas, los cuales son apropiados a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de nuestras actividades; a su vez, garantizamos un cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

Organización

Se ilustra la estructura organizacional en la Figura N° 3 donde se muestra cada una de las áreas que componen la organización.

Figura 3: Organigrama de CONLITH



Nota: CONLITH S.A.

El puesto de mayor jerarquía en la organización corresponde a la Gerencia General, posición que dicho sea de paso actualmente recae en uno de los hijos del fundador de la empresa. Posteriormente, existen siete grandes áreas que son ocupadas por gerentes. La Gerencia de producción que incluye además de las áreas de producción en impresión al área de Planeación como sub-área. Contraloría, que a su cargo se encuentran las sub áreas de Mantenimiento y Reciclaje, y Almacenes, tanto de materias primas como de productos terminados. La Gerencia Técnica que además de la asesoría tecnológica, es encargada del área de Calidad y Transportes. La Gerencia de Flexo-grafía, que es específicamente una técnica de impresión con relieve. La Gerencia Financiera, encargada de Facturación, Contabilidad, Cobros y otras funciones financieras. La Gerencia comercial, que comprende el área de Cotizaciones y Servicio al Cliente, Recepción y Ventas (Ejecutivos). Y por último la Gerencia Digital que comprende las áreas de Impresión a Gran Formato (Gigantografía) y Diseño.

Planteamiento del Problema

La realidad de CONLITH S.A. hoy es muy positiva puesto que se ha logrado posicionarse como una empresa líder en el mercado de la impresión digital y en sus más de 50 años en el mercado así lo avalan. Sin embargo como en toda empresa, existen situaciones que se interponen para alcanzar la excelencia, y en el caso de CONLITH, una situación que no ha podido controlar hasta el día de hoy, es el cumplimiento al 100% con las entregas a tiempo a sus clientes, provocando un disgusto que se ve reflejado en las encuestas de nivel de satisfacción aplicadas e incluso fuga de clientes hacia la competencia.

La causa principal del incumplimiento en las entregas a tiempo, se debe a faltantes de materiales para poder ejecutar una orden de producción, lo que indica el descontrol que existe de los inventarios, donde no se cuenta con un sistema que sea eficiente y el método aplicado hoy en día no es suficiente para garantizar que no se presenten problemas por desabastecimientos de materias primas.

Los insumos, en su mayoría papeles de diferentes tipos y calibres, que se consumen en altas cantidades, son solicitados directamente al proveedor de materia prima y tardan hasta 2 meses en llegar a la bodega, esto porque los principales no son nacionales. Adicional a esto, las tintas están bajo la modalidad de consignación por lo que el control de existencias no es responsabilidad directa de la empresa pero en determinados casos presentan faltantes.

La gran problemática con el sistema de inventarios actual es que los pedidos no ha logrado ser eficiente, por lo que en ocasiones se presentan problemas de abastecimiento y por ende retrasos, que a su vez genera molestias por parte de los clientes, pérdida de mercado y de credibilidad y costos adicionales por los tiempos muertos que esta situación conlleva.

En síntesis los problemas y situaciones que actualmente presenta CONLITH en cuanto a la gestión de sus inventarios son:

- El encargado de bodega maneja el inventario intentando aplicar el Justo a Tiempo, sin embargo no es acertado y carece de fundamentos ya que lo hace a su propio criterio.
- El sistema actual carece de puntos de re-orden, modelos de pronósticos e indicadores de gestión que permitan evaluar su eficiencia.

- Los desabastecimientos generados por el faltante de materia prima han llegado hasta las dos semanas de atraso tanto para el área productiva como para el cliente. Se reportan órdenes con más de 30 días de atraso en las fechas de entrega.
- El sistema es manejado por un encargado de Bodega y la Gerencia de operaciones, cuando el responsable debería ser un Departamento de Planeación, que hoy en día no existe.
- Inexistencia de un Modelo de inventarios y un sistema integrado que se acople al plan de producción.

Problema

¿Cómo diseñar un Sistema de Gestión de Inventarios de Materia Prima en la empresa CONLITH S.A. que permita integrar todas las áreas de la empresa y así cumplir en tiempo y forma con los entregables para satisfacer las necesidades del cliente?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un Sistema de Gestión de Inventarios de Materia Prima en la empresa CONLITH S.A. que permita integrar todas las áreas de la empresa y así cumplir en tiempo y forma con los entregables para satisfacer las necesidades del cliente.

Objetivos Específicos

1. Describir los procesos productivos relacionados directa e indirectamente con el almacén de materias primas.
2. Identificar las principales causas que provocan las entregas tardías y generan insatisfacción al cliente.
3. Analizar la actual gestión de las materias primas y su importancia para el cumplimiento del plan de producción.
4. Establecer un método moderno de manejo de inventarios que garantice la eficiencia de los procesos de compra, almacenaje y despacho de materias primas.

Justificación

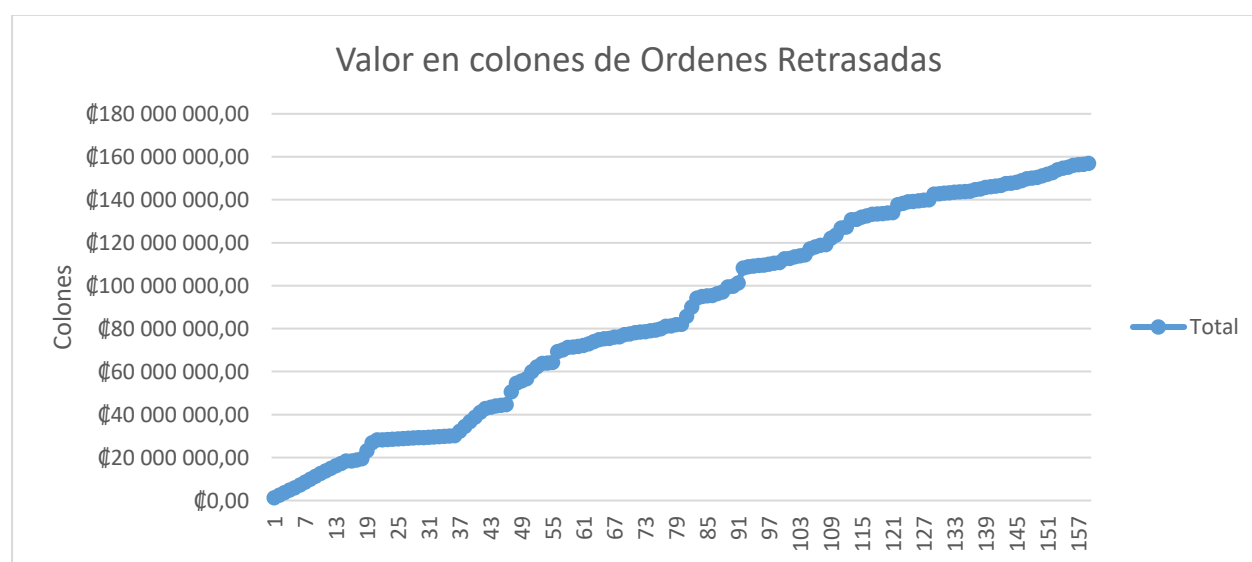
En CONLITH S.A. son conscientes de la era tecnológica en la que vivimos, y muestra de ello ha sido que durante más de medio siglo han sabido adaptarse a los cambios del mercado, incorporando constantemente equipos de última generación a los procesos para ser cada vez más competitivos y

ofrecer a sus clientes siempre la mejor calidad. Es por ello que una gran inversión en maquinaria debe ir de la mano de procesos eficientes, de lo contrario los resultados no serán los esperados, desaprovechando la capacidad instalada de la planta en incurriendo en costos adicionales.

Las razones principales para optar por realizar el presente proyecto son las consecuencias por faltante de materiales, mantenimiento de equipos y falta de especificaciones en las órdenes de producción, que provocan la pérdida de proyectos importantes que acapara la competencia ante el incumplimiento de fechas de entrega y el compromiso que tiene la Gerencia General por mantener una imagen prestigiosa de la empresa que se ha sabido mantener por más de 50 años y que sigue en crecimiento.

Información brindada por la empresa muestra como las órdenes de proceso que presentan retrasos pueden llegar a alcanzar 30 días o más de incumplimiento en la fecha de entrega por las causas ya antes mencionadas y algunas otras que a pesar de ser menos relevantes, influyen en las entregas a tiempo. Estas órdenes retrasadas (159 en total) y que comprenden un período de enero 2018 a setiembre 2018 representan ventas que superan los 156 millones de colones en total, de ahí la importancia de concluir estos trabajos que comprometen además la liquidez de la empresa por el dinero que se deja de percibir. Se muestra en la figura 4 con un gráfico el acumulado de las órdenes desviadas durante el período analizado versus la suma del monto que representan las facturas de dichas órdenes.

Figura 4. Valor en colones de OP retrasadas



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Como se explicó anteriormente en la figura 4 la sumatoria de las órdenes retrasadas desde Enero a Setiembre 2018 suman un total de ₡156,423,183.61 y a pesar que todas se lograron vender, hubo órdenes con más de 100 días de retraso, evidenciando un problema en tiempos de entrega y dejando de percibir dinero.

Al diseñar un Sistema de Gestión de Inventarios, se pretende controlar de manera eficiente los costos y los niveles de materiales, identificando los insumos de mayor y menor valor, así como los de mayor y menor rotación. Incorporando técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial a los procesos, que permitan administrar de forma eficiente las existencias de materias primas.

Antecedentes

Se encontraron los siguientes artículos científicos donde indica la metodología empleada para resolver problemas en la Gestión de Inventarios:

- J. Vélez y G. Pérez (mayo, 2013). Saber, Ciencia y Libertad, *Propuesta metodológica para la Gestión de Inventarios en una Empresa de Bebidas por el método Justo a Tiempo, Caso de Estudio: Abastecimiento de azúcar*. En este artículo planean una propuesta para mejorar el manejo de los inventarios en una empresa de bebidas mediante el método Justo a Tiempo (JIT), en este caso una de las materias primas más importantes, como lo es el azúcar presenta problemas de desabasto. Se desarrollan cinco fases para un manejo óptimo de los inventarios mediante el JIT. Previo a la implantación del nuevo sistema, se solicitó información de la empresa, como a qué se dedica, su ubicación y otras generalidades. Se analizó el método de planeación y compra del azúcar y se procedió a la recolección de datos y posteriormente, al análisis de variables. Una vez encontradas las causas se propuso la solución de implementar la metodología Justo a Tiempo donde, si se cumple a correctamente cada etapa, se logrará una disminución en costos, un mejor aprovechamiento del espacio y reducción en la cantidad de órdenes de producción incompletas.
- A. Bofill, N. Sablón y R. Florido (2017). Universidad y Sociedad vol.9 no.1 Cienfuegos ene.-mar. 2017. *Procedimiento para la Gestión del Inventario en el Almacén Central de una Cadena Comercial Cubana*. En este artículo se desarrolla una propuesta para el manejo de los inventarios, su principal objetivo es disminuir los costos asociados a inventarios y

mejorar el servicio al cliente. Se desarrollan las distintas etapas en las cuales se aplican herramientas y técnicas para determinar parámetros, la selección adecuada de los modelos matemáticos que se aplicarán y el análisis de los resultados para así determinar cuánto y cuándo pedir cada material analizado.

- I. Pérez, A. Cifuentes., C. Vázquez., D. Ocampo. (2013). Universidad de Buenaventura. Cali, Colombia. *Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios*. Este artículo desarrolla un caso en el cual se pretende mejorar el nivel de satisfacción del cliente, llevándolo de un 75% a un 95%. Con el método científico se determinaron las principales causas del incumplimiento, donde una de las principales es la falta de un modelo de inventarios. Posteriormente, se analizó la demanda de los productos y se evaluaron diferentes modelos de pronóstico donde se propuso un sistema de Revisión Periódica por su flexibilidad de implementación, además de ser más favorable en tiempo y costo. Una vez implementado, la prueba piloto confirmó que el porcentaje que se quería mejorar pasó de un 75% a un 87.23%, evidenciando que la propuesta tenía fundamento.

Antecedentes de la empresa

A pesar que cuenta con más de 50 años de experiencia, llama poderosamente la atención que en CONLITH S.A. no se cuente con herramientas ni indicadores de control para sus inventarios. Su forma de trabajar se ha basado siempre en el criterio de experto y en los comportamientos del mercado, sin embargo, como es conocido estos métodos han traído consigo problemas como el que se vive hoy en cuanto al desabasto y que para la empresa no es algo nuevo.

Algunas prácticas de la administración como no contar con presupuestos establecidos para algunos departamentos como materias primas, mantenimiento y capacitaciones del personal son evidencia de que hay muchos factores que influyen en el cumplimiento a las necesidades del cliente en cuanto a tiempos de respuesta, provocando que en muchas ocasiones se tenga que gastar más dinero de la cuenta por servicios o compras a externos.

Proyecciones

Con la realización de dicho proyecto se pretende:

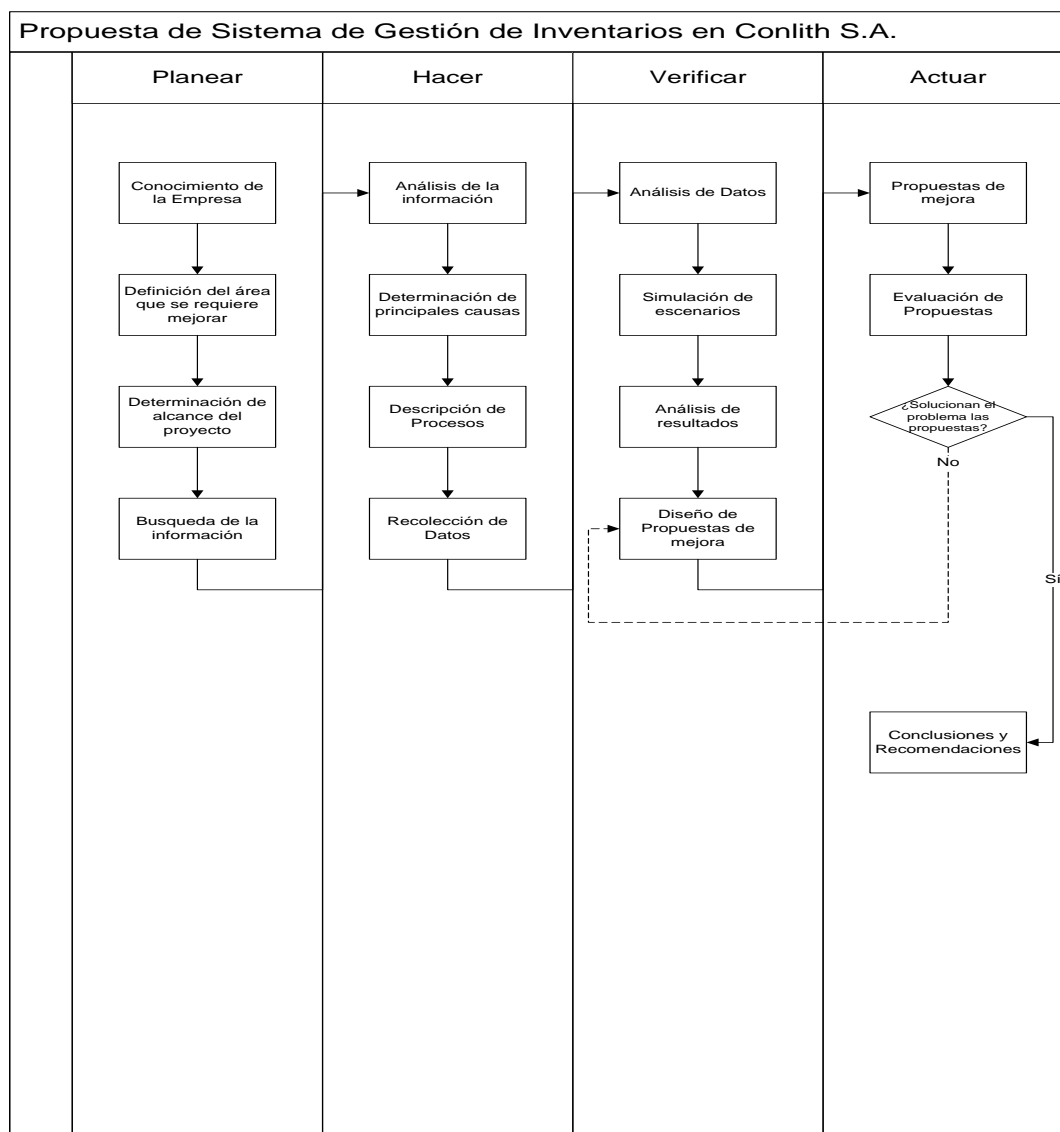
1. Contar con un sistema de inventarios que funciones de acuerdo a la demanda.

2. Mejorar el flujo de caja de la empresa de forma sustancial al manejar niveles adecuados de inventarios.
3. Agilizar los procesos, sin que estos se tengan que detener por falta de materiales.
4. Detectar a tiempo las causas que afectan en la cadena de suministros y tomar acciones correctivas que eviten que se repitan.
5. Reducir de forma significativa el número de órdenes pendientes que representan clientes insatisfechos y entregas tardías.
6. Agilizar el proceso de impresión Offset.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se procede a desarrollar el marco teórico que explicará cada una de las herramientas utilizadas en el diagnóstico así como los conceptos que se utilizan a lo largo del proyecto con la finalidad de facilitarle al lector su entendimiento. Se describe además cada una de las etapas del proyecto y las herramientas utilizadas para alcanzar el objetivo general. En la figura 5 se ilustra la estructura del proyecto mediante un mapa conceptual:

Figura 5: Marco Conceptual del Proyecto



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Búsqueda de información

Entrevistas

Como describe Hernández et al., (2017, p.166), la entrevista: “consiste en un reunión presencial o virtual con la finalidad de que una persona obtenga información de otra. Las entrevistas se basan en una guía de asuntos o preguntas sobre las variables de interés del planteamiento del problema de investigación”.

Se utilizará la entrevista para recopilar toda la información que se considere necesaria, el tipo de entrevista utilizada será la de tipo semi-estructurada o abierta, que no sigue un orden lógico y el entrevistador puede hacer las preguntas según se vaya dando el desarrollo de la misma. Dentro de los entrevistados se contará con gerentes y operarios.

Recolección de Datos Secundarios

Hernández et al., (2017) indica que: “la recopilación y análisis de datos secundarios se fundamenta en información disponible recolectada por otros analistas aparte del investigador”. Por tal razón, haremos uso de datos históricos suministrados por la empresa para el análisis de las variables y de ser necesario se solicitará a la Gerencia la colaboración para recolectar datos adicionalmente requeridos por el analista para el desarrollo de la investigación. Como es el caso de las encuestas de satisfacción al cliente, datos históricos de producción, registros de ingresos y salidas de materias primas.

Análisis de la Información

La información recolectada debe ser primero depurada para eliminar datos innecesarios o dudosos y contar solamente con información confiable. Para un mejor análisis de los datos obtenidos se utilizarán herramientas como Diagrama de Pareto y Diagrama de Análisis de Modo y Efecto de causas.

Diagrama de Pareto

Consiste en un gráfico de barras similar al histograma ordenado de mayor a menor, que se conjuga con una ojiva o curva de tipo creciente y representa en forma decreciente el grado de importancia o peso que tienen los diferentes factores los cuales afectan a un proceso, operación o resultado. Es una herramienta utilizada para priorizar las causas que provocan un problema (Acuña, 2012, p.213).

Asimismo, se utiliza la priorización de las causas de faltantes de materiales y retrasos más relevantes de la Organización.

Análisis de Modo y Efecto de las Causas

El libro de Gutiérrez Pulido Humberto y Román de la Vara. Año 2013. Define el Análisis de modo y efecto de las causas como: “Una metodología que permite identificar las fallas potenciales de un producto o proceso y, a partir de un análisis de su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan; estas fallas se jerarquizan, y para aquellas que vulneran más la confiabilidad del producto o el proceso será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir el riesgo asociado con las mismas”. El uso de esta herramienta en el presente proyecto será con el fin de analizar a fondo las causas más representativas de los retrasos en las órdenes de producción.

Etapas/Función del proceso/Requerimientos

Se da la identificación de la etapa del proceso u operación que está siendo analizado.

Modo potencial de falla

Es la manera en que el proceso (sistema, componente) puede fallar en el cumplimiento de requerimientos.

Efectos potenciales de la falla

Este efecto negativo puede darse en el proceso mismo, sobre una operación posterior o sobre el cliente final.

Severidad

La severidad de los efectos de las fallas potenciales se evalúa en una escala de 1 a 10 y representa la gravedad de la falla.

Causas potenciales del modo de falla

Hacer una lista de todas las posibles causas para cada modo de falla. Entendiendo como causa de falla la manera como podría ocurrir esta.

Ocurrencia

La posibilidad de que ocurra cada causa potencial se estima en una escala de 1 a 10, donde 10 es muy alta y 1 es muy baja.

Controles actuales del proceso

En controles actuales del proceso se describen controles que están dirigidos ya sea a prevenir que la causa de la falla ocurra o bien a detectar que el modo o la causa de la falla ocurrió.

Detección

La posibilidad se expresa en una escala inversa de 1 a 10, en el sentido de que cuanto más preventivos y mejores sean los controles, reciben una calificación más baja.

Número de prioridad del riesgo (NPR)

El número de prioridad del riesgo es un procedimiento que ha sido usado para ayudar a priorizar las acciones. El NPR se calcula como se muestra en seguida:

$$\text{NPR} = \text{Severidad} \times \text{Ocurrencia} \times \text{Detección}$$

Acciones recomendadas

Son las acciones que se tomarán para reducir la ocurrencia de las fallas.



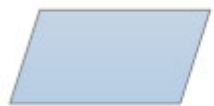
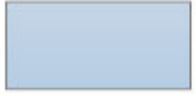

Análisis de los Procesos

El éxito de un estudio de investigación depende, entre otras cosas, al conocimiento del entorno donde se desarrollará el mismo. Para entender mejor la naturaleza de CONLITH, será necesario analizar sus procesos tanto a nivel macro como a nivel micro, y para esto se cuenta con herramientas que facilitan este análisis, tales como lo es el Diagrama de Procesos y el Diagrama de Flujo. Cada tipo de diagrama debe seguir una norma de simbología dependiendo del tipo que este sea con el objetivo de facilitar su entendimiento y existe un ente sin fines de lucro cuyo acrónimo es ASME y significan Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos que facilita estos estándares.

Diagrama de Flujo

“Las tareas se presentan en forma de rectángulos, los flujos como flechas y el almacenamiento de bienes o de otros artículos como triángulos invertidos. A veces, los flujos que pasan por un proceso se dirigen en distintos sentidos, dependiendo de ciertas condiciones. Los puntos de decisión son representados como un diamante con diferentes flujos que salen de las puntas del diamante” (Chase, Jacobs, Aquilano, 2009, p.162). La figura 6 detalla la simbología de un diagrama de flujo.

Figura 6. Simbología para diagramas de Flujo de proceso

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Nota: Chase, Jacobs, Aquilano 2009

Diagrama de Procesos

Cruelles (2013, p.14) explica que un diagrama de flujo de proceso: “Forma gráfica de representa un proceso de fabricación. Puede representarse esquemáticamente o en planta de fábrica”. En la figura 7 se detalla la simbología utilizada en un diagrama de flujo de proceso.

Figura 7: Simbología del Diagrama de Flujo

Símbolo	Significado
	Operación
	Desplazamiento
	Almacenamiento
	Demora o espera
	Inspección
	Operación e inspección
	Decisión

Nota: Cruelles, José Agustín, (2013).

Se explica a continuación el significado de cada uno de los símbolos del diagrama de flujo de proceso según Cruelles (2013):

Operación

Toda acción necesaria para cumplir con las especificaciones de un producto y transformarlo.

Desplazamiento

Cuando se desplaza un operario en su lugar de trabajo para realizar una operación.

Almacenamiento

Cuando se hace una operación de almacenaje.

Demora o espera

El operario tiene que dedicar tiempo a esperar.

Inspección

No contribuye a la conversión del material en producto acabado. Solo sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad.

Operación e inspección

Se trata de una inspección necesaria según la especificación del producto, o bien, se realiza mientras que el producto está siendo transformado.

Decisión

Indica una pregunta. Por lo general, se utiliza cuando se tiene que decidir entre dos opciones (Sí/No).

De esta forma se utiliza el Diagrama de Flujo para detallar el recorrido de una orden de producción en el área de Impresión Offset, así como los procesos de producción que forman parte del estudio y que se consideran relevantes para el entendimiento y análisis de las variables objeto de estudio.

Análisis y clasificación de las materias primas

Al conocer los procesos de producción y de almacenaje en la empresa, será necesario identificar los productos y a su vez las materias primas que los conforman, para estudiar su comportamiento, su valor, su demanda, su naturaleza y su importancia en los procesos de producción. Para esto se aplicarán herramientas como la clasificación ABC. También se analizará el actual sistema de inventario, los costos relacionados a los inventarios y se simularán los pronósticos de la demanda de los materiales.

Clasificación ABC

Chase, Jacobs, Aquilano (2009, p.509) establece que: Casi todas las situaciones de control de inventarios comprenden tantas piezas que no resulta práctico crear un modelo y dar un tratamiento uniforme a cada una. Para evitar este problema, el esquema de clasificación ABC divide las piezas de un inventario en tres grupos: volumen de dólares alto (A), volumen de dólares moderado (B) y volumen de dólares bajo (C). El volumen en dinero es una medida de la importancia; una pieza de bajo costo pero de alto volumen puede ser más importante que una pieza cara pero de bajo volumen.

Se utilizará el sistema de clasificación ABC para categorizar los tipos de materiales según su valor económico y su volumen, con el fin de analizar las materias primas que tienen mayor relevancia y enfocarse en estas.

Análisis de la Demanda de los materiales.

Es necesario analizar el tipo de demanda de los materiales para poder elegir el tipo de modelos de pronóstico a simular. Existen dos tipos de Demanda, la dependiente y la independiente.

Demanda Dependiente

“En la demanda dependiente, la necesidad de cualquier pieza es un resultado directo de la necesidad de otra, casi siempre una pieza de nivel superior del que forma parte” (Chase, Jacobs, Aquilano 2009, p.468).

Demanda Independiente

“En la demanda independiente, las demandas de varias piezas no están relacionadas entre sí” (Chase, Jacobs, Aquilano, 2009, p.468).

Coefficiente de Auto-correlación

Parafraseando a Hernández Sampieri et al., (2017, p.206), se determina que el Coeficiente de Correlación Evalúa si dos variables continuas están linealmente relacionadas. El coeficiente se ubicará entre -1 y +1 y entre más cercana a 1 esté la correlación, más cercanos entre sí estarán los puntos de datos en una línea. Si la correlación es más cercana a 0, significa que no existe una relación lineal entre las variables. Para hallar la relación entre las variables de demanda y tiempo se realizará la prueba de auto correlación y así elegir el modelo de pronóstico que se adapte a dicho comportamiento.

Modelos de pronóstico

Parafraseando a Chase, Jacobs, Aquilano (2009). Se puede decir que el pronóstico se puede clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación. Cada uno de ellos se detalla en seguida:

Cualitativo

Son subjetivos, a propio juicio. Estos se basan en opiniones y estimados.

Análisis de series de tiempo

Se basa en la idea de que los acontecimientos históricos se pueden utilizar para proyectar el futuro.

Causal

Pretende entender el sistema subyacente y del elemento que se quiere pronosticar.

Modelos de simulación de pronósticos

Modelos computacionales que permiten realizar suposiciones sobre variables internas y el ambiente externo en el modelo. En la figura 8 se detalla cada modelo de pronóstico y sus técnicas.

Figura 8: Métodos y técnicas de pronósticos

I. CUALITATIVO	Subjetivas; de juicio. Basadas en estimados y opiniones.
Técnicas acumulativas	Deriva un pronóstico a través de la compilación de las entradas de aquellos que se encuentran al final de la jerarquía y que tratan con lo que se pronostica. Por ejemplo, un pronóstico general de las ventas se puede derivar combinando las entradas de cada uno de los vendedores que están más cerca de su territorio.
Investigación de mercados	Se establece para recopilar datos de varias formas (encuestas, entrevistas, etc.) con el fin de comprobar hipótesis acerca del mercado. Por lo general, se usa para pronosticar ventas a largo plazo y de nuevos productos.
Grupos de consenso	Intercambio libre en las juntas. La idea es que la discusión en grupo produzca mejores pronósticos que cualquier individuo. Los participantes pueden ser ejecutivos, vendedores o clientes.
Analogía histórica	Relaciona lo pronosticado con un artículo similar. Es importante al planear nuevos productos en los que las proyecciones se pueden derivar mediante el uso del historial de un producto similar.
Método de Delfos	Un grupo de expertos responde un cuestionario. Un moderador recopila los resultados y formula un cuestionario nuevo que se presenta al grupo. Por lo tanto, existe un proceso de aprendizaje para el grupo mientras recibe información nueva y no existe ninguna influencia por la presión del grupo o individuos dominantes.
II. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO	Con base en la idea de que el historial de los eventos a través del tiempo se puede utilizar para proyectar el futuro.
Promedio móvil simple	Se calcula el promedio de un periodo que contiene varios puntos de datos dividiendo la suma de los valores de los puntos entre el número de éstos. Por lo tanto, cada uno tiene la misma influencia.
Promedio móvil ponderado	Puede ser que algunos puntos específicos se ponderen más o menos que los otros, según la experiencia.
Suavización exponencial	Los puntos de datos recientes se ponderan más y la ponderación sufre una reducción exponencial conforme los datos se vuelven más antiguos.
Análisis de regresión	Ajusta una recta a los datos pasados casi siempre en relación con el valor de los datos. La técnica de ajuste más común es la de los mínimos cuadrados.
Técnica Box Jenkins	Muy complicada, pero al parecer la técnica estadística más exacta que existe. Relaciona una clase de modelos estadísticos con los datos y ajusta el modelo con las series de tiempo utilizando distribuciones bayesianas posteriores.
Series de tiempo Shiskin	(Se conoce también como X-11). Desarrollada por Julius Shiskin de la Oficina del Censo. Un método efectivo para dividir una serie temporal en temporadas, tendencias e irregular. Necesita un historial por lo menos de 3 años. Muy eficiente para identificar los cambios, por ejemplo, en las ventas de una compañía.
Proyecciones de tendencias	Ajusta una recta matemática de tendencias a los puntos de datos y la proyecta en el futuro.

Nota: Chase, Jacobs, Aquilano (2009).

Para efectos del presente proyecto se hará uso de los modelos de pronóstico de Análisis de series de tiempo como el promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial simple que son los modelos que se adaptan para el tipo de demanda de las materias primas de CONLITH S.A. y serán elegidos según el coeficiente de auto-correlación que dé cada artículo.

Sistema de Inventarios

El modelo de inventarios que se propone para el abastecimiento de materias primas de CONLITH S.A. es el de Orden para Múltiples Artículos. Este modelo busca reducir el número de proveedores y además realizar órdenes con la máxima cantidad de artículos que puede surtir un proveedor y en este caso todos los tipos de papel utilizados en el proceso de Offset pueden ser abastecidos por un solo proveedor, permitiendo manejar cantidades adecuadas y a su vez reduciendo los costos por ordenar individualmente.

El modelo de órdenes para artículos múltiples según Sipper, Daniel, and Bulfin Jr., Robert L., (2011, p.253) establece que este sistema debe cumplir los siguientes lineamientos para que sea posible su utilización:

- El tiempo de entrega es constante.
- Existe una tasa de reabastecimiento infinita.
- Existe un horizonte de tiempo infinito.
- Las órdenes de compra se colocan a intervalos constantes.
- Un artículo se reabastece en intervalos iguales.

Las variables que utiliza este modelo se describen en la tabla 1.

Tabla 1 Variables del Modelo de Orden para Múltiples Artículos

Variable	Significado
S	Costo fijo de hacer un pedido del grupo de artículos
c_i	Costo unitario del artículo i
s_i	Costo marginal dependiente del artículo de hacer un pedido adicional
$A\bar{E}$	Valor monetario anual de todos los artículos del grupo pedido
$a\bar{E}_i$	Valor monetario anual del artículo i que pertenece al grupo pedido
D_i	Demanda anual del artículo i en número de unidades
I	Costo unitario de mantener inventarios
$Q\bar{E}$	Valor total en dinero de todos los artículos del lote de pedido
$Q\bar{E}_i$	Valor total en dinero del artículo i que pertenece al grupo pedido
Q_i	Tamaño del lote de artículo i
N	Número de ciclos por año
T	Tiempo que transcurre entre pedidos en años.

Nota: Sipper et al., 2011

Se detallan en este apartado los costos relacionados al inventario utilizados en el modelo ya antes explicado.

Costos de mantenimiento

“Esta amplia categoría incluye los costos de las instalaciones de almacenamiento, manejo, seguros, desperdicios y daños, obsolescencia, depreciación, impuestos y el costo de oportunidad del capital” (Chase, et al., 2009, p. 549).

Costo de pedidos o Costo de ordenar

“Estos costos se refieren a los costos administrativos y de oficina por preparar la orden de compra o producción. Los costos de pedidos incluyen todos los detalles, como el conteo de piezas y el cálculo de las cantidades a pedir” (Chase, et al., 2009, p. 549).

Costo marginal dependiente

Parafraseando a Chase, et al., (2009, p.718), el costo marginal dependiente es el costo incremental de cada nueva adquisición del artículo.

Diagrama Causa – Efecto

“Muestran las relaciones propuestas hipotéticamente entre causas potenciales y el problema que se estudia. Cuando se tiene un diagrama de causas y efectos, procedería el análisis para averiguar cuál de las causas potenciales contribuía al problema” (Chase, et al., 2009, p. 315).

TPM

“El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados” (Hernández, Vizán, 2013, p. 48).

Matriz FODA

“Es una herramienta de múltiple aplicación que puede ser usada por todos los departamentos o áreas de una organización en sus diferentes niveles, para analizar diferentes aspectos de carácter estratégico, dado que provee excelente información para la toma de decisiones” Pérez, J. (Febrero 2011). Óbito y resurrección del análisis DAFO. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es>

La matriz FODA se divide en cuatro cuadrantes en los que se describen las principales Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la empresa en términos estratégicos. En la figura 9 se ilustra un ejemplo de la esta matriz de análisis.

Figura 9: FODA



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En el presente proyecto se utilizará la herramienta como método de análisis para entender mejor el entorno estratégico que vive hoy CONLITH S.A., evidenciando sus principales fortalezas y debilidades desde la perspectiva interna y sus principales Amenazas y Oportunidades desde la perspectiva externa.

Matriz de Riesgos

Parafraseando la guía del PMBOOK, los riesgos de un proyecto se pueden polarizar desde una perspectiva cualitativa, asignándole calificaciones según su probabilidad de ocurrencia y al impacto que significarían. La evaluación de cada riesgo se hace mediante una matriz de probabilidad e impacto que especifica las combinaciones de probabilidad e impacto que califican al riesgo como una prioridad baja, media o alta. Y depende de la organización si elige valores numerales o términos descriptivos para calificar los riesgos. Estos valores de impacto se eligen a criterio de la organización, basado en experiencias vividas y previamente estudiadas.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

En el marco metodológico se define el método utilizado para realizar el presente proyecto. Este capítulo está compuesto por ocho elementos que juntos conforman la guía que el analista seguirá: Enfoque, Diseño, Muestra de la Investigación, Variables, Instrumentos, Proceso para la Recolección de Datos, Método de Análisis y Cronograma.

Enfoque

Existen dos tipos de enfoque que se puede utilizar para un proyecto de investigación:

Enfoque Cualitativo

Hernández Sampieri et al., Roberto, Carlos, Fernández y María Baptista (2010, p.7) señala: “El enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación”.

Enfoque Cuantitativo

Hernández Sampieri et al., (2010, p.4) señalan que un enfoque cualitativo “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”.

Los alcances de un enfoque cuantitativo son cuatro: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo.

Exploratorio

Hernández Sampieri et al., (2010, p.79) indican: “los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes”.

Descriptivo

“Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos, o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernández Sampieri et al., 2010, p.80).

Correlacional

“Los estudios correlacionales son para conocer la relación o grado de asociación entre dos o más conceptos, categorías o variables en determinado contexto” (Hernández Sampieri et al., 2010, p.81).

Explicativo

“Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables” (Hernández Sampieri et al., 2010, p.83).

Enfoque Mixto

Los métodos de investigación mixta son la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno. Éstos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (Chen, 2006; Johnson et al., 2006, citados por Hernández Sampieri et al., 2010, p.546).

En el presente proyecto se utilizará un Enfoque Mixto ya que se considera un enfoque Cuantitativo Correlativo para analizar el impacto en los incumplimientos de los pedidos del cliente y También se hará uso del Enfoque Cuantitativo Explicativo para describir y entender los procesos, hallar las causas más relevantes del problema y proponer soluciones a la empresa.

Diseño

El término *diseño* se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea y responder al planteamiento del problema (Wentz, 2014; Hernández-Sampieri et al., 2014 y Kalaian, 2008, citado por Hernández et al., 2010).

El Diseño puede ser Experimental o No Experimental. En seguida se explica cada uno de ellos:

Diseño Experimental

Como su nombre lo indica, se trata de un experimento (Hernández et al., 2010, p.121) explica que: “un experimento es un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables

independientes, para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes, en una situación que controla el investigador”.

Diseño No Experimental

Al contrario del Experimental, “Los diseños no experimentales implican investigación que se efectúa sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras” (Hernández et al., 2010, p.149).

El diseño No Experimental a su vez se divide en Diseño Transeccional o Transversal y Diseño Longitudinal.

Diseño transeccional o transversal

“Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (Hernández et al., 2010, p.151).

Diseño longitudinal

“Los diseños longitudinales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y efectos” (Hernández et al., 2010, p.159).

El presente estudio expone un diseño de tipo no experimental transeccional puesto que se va a recolectar datos en un período de tiempo determinado, se describirán las variables y se analizará de qué forma impacta en el proceso objeto de estudio.

Muestra de la Investigación

Hernández et al., (2017, p.128), explica que “una muestra en un subgrupo de la población o universo que nos interesa, sobre el cual se recolectarán los datos pertinentes y deberá ser representativo de dicha población”.

Todo proyecto de investigación que requiera estudiar cierta característica o comportamiento de una población requiere de una muestra ya que es más práctico analizar una porción de datos a analizar el cien por ciento de ellos. Para elegir una muestra se debe primero determinar si será de carácter probabilístico o no probabilístico.

Muestra Probabilística

En las muestras probabilísticas, todas las unidades, casos o elementos de la población tienen al inicio la misma probabilidad de ser escogidos. Se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño adecuado de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis (Hernández et al., 2017, p.131).

Muestra No Probabilística

En las muestras no probabilísticas, la elección de las unidades no depende de la probabilidad, sino de razones relacionadas con las características de la investigación (Hernández et al., 2017, p.131).

En este caso la muestra que se seleccionará para estudiar las unidades de análisis será la muestra probabilística por tratarse de datos numéricos cuantificables obtenidos en un tiempo determinado.

Se elige para este estudio como población que será efecto de análisis las órdenes de producción que presentan retrasos en las entregas a los clientes. Se cuenta con datos históricos solicitados a la empresa, los cuales comprenden el período de enero a setiembre del año 2018. Tal y como lo explica (Hernández Sampieri et al., 2017, p.132) para obtener una muestra probabilística se siguen dos procedimientos: “calcular un tamaño de muestra que sea representativo y seleccionar la población de las unidades o casos que conformarán la muestra, de manera que al inicio todos tengan la misma probabilidad de ser escogidos”.

Variables

Hernández et al., (2017, p.82) señala: “una variable es una propiedad o característica de fenómenos, entidades físicas, hechos, personas u otros seres vivos que pueden fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse”. A continuación se detalla el análisis de variables para los Objetivos Específicos planteados en la tabla 2:

Tabla 2: Análisis de variables

Objetivo	Variable	Concepto	Operacional	Instrumento
Describir los procesos productivos relacionados directa e indirectamente con el almacén de materias primas.	Procesos Productivos	Un proceso de producción es el conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes y/o servicios. En este proceso intervienen la información y la tecnología, que interactúan con personas. Su objetivo final es la satisfacción de la demanda.	Capacidad de producción utilizada: Capacidad real/capacidad teórica	Datos de Capacidad instalada de planta Registros de producción
			Rendimiento de Equipo: Número de unidades producidas / Capacidad máxima del equipo	Registros de producción Ficha técnica del equipo
Analizar la actual gestión de las materias primas y su importancia para el cumplimiento del plan de producción.	Materias primas	La materia prima hace referencia a todo bien que tenga como finalidad la transformación durante un proceso de producción hasta convertirse en un elemento de consumo.	Control de existencias finales: (Inventario físico/ Inventario Teórico)*100	Registros de Existencias teóricas Registros de toma físicas
Identificar las principales causas que provocan las entregas tardías y generan insatisfacción al cliente.	Insatisfacción	Incumplimiento de las expectativas, en este caso las expectativas del cliente interno y externo.	Índice de satisfacción del cliente: Puntuación total obtenida / total de puntuación posible	Encuestas de nivel de satisfacción del cliente Reportes de órdenes con retrasos. Reportes de órdenes entregadas
			Impacto de las principales causas: Valor económico de las órdenes con retraso por causa / Total valor económico de órdenes desviadas	
Establecer un método moderno de manejo de inventarios que garantice la eficiencia de los procesos de compra, almacenaje y despacho de materias primas	Control de Inventarios	Un sistema de inventario proporciona la estructura organizacional y las políticas operativas para mantener y controlar los bienes en existencia.	Tasa de cobertura del inventario: Stock promedio/Demanda promedio	Datos de Planeación de la demanda. Reportes de existencia de Materiales
			Gestión Metas alcanzadas / Total metas propuestas	Objetivos estratégicos de la empresa.

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Instrumentos

Parafraseando a Hernández et al., (2017, p.155), los instrumentos le permiten al investigador estudiar las variables de forma cualitativa o cuantitativa, según corresponda el tipo de investigación que se está realizando. Para el presente proyecto se detallan en la Tabla 3 los instrumentos de los que se estará haciendo uso para alcanzar el cumplimiento de los objetivos, los recursos requeridos y los beneficios esperados del uso y aplicación de cada uno de ellos.

Tabla 3: Instrumentos de la investigación

Indicador	Instrumento	Recursos Requeridos	Beneficios Esperados
Capacidad de producción utilizada: Capacidad real/capacidad teórica	Datos de Capacidad instalada de planta Registros de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Humanos • Informáticos • Equipo de cómputo • Documentación 	Determinar la utilización de las instalaciones.
Rendimiento de Equipo: Número de unidades producidas / Capacidad máxima del equipo	Registros de producción Ficha técnica del equipo		Determinar utilización del equipo
Control de existencias finales: (Inventario físico / Inventario Teórico)*100	Registros de Existencias teóricas Registros de toma físicas		Determinar los Materiales con mayor y menor control y su impacto
Índice de satisfacción del cliente: Puntuación total obtenida / total de puntuación posible	Encuestas de nivel de satisfacción del cliente Reportes de órdenes con retrasos.		Escuchar la voz del cliente
Impacto de las principales causas: Valor económico de las ordenes con retraso por causa / Total valor económico de ordenes desviadas	Reportes de órdenes entregadas		Evaluar las entregas y el cumplimiento de estas
Tasa de cobertura del inventario: Stock promedio/Demanda promedio	Datos de Planeación de la demanda. Reportes de existencia de Materiales		Manejar un nivel de inventario óptimo
Gestión Metas alcanzadas / Total metas propuestas	Objetivos estratégicos de la empresa.		Medir el desempeño de la empresa en cuanto a metas propuestas

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Proceso para la Recolección de Datos

El proceso de recolección de datos define cada uno de los métodos, técnicas y herramientas que se utilizan para capturar los datos necesarios para analizar las variables de estudio. También aquí se describen las fuentes de información y su confiabilidad.

Entrevistas

Se realizarán entrevistas en la empresa, con el fin de recaudar la información requerida para entender los procesos, los encargados de las funciones, el manejo de la información y la comunicación interna. Las entrevistas estarán dirigidas a la Gerencia de Producción y personal de almacén de materias primas. Estas entrevistas pueden ser estructuradas o no estructuradas dependiendo del grado de conocimiento del entrevistado.

Con esta herramienta se pretende hallar:

- El entendimiento de los procesos productivos.
- El entendimiento del manejo de los inventarios.
- La problemática y el problema.
- Definir las variables de estudio.
- Datos suficientes para encontrar causas al problema.
- Comparar el estado actual del sistema versus el estado ideal o requerido.

Datos Históricos

Los datos históricos son información brindada por la empresa al analista con la finalidad de que sean utilizados para analizar el comportamiento de la variable de estudio, en este caso los datos históricos que se solicitarán son:

- Reportes de paros por desabastecimiento de materiales.
- Reportes de incumplimientos de entregables al cliente eterno por desabastecimiento de materiales.
- Reporte de órdenes de trabajo incompletas.
- Registros de inventarios en general como tomas físicas y ajustes de inventarios.

Los supervisores de las áreas objeto de estudio serán los encargados de facilitar dicha información al analista que a su vez deberá considerar la cantidad de datos y el período de tiempo a tomar en cuenta.

Método de Análisis

Una vez recolectados los datos, estos deben ser analizados para su debida interpretación. Este proceso se debe realizar de la manera más ágil ya que los datos recolectados podrían ser excesivos

y se requiere solo información veraz y confiable. Así entonces, se utilizarán herramientas para datos cualitativos y herramientas para datos cuantitativos.

Microsoft Excel

Permite organizar la información recolectada de forma ordenada, crear bases de datos o matrices que hacen más fácil la interpretación de los datos numéricos desde una computadora. Esta herramienta permite además realizar cálculos matemáticos como el tamaño de muestra, cálculos estadísticos y financieros.

Diagrama de Pareto

Se aplicará para priorizar las causas que más influyen sobre la problemática. Una herramienta que servirá de complemento al Diagrama de Pareto será Minitab, un software estadístico que facilita la elaboración y manejo de gráficos.

Análisis de modo y efecto de las fallas (AMFE)

Esta herramienta sirve para identificar los efectos y las causas de las fallas potenciales. Se utilizará para el proceso productivo, para analizar los datos cualitativos, y para medir los factores que afecta la eficiencia de los procesos.

Minitab 17

El Software estadístico Minitab 17 será utilizado para el análisis y cálculo de datos como los índices de auto-correlación entre las materias primas y el tiempo.

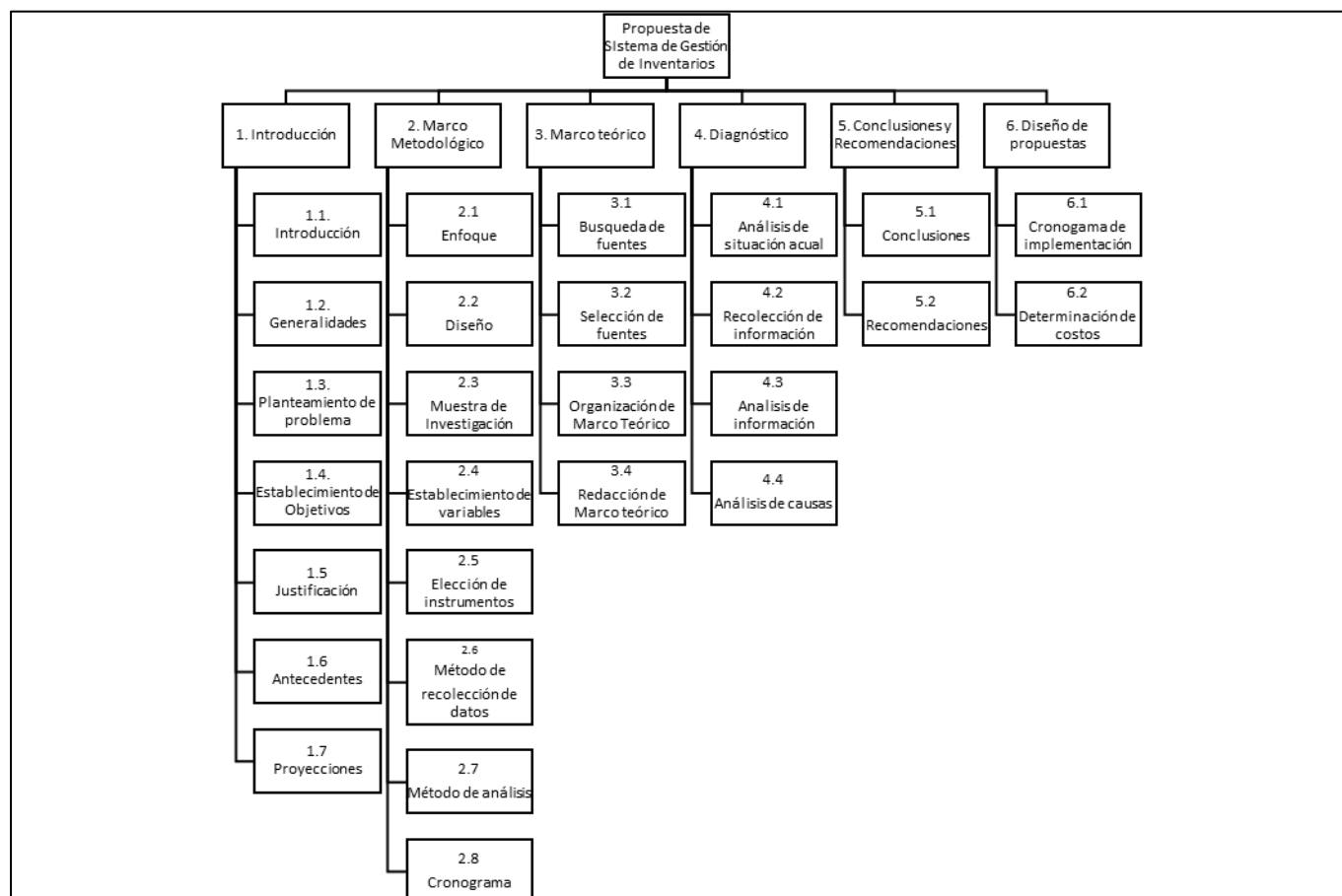
Cronograma

Todo proyecto, debe tener una fecha de inicio y una de final, período en el que se desarrollarán las actividades que permitan cumplir con el objetivo del proyecto. En el presente proyecto se establecen dos cronogramas para mostrar las etapas del mismo con las fechas de los entregables y el orden determinado. Para ello se eligen el Diagrama de Gantt y el Diagrama WBS.

WBS

El WBS consiste en una descomposición jerárquica de los entregables, detallado por tareas que permite gestionar el alcance del proyecto como lo ilustra la figura 10.

Figura 10: WBS



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El diagrama WBS ilustra las principales fases del proyecto, para culminar cada uno de los capítulos del proyecto.

Diagrama Gantt

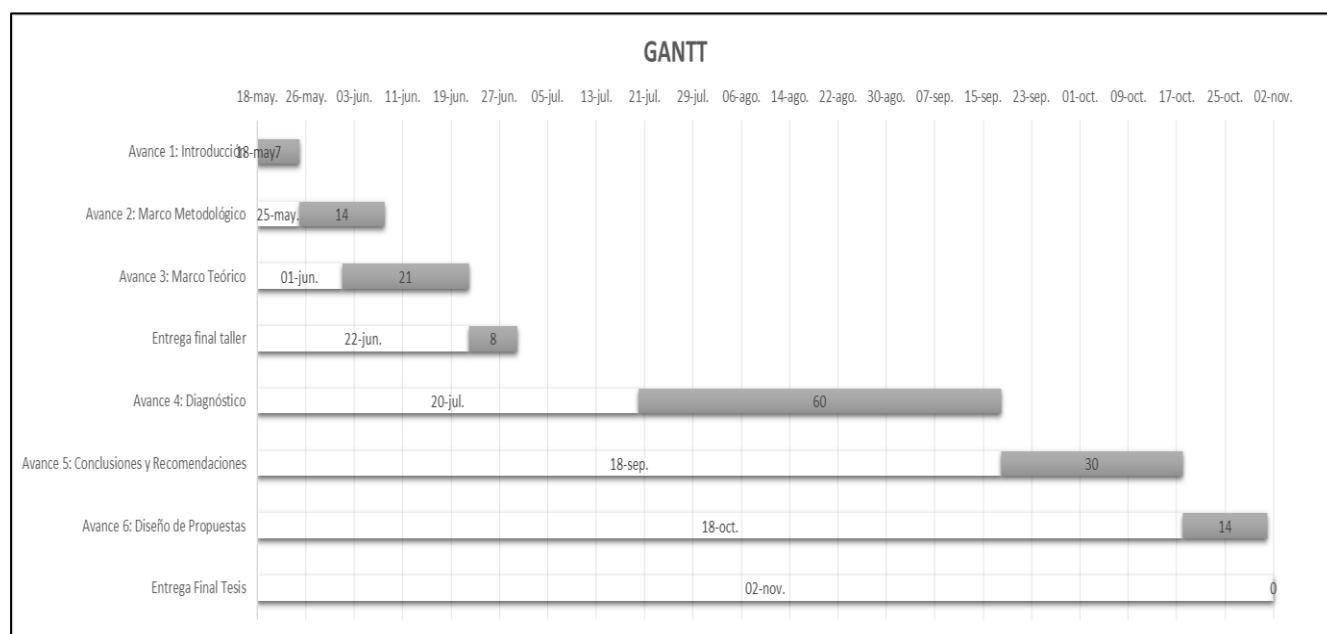
Como una forma de organizar las etapas del proyecto y controlar los entregables se desarrolla el Diagrama de Gantt. Inicialmente, se detallan las etapas en la tabla 4 con sus respectivas fechas y posteriormente la figura 11 muestra el diagrama:

Tabla 4: Entregables del proyecto

Actividad	Fecha Inicio	Duración en días	Fecha final
Avance 1: Introducción	18-may	7	25-may
Avance 2: Marco Metodológico	25-may	14	08-jun
Avance 3: Marco Teórico	01-jun	21	22-jun
Entrega final taller	22-jun	8	30-jun
Avance 4: Diagnóstico	20-jul	60	18-sep
Avance 5: Conclusiones y Recomendaciones	18-sep	30	18-oct
Avance 6: Diseño de Propuestas	18-oct	14	01-nov
Entrega Final Tesis	02-nov	0	02-nov

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Figura 11. Diagrama de Gantt del proyecto



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Como se ilustra, el inicio del proyecto es el 18 de mayo de 2018 con el capítulo de la introducción y finaliza el 02 de noviembre de 2018 con la entrega final de la tesis. Cada capítulo del proyecto tiene un tiempo establecido para que sea completado, y de esta forma no afectar el inicio del siguiente, atentando contra la fecha final esperada.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

En el presente capítulo se desarrollarán herramientas y técnicas de Investigación y de la Ingeniería Industrial con el afán de comprobar que realmente existe un problema. Se describirán procesos productivos, específicamente el proceso de Offset y se determinarán las principales causas que provocan las entregas tardías a los clientes de CONLITH S.A. Se analizarán los procedimientos de las áreas que más impactan en la problemática y se cuantificará el impacto económico que conlleva el faltante de estas, para que posterior a ello se puedan proponer soluciones de mejora a la empresa.

Sistema de Producción de CONLITH

El sistema de producción de CONLITH S.A. se caracteriza por ser de clase intermitente o por lotes, debido a que se produce en lotes según los pedidos del cliente y a que la variedad de los productos es muy amplia al tratarse de publicidad en su gran mayoría, tales como etiquetas, afiches, revistas, cuadernos, empaques, almanaques, banners, periódicos y muchos más, como es lo normal en una empresa del mercado publicitario que ofrece servicios de diseño gráfico, litografía, impresión digital y gran formato.

La producción intermitente tiene sus ventajas y desventajas como se muestra a continuación:

Ventajas:

- Flexibilidad en las instalaciones de la planta para los cambios de productos.
- Mano de obra capaz de realizar múltiples tareas y adaptarse a los cambios.
- Facilidad en el mantenimiento del flujo de producción
- Un máximo aprovechamiento de los equipos.

Desventajas

- Rendimientos irregulares de la mano de obra por el impedimento de especializarse en una sola tarea.
- Requiere un alto volumen de inventarios.
- Se dificulta el avance en los pedidos.

Una vez descrito el Sistema de producción se procede a analizar el proceso productivo de Offset y los tipos de productos que se fabrican en esta área. Adicionalmente, se describirá el sistema de gestión inventarios que en la actualidad utiliza la empresa para así tener una mejor perspectiva

sobre el funcionamiento del negocio, de los procedimientos y de los métodos utilizados para garantizar productos de calidad entregados a tiempo.

Proceso productivo de Offset

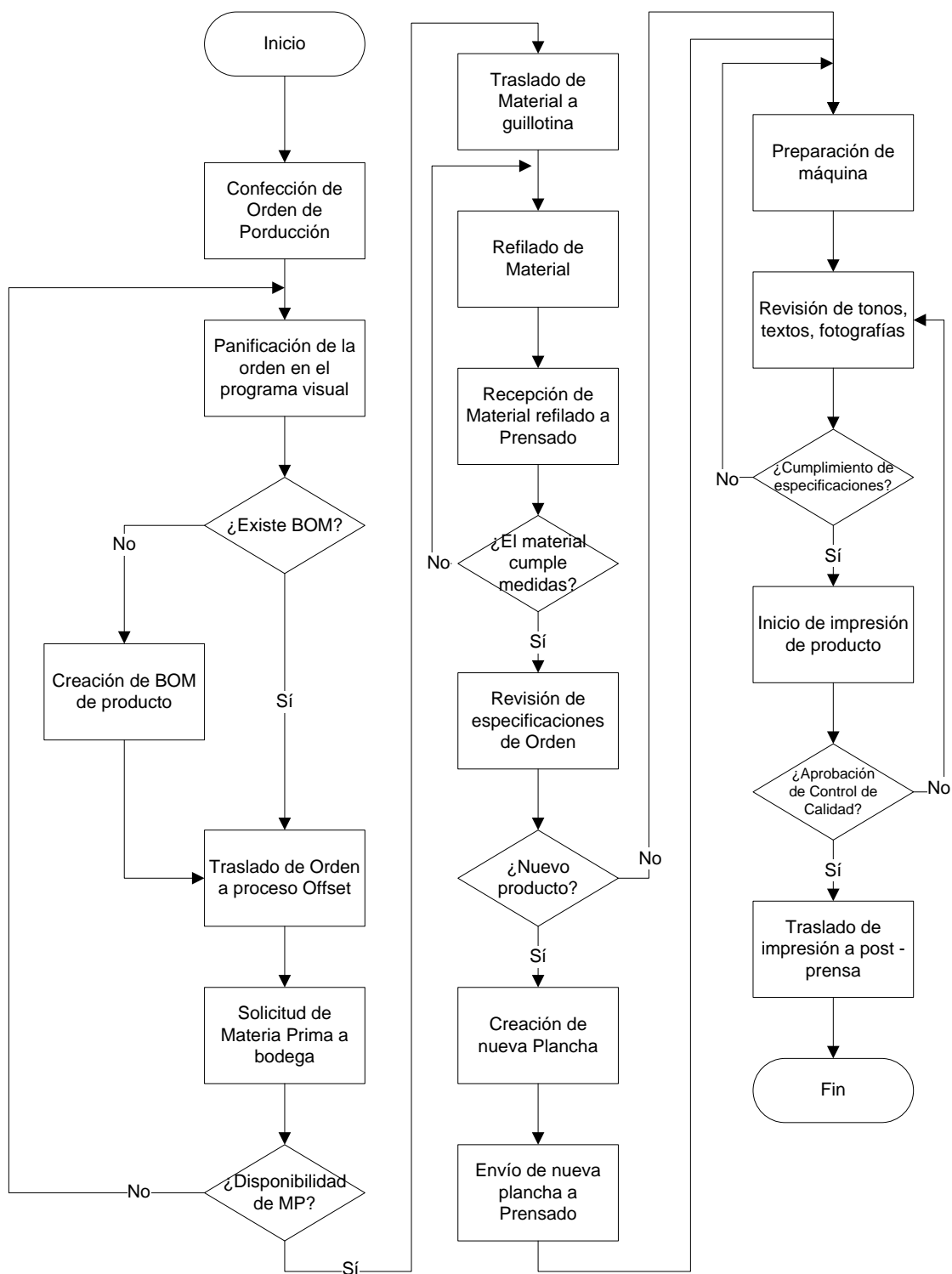
La impresión Offset consiste en la transferencia de una imagen (previamente grabada en una placa de aluminio) al papel mediante cilindros por contacto entre sí. Utiliza agua y pintura a base de aceite para la impresión, utilizando como base solamente 4 colores: Cyan, Magenta, Amarillo (2 veces) y Negro, dando acabados de mayor calidad y que a pesar de ser muy costosa, ésta técnica permite imprimir hasta 15 000 hojas por hora, muy distinto a las impresoras de litografía tradicional que pueden producir máximo 2 000 hojas por hora, lo que compensa su alto valor con altos volúmenes de producción. En la figura 12 se ilustra una de las impresoras del proceso Offset utilizadas en CONLITH S.A. y en la figura 13 se explica mediante un diagrama de flujo el proceso productivo.

Figura 12. Impresora Offset Heidelberg SM 74



Nota: CONLITH S.A.

Figura 13. Diagrama de flujo Impresión Offset, CONLITH S.A.



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la figura 13 se describe el proceso de impresión Offset iniciando con la confección de la orden de producción en el sistema OPTIMUS, proceso en el que se agrega los componentes requeridos y las cantidades necesarias de cada uno, posteriormente se programa la orden de producción, si no existe una lista de materiales (BOM) para el producto, se debe crear con las cantidades requeridas de cada componente. Después se imprime y se archiva en el registro de órdenes pendientes. Una vez programada se traslada la orden al área de impresión Offset cuando llegue su turno de producir según la calendarización y se realiza la solicitud de materiales a la bodega de materias primas mediante una orden de requisición. En el caso de no haber existencias suficientes de suministros, se debe esperar hasta que haya disponibilidad de materiales. El proceso continúa trasladando el papel requerido al área de guillotina, en el que se procede a darle las medidas requeridas para el producto si necesita ser refilado. Seguidamente, se traslada el papel al área de prensas, si este no cumple las medidas requeridas se debe refilar o solicitar nuevo papel a la bodega en caso de ser necesario. Luego de verificadas las medidas del papel se prepara la plancha, que es la plantilla que se utilizará en la impresión con el diseño del producto, y si se trata de un nuevo producto con características únicas se debe crear la plantilla en el área de planchas. Una vez se cuenta con la plantilla, se procede a la preparación del equipo donde el primer paso es el montaje de la plancha en la impresora, luego se realiza el equilibrio y ajuste de colores que llevará impresos el producto, después se da el entintado de rodillos o cuerpos, que imprimirá un color cada uno por una cara del papel, para finalmente colocar el papel e iniciar con la impresión. Las impresiones son sometidas constantemente a un estricto control de calidad y una vez aprobado se traslada al área de pos prensa donde se despegan hojas de papel manualmente y se traslada a guillotina, barnizado, encuadernado o alguno de los procesos posteriores según corresponda para darle su acabado final y entregar a almacén de producto terminado.

Capacidad de producción

La capacidad real de producción de las impresoras Offset Modelos SM 74 L4 y SM 74 utilizadas en CONLITH, se mantienen hoy día muy por debajo de la capacidad teórica. Para entender mejor esta afirmación, se ilustra en la tabla 5 el análisis de la capacidad de dicha máquina.

Tabla 5. Capacidad Real versus Capacidad Teórica de Impresoras Offset

Máquina	Capacidad máx. real en metros cuadrados por mes	Capacidad máx. teórica en metros cuadrados por mes	Índice de utilización
SM 74 L4	982,963.90	3,659,337.00	26.9%
SM 74	1,512,185.88	3,171,425.40	47.7%

Nota: CONLITH S.A.

Se indica en la tabla 5 las capacidades reales y teóricas en metros cuadrados de cada impresora. Para el modelo SM 74 L4 la capacidad máxima teórica es 3 659 337 m² y está muy por encima de la capacidad máxima real, que es de apenas 982 963.90 m², para un índice de utilización de 26.9%. Por otra parte la impresora SM 74 presenta una capacidad máxima real de 1 512 185.88 m² contra una capacidad máxima teórica de 3 171 425.40, lo que representa un índice de utilización de 47.7%. Ambos índices están muy bajos y esto indica un desaprovechamiento importante de las instalaciones.

Por otra parte, el rendimiento del equipo se obtiene calculando la relación de capacidad máxima en pliegos por hora contra la capacidad utilizada de pliegos por hora. Se detalla en la tabla 6 el rendimiento de las dos impresoras offset según datos brindados por la empresa.

Tabla 6. Rendimiento del Equipo

Impresora	Capacidad máxima (pliegos/hora)	Capacidad utilizada (pliegos/hora)	Rendimiento de equipo
SM74	13,000	11,631	89.47%
SM 74 L4	15,000	7,400	49.33%

Nota: CONLITH S.A.

La tabla 6 incluye los rendimientos de cada una de las impresoras del proceso analizado, en donde se observa como la máquina SM 74 posee una capacidad de imprimir 13 mil pliegos por hora y solamente está procesando 11 631 pliegos por hora en promedio para un rendimiento de equipo de 89.47%. El otro caso, la impresora modelo SM 74 L4, es más evidente el bajo rendimiento, apenas un 49.33% ya que su capacidad máxima es de 15 mil pliegos y apenas alcanza los 7 400 pliegos por hora en promedio.

Análisis de la situación actual

La empresa CONLITH S.A. actualmente está presentando problemas de cumplimiento en las entregas al cliente en sus impresiones Offset. Los retrasos en la producción son constantes debido a causas que se hallarán y se analizarán en esta sección del documento, para determinar las más relevantes según su impacto económico y así proponer soluciones efectivas.

a. Causas

Para entender mejor la situación actual se aplican las herramientas para la captura de información como lo son las encuestas. También el uso de otras herramientas como el diagrama de Pareto, el diagrama Causa y Efecto y el diagrama de Análisis de Modo y Efecto de las Fallas para comprender las principales causas y determinar el impacto.

Análisis de los resultados de las encuestas de Nivel de Satisfacción aplicadas por CONLITH S.A.

Trimestralmente, el servicio al cliente de la empresa aplica una encuesta aleatoria a 100 clientes escogidos al azar desde su base de datos, para medir el nivel de satisfacción que estos tienen y qué tanto se acerca esta realidad a la Misión y la Visión de la empresa. Se tuvo acceso a estos resultados correspondientes a los dos primeros trimestres del año 2018, específicamente al periodo comprendido entre enero y abril del 2018, y de mayo a agosto del año 2018. La encuesta consiste en la aplicación de siete preguntas donde el encuestado deberá puntuar con una calificación de 1 a 10, su experiencia con el servicio brindado y los resultados obtenidos. La encuesta aplicada se ilustra en la figura 14.

Figura 14. Encuesta de Satisfacción al Cliente

CONLITH
excelencia gráfica

**ENCUESTA TRIMESTRAL
DE SATISFACCIÓN AL CLIENTE**

Fecha: _____
 Cliente: _____ Período: _____
 Contacto: _____ Aplicada por: _____

Nota: La calificación se establece de 1 a 10 puntos. Donde 1 es deficiente y 10 excelente. Si no responde indicar N/A

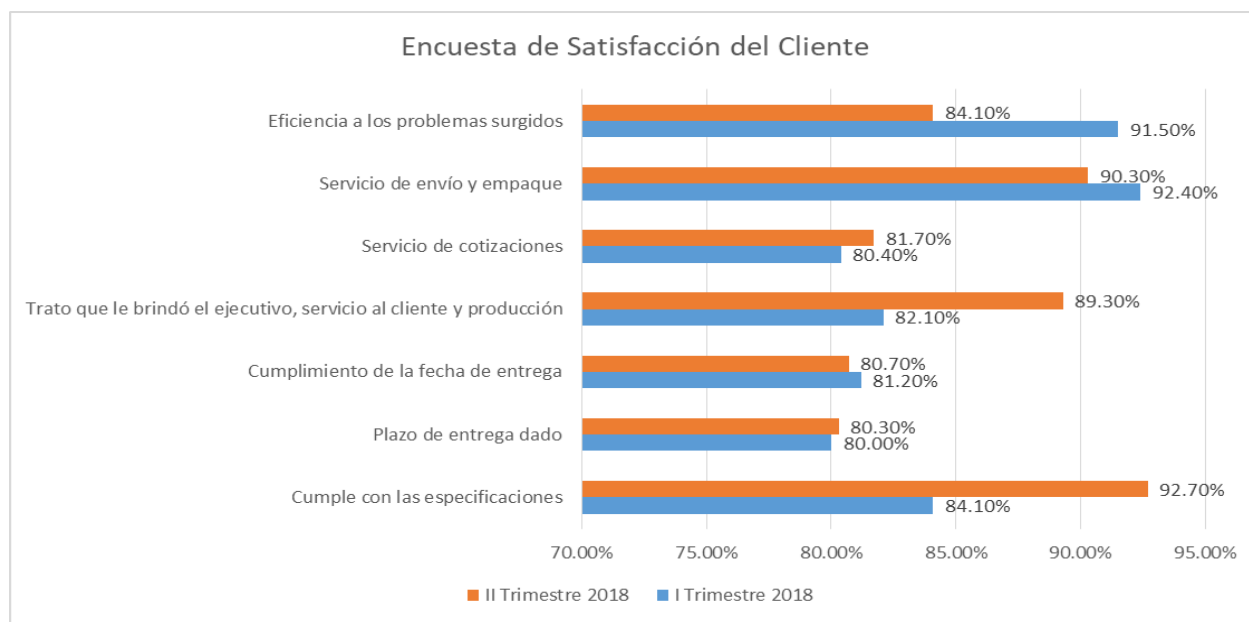
PUNTOS POR EVALUAR	PUNTAJE
¿El producto recibido cumple con las especificaciones solicitadas?	
¿Cómo considera usted el plazo de entrega dado?	
¿Cómo evaluaría el cumplimiento de la fecha de entrega?	
¿Cómo calificaría el trato que le brindó el ejecutivo, servicio al cliente y producción?	
¿Qué calificación le daría al servicio de cotizaciones?	
¿Qué calificación le daría al servicio de envió y empaque?	
¿Con que eficiencia se le ha dado solución a los problemas surgidos?	

OBSERVACIONES:

Nota: Servicio al Cliente, CONLITH S.A.

De la encuesta aplicada se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la figura 15 mediante un gráfico de barras.

Figura 15. Resultados de la Encuesta de Satisfacción al Cliente



Nota: Servicio al Cliente, CONLITH S.A.

Se ilustra en la figura 15 como hubo una mejoría en los rubros de Trato brindado, Plazo de entrega dado, Servicio de Cotizaciones y Cumplimiento de las especificaciones. También se aprecia en la gráfica como disminuyó el porcentaje de satisfacción en los rubros de Resolución de problemas, Servicio de entrega y empaque, y Cumplimiento de la fecha de entrega. También se evidencia como los tiempos pactados y el cumplimiento en fechas son los motivos que más incomodan al cliente. Además de esto, la meta de la empresa es mantener el nivel de satisfacción del cliente entre 90% y 100% y los resultados demuestran que el primero y el segundo trimestre del año 2018 están por debajo de la meta, con 84.53% y 85.59% respectivamente.

Análisis de Registros de Inconformidades del proceso de impresión Offset

El presente proyecto se enfocará en el proceso de impresión Offset, donde se presenta la mayoría de problemas de retrasos en las órdenes de producción. Para realizar un adecuado diagnóstico de la situación actual, se requieren datos de la empresa que sean reales y confiables, por ello se solicita a la gerencia los registros de producción, en los que se reportan todos los trabajos realizados entre enero y setiembre del año 2018, además se lleva un informe con las no conformidades que se presentan en el proceso, los tiempos de entrega y los costos de las órdenes. Sin embargo, para demostrar que realmente estos datos ya mencionados son suficientes y lograr evidenciar que existe una problemática, es necesario calcular un tamaño de muestra aceptable.

Para cálculo del tamaño de observaciones, se procede a utilizar un método estadístico aplicando la siguiente fórmula:

$$\sigma p = \sqrt{pq/n}$$

En la que:

σp = Error estándar de la proporción

p = Porcentaje de órdenes retrasadas

q = Porcentaje de órdenes a tiempo

n = Número de observaciones requeridas

Antes de calcular el tamaño de muestra, se procede a calcular el valor de σp para el cual se utilizará un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%. La desviación estándar de la proporción bajo un nivel de confianza de 95% es $1,96\sigma p$. Así entonces, el cálculo del valor σp se obtiene:

$$1,96 \sigma p = 0.05$$

$$\sigma p = \frac{0.05}{1.96}$$

$$\sigma p = 0.026$$

Aplicando la fórmula para hallar **N** a la muestra inicial de 727 órdenes analizadas se tiene que:

$$0.026 = \sqrt{0.21 * 0.79/n}$$

$$N = 245.14$$

El cálculo del tamaño de la muestra definitiva de la población en estudio determinó que se necesitan 246 observaciones para que esta sea representativa, por lo tanto se puede afirmar con un 95% de confiabilidad que las 727 muestras que se tomaron inicialmente de las cuales 159 presentan retrasos, son representativas para la obtención de resultados.

Diagrama de Pareto

Los datos históricos analizados, que comprenden un período de enero y setiembre del año 2018, arrojaron que la principal causa que impacta en los retrasos de órdenes y entregables al cliente es el faltante de materiales, esto según registros que manejan los operarios del área de Impresión Offset donde se anota, cada vez que se debe detener el proceso normal de una orden y dejar en estado de espera, la causa de dicho paro. Se detalla en la tabla número 7 las principales causas y la gráfica de Pareto con el peso porcentual que representa cada una de estas:

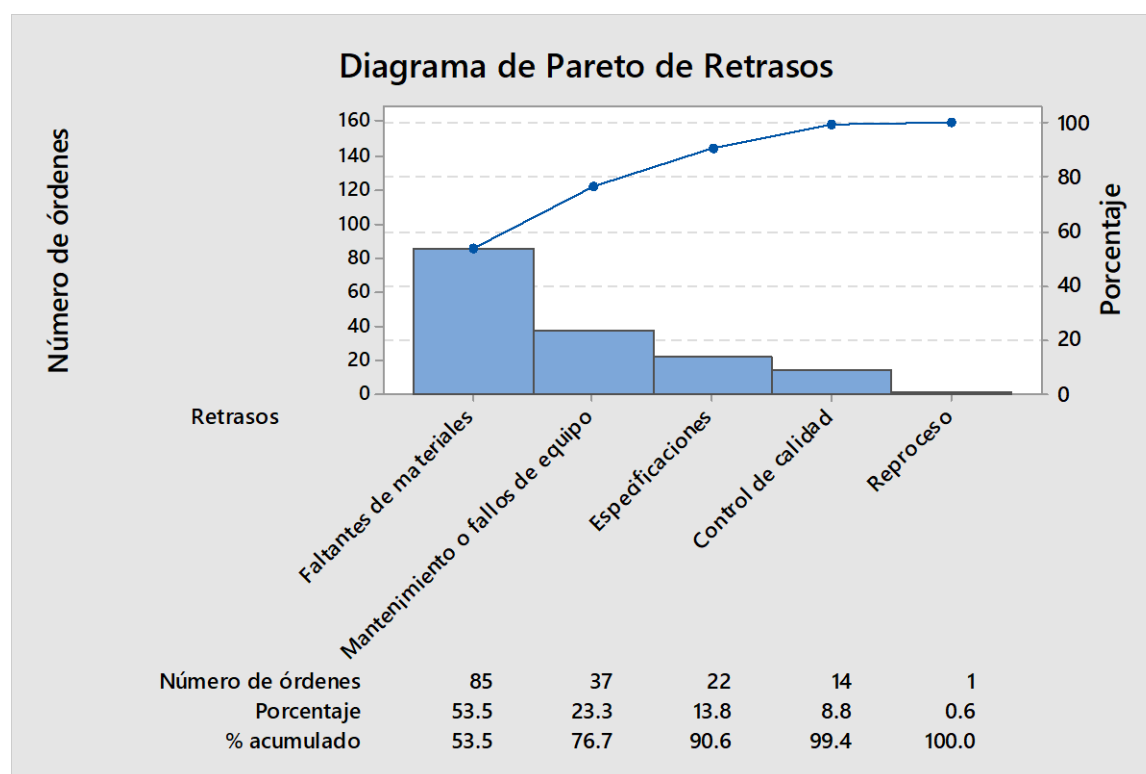
Tabla 7. Principales causas de retrasos en Offset

Principales causas de retrasos en órdenes	Número de órdenes	Porcentaje	% Acumulado
Faltantes de materiales	85	53.46%	53.5%
Mantenimiento o fallos de equipo	37	23.27%	76.7%
Especificaciones	22	13.84%	90.6%
Control de calidad	14	8.81%	99.4%
Reproceso	1	0.63%	100.0%
Total	159		

Nota: Registros históricos CONLITH S.A.

Como se aprecia en la tabla 7, son cinco las principales causas de los retrasos en las órdenes de proceso, encabezando la lista los faltantes de materiales, seguido de retrasos por mantenimiento o fallos de equipo y en tercer lugar los retrasos por especificaciones de las órdenes. En cuarto puesto se encuentra las órdenes detenidas por control de calidad y por último reproceso. Seguidamente se procede a ilustrar la gráfica de Pareto (figura 16) para analizar el peso que tiene cada causa antes mencionada en los retrasos.

Figura 16. Diagrama de Pareto de Causas de Retrasos



Nota: Registros históricos CONLITH S.A.

En la figura 16, Diagrama de Pareto, se analiza gráficamente las causas reportadas y se observa como la causa Faltantes de materiales obtiene el mayor peso, con 85 órdenes y un 53% del porcentaje acumulado. Con menos órdenes, un total de 37, se tiene la causa Mantenimiento o fallos de equipo, que acumula el 76.7% del peso en segunda posición. En tercer lugar, con un total de 22 órdenes y 90.6% del porcentaje acumulado está la causa Especificaciones. Y por último las causas de Control de calidad y Reproceso, con 99.4% y 100 % de porcentaje acumulado respectivamente. Además del impacto en cantidad de órdenes detenidas, es importante conocer el impacto económico, y para ello se procede a realizar un análisis de la suma en dinero que representan dichas

órdenes detenidas, y cuanto está dejando de percibir la empresa por esta situación, afectando su liquidez. En la tabla 8 a continuación se detalla cuánto corresponde en colones las órdenes analizadas en el diagrama de Pareto:

Tabla 8. Causas de retrasos en órdenes de Offset

Principales causas de retrasos en órdenes	Representación en colones
Faltantes de materiales	₡78,788,592.90
Mantenimiento o fallos de equipo	₡31,927,815.23
Especificaciones	₡37,418,042.12
Control de calidad	₡8,117,733.35
Reproceso	₡171,000.00
Total	₡156,423,183.61

Nota: Registros de producción CONLITH S.A.

Las órdenes con retrasos de mayor valor económico son las que presentan Faltantes de materiales con más de 78 millones de colones facturados. El segundo grupo de órdenes de mayor valor económico es el que presenta problemas por especificaciones confusas con una suma superior a los 37 millones de colones. Las terceras de más relevancia son las que presentan retrasos por mantenimiento y fallos de equipos con más de 31 millones de colones. En cuarto lugar se ubican las órdenes detenidas por incumplimientos en control de calidad, sumando 8 117 733.35 de colones y por último las de reportadas con retrasos por reproceso con 171 mil colones.

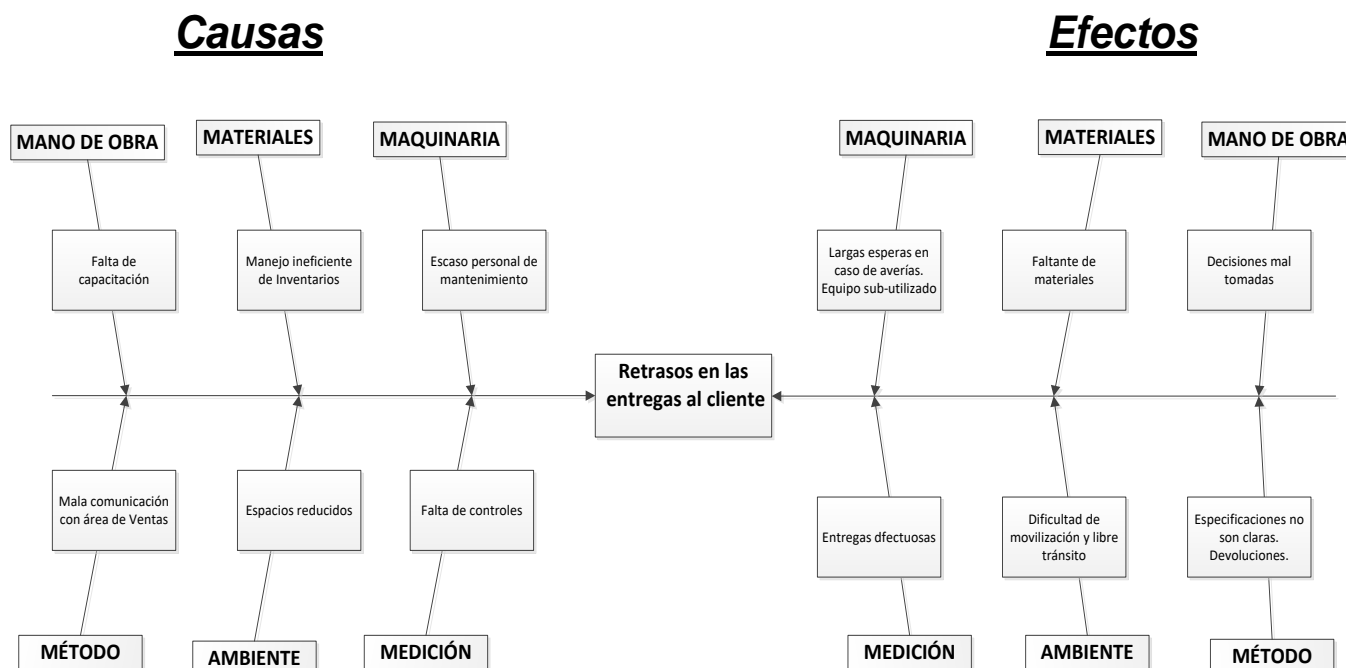
Evidentemente, el dinero que se está dejando de percibir por retrasos es bastante significativo, en total estas órdenes suman más de 156 millones de colones y que, aunque en su mayoría se pudieron concretar pero de forma tardía, se perdió liquidez que se ya se tenía presupuestada, se incumplió al cliente el plazo acordado de tiempo para la entrega y en algunos casos se terminó por perder la venta y el cliente al mismo tiempo. Y lo que se pretendía que fuera una gran venta termina convirtiéndose en un gasto por todos los recursos empleados.

Diagrama de Ishikawa

Tomando como referencia las causas de mayor peso en el problema analizado con el Diagrama de Pareto se procede a analizar a fondo y de forma organizada y estructurada, mediante un diagrama de Causa – Efecto, las causas por categoría que provocan en este caso los retrasos en las entregas al cliente y sus efectos que impiden conseguir un proceso eficiente. En la figura 17 se muestra el

diagrama y sus categorías, conocidas como las 6M y que se clasifican en Mano de obra, Materiales, Máquina, Método, Medio Ambiente y Medición.

Figura 17. Diagrama Causa - Efecto



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

De la figura 17 se obtienen las causas principales así como sus efectos en el retraso de las entregas al cliente. Se procede a explicar a detalle cada causa y efecto por categoría:

Mano de obra: La causa es la falta de capacitación, los operarios no reciben entrenamiento constantemente y además no hay presupuesto establecido para el aprendizaje del personal, se maneja una costumbre de ver y aprender del compañero con más antigüedad y absorber conocimientos. El efecto de esta primera causa se ve reflejado en la toma de decisiones a la hora ejecutar tareas como el ordenamiento de materias primas, control de existencias, manejo de información y otras que impactan las entregas a tiempo.

Método: La causa principal en esta categoría es la comunicación deficiente, se refleja específicamente en el procedimiento de ventas, donde el ejecutivo no brinda la información requerida a los departamentos de Calidad y Diseño sobre las especificaciones del producto. El efecto que se da en este caso específico es que cuando la orden está por ser creada o ingresada al

sistema, se detecta que no cumple especificaciones y se devuelve para que sea corregida, proceso que puede tardar varios días e incluso meses si el cliente no queda satisfecho.

Materiales: Los materiales analizados son papeles requeridos en el área de impresión Offset, los cuales no son administrados de forma eficiente, ya que su efecto principal son los faltantes en el proceso, retrasando de manera importante el proceso de producción.

Ambiente: Los espacios reducidos en algunas áreas son causa de que en ocasiones se den problemas de libre tránsito, en áreas como la de guillotinas se acumulan muchas cajas de papel o material en el suelo hasta que se vayan a integrar al proceso de impresión.

Maquinaria: La causa principal es la falta de personal de mantenimiento capaz de resolver en menor cantidad de tiempo las averías y fallos de equipos. Los efectos son los equipos detenidos, en este caso las impresoras y la subutilización de los mismos, impactando directamente en las entregas a tiempo como se vio en el diagrama de Pareto.

Medición: El faltante de controles de calidad es la causa más relevante en la categoría de medición, que como efecto tiene las devoluciones del cliente por que no se ajusta a lo que esperaba, principalmente en cuanto a tonalidades. A pesar que se hacen pruebas constantes de calidad, no son suficientes, aunque también podría ser un tema de incumplimiento de controles.

Diagrama AMFE

En esta sección se estudiarán a fondo las principales causas y efectos que provocan el retraso de las órdenes de pedido, tomando de referencia el Análisis de Pareto y el Diagrama de Causa – Efecto, se identificarán cuales tienen mayor impacto e incidencia según la calificación dada por el Analista en cuanto la Detección y la Gerencia de Producción en cuanto a Severidad y Ocurrencia, determinando así el Número de Prioridad del Riesgo, llamado de aquí en adelante NPR, con un mayor valor. Se buscarán posibles acciones recomendadas para evitar que se siga repitiendo hasta poder controlar el Modo potencial de la falla o Causa principal. La figura 18 muestra el análisis de esta herramienta.

Figura 18. Análisis de Modo y Efecto de las Causas

Etapa /Función del Proceso/ Requerimientos	Modo Potencial de Falla	Efectos Potenciales de la Falla	Severidad	Causas Potenciales de la Falla	Proceso Actual				NPR	Acciones Recomendadas
					Controles Preventivos	Ocurrencia	Controles de Detección	Detección		
Impresión Offset	Retrasos en tiempo de entrega al cliente	Faltante de Materiales	7	Comunicación entre áreas	Correctivo	10	Reporte de órdenes	8	560	Implementar un sistema de gestión de inventarios eficiente con controles e indicadores
				Inestabilidad de la demanda		10	Plan de producción	7	490	
				Método de control de existencias		10	Alisto de pedidos	10	700	
				Sistema operativo poco flexible		10	Visualización del stock	7	490	
	Especificaciones confusas	7	Malos entendidos con el cliente	Correctivo	Falta de capacitación en personal	10	Nivel de satisfacción	9	630	Creación de un plan de comunicación eficiente
					Comunicación entre áreas	5	Órdenes rechazadas	9	315	
					Incumplimiento de estándares	6	Reclamos	9	378	
					Falta de capacitación en personal	10	Órdenes rechazadas	8	560	
	Equipo detenido	7	Falta de capacitación en personal	Correctivo	Escases de personal mantenimiento	8	Registros de paros	9	504	Implementar programa de mantenimiento preventivo
					Averías	5	Registros de paros	9	315	
					Inexistencia de un plan de Mantenimiento	8	Registros de paros	9	504	
						10	Registros de paros	9	630	
						10	Registros de paros	9	630	

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 18 ilustra un análisis más detallado de las causas y efectos del problema de retrasos en el tiempo de entrega de las órdenes al cliente. El *Faltante de materiales* como principal efecto potencial de la falla, indica que la causa de mayor impacto, por su valor NPR de 700, es el método actual de control de existencias, seguido por la comunicación entre áreas con un NPR de 560 y en tercer lugar más importante la poca flexibilidad del sistema operativo actual (OPTIMUS) y la inestabilidad de la demanda. Para ello como acción recomendada se propone implementar un sistema de gestión de inventario eficiente, con controles e indicadores.

El efecto potencial de la falla *Especificaciones confusas*, coloca como principal causa los malos entendidos con el cliente y el incumplimiento de estándares con valores NPR 630 y 560 respectivamente, y se recomienda un plan de comunicación eficiente. Por su parte el efecto *Equipo detenido* evidencia que las causas potenciales de la falla más relevantes son la inexistencia de un plan de mantenimiento con valor NPR 630 y en segundo lugar la falta de capacitación al personal y las averías con un valor NRP de 504 cada una, para lo que se propone como acción recomendada la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.

Sistema de Inventarios de Materias Primas de CONLITH

En esta sección del capítulo se analizará a fondo el sistema actual de gestión de inventarios de las materias primas de CONLITH S.A., iniciando por el análisis de los resultados de dos encuestas realizadas a dos importantes figuras como en jefe de bodega de materiales y al gerente de producción. Posteriormente se representa el proceso de pedidos de materias primas a los proveedores y también se hace un análisis del control de las existencias finales mes a mes. En esta

sección se incluye además la descripción del sistema operativo llamado OPTIMUS 2020 con el que se gestiona la producción y ventas de la empresa.

Análisis de los resultados de las encuestas

Se aplicaron dos encuestas abiertas para comprender la actual gestión de los inventarios de materia prima. Estas encuestas van dirigidas al encargado del almacén y al gerente de producción con el fin de escuchar ambas partes, además el gerente de producción es el superior del encargado de almacenes y puede brindar información más discreta que no maneje el encargado de almacenes. Se presentan en las tablas 9 los cuadros resumen de la información obtenida. Las encuestas se incluyen en la sección de Anexos del documento.

Tabla 9. Resumen de encuesta aplicada al encargado de almacén de materia prima

Rubro	Información obtenida
Tiempo dentro de la empresa	Cuenta con más de 10 años en la empresa.
Labores realizadas	Recepción y despacho de materiales Inventarios físicos mensuales Control de insumos por consignación.
Órdenes de pedido	Se levanta un pedido previo y se entrega al encargado de almacenes. Posteriormente se solicita aprobación del gerente de producción y por último se coloca el pedido.
¿Cuándo y cuánto pedir?	Se trata de manejar un justo a tiempo, pero a criterio de experto.
Documentos utilizados en Almacén	Órdenes de Compra Facturas de Compra Boletas de pedido Boletas de recibo de materiales Requisiciones de materiales
Recepción de Materiales	Se revisa contra factura y contra orden de pedido al llegar. Luego se ingresa al sistema por el planeador.
Inconformidades en recepción de materiales	Si el material no cumple, se devuelve y se reporta al proveedor quién deberá reponerlo o descontarlo.
Identificación de materiales	Cada material tiene su ubicación en el almacén.
Despacho de materiales	Se debe despachar contra una orden.
Devoluciones por parte de producción	Son poco frecuentes.
Tomas físicas de inventario	Se realizan mensualmente, se cuentan todos los productos y se pasa reporte a Gerencia.
Expiración o desecho de artículos	Es muy baja, los materiales son de larga duración. Cuando sucede se llena una boleta de control.
Sistemas de información	Actualmente no utilizan en bodega a pesar que ya se ha solicitado.

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

De la tabla 9 se puede extraer información importante como las actividades realizadas por el colaborador, donde se incluyen la recepción y despacho de materiales, inventarios físicos mensuales y consignación de materiales de otras áreas. Las órdenes de pedido de materiales se realizan haciendo una orden previa levantada por el personal de almacén y se entrega al jefe de almacenes, este revisa y solicita la aprobación del pedido al gerente de producción (más adelante se describe este proceso en la figura 19). Por otra parte el control de las existencias se maneja a criterio de experto tratando de utilizar un sistema Justo a Tiempo pero no es acertado.

Los documentos utilizados en el almacén de materias primas son principalmente órdenes de compra, facturas de compras, talonarios de requisiciones de materiales y boletas de recibo de materiales. Las recepciones de materiales se hacen contra orden de pedido y facturas antes de ingresar al sistema las nuevas existencias (esta tarea no la realiza los empleados del almacén). Las inconformidades se reportan y devuelven inmediatamente a proveedor. Cada material tiene una ubicación física asignada en el almacén.

Otros datos importantes que se obtienen de esta entrevista es el método de despacho de materiales al área de producción, el cual se realiza mediante una orden de requisición que el operario del área offset entrega en bodega. Las reclamaciones por parte de producción hacia bodega son poco frecuentes.

En cuanto a la toma física de inventarios, estas se realizan una vez al mes donde se cuentan los materiales existentes en la bodega, se registran en un documento físico no oficial y se entrega a la gerencia del área sin digitar ya que no se cuenta con computadoras en el almacén.

Por tratarse de papel, estos materiales tienen larga duración y no se realizan desechos por obsolescencia o vencimiento muy a menudo.

Por otro lado se agrega la tabla 10 con el resumen de la encuesta aplicada al Gerente de producción.

Tabla 10. Resumen encuesta aplicada al Gerente de Producción

Rubro	Información obtenida
Funcionamiento del actual sistema de inventarios	Se trata de manejar un sistema justo a Tiempo
Sistema o Software utilizado	Sistema operativo Optimus, el cual según el encuestado no es eficiente para controlar existencias. Se presentan muchas diferencias de inventario
Área de almacén de materiales	400 metros cuadrados
Ubicaciones de los materiales	Se manejan ubicaciones según rotación y tipo de papel. Estas ubicaciones no se visualizan en el sistema
Materias primas con más problemas de desabasto	Los papeles importados, presentan retrasos de hasta 3 meses.
Presupuesto para materias primas	No existe presupuesto.
Controles de los inventarios	Tomas físicas mensuales. Se deben realizar ajustes en sistema por diferencias entre lo físico y lo teórico.
Principales causas de desabastecimientos	Tema financiero, falta de sistema de control de stocks
Desechos de materiales	Cuando se debe hacer se recicla por ser papel. No son frecuentes los desechos
Principales proveedores	CMPC, Chile
	Burgo, Italia
	Papeles industriales, Costa Rica
	Neiar, Costa Rica
Relación con proveedores	Muy buena, más de 25 años de realación. Hay libertad de negociar con otros proveedores

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La segunda entrevista se dirige al Gerente de Producción, y de ella se obtiene al igual que la primera entrevista información bastante útil. En la tabla 10 se resume la información obtenida por rubro, de la cual se puede concluir por palabras del gerente que:

- Se trabaja con un método justo a tiempo a criterio de experto y coincide con el entrevistado del área de bodega que no es un sistema eficiente, de ahí los faltantes de materiales.
- El sistema utilizado se llama OPTIMUS 2020, utilizado muy frecuentemente en la industria de la impresión, sin embargo no cree que sea eficiente para el control de inventarios.
- El área del almacén de materiales comprende un área de 400 metros cuadrados y los materiales se manejan en ubicaciones físicas, para las que se cuenta con estantería o racks como se les conoce más popularmente y se distribuyen según su rotación y tipo de papel.
- Los materiales que más problemas de desabasto presentan son los importados y en su mayoría, los utilizados en el área de offset se importan.
- No se cuenta con un presupuesto para la compra de materias primas, se trabaja según la demanda esperada.
- Son constantes los ajustes de inventarios por diferencias entre cantidades físicas y teóricas. Mensualmente se realizan tomas físicas de inventario para tener un mejor control.
- Las principales causas de los faltantes de materiales son para el gerente el tema financiero y la falta de un sistema eficiente de control de stocks.
- Los principales proveedores son de Chile, Italia y Costa Rica, siendo prioridad los extranjeros por representar costos unitarios más bajos que los nacionales. Con los proveedores actuales existen buenas relaciones de más de 25 años.

Descripción del actual Sistema de inventarios

El buen desarrollo de las operaciones en cualquier empresa que produce algún bien depende, entre otras cosas, en gran medida de un sistema de inventarios eficiente, cuya gestión permita cumplir a eficientemente con la programación de la producción en vez de entorpecerla, manteniendo siempre los niveles adecuados de existencias. Sin embargo, esta no es la realidad que se vive hoy día en CONLITH S.A. puesto que los materiales no se están suministrando a tiempo, presentando desabastecimientos, retrasando la producción y a su vez incumplimiento en la fecha de entrega al cliente.

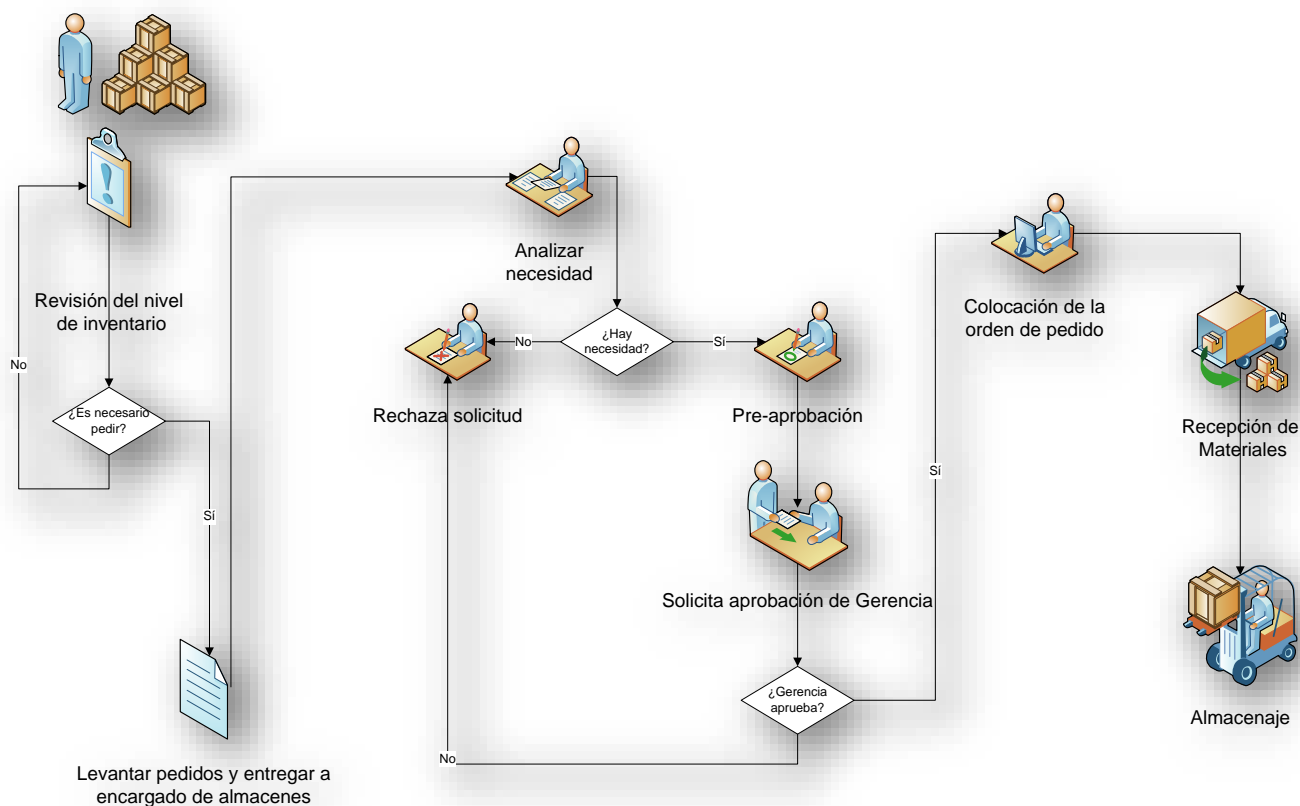
Para que un sistema de inventarios sea eficiente, es fundamental entender el comportamiento y las características de los materiales, establecer si la demanda es dependiente o es independiente, elegir el método de pedido adecuado, tener el espacio suficiente para almacenar, contar con personal capacitado y disponer de equipo tecnológico que permita un fácil manejo de la información. En CONLITH S.A. se cuenta con mucha experiencia sin embargo no es suficiente si no se combina con tecnología, capacitaciones y herramientas eficientes.

Actualmente los materiales están a cargo de un Encargado de Almacenes, tanto de materias primas como de productos terminados. En el almacén de materiales actualmente trabajan dos colaboradores quienes son un jefe de bodega y un ayudante de bodega quienes cuentan con vasta experiencia dentro de la empresa y del área en particular, sin embargo los recursos son limitados puesto que estos colaboradores no cuentan con sistemas informáticos para control del almacén.

El área de inventarios es de 400 metros cuadrados y está compuesto de 45 racks donde se almacenan las diferentes materias primas, que en este caso son papeles de diferentes tipos como bond, cartón y cartulinas, mismos que se distribuyen en ubicaciones específicas según su tipo, tamaños y presentaciones. Además por la naturaleza de los artículos custodiados, si se manejan bajo condiciones adecuadas, no hay problemas por caducidad sin embargo se debe dar una buena rotación para evitar deterioros o pérdida de las propiedades del papel.

En la figura 19 se ilustra la actual gestión de reaprovisionamiento la bodega de materiales de CONLITH. S.A. donde se trabaja con un sistema de criterio de experto, ya que los administradores de dicha área tienen muchos años de ocupar sus posiciones e intentan manejar un sistema Justo a Tiempo, pero sin ningún análisis previo más que su experiencia.

Figura 19. Actual gestión de Reaprovisionamiento la Bodega de Materiales



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 19 representa las actividades ejecutadas para solicitar materias primas. Inicialmente el bodeguero realiza el conteo de existencias de los materiales que considera tienen un bajo nivel de existencias, si este considera que se debe solicitar alguno de los materiales, hace un levantamiento del pedido en un documento no oficial y lo informa al encargado de almacenes quién corrobora en el sistema OPTIMUS si las cantidades físicas coinciden con las teóricas. También revisa si se tiene pedidos en camino que estén por llegar. Si considera necesario hacer un pedido, el encargado de almacenes lo eleva a la Gerencia de producción quién decidirá si aprueba o no el pedido, ya que estos se tratan de hacer solamente cada tres meses a los principales proveedores que son extranjeros por sus costos de envío. Por ello, primero se evalúa si es posible colocar el pedido en la próxima orden de compra al extranjero, de lo contrario se deberá comprar en el mercado nacional a un costo más elevado, se estima que un 50% más costoso.

Si se da la aprobación de la compra, esta se ordena, considerando los tiempos de respuesta de los proveedores, quienes tardan de entre dos a tres meses si son internacionales y de uno a quince días si son nacionales. Al momento de la recepción de los materiales se revisa la mercancía y de encontrar irregularidades se hace el reclamo al proveedor y se devuelve el material, mismo que se deberá reponer por el distribuidor, de lo contrario se realiza una nota de crédito a favor de la empresa. Una vez recibida la entrega y revisados y aprobados los materiales se procede a almacenarlo en sus respectivas ubicaciones, proceso para el cuál se hace uso de un monta cargas. El acomodo se hace de forma de que los materiales de más antigüedad sean despachados primero que los nuevos, lo que se conoce como método PEPS (primeros en entrar primeros en salir) o en inglés como FIFO (first in first out), para dar una rotación adecuada.

Control de las existencias finales

Como todo sistema de inventarios es normal, o por lo menos así se ha querido ver, que existan diferencias de inventarios entre lo físico y lo teórico. Esta situación es más notable cuando los artículos custodiados tienen costos unitarios elevados y una sola unidad faltante, es bastante significativa. Sin embargo cuando se trata de custodias de artículos cuyo valor unitario es muy bajo, es menos notable el faltante o sobrante de una unidad, y no es hasta que se haga un conteo físico y se compare con un inventario teórico, que se logra hacer evidente las diferencias de inventario. Por tal razón un sistema de inventario eficiente necesita controles eficientes.

En CONLITH no son ajenos a esta situación antes mencionada, donde incluso se ha llegado a tener faltantes de hasta 30 000 pliegos de papel físicos, sin saber de su paradero. En total durante el periodo de enero 2018 a mayo 2018 debieron realizarse ajustes por una suma de 2 367 108 .21 colones, correspondientes a diferencias de inventario. Estas diferencias se obtuvieron de las cantidades totales ajustadas en las que hubo un índice de control de existencias finales en promedio de 98.39% . Los materiales con variaciones más considerables fueron los siguientes:

Código	Material	Inventario final físico		Inventario final teórico		Índice de control de existencias
PO10005840889	BOND 28 (23 X 35")	1725	÷	1316	=	131.08%
PO12005840889	BOND 32 (23 X 35")	1795	÷	1880	=	95.48%
PB09009650609	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 24")	150959	÷	160145	=	94.26%
PC18509650736	CARTULNA C-8 L2 (38 X 29)	156474	÷	166312	=	94.08%
PB20006350965	COUCHE 200 BRILLANTE (25 x 38")	372650	÷	383151	=	97.26%
PC01206350914	CARTULINA C-12 (25 X 36")	242	÷	252	=	96.03%

Los artículos anteriores presentan índices de control de existencias que se alejan del 100%, donde un índice por debajo de 100% quiere indica que existe un faltante según lo teórico que indica el sistema, y un índice muy alto como el que indica el material PO10005840889 Bond 28 (25 x 35") de 131.08% significa que hay más unidades de las que se tienen registradas en el sistema. En los anexos se incluyen las tablas de diferencias de inventarios en cantidades en dinero.

Sistema ÓPTIMUS 2020 en la gestión de Stoks

El sistema operativo más utilizado en la industria gráfica por las grandes compañías es el ERP OPTIMUS 2020, y en CONLITH S.A. no es la excepción, sin embargo, su implementación por sí sola no es suficiente para el manejo de las existencias, ya que a pesar de poder brindar mucha información útil, se debe de interpretar y utilizar dicha información de forma eficiente.

Al investigarse sobre este sistema operativo se obtiene que el módulo de Gestión de Stoks es una herramienta que permite controlar las necesidades de aprovisionamiento, gestión de las compras, recepciones y consumos de materia prima. Además al momento de crear una orden de trabajo asigna la lista de materiales requeridos.

En este módulo a cada artículo se le asigna una unidad de medida ya sean toneladas, kilogramos, unidades, resmas u otra que se requiera para saber los costos unitarios y la información requerida para cálculos de presupuestos, órdenes de compra, recepciones y consumos.

Mediante este sistema es posible realizar informes y análisis de niveles de existencias, así como de los movimientos de los materiales ya sea entradas o salidas. Dicha información es posible visualizarla en pantalla y transformarla en formato PDF para su posterior análisis en los productos Microsoft Office como Word y Excel.

Debido al alto costo, actualmente no se cuenta con licencias de este sistema operativo para los colaboradores del almacén de materias primas, quienes solamente manejan documentos físicos para controlar los niveles de existencias. A pesar de ello, el encargado de Almacenes de la empresa sí tiene acceso y puede visualizar toda la información antes mencionada que brinda OPTIMUS 2020.

Clasificación ABC de los artículos

Para segmentar los materiales según su valor e importancia y con base en el costo y volumen de la demanda de cada uno de estos, se procede a analizarlos mediante la clasificación ABC, como se muestra en la figura 20.

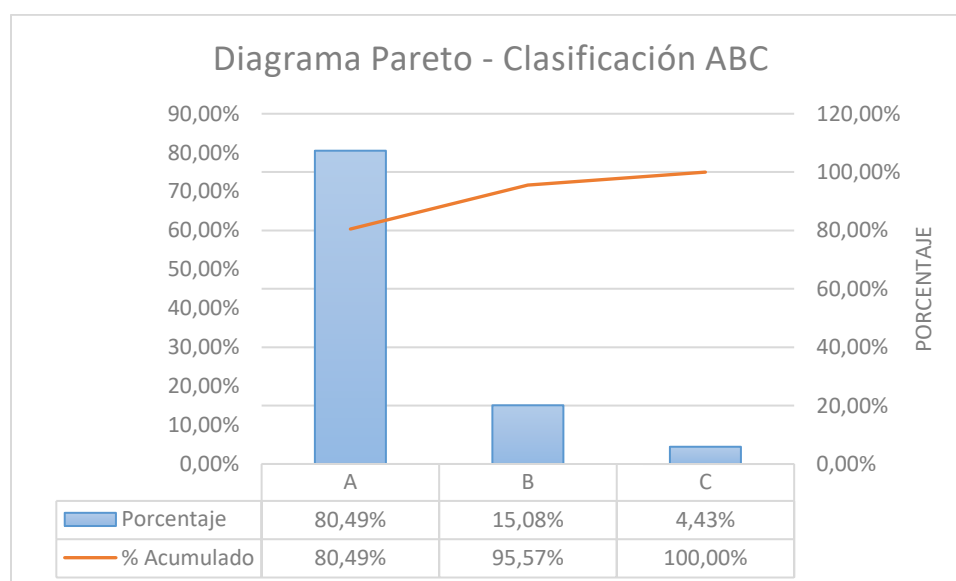
Figura 20. Clasificación ABC de los Materiales

Código	TIPO DE MATERIAL	Costo	Unidad Medida	Demanda	Valorización	Porcentaje valor total	Porcentaje Acumulado	Clasificación
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	€ 89.00	C/U	741,346.00	€ 65,976,831.03	19.27%	19.27%	A
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	€ 94.13	C/U	518,362.00	€ 48,795,221.93	14.25%	33.53%	A
PO09006350965	COUCHE 200 BRILLANTE (25 X 38")	€ 86.01	C/U	408,009.00	€ 35,091,925.83	10.25%	43.78%	A
PO07509140609	CARTULINA C-8 L2 (35,5 X 29)	€ 75.67	C/U	373,576.00	€ 28,268,889.16	8.26%	52.04%	A
PB15006350965	COUCHE 250 BRILLANTE (25 X 38")	€ 105.67	C/U	232,083.00	€ 24,525,167.09	7.16%	59.20%	A
PO07506600914	CARTULINA C-8 L2 (25 X 38")	€ 93.00	C/U	259,105.00	€ 24,096,765.00	7.04%	66.24%	A
PO07506350965	BOND 24 (25 X 38")	€ 35.05	C/U	518,947.00	€ 18,190,068.45	5.31%	71.56%	A
PC20006350965	CARTULINA C-12 L2 (24 X 36")	€ 84.98	C/U	180,129.00	€ 15,308,057.28	4.47%	76.03%	A
PC01205610914	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	€ 165.00	C/U	92,656.00	€ 15,288,240.00	4.47%	80.49%	A
PB09009650609	COUCHE 115 BRILLANTE (25 X 38")	€ 47.92	C/U	221,466.00	€ 10,611,970.67	3.10%	83.59%	B
PB11506350965	CARTULINA C-12 (36 X 24")	€ 73.80	C/U	138,525.00	€ 6,757,290.44	1.97%	85.57%	B
PC18509020737	CARTULINA C-12 (38 X 22")	€ 71.41	C/U	142,782.00	€ 6,335,209.56	1.85%	87.42%	B
PC01601016762	COUCHE 250 BRILLANTE (30 X 40")	€ 105.67	C/U	96,394.00	€ 5,923,985.57	1.73%	89.15%	B
PC01606100914	CARTULINA C-12 (25 X 38")	€ 81.15	C/U	103,185.00	€ 4,683,384.36	1.37%	90.52%	B
PB09009650762	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 24")	€ 29.41	C/U	188,517.00	€ 3,355,321.02	0.98%	91.50%	B
PB15009650635	CARTULINA C-12 L2 (36 X 24")	€ 84.98	C/U	64,218.00	€ 2,420,170.30	0.71%	92.21%	B
PB09006350965	BOND 20 (26 X 36")	€ 25.27	C/U	185,660.00	€ 2,301,445.22	0.67%	92.88%	B
PC02001016762	CARTULINA C-20 KRAFT BACK (36 X 24")	€ 129.45	C/U	32,691.00	€ 2,130,025.46	0.62%	93.50%	B
PO09008890609	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 25")	€ 34.85	C/U	108,715.00	€ 1,933,673.15	0.56%	94.06%	B
PC01409150610	CARTULINA C-12 (38 X 25")	€ 81.15	C/U	44,222.00	€ 1,856,864.16	0.54%	94.61%	B
PC01206350762	CARTULINA BRISTOL BLANCA 175GR (25,5 X 30,5")	€ 75.00	C/U	33,364.00	€ 1,709,550.00	0.50%	95.11%	B
PC01209650559	CARTULINA C-12 (25 X 26")	€ 55.52	C/U	44,434.00	€ 1,600,794.59	0.47%	95.57%	B
PB09009650508	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 30")	€ 36.20	C/U	65,669.00	€ 1,486,151.95	0.43%	96.01%	C
PC22000610914	CARTULINA C-8 L2 EN BOBINA 38"	€ 93.00	C/U	14,700.00	€ 1,367,100.00	0.40%	96.41%	C
PC26000914610	CARTULINA C-20 (36 X 24")	€ 109.45	C/U	11,507.00	€ 1,259,389.20	0.37%	96.78%	C
PC01209650736	CARTULINA C-12 (25 X 36")	€ 76.88	C/U	15,628.00	€ 1,201,457.63	0.35%	97.13%	C
PB15006100915	COUCHE 350 BRILLANTE (25 X 38")	€ 226.00	C/U	3,962.00	€ 895,412.00	0.26%	97.39%	C
PC02007621016	CARTULINA C-12 (40 X 30")	€ 102.50	C/U	8,370.00	€ 857,964.37	0.25%	97.64%	C
PC01209650609	BOND 28 (23 X 35")	€ 21.74	C/U	33,738.00	€ 733,295.43	0.21%	97.85%	C
PC01271201016	CARTULINA METALIZADA C-16 (40 X 28,28")	€ 183.00	C/U	3,708.00	€ 678,564.00	0.20%	98.05%	C
PC01210160712	CARTULINA PERLADA NEGRO CARBON 230GR (30 X 40")	€ 165.00	C/U	3,573.00	€ 589,545.00	0.17%	98.22%	C
PC01609140610	CARTULINA RECICLADA UVA 250GR (30 X 40")	€ 145.00	C/U	3,857.00	€ 559,265.00	0.16%	98.39%	C
PC01206350965	COUCHE 250 BRILLANTE (38 X 25")	€ 174.21	C/U	3,008.00	€ 524,018.67	0.15%	98.54%	C
PB25006350965	COUCHE 150 BRILLANTE (38 X 25")	€ 59.38	C/U	8,807.00	€ 522,977.64	0.15%	98.69%	C
PB30006350965	CARTULINA C-20 (40 X 30")	€ 177.07	C/U	2,799.00	€ 495,607.84	0.14%	98.84%	C
PR07500000026	COUCHE 150 BRILLANTE (25 X 38")	€ 59.38	C/U	8,211.00	€ 487,585.94	0.14%	98.98%	C
PB25007621016	CARTULINA C-16 (30 X 40")	€ 164.97	C/U	2,897.00	€ 477,924.13	0.14%	99.12%	C
PC02006100914	COUCHE 90 EN BOBINA 38"	€ 37.00	C/U	12,097.00	€ 447,589.00	0.13%	99.25%	C
PC01607621016	BOND 75 EN BOBINA DE 26"	€ 30.60	C/U	12,788.00	€ 391,312.80	0.11%	99.36%	C
PC31001914609	CARTULINA C-16 (36 X 24")	€ 118.78	C/U	3,200.00	€ 380,095.69	0.11%	99.48%	C
PC26000610914	COUCHE 150 BRILLANTE (24 X 36")	€ 54.01	C/U	6,310.00	€ 340,780.41	0.10%	99.58%	C
PR20500000025	CARTULINA C-12 KRAFT BACK (36 X 24")	€ 110.00	C/U	2,266.00	€ 249,260.00	0.07%	99.65%	C
PE250U7001000	CARTULINA C-20 (24 X 36")	€ 137.19	C/U	1,800.00	€ 246,937.35	0.07%	99.72%	C
PC02009140610	CARTULINA C-12 30 X 40")	€ 102.50	C/U	2,008.00	€ 205,829.44	0.06%	99.78%	C
PR09000000965	BOND 20 (36 X 24")	€ 23.33	C/U	8,355.00	€ 194,905.44	0.06%	99.84%	C
PC01205914610	BOND 20 (26 X 38")	€ 26.68	C/U	7,243.00	€ 193,214.27	0.06%	99.89%	C
PB35006350965	COUCHE 90 BRILLANTE (25 X 38")	€ 35.56	C/U	3,339.00	€ 118,730.25	0.03%	99.93%	C
PC31000914609	CARTULINA C-12 EN BOBINA 25"	€ 80.50	C/U	954.00	€ 76,797.00	0.02%	99.95%	C
PC01209650635	BOND 32 (23 X 35")	€ 21.74	C/U	2,823.00	€ 61,357.91	0.02%	99.97%	C
PO12005840889	CARTULINA C-16 (24 X 36")	€ 113.31	C/U	366.00	€ 41,472.12	0.01%	99.98%	C
PECP04C700100	CARTULINA C-20 (30 X 40")	€ 193.70	C/U	140.00	€ 27,118.34	0.01%	99.99%	C
PC01206350914	CARTULINA C-8 L2 (38 X 29)	€ 81.00	C/U	242.00	€ 19,602.00	0.01%	99.99%	C
PCM1610160718	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 20")	€ 25.84	C/U	500.00	€ 12,920.00	0.00%	100.00%	C
PO10005840889	BOND 20 (25 X 38")	€ 30.56	C/U	195.00	€ 5,959.58	0.00%	100.00%	C
PC01206350660	CARTULINA PERLADA CREMA 220GR (30 X 40")	€ 165.00	C/U	1.00	€ 165.00	0.00%	100.00%	C
PO07506600965	CARTULINA C-16 (40 X 30")	€ 164.97	C/U	-	€ -	0.00%	100.00%	C
PB25009650635	CARTULINA C-14 (36 X 24")	€ 109.45	C/U	-	€ -	0.00%	100.00%	C
PC18509650736	CARTULINA C-12 (38 X 24")	€ 73.50	C/U	-	€ -	0.00%	100.00%	C
PE17500647774	CARTULINA C-12 (25 X 30")	€ 65.14	C/U	-	€ -	0.00%	100.00%	C
PECP03C700100	BOND 24 (35 X 24")	€ 22.68	C/U	-	€ -	0.00%	100.00%	C
PECP03B700100	CARTULINA C-10 L2 (24 X 36")	€ 84.00	C/U	-	€ -	0.00%	100.00%	C
PR18500000965	COUCHE 300 BRILLANTE (25 X 38")	€ 208.74	C/U	-	€ -	0.00%	100.00%	C
PC01006350965	CARTULINA C-10 25 X 38")	€ 101.01	C/U	-	€ -	0.00%	100.00%	C
TOTAL					€ 342,311,155.66			

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Se procedió analizar los materiales que se relacionan directamente con el proceso de impresión Offset, que en su mayoría son papeles bond, cartulina, cartón y estucado o couché como se le conoce normalmente, para un total de 63 materias primas diferentes que se clasificaron según su valor y su demanda en A, B o C. La clasificación A, está comprendida por 9 materiales. La clasificación B, por 13 materiales. Los restantes 41 materiales se clasifican como categoría C. Seguido, se procede a mostrar la gráfica de Pareto correspondiente a dicha clasificación en la figura 21.

Figura 21. Diagrama de Pareto de Clasificación ABC



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Se ilustra en la figura 21 como los materiales clasificados como A, son los que comprenden el 80.49% del valor de la demanda de materiales. El grupo de materiales categorizados como B, representan el 15.08% del valor de la demanda. Y los clasificados en el grupo C, a pesar de ser mayoría, solamente comprenden un 4.43 del porcentaje del valor de las materias primas. Esto demuestra el principio 80-20, donde el 80% del valor de la demanda de materiales está representada por cerca del 20% de los materiales.

Análisis de la demanda

Mediante la Clasificación ABC se logra obtener 9 materiales A, 13 materiales B y 41 materiales C. En adelante serán objeto de análisis de estudio solamente los materiales clasificados como A, para los cuales se iniciará con el cálculo del coeficiente de correlación, que evalúa si dos variables

continuas están linealmente relacionadas y, en base a ello, seleccionar los modelos de pronósticos que se ajusten mejor a cada material según su comportamiento en el tiempo.

El cálculo del coeficiente de Auto-correlación se realiza con la finalidad de entender la relación entre las dos variables a analizar, en este caso el tiempo en meses y demanda de materiales y que tanto incide una en la otra. Además con el cálculo de dicho dato, se puede elegir el modelo de pronóstico que mejor se ajuste a la demanda de cada material. De la clasificación ABC se toman los clase A, iniciando por el más significativo hasta llegar al de menor valor. Se representan gráficamente a continuación tomando como referencia los movimientos entre Febrero 2018 y Setiembre 2018.

Cartulina C-12 (24x36")

La demanda de este material se muestra en la tabla 11 que incluye los meses desde febrero hasta setiembre de 2018.

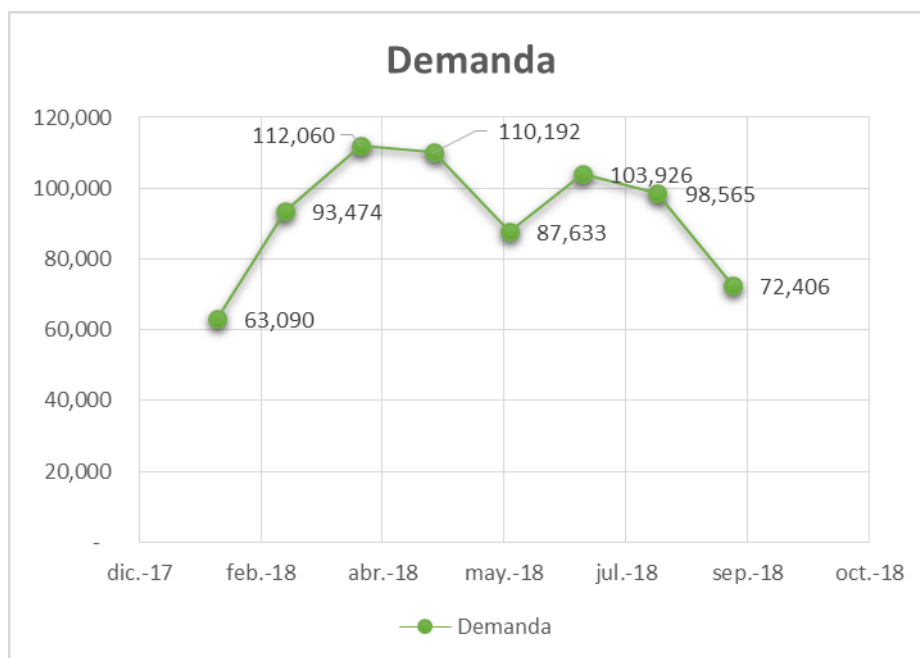
Tabla 11. Demanda Cartulina C-12 (24x36")

Mes	Demanda
feb-18	63,090
mar-18	93,474
abr-18	112,060
may-18	110,192
jun-18	87,633
jul-18	103,926
ago-18	98,565
sep-18	72,406

Nota: CONLITH S.A.

Con la demanda de la tabla 11 se representa gráficamente en la figura 22.

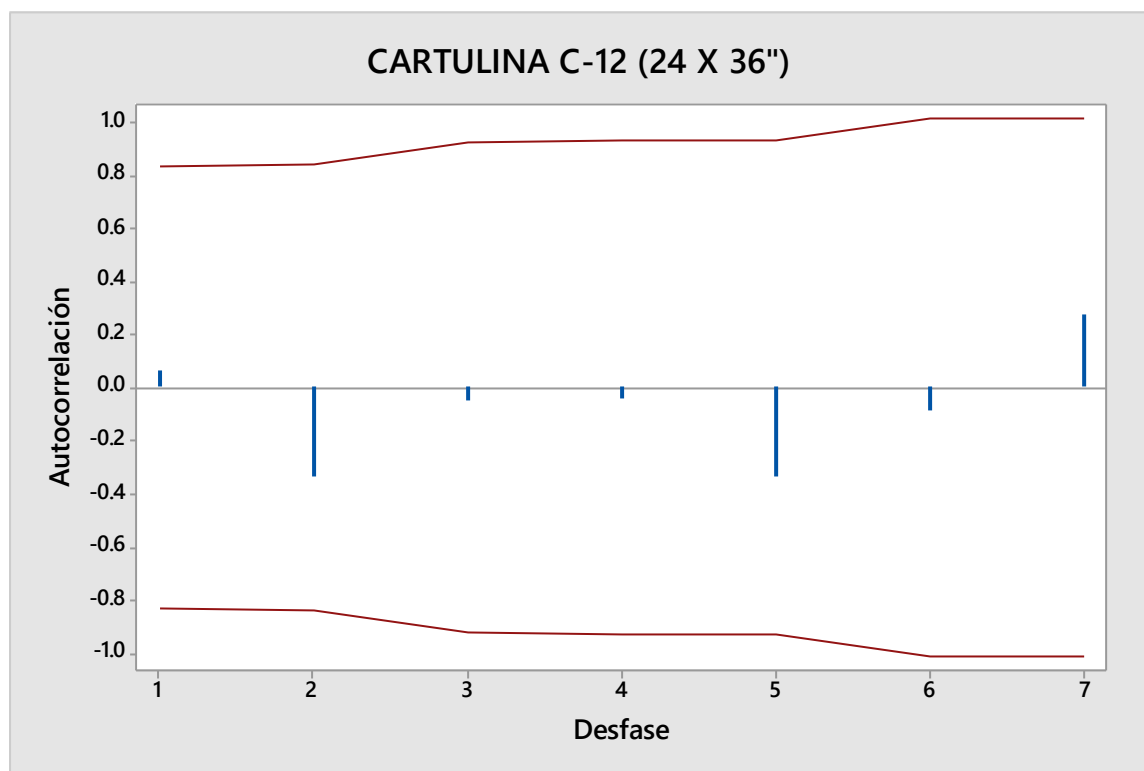
Figura 22. Gráfico de la demanda de Cartulina C-12 (24x36")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la figura 22 se ilustra el gráfico de la demanda y se aprecia que es un comportamiento aleatorio. Con los datos anteriores se procede a realizar la gráfica y calcular el coeficiente de auto-correlación entre las variables Demanda y Tiempo (mes) con el programa estadístico Minitab. En la figura 23 se ilustra el gráfico.

Figura 23. Gráfico de Auto-correlación Cartulina C-12 (24x36")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 23 demuestra como la correlación es muy baja para este material, ya que todos los datos se mantienen dentro de los límites de significancia. El coeficiente de auto-correlación en este caso es $rk = 0.062$ y al estar muy cercano a 0 indica que es una serie aleatoria y los valores sucesivos de la serie de tiempo no guardan relación entre sí.

Cartulina C-12 (38 X 29")

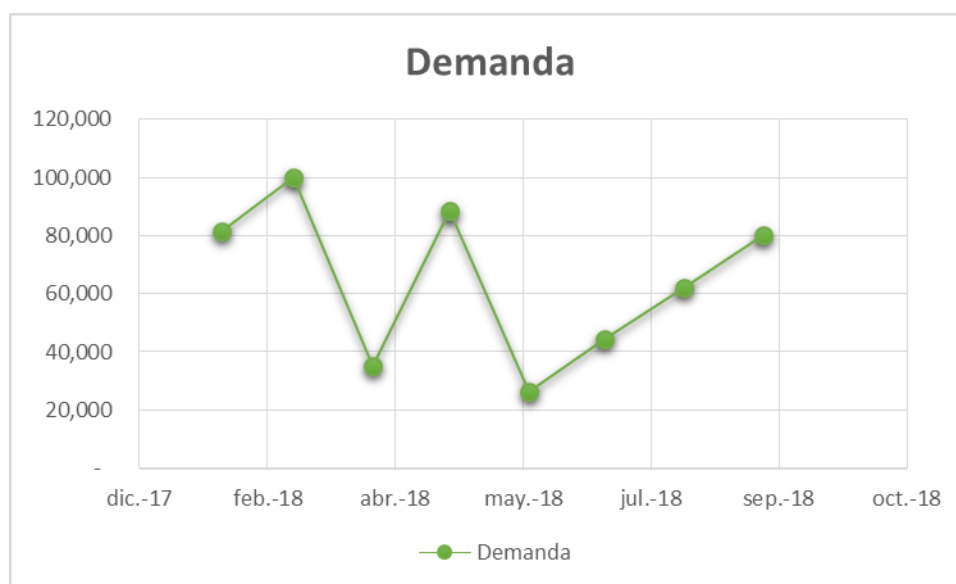
La demanda para el material Cartulina C-12 (38 X 29") se muestra en la tabla 12, comprendiendo el período de febrero 2018 a setiembre 2018. Posteriormente se ilustra mediante una gráfica en la figura 24.

Tabla 12. Demanda de Cartulina C-12 (38 X 29")

Mes	Demanda
feb-18	81,584
mar-18	100,223
abr-18	35,144
may-18	88,457
jun-18	26,450
jul-18	44,304
ago-18	62,095
sep-18	80,106

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

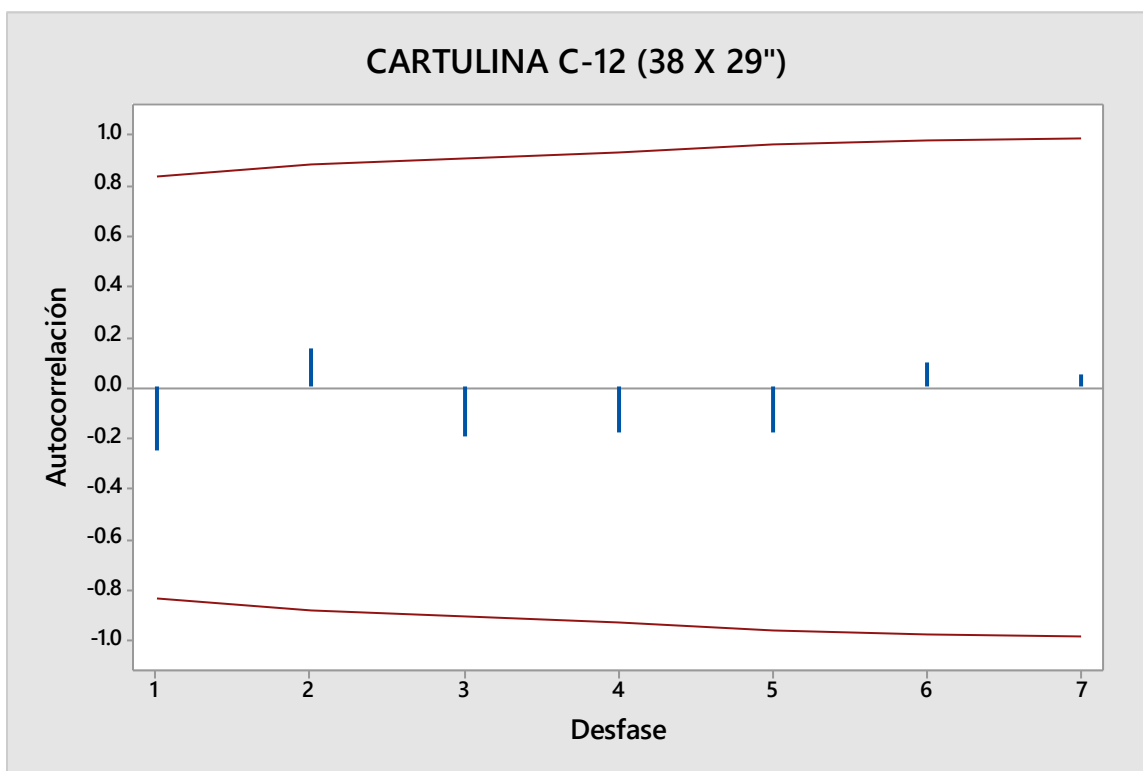
Figura 24. Demanda



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la figura 24 se aprecia la aleatoriedad que presenta la demanda de este artículo. Con los datos anteriores se procede a realizar la gráfica y calcular el coeficiente de auto-correlación entre las variables Demanda y Tiempo (mes) con el programa estadístico Minitab. En la figura 25 se ilustra el análisis.

Figura 25. Gráfico de Auto-correlación Cartulina C-12 (38 X 29")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 25 demuestra como la correlación es muy baja para este material, ya que todos los datos se mantienen dentro de los límites de significancia sin mostrar alguna tendencia. El coeficiente de auto-correlación en este caso es $rk = -0.247$, cercano a 0 lo que indica que es una serie aleatoria y los valores sucesivos de la serie de tiempo no guardan relación entre sí.

Couché 200 Brillante (25 X 38")

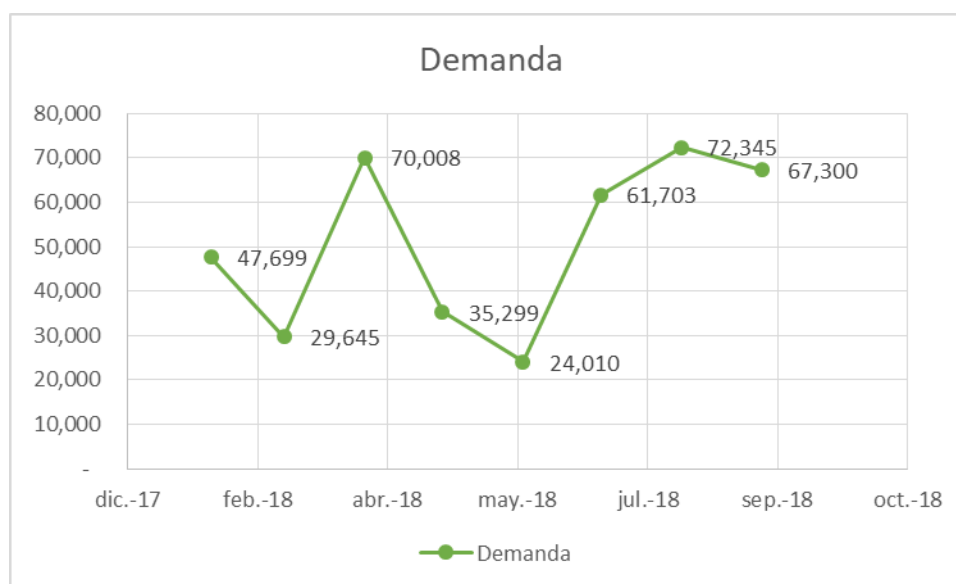
La demanda para el material Couché 200 Brillante (25 X 38") entre el periodo comprendido de febrero a setiembre 2018 se muestra en la tabla 13. Además se representa en un gráfico su comportamiento en la figura 26.

Tabla 13. Demanda de Couché 200 Brillante (25 X 38")

Mes	Demanda
feb-18	47,699
mar-18	29,645
abr-18	70,008
may-18	35,299
jun-18	24,010
jul-18	61,703
ago-18	72,345
sep-18	67,300

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

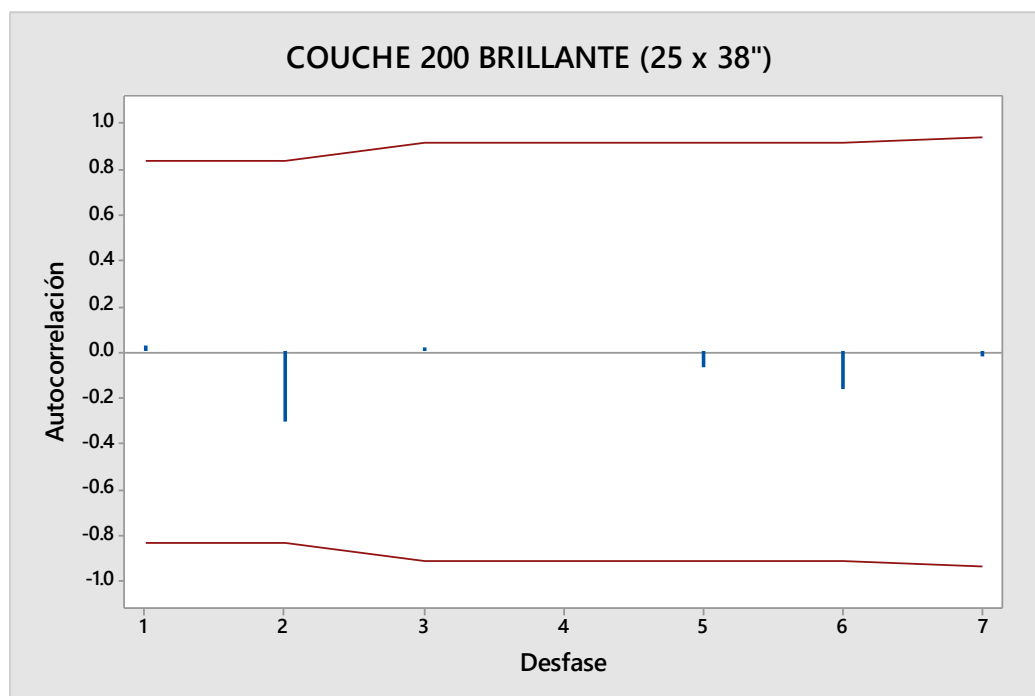
Figura 26. Demanda



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Se ilustra en la figura 26 el comportamiento de la demanda para el material, donde se aprecia una serie de datos aleatorios. Con los datos anteriores se procede a realizar la gráfica y calcular el coeficiente de auto-correlación entre las variables Demanda y Tiempo (mes) con el programa estadístico Minitab. En la figura 27 se ilustra el análisis.

Figura 27. Gráfico de Auto-correlación de Couché 200 Brillante (25 X 38")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 27 demuestra como la correlación es muy baja para este material, ya que todos los datos se mantienen dentro de los límites de significancia y sin mostrar alguna tendencia o estacionalidad. El coeficiente de auto-correlación en este caso es $r_k = 0.029$, muy cercano a 0 lo que indica que es una serie aleatoria y los valores sucesivos de la serie de tiempo no guardan relación entre sí.

Cartulina C-8 L2 (35,5 X 29)

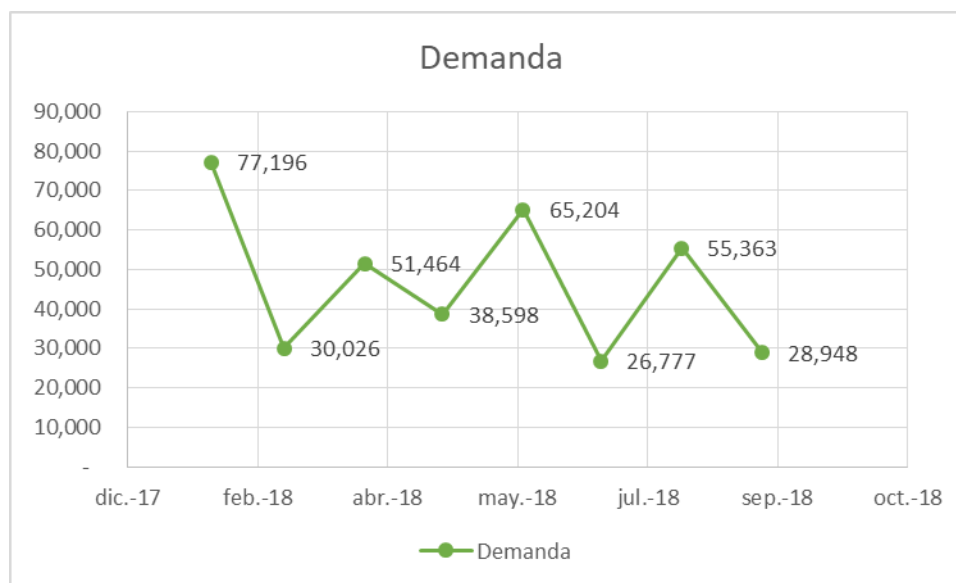
La demanda para el material Cartulina C-8 L2 (35,5 X 29) se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Demanda C-8 L2 (35,5 X 29)

Mes	Demanda
feb-18	77,197
mar-18	30,026
abr-18	51,464
may-18	38,598
jun-18	65,204
jul-18	26,777
ago-18	55,363
sep-18	28,948

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

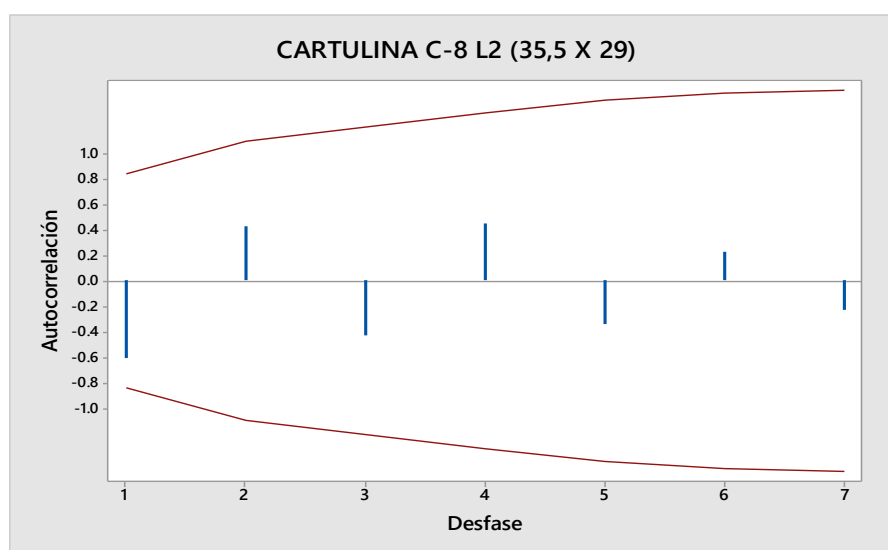
Figura 28. Demanda C-8 L2 (35,5 X 29)



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 28 que representa la serie de datos de la demanda para el periodo comprendida de Febrero a Setiembre muestra la tendencia que siguen los consumos de este material, donde las cantidades tienden a aumentar en un mes y al siguiente disminuyen. Con los datos anteriores se procede a realizar la gráfica y calcular el coeficiente de auto-correlación entre las variables Demanda y Tiempo (mes) con el programa estadístico Minitab. En la figura 29 se ilustra el análisis.

Figura 29. Gráfico de Auto-correlación de Cartulina C-8 L2 (35.5 x 29)



Nota: Diego Rodríguez

La figura 29 demuestra la tendencia que sigue este material si se analizan los desfases, ese comportamiento significa que hay correlación, a pesar que todos los datos se mantienen dentro de los límites de significancia, dado que con el pasar de los meses el coeficiente tiende a bajar y a subir de forma intercalada. El coeficiente de auto-correlación en este caso es $r_k = -0.606$, quiere decir que es más cercano a -1 que cercano a 0, lo que indica que es una correlación con tendencia y los valores sucesivos de la serie de tiempo sí guardan relación entre sí.

Couché 250 Brillante (25 X 38")

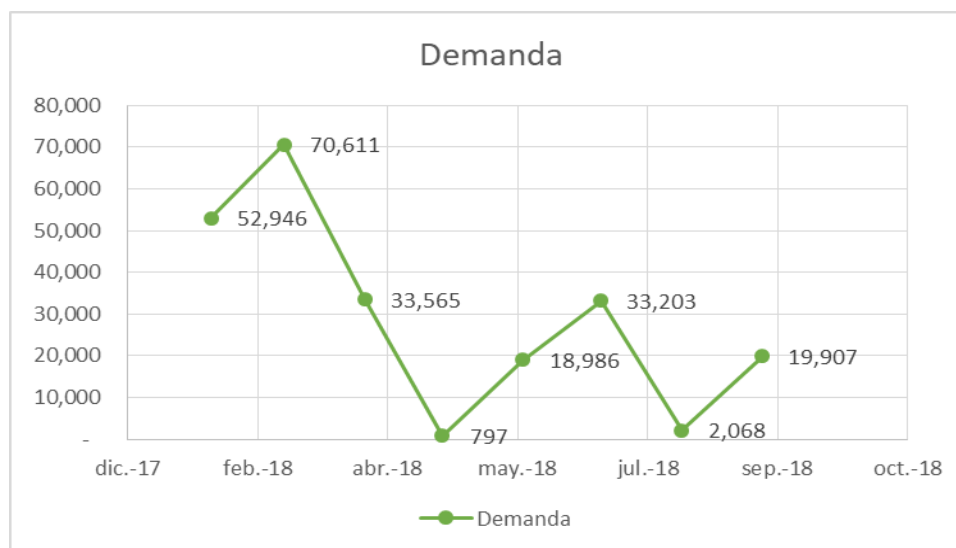
La demanda para el material Couché 250 Brillante (25 X 38") se muestra en la tabla 15.

Tabla 15 Couche 250 Brillante (25 X 38")

Mes	Demanda
feb-18	52,946
mar-18	70,611
abr-18	33,565
may-18	797
jun-18	18,986
jul-18	33,203
ago-18	2,068
sep-18	19,907

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

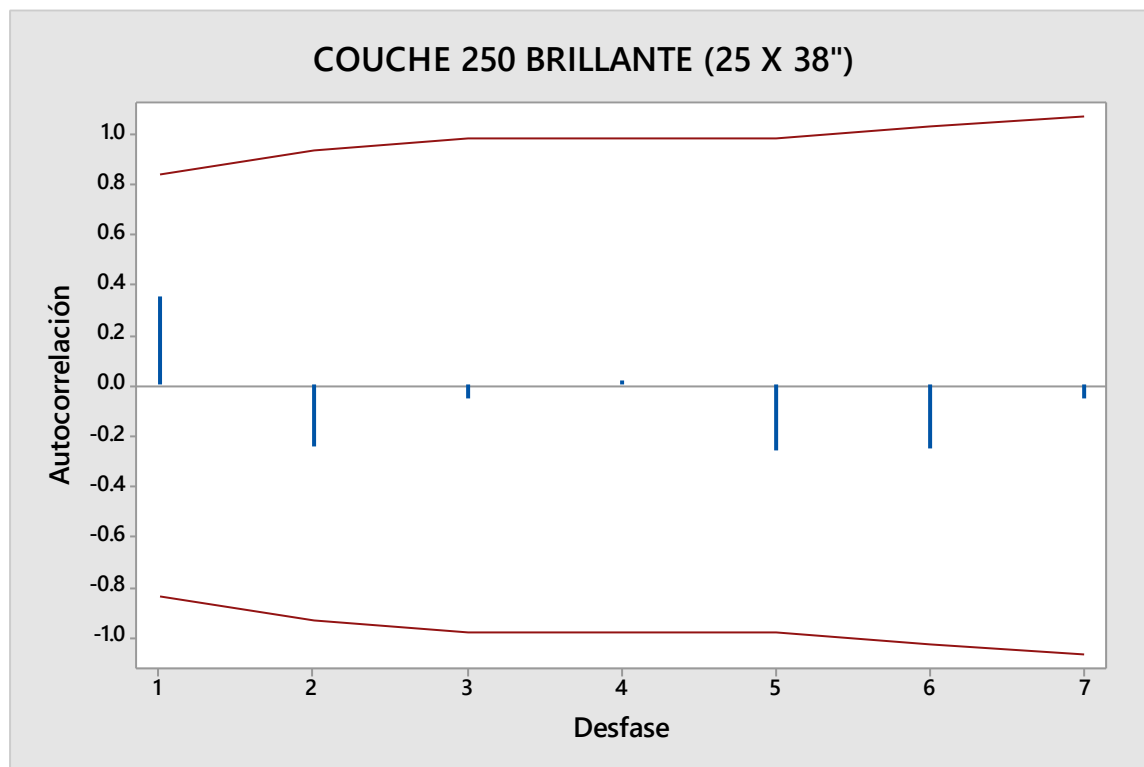
Figura 30. Couché 250 Brillante (25 X 38")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Se puede apreciar en la figura 30 como la demanda presenta un comportamiento aleatorio. Cabe aclarar que los comportamientos de la demanda en los meses de mayo y agosto no son normales y se deben a un desabasto. Con los datos anteriores se procede a realizar la gráfica y calcular el coeficiente de auto-correlación entre las variables Demanda y Tiempo (mes) con el programa estadístico Minitab. En la figura 31 se ilustra el análisis.

Figura 31. Gráfico de Auto-correlación de Couché 250 Brillante (25 X 38")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 31 demuestra como la correlación es muy baja para este material, ya que todos los datos se mantienen dentro de los límites de significancia y sin mostrar alguna tendencia o estacionalidad. El coeficiente de auto-correlación en este caso es $r_k = 0.353$, cercano a 0 lo que indica que es una serie aleatoria y los valores sucesivos de la serie de tiempo no guardan relación entre sí.

Cartulina C-8 L2 (25 X 38")

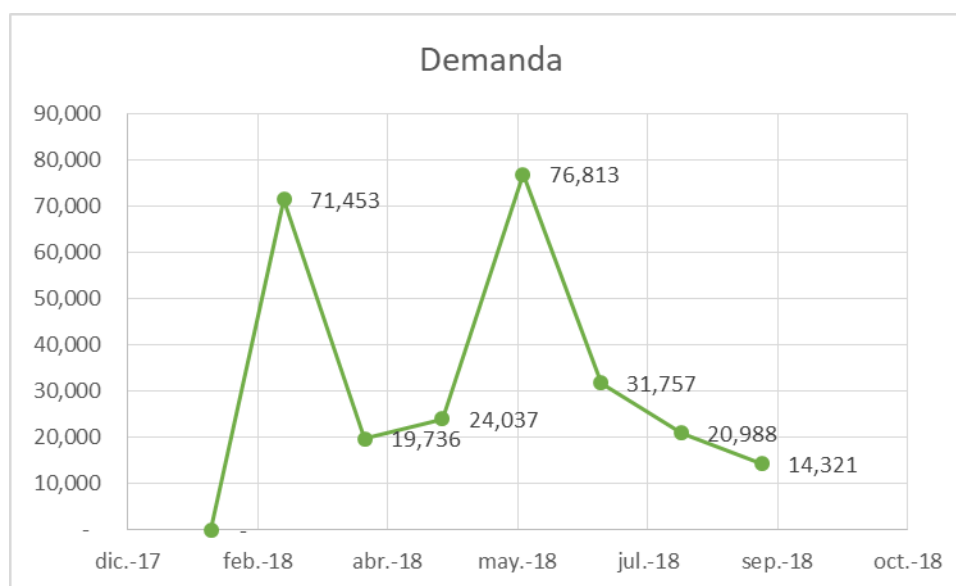
La demanda para el material Couché 250 Brillante (25 X 38") se muestra en la tabla 16. Para este caso se tiene que en febrero no hubo demanda, esto debido a un problema de desabastecimiento del artículo que se presenta en ese mes.

Tabla 16. Couché 250 Brillante (25 X 38")

Mes	Demanda
feb-18	-
mar-18	71,453
abr-18	19,736
may-18	24,037
jun-18	76,813
jul-18	31,757
ago-18	20,988
sep-18	14,321

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

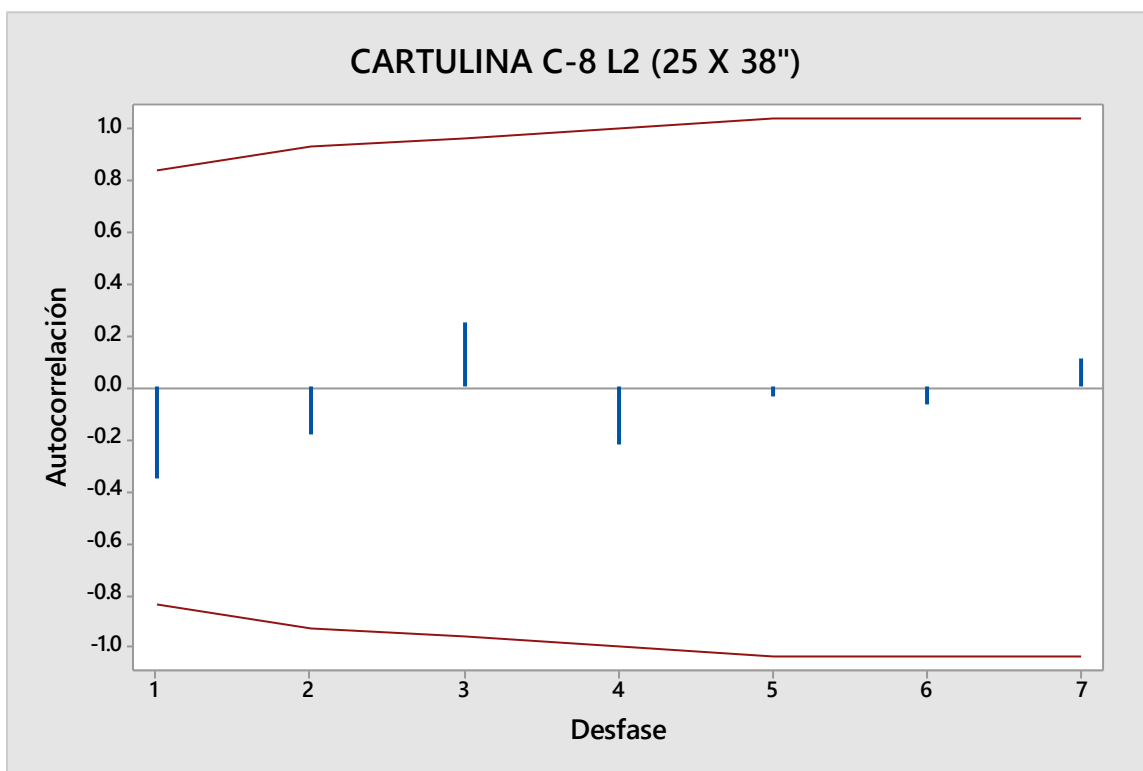
Figura 32. Demanda Couché 250 Brillante (25 X 38")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Tal como se observa en la figura 32 la demanda es completamente aleatoria por el comportamiento de sus datos en esta serie de tiempo. Con los datos anteriores se procede a realizar la gráfica y calcular el coeficiente de auto-correlación entre las variables Demanda y Tiempo (mes) con el programa estadístico Minitab. En la figura 33 se ilustra el análisis.

Figura 33. Gráfico de Auto-correlación Cartulina C-8 L2 (25 X 38")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 33 demuestra como la correlación es baja para este material, todos los datos se mantienen dentro de los límites de significancia y sin mostrar alguna tendencia o estacionalidad. El coeficiente de auto-correlación en este caso es $r_k = -0.351$, cercano a 0 lo que indica que es una serie aleatoria y los valores sucesivos de la serie de tiempo no guardan relación entre sí.

Bond 24 (25 X 38")

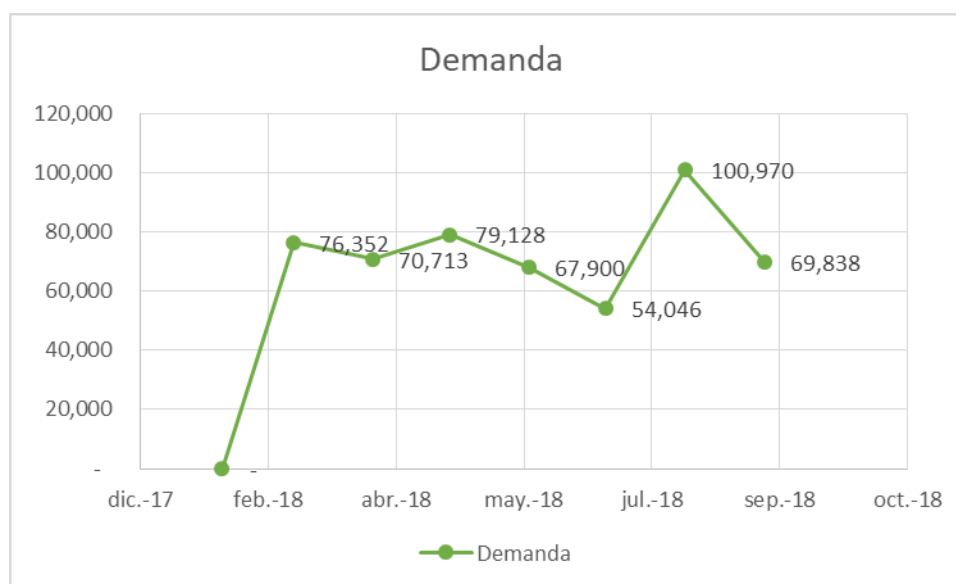
La demanda para el material Bond 24 (25 X 38") se muestra en la tabla 17, en la que igual al caso anterior en el mes de febrero se presentan problemas de desabastecimiento.

Tabla 17. Bond 24 (25 X 38")

Mes	Demanda
feb-18	-
mar-18	76,352
abr-18	70,713
may-18	79,128
jun-18	67,900
jul-18	54,046
ago-18	100,970
sep-18	69,838

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

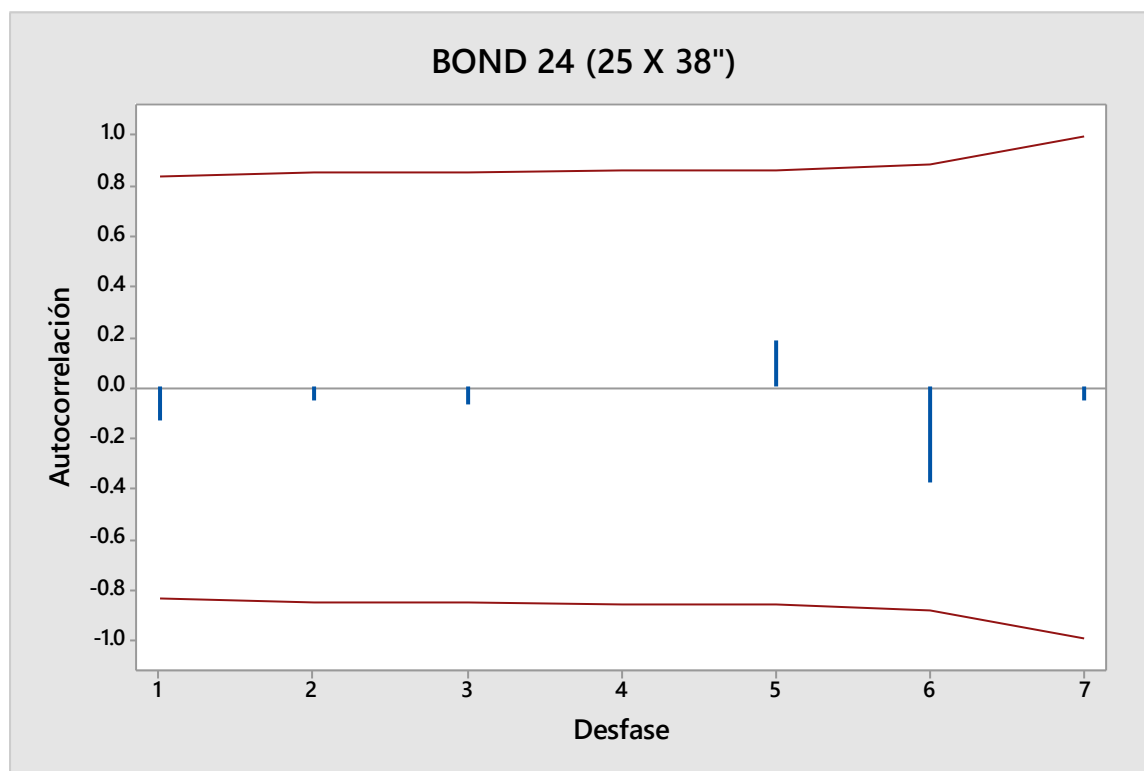
Figura 34. Demanda Bond 24 (25 X 38")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la figura 34 se ilustra la demanda mediante un gráfico para mejor comprensión de su comportamiento, en el mismo se aprecia una serie de datos aleatoria. Con los datos anteriores se procede a realizar la gráfica y calcular el coeficiente de auto-correlación entre las variables Demanda y Tiempo (mes) con el programa estadístico Minitab. En la figura 35 se ilustra el análisis.

Figura 35. Gráfico de Auto-correlación de Bond 24 (25 X 38")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 25 demuestra como la correlación es baja para este material, todos los datos se mantienen dentro de los límites de significancia y sin mostrar algún patrón. El coeficiente de auto-correlación en este caso es $r_k = -0.131$, considerablemente cercano a 0 lo que indica que es una serie aleatoria y los valores sucesivos de la serie de tiempo no guardan relación entre sí.

Cartulina C-12 L2 (24 X 36")

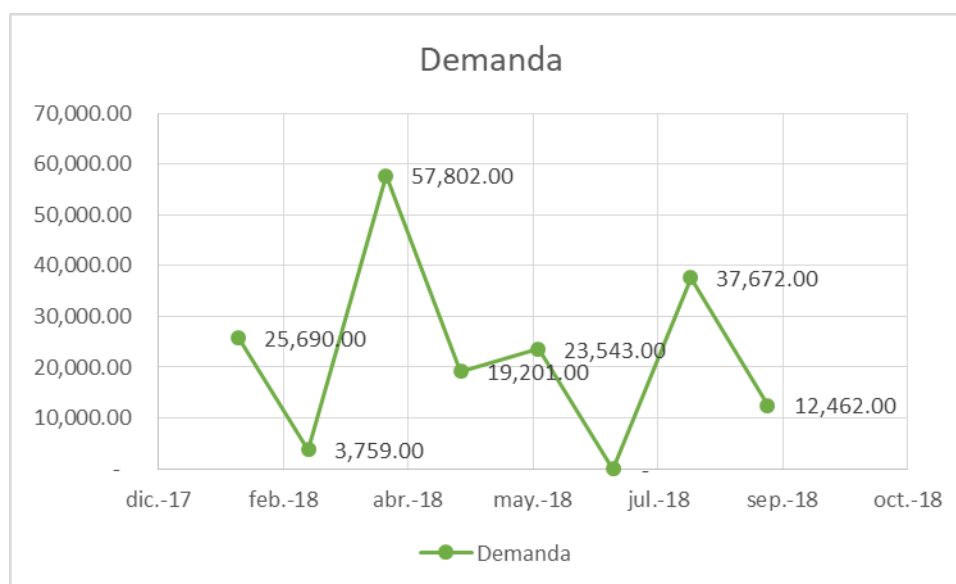
La demanda para el material Cartulina C-12 L2 (24 X 36") se muestra en la tabla 18. Este artículo presenta problemas de desabastecimiento en julio de 2018.

Tabla 18. Demanda Cartulina C-12 L2 (24 X 36")

Mes	Demanda
feb-18	25,690
mar-18	3,759
abr-18	57,802
may-18	19,201
jun-18	23,543
jul-18	-
ago-18	37,672
sep-18	12,462

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

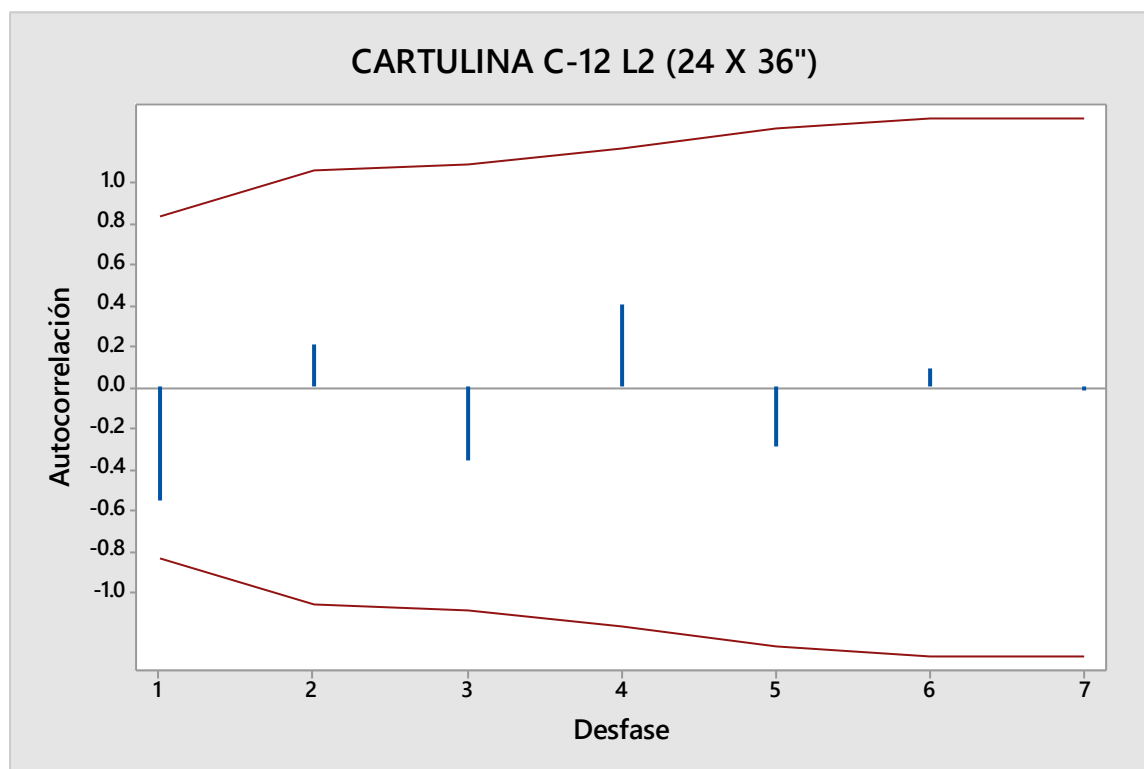
Figura 36. Demanda Cartulina C-12 L2 (24 X 36")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

A simple vista los datos del artículo Cartulina C-12 L2 (24x36") presentan una leve tendencia. Con los datos anteriores se procede a realizar la gráfica y calcular el coeficiente de auto-correlación entre las variables Demanda y Tiempo (mes) con el programa estadístico Minitab. En la figura 37 se ilustra el análisis.

Figura 37. Gráfico de Auto-correlación de Cartulina C-12 L2 (24 X 36")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 37 demuestra la tendencia que sigue este material si se analizan los desfases, ese comportamiento significa que hay correlación, a pesar que todos los datos se mantienen dentro de los límites de significancia, dado que con el pasar de los meses el coeficiente tiende a bajar y a subir de forma intercalada. El coeficiente de auto-correlación en este caso es $r_k = -0.553$, quiere decir que es más cercano a -1 que cercano a 0, lo que indica que es una correlación con tendencia y los valores sucesivos de la serie de tiempo sí guardan relación entre sí.

Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40")

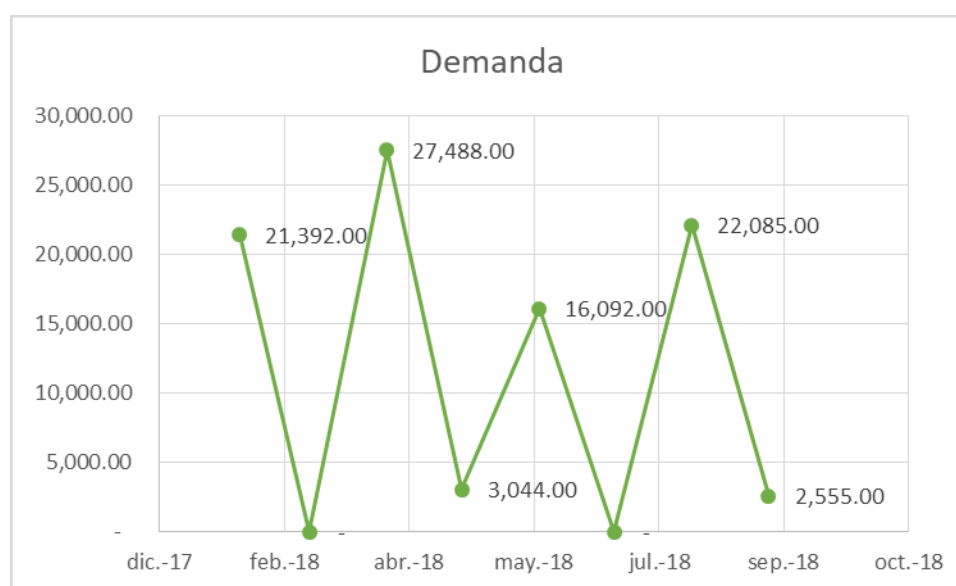
La demanda para el material Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40") se muestra en la tabla 19. Este material presenta problemas de desabastecimiento en dos meses específicamente en marzo y julio 2018. La gráfica de la demanda se ilustra en la figura 38.

Tabla 19. Demanda Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40")

Mes	Demanda
feb-18	21,392
mar-18	-
abr-18	27,488
may-18	3,044
jun-18	16,092
jul-18	-
ago-18	22,085
sep-18	2,555

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

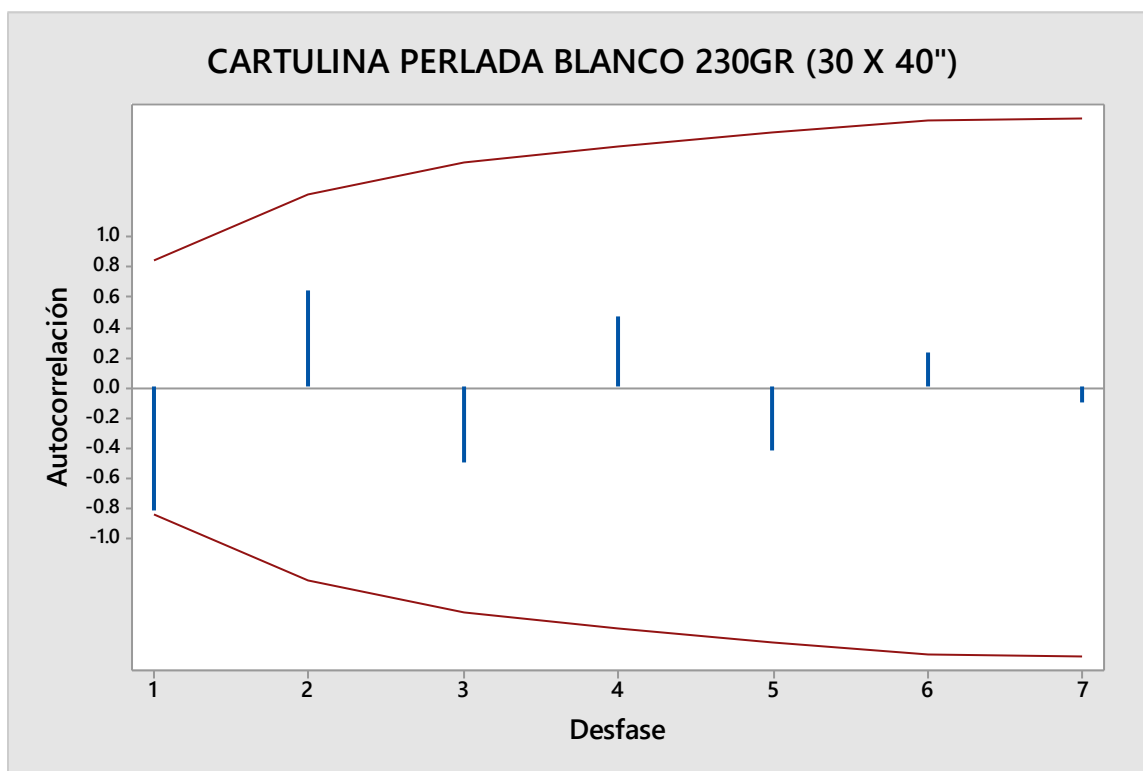
Figura 38. Demanda Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Se observa como la demanda tiende a aumentar y el siguiente mes disminuir, sin embargo se ve afectado por dos meses en los que tuvo problemas por desabastecimiento y no se registran salidas del almacén. Con los datos anteriores se procede a realizar la gráfica y calcular el coeficiente de auto-correlación entre las variables Demanda y Tiempo (mes) con el programa estadístico Minitab. En la figura 39 se ilustra el análisis.

Figura 39. Gráfico de Auto-correlación de Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40")



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 39 demuestra la tendencia que sigue este material si se analizan los desfases, ese comportamiento significa que hay correlación, a pesar que todos los datos se mantienen dentro de los límites de significancia, dado que con el pasar de los meses el coeficiente tiende a bajar y a subir de forma intercalada. El coeficiente de auto-correlación en este caso es $r_k = -0.820$ para el primer desfase, quiere decir que es bastante cercano a -1 , lo que indica que es una correlación muy marcada, con tendencia y los valores sucesivos de la serie de tiempo sí guardan relación entre sí.

Una vez realizado el análisis de auto-correlación entre las variables tiempo y demanda, se puede concluir que de los nueve materiales clase A sometidos al análisis, solamente uno de ellos tiene una correlación muy alta, dos de ellos una correlación media y los restantes seis muestran una baja correlación. En la tabla 20 se muestra un resumen de los coeficientes de auto-correlación para cada material estudiado y se indica los modelos de pronóstico más apropiados según ese índice para pronosticar la demanda y tomar decisiones que en este caso se trata de saber cuánto material se debe consumir para abastecer la demanda y evitar retrasos en producción por faltantes de los artículos.

Tabla 20. Resumen de Coeficiente de Auto-correlación

Código	Material	Coefficiente de Autocorrelación	Correlación	Demanda	Modelo de Pronóstico recomendado
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	0.062	Muy baja	Aleatoria	Promedio Móvil Simple Promedio Móvil Ponderado Suavización Exponencial Simple
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	-0.247	Baja	Aleatoria	Promedio Móvil Simple Promedio Móvil Ponderado Suavización Exponencial Simple
PO09006350965	COUCHE 200 BRILLANTE (25 x 38")	0.029	Muy baja	Aleatoria	Promedio Móvil Simple Promedio Móvil Ponderado Suavización Exponencial Simple
PO07509140609	CARTULINA C-8 L2 (35,5 X 29)	-0.606	Alta	Tendencia	Promedio Móvil Simple Promedio Móvil Ponderado Atenuación Exponencial Simple Atenuación Exponencial Cuadrática
PB15006350965	COUCHE 250 BRILLANTE (25 X 38")	0.353	Baja	Aleatoria	Promedio Móvil Simple Promedio Móvil Ponderado Suavización Exponencial Simple
PO07506600914	CARTULINA C-8 L2 (25 X 38")	-0.351	Baja	Aleatoria	Promedio Móvil Simple Promedio Móvil Ponderado Suavización Exponencial Simple
PO07506350965	BOND 24 (25 X 38")	-0.131	Baja	Aleatoria	Promedio Móvil Simple Promedio Móvil Ponderado Suavización Exponencial Simple
PC20006350965	CARTULINA C-12 L2 (24 X 36")	-0.553	Media/Alta	Tendencia	Promedio Móvil Simple Promedio Móvil Ponderado Atenuación Exponencial Simple Atenuación Exponencial Cuadrática
PC01205610914	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	-0.820	Alta	Tendencia	Promedio Móvil Simple Promedio Móvil Ponderado Atenuación Exponencial Simple Atenuación Exponencial Cuadrática

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Debido a la aleatoriedad de la demanda, no es recomendable pronosticar la atenuación exponencial doble o cuadrática con la cantidad de datos que se tiene para cada mes.

Pronósticos de la demanda

Para cada uno de los materiales objeto de análisis en el presente estudio, clasificados como A, se procede a modelar los diferentes tipos de modelos de pronóstico que se adaptan a la naturaleza de su demanda. Los escenarios simulados se adjuntan en la sección Anexos del documento. A continuación se detallan los resultados obtenidos de cada modelo, en el que se muestra los *errores* del pronóstico, que en este caso son 3: Desviación Absoluta Media (DAM), Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) y Porcentaje Medio de Error (PME), y servirá para hacer la elección del mejor modelo en cada caso.

Se presentan los mejores resultados obtenidos de los modelos de pronósticos utilizados en este material. Para los que se utilizan los modelos Promedio Móvil Simple con diferentes valores de N. Promedio móvil ponderado con diferentes valores para N y suavización exponencial simple con

distintos valores para Alfa. De los mismos se muestran los mejores resultados para cada modelo, donde se da prioridad al PMA, que es el porcentaje de efectividad del modelo.

Cartulina C-12 (24 X 36")

En la tabla 21 se muestran los errores de pronóstico según el modelo utilizado, de los cuales se le dará prioridad al que arroje un mejor PME.

Modelo	DAM	PEMA	PMA
Promedio Móvil Simple (N = 2)	16,889.08	18.53	3.68
Promedio Móvil Ponderado N = 2	17,721.30	19.33	3.20
Suavización Exponencial Simple (Alfa = 5)	18,660.60	19.95	- 4.25

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Para este artículo se elige como mejor modelo el promedio móvil ponderado con $n = 2$, ya que a pesar que su desviación absoluta media (DAM), el porcentaje de error medio absoluto PEMA son superiores a otros, el porcentaje medio de error PME es de 3.20 %.

Cartulina C-12 (38 X 29")

En la tabla 22 se muestran los errores de pronóstico según el modelo utilizado, de los cuales se le dará prioridad al que arroje un mejor PME.

Tabla 21. Errores del pronóstico Cartulina C-12 (38 X 29")

Modelo	DAM	PEMA	PME
Promedio Móvil Simple (N = 5)	18,021.07	30.30	2.91
Promedio Móvil Ponderado	22,649.90	54.85	25.66
Suavización Exponencial Simple (Alfa = 0.5)	27,930.64	66.05	36.91

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El mejor error de pronóstico lo da el promedio móvil simple con un $n = 5$, que presenta un valor DAM 17 771.3, que es la desviación de unidades del pronóstico. Un valor de PEMA de 19.33 % de desviación y un porcentaje medio de error 2.91%.

Couché 200 Brillante (25 X 38")

En la tabla 23 se muestran los errores de pronóstico según el modelo utilizado, de los cuales se le dará prioridad al que arroje un mejor PME.

Tabla 22 Errores del pronóstico Couché 200 Brillante (25 X 38")

Modelo	DAM	PEMA	PME
Promedio Móvil Simple (N=2)	22,720.00	49.72	3.76
Promedio Móvil Ponderado (N = 2)	22,760.43	49.21	3.66
Suavización Exponencial Simple (Alfa = 0.3)	20,706.95	46.81	9.15

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El mejor modelo se obtuvo con un promedio móvil simple con $n = 2$ en el cual se obtuvo un porcentaje medio de error de 3.66%. Además un porcentaje de error medio absoluto de 49.21%, que es muy alto y una desviación media absoluta de 22760.43 unidades.

Cartulina C-8 L2 (35,5 X 29)

Los modelos que mejor resultado obtuvieron en los pronósticos de esta cartulina, se presentan en la tabla 24.

Tabla 23. Errores del pronóstico Cartulina C-8 L2 (35,5 X 29)

Modelo	DAM	PEMA	PME
Promedio Móvil Simple (N = 2)	11,847.58	32.22	16.26
Promedio Móvil Ponderado (N = 3)	14,050.13	38.07	17.48
Suavización Exponencial Simple (Alfa =5)	20,722.49	60.96	44.99

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El modelo más favorable se obtiene con un promedio móvil simple utilizando un valor para N de 2. El porcentaje medio de error es 16.26%, el PEMA 32.22 % y una desviación media absoluta de 11847.58 unidades.

Couché 250 Brillante (25 X 38")

El material Couché 250 brillante de 25 x 48 pulgadas, es uno de los productos más irregulares en la demanda junto con otros que mostraron problemas de desabastecimiento en algunos meses donde se indicaba que el consumo fue atípico o sea que muy por debajo de lo normal. Para este caso se decide utilizar para su pronóstico solamente los meses que se reporta demanda que son febrero, marzo, abril, junio, julio y setiembre. En la tabla 25 se presentan los mejores pronósticos.

Tabla 24. Errores del pronóstico Couché 250 Brillante (25 X 38")

Modelo	DAM	PEMA	PME
Promedio Móvil Simple (N = 2)	15,004.13	64.48	64.48
Promedio Móvil Ponderado (N = 2)	15,497.70	67.12	67.12
Suavización Exponencial Simple (Alfa = 0.5)	17,609.81	65.53	55.52

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

A pesar de no considerar los meses con los niveles atípicos para modelar el pronóstico, sus resultados en los errores fueron muy elevados, presentando un mejor panorama la suavización exponencial simple con Alfa = a 0.5, obteniendo un PME de 55.52, un PEMA de 65.53 y un DAM de 17 609.81 unidades.

Cartulina C-8 L2 (25 X 38")

El material Cartulina C-8 L2 25 x 38 pulgadas presento un desabasto total en el mes de febrero 2018, razón por la cual no se toma en cuenta la para modelar los pronósticos al ser un dato atípico. En la tabla 26 se muestra la obtención de los mejores modelos de pronóstico para el material.

Tabla 25. Errores del pronóstico Cartulina C-8 L2 (25 X 38")

Modelo	DAM	PEMA	PME
Promedio Móvil Simple (N = 2)	28,100.10	92.56	63.95
Promedio Móvil Ponderado (N = 2)	29,281.44	99.44	70.62
Suavización Exponencial Simple (Alfa = 3)	30,032.11	119.49	101.26

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La tabla 26 presenta los errores de cada modelo, dando un mejor resultado en el promedio móvil simple de N = 2. En este caso se obtienen valores sumamente elevados que parecen no ser tan confiables como el caso de otros artículos. El modelo móvil simple elegido da una desviación absoluta media de 28 100 unidades. Un porcentaje medio de error de más de 95% y un porcentaje medio de error de 63.95%. Estos resultados son poco confiables en el pronóstico de la demanda.

BOND 24 (25 X 38")

El material Bond 24 de 25 x 38 pulgadas es presentado en la tabla 27 con los modelos de pronóstico más favorables y los errores de cada uno.

Tabla 26. Errores del pronóstico BOND 24 (25 X 38")

Modelo	DAM	PEMA	PME
Promedio Móvil Simple (N = 2)	15,950.20	20.81	2.13
Promedio Móvil Ponderado (N = 2)	17,222.28	22.40	2.89
Suavización Exponencial Simple (Alfa = 5)	14,635.10	19.31	4.45

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En este caso la tabla 27 presenta como mejor modelo de pronóstico el promedio móvil simple con $N = 2$, con la resultante de un PME con valor 2.13%, PEMA con un 20.81% y un valor DAM de 15 950 unidades.

Cartulina C-12 L2 (24 X 36")

Los modelos de pronóstico que se tienen para este artículo y que arrojaron un mejor resultado se muestran en la tabla 28.

Tabla 27. Errores del pronóstico Cartulina C-12 L2 (24 X 36")

Modelo	DAM	PEMA	PME
Promedio Móvil Simple ($N = 2$)	20,812.20	77.45	30.33
Promedio Móvil Ponderado ($N = 2$)	19,869.00	72.30	26.24
Suavización Exponencial Simple (Alfa = 0.2)	16,423.10	144.62	113.32

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

EL promedio móvil ponderado con $N = 2$ tiene ventaja sobre los modelos promedio móvil simple con $N = 2$ y Suavización exponencial simple con alfa de 0.2, ya que da como resultados una desviación absoluta media de 19869 unidades, un porcentaje de error medio absoluto de 72.3 % y un PMA de 26.24. A pesar de ser el mejor modelo, sus errores son sumamente altos y poco confiables.

Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40")

La cartulina perlada blanca presenta los resultados más favorables de los pronósticos modelados en la tabla 29. Sin embargo para este artículo se tuvo reportado bajo consumo en vario meses debido a que las existencias eran pocas y se consumió en su totalidad las unidades, por tal razón se tomaron en cuenta para este modelo solamente 4 meses de históricos.

Tabla 28. Errores del pronóstico Cartulina Perlada Blanco 230gr (30 X 40")

Modelo	DAM	PEMA	PME
Promedio Móvil Simple (N = 2)	4,321.50	26.61	25.27
Promedio Móvil Ponderado (N=2)	4,821.50	27.33	27.33
Suavización Exponencial Simple (Alfa = 0.3)	4,742.55	23.67	5.86

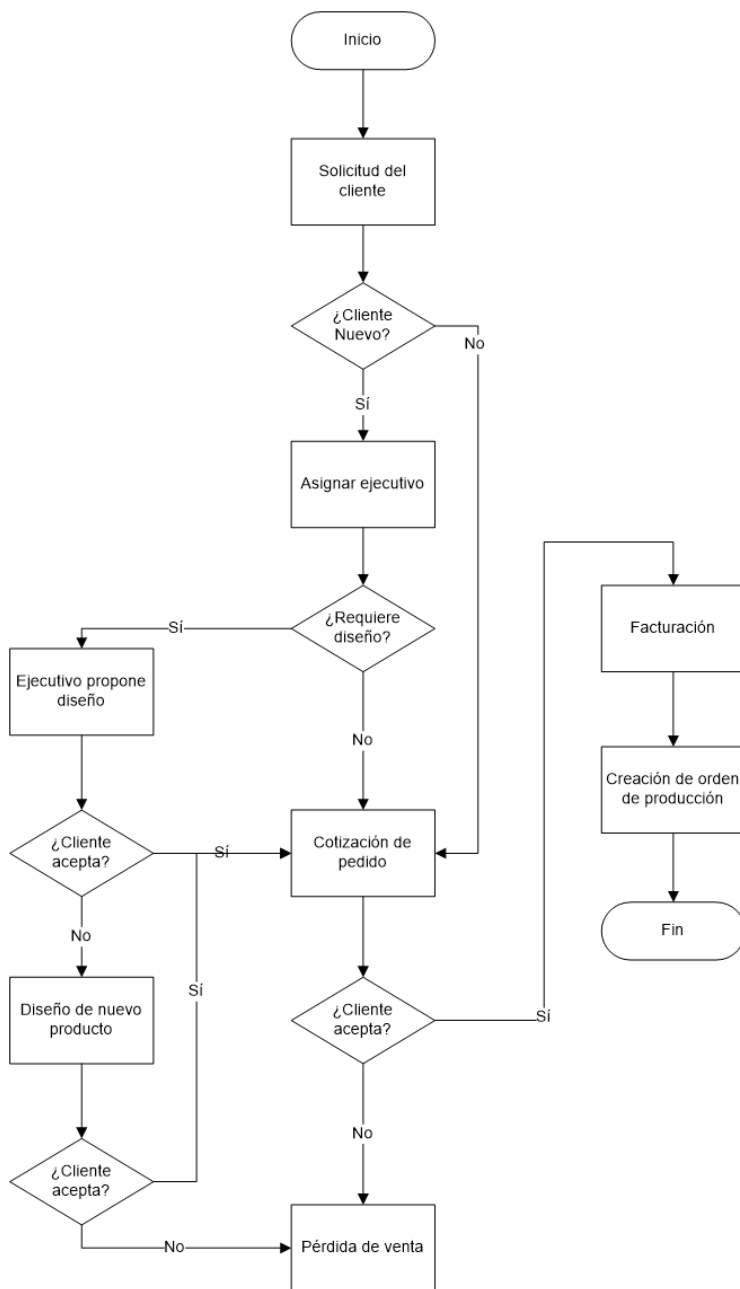
Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El mejor modelo es la suavización exponencial simple con un alfa de 0.3, dando como resultado un DAM de 4742 unidades, un PEMA de 23.67 % y un PME de 5.86% tal y como se observa en la tabla 29.

Demoras por Especificaciones Confusas

La segunda razón con mayor impacto en las órdenes detenidas y registradas durante el período analizado, indica que las especificaciones de las órdenes son confusas. Para entender mejor esta situación se ilustra a continuación el procedimiento de negociación con el cliente y hasta la creación de una orden de producción en la figura 40.

Figura 40. Procedimiento de Ventas



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La figura 40 ilustra el flujo del proceso de ventas que inicia con el contacto del cliente, si este es un cliente que ya cuenta con un registro en la base de datos y requiere ordenar una cantidad de algún producto que también existe y tiene historial de producción, solamente se toma el pedido, y se cotiza (en este paso se define la fecha de entrega estimada), si se aprueba, se procede a facturar y a crear la orden de producción. Cuando se trata de un cliente nuevo o de un nuevo producto, se

asigna un ejecutivo de ventas, mismo que puede ofertar al cliente un producto similar a otros que se hayan confeccionado en el pasado con las especificaciones requeridas, siempre y cuando se encuentre dentro del catálogo que utiliza. Si el cliente está de acuerdo se procede a realizar la cotización, de lo contrario se debe enviar al área de diseño, donde se deberá diseñar el producto requerido y después ser objeto de análisis por parte de calidad. Una vez aprobado por control de calidad se envía la muestra al cliente. Si el cliente está de acuerdo con el prototipo se realiza la cotización de la venta, y se procede a facturar si ambas partes logran negociar, de lo contrario se pierde la venta. Las ventas aprobadas se entregan a producción para su posterior ingreso al sistema OPTIMUS donde se crea la orden de producción y se programa.

La causa raíz del problema por especificaciones irregulares se da en los casos en que el cliente requiere un diseño y el ejecutivo no consulta su catálogo de ventas u ofrece características que no son posibles agregar al producto sin un previo diseño y control de calidad que garantice que es posible realizar el producto final como el cliente lo desea. Cuando sucede esta situación, se presentan demoras, puesto que Producción recibe la información para crear la orden y se entera que no se cuenta en el sistema con plantillas para las medidas y otras características solicitadas. Por lo tanto la orden debe quedar en espera hasta que se diseñe y apruebe por los departamentos correspondientes.

Demoras por mantenimiento

La tercera razón más importante en dinero que afecta las entregas a tiempo se atribuye a las demoras por mantenimiento, ya que las órdenes que presentaron retrasos por esta causa suman un total de 31 937 815. 23 colones, representando además un 23.27% del total del valor de las órdenes paradas. Por tal razón se procede a realizar un análisis del ¿por qué? de esta situación, en la figura 41 que representa los 5 por qué aplicado al encargado de contraloría, responsable del mantenimiento.

Figura 41. Los 5 ¿Por qué? mantenimiento de CONLITH

¿Por qué hay demoras por mantenimiento?	Porque fallan los equipos, dígase impresoras, troquel, guillotinas.
¿Por qué fallan los equipos?	Porque se les da un mantenimiento correctivo, o sea, hasta que estos fallen.
¿Por qué se trabaja con un mantenimiento correctivo?	Porque no se cuenta con programa de mantenimiento preventivo.
¿Por qué no existe un programa de mantenimiento preventivo?	Porque aunque se trate de aplicar ocasionalmente, no existe un presupuesto establecido para el área de mantenimiento
¿Por qué no existe un presupuesto establecido para el mantenimiento de equipos?	En ocasiones porque hay problemas de liquidez. Se necesita invertir en materias primas, cubrir planillas y otros gastos.

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la figura 41 se muestra como las razones principales de que se presente un retraso por causa del mantenimiento en la impresión offset, son que se trabaja bajo un mantenimiento correctivo, es decir en el momento que falla el equipo se realiza el reparo, lo que detiene la producción por tiempo indefinido. Por otra parte, en la empresa no existe un plan de mantenimiento preventivo y que aunque muchas veces se trate de aplicar, es deficiente por falta de conocimientos y de personal. Además como en otras áreas antes mencionadas, para el departamento de Mantenimiento no existe un presupuesto establecido y eso se debe a que, según la gerencia en ocasiones existen problemas de liquidez y se debe estar preparado para adquirir materiales y cubrir planillas entre otros gastos.

A pesar de que se intenta aplicar un mantenimiento preventivo, con limpieza de equipos y sustitución de piezas antes de que estas fallen, no es asertivo y se tiene que recurrir al correctivo de una forma u otra, ya que no se tiene un presupuesto establecido para el mantenimiento de equipos y la empresa no da prioridad a este tema, ya que no existe tampoco un plan de mantenimiento dentro de sus objetivos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el capítulo V se presentan las conclusiones del diagnóstico de la situación actual de la empresa, en base a los análisis realizados y a los resultados obtenidos para tener un mejor criterio al momento de realizar las propuestas de mejoras a la problemática. También se incluye en el capítulo las recomendaciones que el analista considera indispensables para el éxito de las propuestas.

Conclusiones

Las conclusiones del proyecto se hacen después del exhaustivo análisis de la información obtenida, ordenada y procesada en el capítulo IV en el que se consiguió demostrar que existe una problemática, y que representa un impacto económico importante para CONLITH S.A. mediante herramientas de análisis de la Ingeniería Industrial como: los diagramas de flujo y de proceso, diagramas de Pareto e Ishikawa, el AMFE y los modelos de pronóstico realizados con el comportamiento de la demanda de los materiales. Las conclusiones son:

1. El índice de utilización de los equipos es muy bajo, las dos impresoras Offset presentan un 26.9%.y un 47.7%. Además el rendimiento para ambos equipos es de 89.47% y 49.33%. Con estos parámetros se puede concluir que los equipos están siendo sub-utilizados.
2. Se logra determinar que las causas principales del retraso en las entregas al cliente son los faltantes de materias primas, los equipos detenidos por mantenimiento y las órdenes con especificaciones confusas. Cada una de estas causas representó un alto impacto económico en cuanto a órdenes de producción que se retrasaron en los tiempos de entrega, en total sumaron alrededor de los 156 millones de colones.
3. Las razones principales del desabastecimiento de materiales que impiden la ejecución de órdenes de producción en las fechas planeadas y que representan el 53% del porcentaje de las ordenes de producción que presentaron esperas, se deben principalmente a:
 - Un deficiente sistema de control de inventarios, que carece de un modelo de pedidos basado en los comportamientos de la demanda y trata de aplicar un modelo justo a tiempo el cual no ha funcionado y de ahí los constantes faltantes.
 - El personal del almacén de materias primas de CONLITH S.A. carece de herramientas indispensables para una buena gestión de los artículos, como computadoras, los registros se llevan en papel.

- Los materiales son importados y tardan hasta 2 meses en llegar, dificultando más aun la reposición de existencias en caso de agotamiento.
 - El sistema operativo ÓPTIMUS 2020 registra la información de ingresos y salidas del inventario pero de manera teórica, o sea que los materiales extras por scrap no los contempla si no son reportados, abriendo una brecha entre el consumo real y lo teórico. Además los reportes de este ERP son poco flexibles y complicando su obtención para posterior análisis.
 - El comportamiento de la demanda de los materiales es muy aleatorio, afectando de gran manera el cálculo de los pronósticos, dando cabida a un mayor error de pronóstico como el caso de algunos de los artículos analizados.
4. El índice de control de existencias finales en promedio es de 98.39%, presentándose artículos con índices muy bajos de 94% y algunos muy altos de 131%, representando ajustes de inventario que suman los ₡2, 367,108.21 en 5 meses analizados.
 5. Los procedimientos de venta a nuevos clientes o con aquellos que requieren un nuevo diseño son incongruentes e ineficientes debido a que el ejecutivo de ventas al tener conocimientos de diseño gráfico tiene la libertad de proponer a su criterio una solución al cliente para no perder la venta, y en muchas ocasiones las especificaciones no son claras y no se ajustan al catálogo de productos de la empresa. Estas órdenes representaron un 13% del total de órdenes retrasadas.
 6. En cuanto al área de mantenimiento se cuenta con personal reducido, los equipos reciben mantenimiento correctivo y no existe un plan de mantenimiento. La suma del valor de las órdenes detenidas por esta causa llega casi a los 32 millones de colones.
 7. El índice de satisfacción del cliente para el primero y segundo trimestre del año 2018 fueron de 84.53% y 85.59% respectivamente y se encuentra por debajo de la meta que es mantenerlo entre 90% y 100%. Los rubros peor calificados fueron el cumplimiento en la fecha de entrega con 80.7% y el plazo de entrega dado o acordado con 80.3%, esto además de no alcanzar la meta propuesta, provoca clientes molestos y le resta credibilidad a la empresa para futuras negociaciones.

Recomendaciones

Se recomiendan las siguientes acciones para cumplir con los tiempos de entrega al cliente:

1. Implementación de un sistema de gestión de inventario en el área de materias primas, capaz de responder al comportamiento de las demandas del mercado y para contar siempre con las cantidades requeridas de materiales. Que sea analizado de manera constante para realizar los cambios necesarios a tiempo y así permita tomar decisiones acertadas con información confiable.
2. Evaluar nuevos proveedores de papel, tomando en cuenta variables como el costo, tiempo de respuesta e incluso la posibilidad de que ofrezcan plazos de crédito para darle mejor fluidez al efectivo. Esta también puede ser una medida de contingencia en casos de escases de materiales y/o desabastos de los principales proveedores, e incluso en pedidos especiales que no se tengan contemplados, por ejemplo que se presente un incremento en la exportación de piña de uno de los principales clientes y este requiera una cantidad de etiquetas mayor al que se tenga previsto, desbalanceando el inventario del material para producir dicho pedido.
3. Evaluar el método de planeación de la producción y así descartar que se está ejecutando de manera indebida, y que los plazos de entregas propuestos al cliente realmente están bien calculados. Se pueden evaluar continuamente los tiempos estándar de los procesos para corroborar que se encuentran actualizados y tomarlo en consideración al momento de establecer fechas de entrega.
4. Promover la integración de todos los miembros de la organización, mediante reuniones trimestrales que incluyan al personal tanto operarios como jefaturas donde se intercambien distintas opiniones y puntos de vista en pro de la mejora continua y la satisfacción del cliente como lo establecen su misión y visión. Analizando por ejemplo, información sobre las fallas más frecuentes en los departamentos, los productos que más quejas o inconformidades generan al cliente, tanto interno como externo.
5. Evaluar el desempeño y el crecimiento de los colaboradores de forma periódica y establecer programas de incentivos en base al logro de sus metas, esto motivará y exigirá de alguna forma a que los colaboradores den su máximo esfuerzo en el desarrollo de las actividades.
6. Administrar de manera eficiente los recursos como recurso humano, inventarios y equipos para aprovechar de mejor forma la capacidad de planta y satisfacer las necesidades de los clientes.

CAPÍTULO VI. PROPUESTA

El presente capítulo presenta propuestas dirigidas a las principales causas de que las ordenes de producción de CONLITH S.A. en el área de impresión Offset presente retrasos y demoras al cliente. La primera propuesta busca atacar las demoras por faltantes de materias primas, para lo que se propone un modelo de gestión de inventarios para productos conjuntos, que determina la cantidad de materiales a pedir y cuantas veces al año hacerlo para poder abastecer la demanda y tomando en cuenta los tiempos de respuesta de los proveedores que son principalmente internacionales. La segunda propuesta tiene que ver con los problemas y esperas por mantenimiento, para las que se propondrá la aplicación del Mantenimiento Productivo Total, que es una herramienta Lean que ayudará a administrar de forma eficiente el mantenimiento de los equipos. La tercera propuesta se enfoca en mejorar el procedimiento de ventas, mediante un nuevo método para mayor control en cuanto a la aprobación y diseño de nuevos productos.

Propuesta 1: Sistema de Control de Inventarios

Como se observó en el capítulo anterior, la gestión de inventarios no cuenta con procesos adecuados de control y esto se ve reflejado en los faltantes de materias primas, en los ajustes que deben realizarse cada mes para emparejar cantidad teórica contra cantidad física y en los retrasos de los entregables al cliente.

Los análisis de los pronósticos permiten analizar el comportamiento de la demanda a futuro, y partiendo de ese punto se procede a realizar una propuesta que pretende controlar eficientemente los niveles de materia prima, mediante un método establecido de inventario y mediante controles eficientes.

Modelo de inventario para artículos múltiples

Este modelo propuesto está diseñado para artículos que pueden compartir un mismo costo de pedido ya que se pueden ordenar cantidades para varios materiales, en este caso papeles, a un mismo proveedor. El modelo permite además saber cuántas veces al año se va a realizar una nueva orden y cuanta cantidad de cada material, reduciendo costos por pedidos adicionales. Este modelo se ajusta a la naturaleza de CONLITH S.A. ya que sus insumos se importan a Costa Rica principalmente desde Chile e Italia, y en última instancia se compra a empresas costarricenses. Todos los proveedores pueden surtir de todos los materiales utilizados en el proceso de producción Offset.

Para diseñar el modelo, se requirió información brindada por la empresa ya que es de vital importancia para al cálculo de las variables que se necesitan en el modelo propuesto, como son los costos de ordenar un pedido, los costos de mantener el inventario, costo marginal dependiente de cada artículo de hacer un pedido adicional.

Costo de Ordenar

Se refiere al costo de hacer un pedido, que en este caso tomando como proveedor principal a CMPC en Chile, se tiene que el costo de ordenar es de ₪6,633.26. Para obtener esta variable se detalla la información utilizada en las tablas 30:

Tabla 29. Costo de Ordenar

Actividad	Encargado	Tiempo en horas	Costo/hora	Total
Revisión de existencias	Bodeguero	0.5	₪ 1,553.02	₪ 776.51
Levantamiento del pedido	Encargado de Almacenes	0.5	₪ 1,875.00	₪ 937.50
Aprobación del pedido	Gerente financiero/Producción	0.5	₪ 6,000.00	₪ 3,000.00
Confección y envío de pedido	Encargado de Almacén	1	₪ 1,875.00	₪ 1,875.00

En la tabla 30 se detalla los costos administrativos, específicamente el tiempo que se invierte aproximadamente en la actividad de montar una orden de pedido. En la revisión física de existencias, un bodeguero tarda media hora revisando la cantidad requerida de artículos con un costo de 776.51 colones. Los costos del levantamiento del pedido en un formato oficial son 937.50 colones por media hora invertida del Encargado de Almacenes. La aprobación del pedido se estima que puede tardar 30 minutos y se da por parte del gerente de Producción o el Gerente Financiero, con un costo de 3000 colones. La confección y envío de pedido tarda aproximadamente 1 hora y lo realiza el encargado de almacenes una vez sea aprobado por gerencia, el proceso tiene un costo de 1875 colones. Para un total de 65889 colones.

Otros costos adicionales al levantar un pedido se deben al consumo de internet y a la depreciación del equipo utilizado. En las tablas 31 y 32 se detalla cada costo

Tabla 30. Costo de servicio de Internet

Otros costos	Detalle	Tiempo en horas	Total	Total por orden pedido
Internet	Velocidad 20 megas	1	₪ 38.00	₪ 38.00

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Tabla 31. Depreciación de equipo

	Costo	% Depreciación Anual	Depreciación mensual	Depreciación tiempo de pedido
Depreciación Computadoras	₡ 450,000.00	30%	₡ 4,500.00	₡ 6.25

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la tabla 31 se indica el costo por el consumo de internet por un tiempo de 1 hora aproximadamente, con un costo de 38 colones, tomando en consideración que el costo por mes del servicio de internet de 20 megas es 26990 colones. Por otra parte la tabla 32 detalla que los costos aproximados por depreciación del equipo utilizado al hacer un pedido, una computadora con un valor de 450 mil colones, son 6.25 colones si se tiene en cuenta que la depreciación anual es del 30%.

Dentro de los costos de ordenar se tienen también los costos de transporte que se puede dividir en costos compartidos y costos marginales dependientes de cada artículo, que son los gastos propios de cada artículo individual como seguros, des-almacenaje y aduanas e impuestos. La tabla 33 muestra los costos compartidos por los artículos al ser pedidos.

Tabla 32. costos compartidos

Cargo	USD	Costo
Costos de transporte marítimo	\$2,780.00	₡ 1,640,200.00
Transporte Interno CR	\$ 45.00	₡ 26,550.00

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Los costos de la tabla 33 corresponden a Transporte marítimo desde Chile a Costa Rica, para un total de 1640200 colones, correspondientes a un contenedor con capacidad de 22 toneladas. El transporte interno tiene un costo de 26 550 colones. A estos costos se les llama compartidos porque todo el lote de artículos los requiere de igual forma. Los costos marginales dependientes de cada artículo se muestran en la tabla 34.

Tabla 33. Los costos marginales

Cargo	USD	Costo
Aduanas	\$ 40.00	₡ 23,600.00
Seguros	\$ 417.00	₡ 246,030.00
Desalmacenaje	\$ 45.00	₡ 26,550.00

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La tabla 34 contiene los costos individuales de pedir cada artículo, costos que en este caso por tratarse de papeles son por igual para todos los artículos. Los costos de aduanas, seguros y de almacenaje suman un total de 296180 colones.

Si al final sumamos todos los costos de ordenar se tiene un total de 1969563.26 colones por pedido desde Chile.

Costo de mantener inventario

Los costos de mantener el inventario se dividen en dos partes, en la tabla 35 se muestran los costos por depreciación del equipo utilizado como montacargas, depreciación del edificio, depreciación de un montacargas utilizado y la depreciación de la estantería.

Tabla 34. Costo de mantener inventario

Costos de Mantenimiento del inventario	Años vida útil de activo	Valor	% depreciación Anual	Depreciación Anual Colones	Depreciación (costo mensual)
Depreciación de edificio	25	₡ 20,000,000.00	5%	₡ 1,000,000.00	₡ 83,333.33
Depreciación de montacargas	7	₡ 11,000,000.00	20%	₡ 2,200,000.00	₡ 183,333.33
Depreciación de estantería	10	₡ 5,000,000.00	10%	₡ 500,000.00	₡ 41,666.67

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Cada uno de los activos tiene un periodo de tiempo de vida útil y con base al porcentaje de depreciación anual y su valor se calcula el costo por depreciación mensual, que para el edificio es de 83333.33 colones mensuales. El costo por depreciación del montacargas es de 183333.33 colones al mes y el costo mensual por depreciación de la estantería es de 41633.67 colones por los 15 racks que hay en el almacén.

Otros costos a considerar en el mantenimiento del inventario son los costos por los servicios públicos como electricidad que se detallan en la tabla 36.

Tabla 35. Costos por los servicios públicos

Consumo eléctrico mensual de almacén							
Aparato	Potencia Watts	Horas día	Kw/ Hora	Mensual	Total KW/ h al Mes	Tarifa KW/h	Total electricidad mes
20 lámparas fluorescentes	20.00	10.00	200.00	4,800.00	96.00	₡ 116.00	₡ 11,136.00
6 Abanicos de techo	120.00	10.00	1,200.00	28,800.00	172.80	₡ 116.00	₡ 20,044.80
Total							₡ 31,180.80

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Los costos por electricidad se obtienen con los consumos de Kilowatts de los aparatos eléctricos. En este caso se tienen 20 lámparas eléctricas con una potencia de 20 watts cada uno y 6 abanicos

de techo con una potencia de 120 watts. Con este dato se puede estimar que por 10 horas diarias que se mantienen encendidos consumen las lámparas 200 Kw/h y al mes 4800 Kw/h, a una tarifa de 116 colones se obtiene un costo aproximado de 11136 colones mensual. Siguiendo el mismo método de cálculo, los abanicos que tienen una potencia de 120 Watts tienen un costo mensual de 20044.8 colones.

Explicación del Modelo

Inicialmente se procede a pronosticar la demanda para el mes siguiente según el modelo de pronóstico que se eligió para cada artículo. En este modelo se especifican las demandas, los tiempos de espera, los costos y el porcentaje de mantener inventarios con respecto a todos los artículos.

En la primera etapa se plantea la demanda, el costo total de la demanda, el costo unitario de cada artículo y el costo de preparación. Se muestran en la tabla 37 los primeros datos obtenidos.

Tabla 36. Modelo de Pedido artículos múltiples 1

Código	Material	Demanda CRC (aÉi)	Costo unitario CRC (Ci)	Demanda Mensual Uds (Di)	Si
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	₡ 7,840,672.48	₡ 89.00	88,101.40	0.49
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	₡ 5,674,573.61	₡ 94.13	60,282.20	0.49
PO09006350965	COUCHE 200 BRILLANTE (25 x 38")	₡ 5,961,883.48	₡ 86.01	69,318.00	0.49
PO07509140609	CARTULINA C-8 L2 (35,5 X 29)	₡ 3,189,951.06	₡ 75.67	42,155.50	0.49
PB15006350965	COUCHE 250 BRILLANTE (25 X 38")	₡ 2,809,501.72	₡ 105.67	26,586.47	0.49
PO07506600914	CARTULINA C-8 L2 (25 X 38")	₡ 1,641,868.50	₡ 93.00	17,654.50	0.49
PO07506350965	BOND 24 (25 X 38")	₡ 2,993,570.84	₡ 35.05	85,404.00	0.49
PC20006350965	CARTULINA C-12 L2 (24 X 36")	₡ 2,344,534.66	₡ 84.98	27,588.00	0.49
PC01205610914	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	₡ 3,528,196.98	₡ 165.00	21,383.01	0.49

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la tabla 37 se presenta el total de la demanda mensual en colones para cada artículo, el costo unitario de cada artículo, la demanda mensual para cada uno y el costo marginal dependiente del artículo de hacer un pedido adicional (Si) que comprende los costos individuales de cada artículo a ordenar un pedido y que son propios del artículo y En este caso particular, por tratarse de papel todos los artículos comparten los mismos costos y se obtiene con el costo correspondiente por seguros de envío, aduanas y des-almacenaje, que suman un total de 296 180 colones y a repartirse entre cada unidad del artículo le corresponde 0.49 colones a cada uno.

La demanda se obtiene aplicando el mejor modelo de pronósticos como se vio en el capítulo V Diagnóstico. Los costos unitarios fueron suministrados por la empresa y el costo de la demanda se obtiene multiplicando el costo unitario por la demanda.

Por otra parte y siguiendo con el modelo se obtienen el valor total en dinero del artículo i que pertenece al grupo pedido Q_{si} y el tamaño del lote de artículo Q_i . Estos valores se muestran en la tabla 38.

Tabla 37. Modelo de Pedido artículos múltiples 2

Código	Material	Qsi CRC	Qi Uds
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	24,617,143.91	276,610
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	17,816,302.82	189,266
PO09006350965	COUCHE 200 BRILLANTE (25 x 38")	18,718,361.70	217,636
PO07509140609	CARTULINA C-8 L2 (35,5 X 29)	10,015,401.67	132,354
PB15006350965	COUCHE 250 BRILLANTE (25 X 38")	8,820,915.35	83,473
PO07506600914	CARTULINA C-8 L2 (25 X 38")	5,154,929.41	55,429
PO07506350965	BOND 24 (25 X 38")	9,398,832.09	268,141
PC20006350965	CARTULINA C-12 L2 (24 X 36")	7,361,071.05	86,617
PC01205610914	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	11,077,383.09	67,136

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Para calcular los valores de la tabla se utiliza las siguientes fórmulas:

- a. Para los valores Q_{si} se utiliza la siguiente fórmula

$$Q_{si} = \sqrt{\frac{2 \left(S + \sum_{i=1}^n s_i \right) * A}{I}}$$

Dónde:

S = costo fijo de hacer un pedido del grupo de artículos.

Ae = valor monetario de todos los artículos del grupo pedido.

I = Costo unitario de mantener inventarios.

$\sum_{i=1}^n S_i$ = Suma de los costos marginales dependientes del grupo de artículos

$$Q \text{ ¢} = \sqrt{\frac{2(1673383.26 + 4.41) * 35984753.33}{0.94\%}}$$

$$Q \text{ ¢} = 112,980,341.09$$

Una vez obtenido el valor $Q \text{ ¢}$, se calcula el valor Q_{si} multiplicando $Q \text{ ¢}$ por el costo de la demanda del artículo entre el costo total de la demanda del grupo de artículos. Así se tiene que para el primer artículo el cálculo de Q_{si} se obtiene:

$$Q_{Si 1} = 112,980,341.09 \times (\text{¢}7,840,672.48 / \text{¢}35,984,753.33)$$

$$Q_{Si 1} = 24,617,143.91$$

Ahora para calcular los valores de Q_i , se sigue la siguiente fórmula:

$$Q_i = \frac{Q \text{ ¢}_i}{c_i}$$

Dónde:

Q_{si} : valor de la demanda para cada artículo en el periodo

C_i : Costo unitario de cada artículo.

Tomando como ejemplo el artículo 1 se tiene entonces:

$$Q_1 = \frac{24,617,143.91}{89}$$

$$Q_1 = 276,610 \text{ unidades}$$

Por último para obtener los costos de pedir el artículo CP y los costos de mantenimiento del grupo de artículos C_{Inv} se realizan los siguientes cálculos.

Inicialmente se calcula el tiempo entre pedidos con la fórmula $T = Q \text{ ¢} / A_e$ donde al sustituir los valores se obtiene:

$$T = 112,980,341.09 / 35,984,753.33$$

$$T = 3.14 \text{ o } 3.14 \text{ meses entre cada pedido.}$$

El número de pedidos por período se obtiene de $N = 1/T$. En este caso se obtiene $N = 1/3.14 = 0.32$ pedidos por mes. Lo que significa que al año son 3.82, como se muestra en la tabla 39.

Tabla 38. Resultados del Modelo de inventario

Variable	Mensual	Anual
Tiempo entre pedidos T	3.14	0.26
Numero de pedidos en periodo	0.32	3.82
Costo Total del grupo de artículos	₺ 37,050,716.53	₺ 444,608,598.33

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Para calcular el costo de pedir el grupo de artículos se utiliza la fórmula $\left(\frac{ae1}{Ae} * S + s1\right) * N$, donde:

$ae1$ = Costo de la demanda del artículo para el período

Ae = valor monetario de todos los artículos del grupo pedido.

S = costo fijo de hacer un pedido del grupo de artículos

$s1$: Costo marginal de hacer un pedido adicional de cada artículo.

En la tabla 40 se detalla el modelo completo de pedido para artículos múltiples, de los 9 artículos clase A.

Tabla 39. Modelo completo de pedido para artículos múltiples

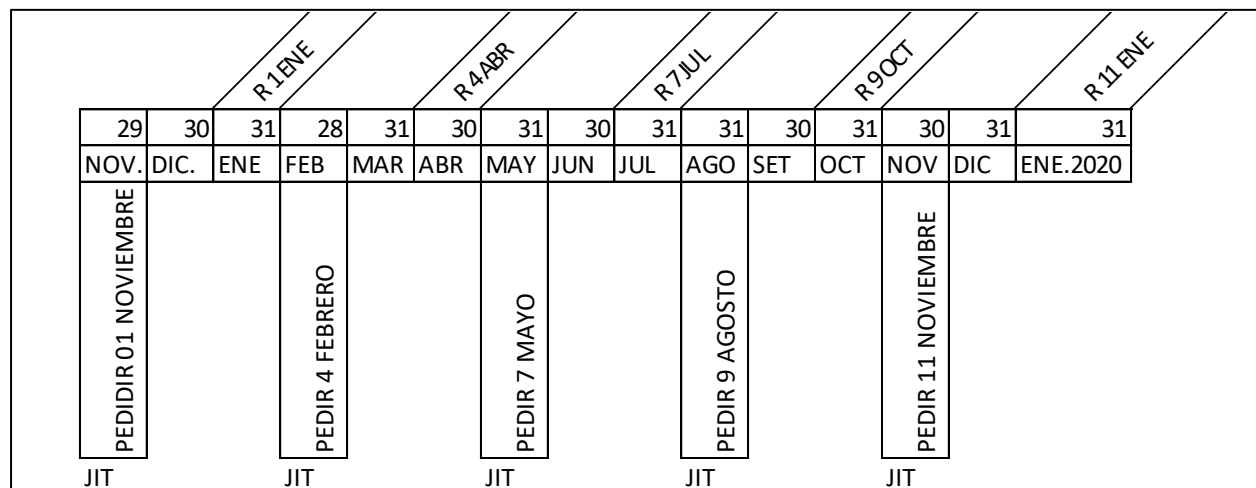
Código	Material	Demanda CRC (aEi)	Costo unitario CRC (Ci)	Demanda Mensual Uds (Di)	Si	Qsi CRC	Qi Uds	Qe	CP	CInv
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	₺ 7,840,672.48	₺ 89.00	88,101.40	0.49	24,617,143.91	276,610	88,101	₺ 116,130.54	₺ 116,130.69
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	₺ 5,674,573.61	₺ 94.13	60,282.20	0.49	17,816,302.82	189,266	60,282	₺ 84,047.84	₺ 84,047.91
PO09006350965	COUCHE 200 BRILLANTE (25 x 38")	₺ 5,961,883.48	₺ 86.01	69,318.00	0.49	18,718,361.70	217,636	69,318	₺ 88,303.27	₺ 88,303.35
PO07509140609	CARTULINA C-8 L2 (35,5 X 29)	₺ 3,189,951.06	₺ 75.67	42,155.50	0.49	10,015,401.67	132,354	42,156	₺ 47,247.41	₺ 47,247.38
PB15006350965	COUCHE 250 BRILLANTE (25 X 38")	₺ 2,809,501.72	₺ 105.67	26,586.47	0.49	8,820,915.35	83,473	26,586	₺ 41,612.47	₺ 41,612.42
PO07506600914	CARTULINA C-8 L2 (25 X 38")	₺ 1,641,868.50	₺ 93.00	17,654.50	0.49	5,154,929.41	55,429	17,655	₺ 24,318.33	₺ 24,318.24
PO07506350965	BOND 24 (25 X 38")	₺ 2,993,570.84	₺ 35.05	85,404.00	0.49	9,398,832.09	268,141	85,404	₺ 44,338.77	₺ 44,338.73
PC20006350965	CARTULINA C-12 L2 (24 X 36")	₺ 2,344,534.66	₺ 84.98	27,588.00	0.49	7,361,071.05	86,617	27,588	₺ 34,725.71	₺ 34,725.65
PC01205610914	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	₺ 3,528,196.98	₺ 165.00	21,383.01	0.49	11,077,383.09	67,136	21,383	₺ 52,257.26	₺ 52,257.24

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El modelo propone la cantidad de cada artículo a ordenar en el periodo de un mes, el costo de pedir y cada cuanto pedir. Este modelo se realizó con datos mensuales en la demanda pero se debe utilizar de forma anual para lo cual se calculó que si el número de pedidos al mes es de 0.32, en un año se pediría 3.82 veces, eso es cada 3.14 meses. En el caso de CONLITH S.A. se debe considerar que los envíos desde Chile, país de origen de los artículos, tardan al menos 2 meses así que se debe manejar un sistema combinado con Justo a Tiempo para prevenir problemas o desabasto por esta situación, así que se deberá hacer el pedido 2 meses antes de lo establecido para contar con el

mismo en el tiempo requerido. En la figura 42 se ejemplifica las fechas que se requiere material según el modelo y las fechas en que se debe hacer el pedido para abastecer a tiempo el almacén.

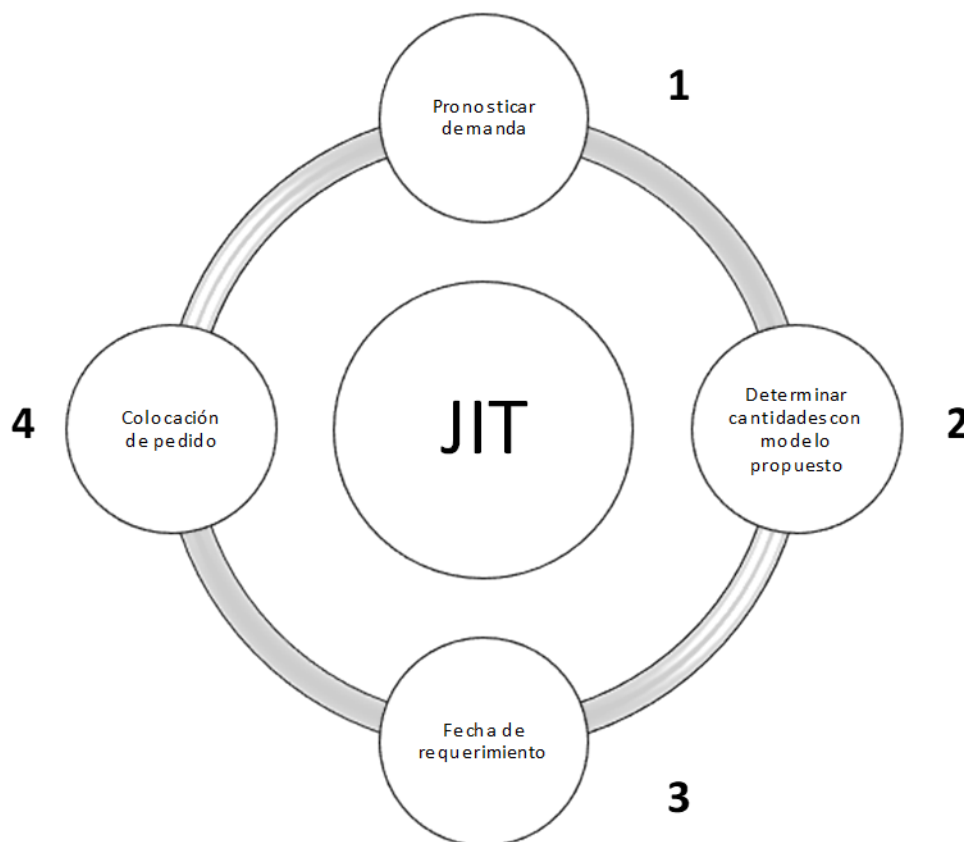
Figura 42. Línea de tiempo de pedidos Justo a Tiempo



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la figura 42 se muestra en la parte superior los meses que según el modelo de artículos múltiples se deberá solicitar un pedido. Sin embargo como el modelo supone que se trata de una entrega inmediata, se debe realizar el pedido con dos meses de anticipación como se ilustra en la parte baja de la imagen, donde se utiliza un Justo a Tiempo de 2 meses, tomando en consideración los tiempos de respuesta del proveedor. Así entonces suponiendo que se requiere pedir para el mes de enero 2019, el pedido se debe hacer el 01 de noviembre de 2019 para contar con el mismo en la fecha requerida. En la figura 43 se ilustra la integración del modelo de inventario para múltiples artículos con el justo a tiempo.

Figura 43. Relación JIT y Modelo de Inventario para artículos múltiples



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la figura 43 se representa la integración del modelo propuesto con la metodología justo a tiempo, iniciando con el modelado de pronósticos de la demanda para posteriormente determinar las cantidades necesarias de materiales en el periodo y obtener la fecha de requerimiento que indica el modelo. De este modo se deberá tomar la decisión de colocar el pedido al proveedor, dos meses antes del requerimiento para obtener la mercancía justo a tiempo.

Además para el control de inventarios se incluye dentro de esta propuesta la aplicación de un Kardex para controlar los ingresos y las salidas de los materiales mediante tarjetas de control y Microsoft Excel, ya que se puede llevar un control en tiempo real las existencias de cada artículo, siempre y cuando se utilice de forma adecuada, sin necesidad de adquirir otra licencia del software OPTIMUS. Además esta otra herramienta permitirá visualizar los niveles de inventario para tomar en cuenta las existencias antes de colocar un nuevo pedido.

Hoja de control Kardex

Esta propuesta se incluye en el modelo de control de inventarios por su gran aporte al manejo y control de existencias. La herramienta de control Kardex ayudará a los colaboradores del almacén de materias primas con la debida gestión de las entradas y las salidas de los artículos, facilitando su manejo ya que es una herramienta fácil de usar y brinda información muy importante para la toma de decisiones, además de darle mayor trazabilidad a los movimientos en el inventario.

Con esta herramienta además se hará más controlado el proceso de toma física de inventario que se hacen mensualmente, porque los movimientos registrados en el sistema operativo OPTIMUS se deberían replicar en el control de Kardex, permitiendo un control cruzado de las mercancías de la empresa. En la figura 44 se ilustra la hoja física de control Kardex que se propone

Con la tarjeta de control Kardex se propone una herramienta Kardex en Microsoft Excel, donde se registrarán los movimientos de la tarjeta física, pero de manera digital. La intención es llevar un control cruzado de existencias entre tarjeta física, herramienta de Excel y el sistema operativo OPTIMUS. La herramienta de Excel cuenta con 5 vistas. La primera de ellas es el Inicio que se ilustra en la figura 45.

Figura 45. Menú Kardex en Microsoft Excel 1



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El inicio cuenta con instrucciones de usuario para facilitar su utilización y además posee un menú que, al hacer clic en cada opción puede dirigirse a alguna de las cuatro opciones: Kardex, Ingresos, Salidas, Stock en Tránsito. Cada opción de menú se explica a continuación.

Kardex: En esta sección se visualizan todos los movimientos realizados, ingresos, salidas, stock en tránsito. También se tiene el costo promedio de cada artículo y el Stock disponible como se ilustra en la figura 46. Esta pantalla se encuentra bloqueada y es sólo para visualizar ya que los movimientos se realizan en las otras opciones del menú.

Figura 46. Kardex en Microsoft Excel

Código de material	Descripción	Costo unitario Promedio	Unidad de medida	Ingresos	Salidas	Stock Disponible	Stock en tránsito	Total Stock
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	32.00	C/U	3,055.00	1,500.00	1,555.00		1,555.00
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	39.46	C/U	59,032.00	34,000.00	25,032.00		25,032.00
PO09006350965	COUCHE 200 BRILLANTE (25 x 38")	-	C/U	-	-	-	-	-
PO07509140609	CARTULINA C-8 L2 (35,5 X 29)	-	C/U	-	-	-	-	-
PB15006350965	COUCHE 250 BRILLANTE (25 X 38")	-	C/U	-	-	-	-	-
PO07506600914	CARTULINA C-8 L2 (25 X 38")	-	C/U	-	-	-	-	-
PO07506350965	BOND 24 (25 X 38")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC20006350965	CARTULINA C-12 L2 (24 X 36")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC01205610914	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	-	C/U	-	27,000.00	27,000.00		-27,000.00
PB09009650609	COUCHE 115 BRILLANTE (25 X 38")	-	C/U	-	-	-	-	-
PB11506350965	CARTULINA C-12 (36 X 24")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC18509020737	CARTULINA C-12 (38 X 22")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC01601016762	COUCHE 250 BRILLANTE (30 X 40")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC01606100914	CARTULINA C-12 (25 X 38")	-	C/U	-	-	-	-	-
PB09009650762	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 24")	-	C/U	-	-	-	-	-
PB15009650635	CARTULINA C-12 L2 (36 X 24")	-	C/U	-	-	-	-	-
PB09006350965	BOND 20 (26 X 36")	20.49	C/U	122,000.00	96,555.00	25,445.00		25,445.00
PC02001016762	CARTULINA C-20 KRAFT BACK (36 X 24")	-	C/U	-	-	-	-	-
PO09008890609	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X25")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC01409150610	CARTULINA C-12 (38 X 25")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC01206350762	CARTULINA BRISTOL BLANCA 175GR (25,5 X 30,5")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC01209650559	CARTULINA C-12 (25 X 26")	-	C/U	-	-	-	-	-
PB09009650508	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 30")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC22000610914	CARTULINA C-8 L2 EN BOBINA 38"	-	C/U	-	-	-	-	-
PC26000914610	CARTULINA C-20 (36 X 24")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC01209650736	CARTULINA C-12 (25 X 36")	-	C/U	-	-	-	-	-
PB15006100915	COUCHE 350 BRILLANTE (25 X 38")	-	C/U	-	-	-	-	-
PC02007621016	CARTULINA C-12 (40 X 30")	-	C/U	-	-	-	-	-

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Ingresos: En la sección Ingresos de la hoja de cálculo se registra la cantidad que entra de cada material, la fecha y el costo unitario cada vez que se recibe nueva mercancía en el almacén. En la figura 47 se ilustra la pantalla de la opción Ingresos.

Figura 47. Kardex en Microsoft Excel -Ingresos

Código de material	Descripción	Fecha	Cantidad entrante	Costo Total	Costo Unitario
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	26-10-18	58800	2000000	34.01
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	26-10-18	200	10000	50.00
PB09006350965	BOND 20 (26 X 36")	29-10-18	122000	2500000	20.49
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	26-10-18	3000	80000	26.67
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	26-10-18	30	1000	33.33
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	29-10-18	25	900	36.00
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	26-10-18	32	1100	34.38

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Salidas: en esta opción, el usuario registra todas las salidas del almacén de los artículos. Solamente debe llenar los campos código de material, fecha, cantidad despachada y número de requisición. Se ilustra en la figura 48.

Figura 48. Salidas

Código de material	Descripción	Fecha (DD-MM-AA)	Cantidad despachada	N° de Requisición
PB09006350965	BOND 20 (26 X 36")	26-10-18	96,555.00	5000032
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	30-10-18	34,000.00	5000033
PC01205610914	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	26-10-18	17,000.00	5000034
PC01205610914	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	26-10-18	10,000.00	5000035
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	26-10-18	1,500.00	5000036

Kardex
CONLITH

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Stock en tránsito: se registra en esta sección los pedidos de cada artículo realizados para tomarlos en cuenta en el momento de la planeación de la demanda u otras decisiones importantes. El informe se borra cuando se registra el ingreso de esa materia prima en la sección Ingresos.

Figura 49 Kardex en Microsoft Excel – Stock en trasmito

Código de material	Descripción	Fecha Pedido	Cantidad pedido
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	26-10-18	58,800.00
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	26-10-18	200.00
PB09006350965	BOND 20 (26 X 36")	29-10-18	122,000.00
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	26-10-18	3,000.00
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	26-10-18	30.00
PB09009650635	CARTULINA C-12 (24 X 36")	29-10-18	25.00
PB20006350965	CARTULINA C-12 (38 X 29")	26-10-18	32.00

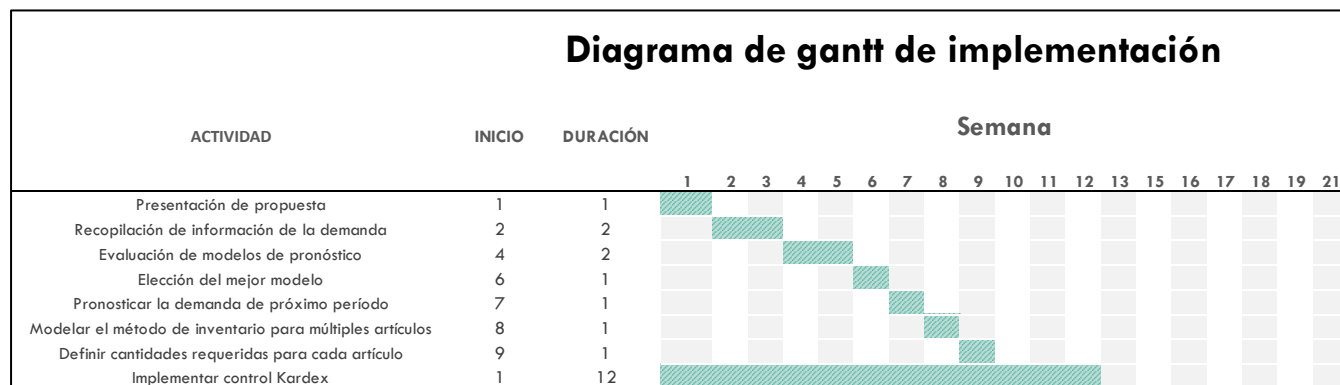
Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Además en cada una de las pantallas se dispone de un atajo que al darle clic llevará al usuario al Menú principal o a la hoja de Kardex para una movilización más ágil dentro de la hoja.

Plan de implementación propuesta 1

Mediante un diagrama de Gantt se listan las actividades para llevar a cabo la primera propuesta y el tiempo de duración que tardaría cada etapa en la figura 50.

Figura 50. Gantt Propuesta 1



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La primera actividad es la presentación del proyecto a la gerencia el cuál se desarrollará durante la primera semana. La segunda actividad es recopilar la información requerida para los modelos de pronóstico como históricos de la demanda, que se debe buscar en el sistema operativo ÓPTIMUS 2020. Este proceso podría tardar hasta 2 semanas ya que la descarga de los datos es muy lenta.

La evaluación de los modelos de pronóstico tardará 2 semanas, iniciando la cuarta semana. Se modelaran los pronósticos para elegir el que mejor se adapte y el que de menor error como resultado. La elección se dará en una semana. Con los modelos aprobados se pronosticará la demanda del próximo período para ello se destinará la semana 7.

Una vez pronosticada la demanda se procede a diseñar el modelo de inventario para artículos múltiples en la semana 8 y obtener datos para definir la cantidad de artículos a pedir y cada cuanto pedir. El tiempo estimado hasta acá se considera con la experiencia y el tiempo invertido por el Analista durante el desarrollo del presente proyecto.

Finalmente la implementación del control Kardex, comprenderá 12 semanas para su diseño e implementación y capacitación sobre el uso de la herramienta.

Análisis económico

Se procede a realizar el análisis económico de la propuesta para determinar si es rentable o no su implementación. Se presentan los costos de implementación en la tabla 41.

Tabla 40. Análisis económico de propuesta 1

Costos de implementación propuesta 1	Costo
Aporte Económico pasante de ingeniería industrial por 3 meses	1,611,666.00
Capacitación al personal almacén de MP	80,404.62
Equipo 1 computadora de escritorio HP 24-G202LA AIO	490,000.00
TOTAL	2,182,070.62

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Para la implementación se considera los costos de un ingeniero industrial por 3 meses que suman 1 611 666 colones. Además la capacitación al personal del almacén para el uso de la herramienta Kardex, que comprende 12 horas de tiempo, incluye al Encargado de Almacenes, al jefe de bodega y al ayudante de bodega sumando 80 404.62 colones. Por último se debe comprar una computadora de escritorio con un valor de 490 000 colones, para un total de 2 182 070.62.

Por otra parte tenemos los beneficios obtenidos al implementar esta propuesta que incluye el modelo de inventario y la herramienta de control Kardex. Se detallan los costos ahorrados por mes

Beneficio	Ahorro mensual
Ajustes de inventario	473,421.64
Cantidad de pedidos	29,543.449
Total	502,965.09

Los costos ahorrados se deben principalmente al ajuste de inventarios por diferencias, el cual se controlaría con un uso efectivo de la herramienta Kardex. Por otra parte al ahorro en la cantidad de pedidos, que hoy se realizan 4 pedidos al año, con el nuevo método de modelo de pedido para artículos mixtos, se requiere pedir 3.82 veces al año, es muy poca la diferencia pero con la salvedad que se pide lo necesario para que no existan faltantes y cubrir la demanda. Además aunque no se incluye en la tabla, si se evita comprar a nivel nacional las materias primas, CONLITH estaría ahorrando hasta un 50% por cada unidad de los artículos comprados lo que sin duda es muy significativo.

Para determinar la viabilidad de la propuesta, se calcularán los indicadores financieros TIR y VAN:

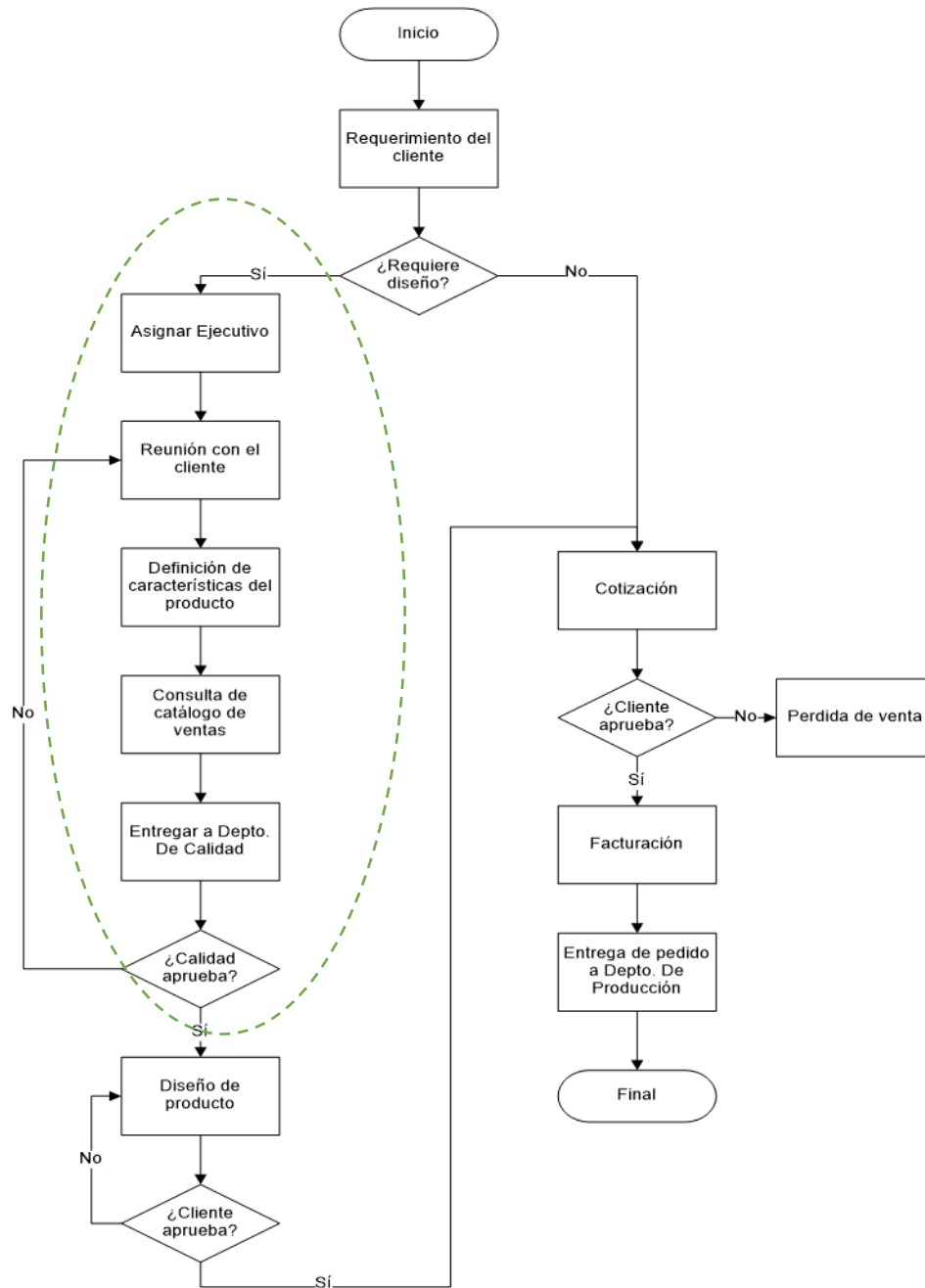
Inversion	₡ 2,182,070.62
Inflación	10.71%
Utilidad mensual	₡ 502,965.09
VAN	₡ 1,128,968.87
TIR	21%

Se obtuvo que el valor actual neto VAN es de 1 128 968 colones o sea un valor positivo y la tasa interna de retorno TIR de 21% que es mayor a la inflación de 10.71% (según el Banco Central de Costa Rica y la tasa de interés promedio del Sistema Financiero para noviembre 2018) por lo tanto la propuesta es viable.

Propuesta 2: Propuesta de un nuevo procedimiento de ventas

Las especificaciones confusas o que no cumplen estándares en las órdenes, es la segunda causa más relevante en los problemas de retrasos en las entregas al cliente, para ello se analizó el procedimiento actual y se propone uno nuevo, en el que los ejecutivos de venta, el departamento de Calidad y el área de diseño se integren y trabajen de una manera conjunta para evitar que órdenes se retrasen en producción por incumplimiento de estándares. En la figura 50 se representa el procedimiento propuesto.

Figura 51. Procedimiento de ventas propuesto



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El nuevo procedimiento ilustrado en la figura 51 se divide en dos etapas, los pedidos de clientes nuevos y los pedidos de clientes con expediente o regulares. Para estos últimos se inicia tomando

su pedido, luego se cotiza y si el cliente acepta se factura y envía la información a producción para que cree la orden de producción.

Por otra parte, para los nuevos clientes o clientes que requieran diseño se debe seguir un procedimiento más detallado para evitar malos entendidos que en la actualidad le permiten al ejecutivo de ventas por su conocimiento en el diseño gráfico proponer una solución y trasladar la preventa a la cotización para facturar, saltándose la revisión previa de control de calidad y el diseñador y de ahí surgen los retrasos porque las especificaciones no son claras o no cumplen.

Con la propuesta, y el procedimiento encerrado en un círculo en la figura 51 en primera instancia se toma el pedido, y se asigna un ejecutivo, para que se reúna con el cliente y definan las características del producto requerido. Los datos se deben anotar en una bitácora ya establecida especificando colores, tamaño, grosor, arte, textura y demás características, siempre consultando el catálogo de ventas. Una vez cumplido ese procedimiento se requiere que el ejecutivo y el departamento de calidad analicen en conjunto las especificaciones requeridas y de no ser posible cumplir con lo que el cliente desea, se tendrá que volver a contactar para definir otras posibilidades. Una vez se prueba por calidad, se realiza el diseño, si el cliente acepta se procede con la cotización y con la facturación para posteriormente pasar el pedido al departamento de producción. De no aceptar precios propuestos se cancela la venta.

Costo estimado de la propuesta

La estimación del costo para la propuesta 2 se detalla en la tabla 42.

Tabla 41. Estimación del costo de la propuesta 2

Costos de implementación propuesta 2	Costo
Reunión con Gerencia de ventas 1 hora	₪ 10,392.00
Aporte económico Ingeniero Industrial 12 horas (diseño e investigación)	₪ 16,788.19
Comunicación para implementación de nuevo método (1 gerente, 8 vendedores, 2 inspectores calidad, 2 diseñadores)	₪ 35,402.24
TOTAL	₪ 62,582.43

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El desglose de los costes de implementar la propuesta 2 son los siguientes:

Reunión de 1 hora con gerencia de ventas: ¢10,392.00

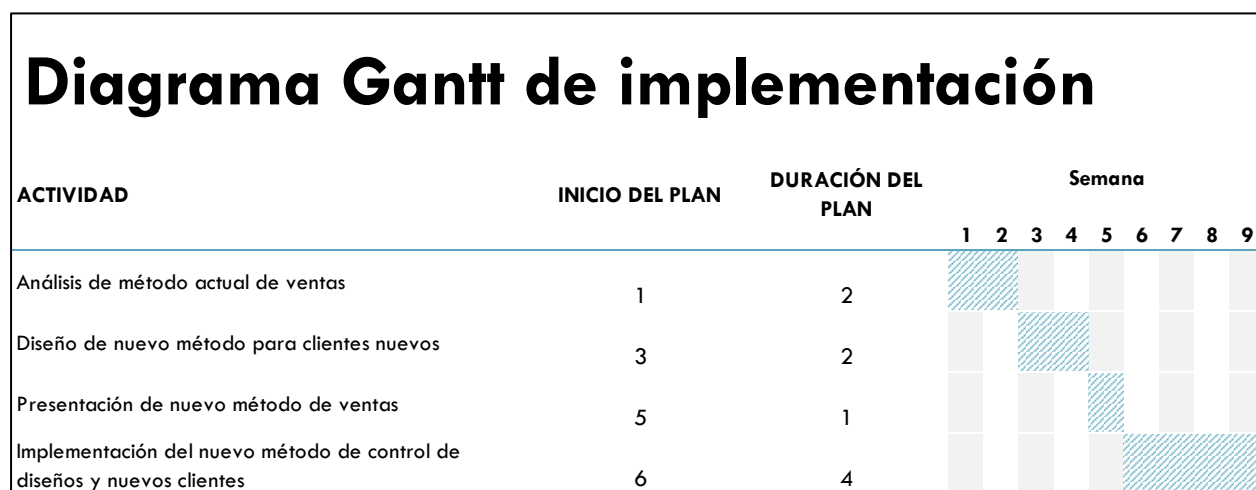
Aporte económico de Ingeniero industrial (12 horas de investigación y diseño): ¢16,788.19

Comunicación para implementación de nuevo método (1 gerente, 8 vendedores, 2 inspectores calidad, 2 diseñadores): ¢35,402.24.

El beneficio en esta propuesta es intangible, o sea que se verá reflejada en la colocación de órdenes concretas con especificaciones claras que no van a ser rechazadas por el personal de producción o por control de calidad, agilizando el proceso de producción sin interferir en el tiempo de entrega acordado por el cliente y el ejecutivo de ventas.

Plan de implementación se ilustra en la figura 52:

Figura 52. Gantt propuesta 2



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El plan de implementación para esta propuesta está compuesto por cuatro actividades principales. Inicialmente se analiza el método actual para lo cual se invierten 2 semanas en la recopilación y análisis de datos informativos. Seguido, en la tercera semana se procede a diseñar un nuevo método de ventas, que se trata de un procedimiento con pasos a seguir para evitar irregularidades en la negociación y lograr estandarizar el proceso para todos los ejecutivos.

Una vez se diseña, se presenta el nuevo método propuesto a las áreas de ventas, calidad, diseño y producción, y se comunican los roles de cada área dentro del proceso, así como la asignación

responsables de las actividades. La presentación se realiza en la quinta semana. Finalmente la implementación se pondrá en marcha desde la sexta semana y hasta la semana 9 en la que ya el procedimiento debe ser adoptado sin ninguna excepción.

Propuesta 3: Mantenimiento preventivo basado en técnicas TPM

La tercer propuesta se enfoca en la aplicación del mantenimiento preventivo basado en un modelo de TPM, que se trata de un tipo de control con actividades diarias de mantenimiento preventivo que pueden realizar las personas que operan las máquinas con la capacitación adecuada, ya que son acciones sencillas que poco a poco se pretende que sean adoptadas por los operarios. Se pretende que con esta propuesta aplicada, los equipos disminuyan los fallos causados por falta de mantenimiento y acumulación de suciedad. Las fases del TPM se detallan a continuación.

Fase 1. Volver a situar la línea en su estado inicial

En esta etapa se deberán de dejar las impresoras tan limpias como se adquirieron, así como sustituir en caso de ser necesario las piezas que presenten mayor desgaste y están dañadas como rodillos, filtros, bombas de engrase por piezas nuevas, claro está que dichas actividades deberán ser realizadas por personal, de mantenimiento calificado. Se debe planear la limpieza de las impresoras y el mantenimiento para contar con equipos en óptimas condiciones.

Plan limpieza

La limpieza se debe clasificar en dos categorías: limpieza después de cada trabajo y limpieza después de cada turno.

La limpieza después de cada trabajo: Siempre y cuando lo amerite, por ejemplo después de largas tiradas de impresiones, de lo contrario no es necesario e incurrirá en tiempo desperdiciado.

Limpieza después de cada turno: Dependiendo de los turnos de trabajo así será la cantidad de veces que se realiza, en este caso en CONLITH se debería aplicar este tipo de limpieza dos veces al haber dos turnos. La ventaja de este tipo de sistema de limpieza es que cada turno iniciará operaciones con los equipos libres de cualquier tipo de suciedad. Esto evita además roces entre operarios por las condiciones en que se encuentra las impresoras al inicio de cada turno. Este tipo de limpieza será el que se tome como punto de partida para esta fase.

Plan Mantenimiento

El plan de mantenimiento aplicable en esta etapa comprenderá un mantenimiento para largo plazo, en el cual se realizarán tareas de engrase a todos los puntos de la impresora y revisión de todas las piezas, incluso las de más difícil acceso y de ser necesario desmontar las consideradas como críticas para una mejor inspección para analizar desgastes y de ser necesario sustituirlas.

Fase 2. Eliminar las fuentes de suciedad y las zonas de difícil acceso

Las impresoras Offset por su naturaleza es normal que presenten fuentes de suciedad, por ello es necesario tenerlas identificadas y así controlarlas para evitar deterioro de los equipos. En la tabla 43 se presentan las principales fuentes de suciedad que se encuentran en las impresoras de este tipo.

Tabla 42. fuentes de suciedad en impresoras offset

Fuente o parte	Problema de suciedad
Tintero	Tinta adherida al rodillo y cuchillas
Tintero	Acumulación de agua
Tablero marcador	Restos de papel o polvo
Ruedas de succión	Polvo
Recipiente de fuente de mojado	Agua acumulada, filtro sucio
Totalidad de la impresora	Restos de tinta

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Mantener controladas estas fuentes de suciedad es indispensable para evitar el deterioro de las máquinas y sus posibles fallas. Algunas de estas áreas se deben limpiar diariamente y otros mínimos semanalmente por su complejidad, pero en general se debe realizar hasta que se vuelva un hábito del operario y es recomendable crear un plan de limpieza con registros de los responsables, las zonas que se limpiaron y los productos y materiales utilizados durante la limpieza. Un método sencillo para cumplir estas tareas de limpieza es la utilización de una lista de verificación como el de la figura 53 para registrar los estados de limpieza del equipo.

Figura 53. Lista de verificación de limpieza de equipos

LISTA DE CHEQUEO PARA VERIFICACION DE LIMPIEZA DIARIA DE EQUIPOS		
	EQUIPO	IMPRESORA SM74
	ÁREA	IMPRESIÓN OFFSET
	Estado (Marque con X)	
Criterio	Sí	No
Limpieza de rodillos		
Limpieza de superficie		
Limpieza de aros		
Limpieza de tintero		
Secado de agua acumulada		
Firma de encargado		
Fecha		

Nota: Diego Rodríguez

Fase 3. Aprender a inspeccionar el equipo

Si bien es cierto las impresoras Offset son mecánicamente muy complejas, existen actividades de mantenimiento que no solamente las puede realizar un mecánico o un especialista, sino que con un buen entrenamiento y capacitación pueden ser llevadas a cabo por personal operativo y de esta forma colaborar con el mantenimiento preventivo que se le debe dar a los equipos. En la figura 54 se ilustra una hoja de verificación de estado de equipo, con actividades sencillas de inspección que se consideran parte de un mantenimiento preventivo que pueden realizar los operarios de las impresoras y los equipos de la empresa en general.

Figura 54. Lista de verificación de estado de equipos

LISTA DE CHEQUEO PARA VERIFICACIÓN DE ESTADO DE EQUIPOS		
	EQUIPO	IMPRESORA SM74
	ÁREA	IMPRESIÓN OFFSET
Estado (Marque con X)		
Criterio	Cumple	Requiere ajuste o relleno
Nivel de aceite		
Nivel de grasa en bomba de engrase		
Nivel de aceite en cadena de salida		
Indicador de presión del aceite		
Indicador de amperaje		
Presión del aire		
Firma de encargado		
Fecha		

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Estas actividades de inspección se deberán realizar de manera rutinaria y diariamente por los operarios que previamente serán capacitados por el personal de mantenimiento para que logren adquirir y dominar estos conocimientos. Como complemento de estas tareas diarias de mantenimiento preventivo es recomendable apoyarse en herramientas de control visual para facilitar las inspecciones de los colaboradores. Un ejemplo se ilustra en la figura 55, control visual para la inspección de equipos:

Figura 55. Control visual de limpieza de equipos



Nota: www.docplayer.es/impresión-offset

Este tipo de carteles en el área de trabajo permiten al operador de la máquina saber cuáles áreas específicas son las que tiene que inspeccionar y cada cuanto debe hacerlo para mantener equipos siempre en las mejores condiciones y evitar paros de producción por averías.

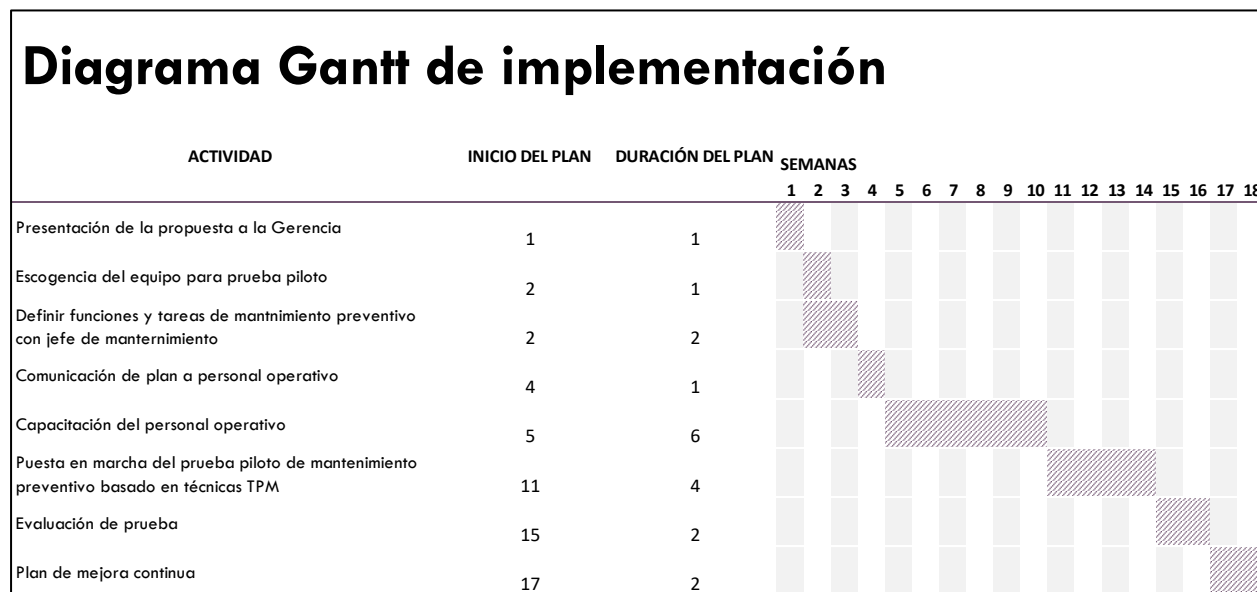
Fase 4. Mejora Continua

En esta etapa los colaboradores pueden ayudar a controlar y prevenir las fallas de equipos, implementando técnicas de calidad como Diagrama Pareto, la técnica de los ¿5 por qué?, diagramas de flujo y diagramas de Ishikawa, con la finalidad de encontrar causas raíces de la ineficiencia de las impresoras y detectar opciones de mejora en las actividades diarias de mantenimiento preventivo. Las lluvias de ideas y los focus group son también buenas herramientas para hallar soluciones e ideas innovadoras.

Plan de implementación

Para implementar la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo se detallan las actividades en el diagrama Gantt.

Figura 56. Diagrama Gantt propuesta 3



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Para la implementación del plan de mantenimiento preventivo se describen el plan de implementación en la figura 56. La primera etapa es la comunicación del plan a la gerencia en la semana 1. Después se escogen los equipos que serán parte de la prueba piloto, esta actividad tardará una semana. En la semana 2 también se definen las funciones y tareas de mantenimiento preventivo que pueden aplicar los operarios de la máquina, se dará un plazo de 2 semanas.

La comunicación del plan de mantenimiento se hará en la cuarta semana, la idea de esta etapa es involucrar e informar al personal que diariamente utiliza los equipos. De la semana 5 a la 11 se dará la capacitación al personal por parte del jefe de mantenimiento. En esta etapa se transmiten conocimientos básicos de mantenimiento al colaborador para que pueda realizar inspecciones preventivas todos los días de forma segura y así aportar a la buena conservación de los equipos.

Una vez capacitado el personal, se pondrá en práctica las técnicas aprendidas de inspección y limpieza de los equipos y después de 4 semanas se pasará a la etapa de evaluación de los resultados obtenidos en la semana 16. Finalmente se tomarán dos semanas para las propuestas de mejora continua y expandir la implementación del mantenimiento preventivo de equipos basado en técnicas de TPM a todas las áreas de producción.

Análisis económico de la propuesta 3

Para determinar el impacto de la propuesta en términos de beneficio económico, se plantean 3 escenarios sobre los tiempos de paros por avería reportados en la impresión Offset. El escenario 1, muestra la realidad de CONLITH S.A. hoy, el escenario 2 muestra un supuesto de la reducción del 5% en el tiempo por averías mensuales aplicando un plan de mantenimiento preventivo. El escenario 3 plantea una reducción del 10 % en el tiempo de las averías mensuales.

Escenario 1

Con datos obtenidos por la empresa sobre el reporte de tiempo de producción invertido en mantenimiento por averías, se procede a realizar el análisis del primer escenario mostrado en la tabla 44. Se debe considerar que las horas de producción mensuales son 216 aproximadamente.

Tabla 43. Escenario 1 de Mantenimiento Preventivo

Horas de paradas por averías mensuales	32.13	horas
Media de tiempo por avería	2.50	horas
Horas por turno de trabajo en producción Offset	9.00	horas
Índice de tiempo de paro de producción por averías	14.87%	
Costo de avería por tiempo máquina	₡ 61,896.53	CRC
Costo mensual de avería por máquina	₡ 1,988,425.87	CRC

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Las horas mensuales promedio reportadas desde enero hasta agosto de 2018, fueron 32.13 horas. Además la media de tiempo por cada avería es de 2.5 horas. Las horas de cada turno de producción son 9. De los datos anteriores se obtiene un índice de tiempo de paro de producción por averías:

Índice de tiempo por averías: Tiempo mensual por averías / Tiempo mensual de producción

$$\text{Índice} = 32.12 / 216 = 14.21 \%$$

Quiere decir que se invierte un 14.21% del tiempo de producción en reparación de averías, cuyo impacto se traduce en el costo promedio de avería por tiempo máquina que representa 61 896.53 colones por avería, esto tomando en cuenta que el costo por hora por paro de máquina, en este caso la impresora Offset SM 74, es de 24 758.61 colones según datos brindados por la empresa. El costo por avería por tiempo de máquina se obtiene del siguiente cálculo:

Costo de avería por tiempo de máquina: Costo por hora de máquina x Media de tiempo por avería

Costo de avería por tiempo de máquina: 24 758.61 x 2.5 = 61 896.53 colones

Costo mensual de avería por tiempo de máquina: $24\,758.61 \times 32.13 = 1\,988\,425.87$ colones

El costo mensual por el tiempo invertido en mantenimiento es de 1 988 425.87 colones, sin tomar en cuenta los repuestos y la sustitución de piezas. Sin duda es un alto monto de dinero el que incurre todo el tiempo invertido en reparación de averías, que se estima pueda reducirse al implementar un mantenimiento preventivo programado.

Escenario 2

Para el escenario 2 se hará el supuesto que las horas reportadas por averías se reducen en un 5% gracias a la implementación de acciones de mantenimiento preventivo basado en el TPM. Entonces tendríamos que los resultados serían los que se presentan en la tabla 45:

Tabla 44. Escenario 2 de mantenimiento preventivo

Horas de paradas por averías mensuales	30.52	horas
Media de tiempo por avería	2.50	horas
Horas por turno de trabajo en producción Offset	9.00	horas
Índice de tiempo de paro de producción por averías	14.13%	
Costo de avería por tiempo máquina	₡ 61,896.53	CRC
Costo mensual de avería por máquina	₡ 1,889,004.57	CRC
Ahorro mensual por tiempo de averías	₡ 99,421.29	CRC

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Al reducir un 5% el tiempo de horas invertidas a las reparaciones de averías en horas productivas, se obtienen 30.52 horas mensuales a un costo de 24 758.61, el costo mensual por tiempo invertido en reparación de averías sería de 1 889 004.57 colones, presentando un ahorro de 99 421.29 colones mensuales.

Escenario 3

En el escenario 3 se supone una reducción del 10% del tiempo invertido a reparaciones por averías en horas de producción, lo que representaría 3.21 horas menos de paro o 3.21 horas más de producción como se quiera ver. Entonces los resultados obtenidos para este escenario serían los que muestran en la tabla 46.

Tabla 45. Escenario 3 de mantenimiento preventivo

Horas de paradas por averías mensuales	28.91	horas
Media de tiempo por avería	2.50	horas
Horas por turno de trabajo en producción Offset	9.00	horas
Índice de tiempo de paro de producción por averías	13.39%	
Costo de avería por tiempo máquina	₡ 61,896.53	CRC
Costo mensual de avería por máquina	₡ 1,789,583.28	CRC
Ahorro mensual por tiempo de averías	₡ 198,842.59	CRC

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

El impacto de reducir un 10% en las horas reportadas mensuales por reparación de averías en horas productivas sería 198 842.59 colones.

La inversión de la propuesta estaría compuesta por los costos representados en la tabla 47.

Tabla 46. Costo implementación propuesta 3

Costos de implementación propuesta 3	Costo
Reunión con Gerencia, Ingeniero electromecánico y ayudante de mecánica	₡ 15,482.33
Creación del programa de capacitación	₡ 44,666.70
Comunicación para implementación de plan piloto mantenimiento preventivo	₡ 62,049.21
Capacitación de personal 2 horas x 6 semanas	₡ 744,590.51
Total	₡ 866,788.75

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Los costos de implementar dicha propuesta se presentan en la tabla 46 con un total de ₡866,788.75. Estos se dividen entre reuniones para plantear propuesta y definir plan de implementación con gerencia y encargados de mantenimiento, además de capacitaciones con el personal. Se desglosa cada costo para entender cómo se obtienen:

Propuesta a la gerencia: Reunión de 1 hora con Gerencia (₡10,392.00), Ing. Electromecánico (3,722.colones) y Ayudante mecánica (₡1,367.50). Total ₡15,482.33.

Creación del programa de capacitación en dos sesiones de 3 horas: Ingeniero Electromecánico (₡22,333.35), Ingeniero Industrial (₡22,333.35).

Comunicación de la implementación piloto: 3 horas donde participarán 3 operarios de planta (C\$15,602.21), 1 ayudante de mecánica (C\$4,102.50), Ingeniero Electromecánico (C\$11,166.67) y Gerente de producción (C\$31,177.83).

Capacitación: los mismos participantes de la capacitación serán partícipes de la capacitación, para un total de C\$744,590.51.

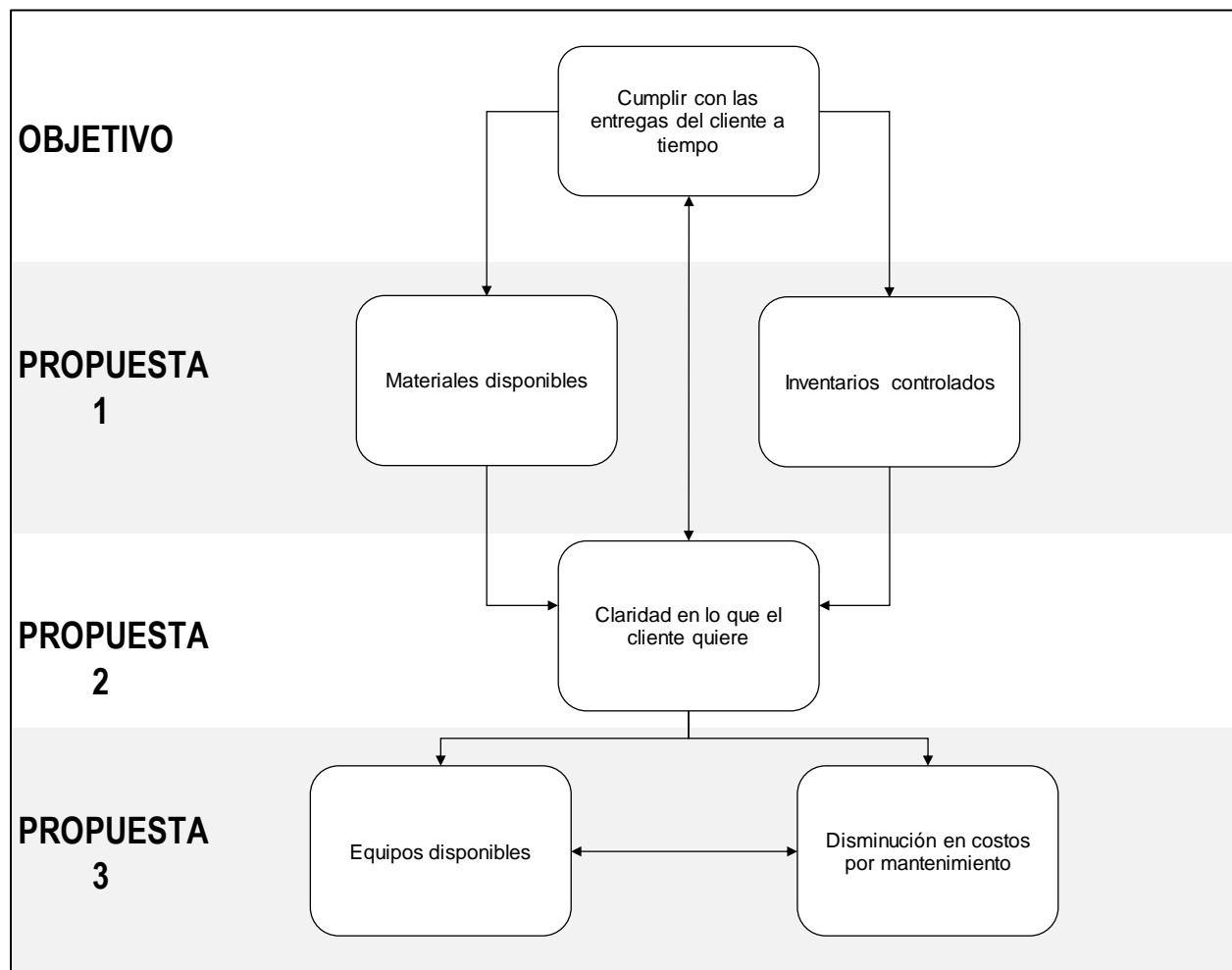
Para determinar la viabilidad de la propuesta, se calcularán los indicadores financieros TIR y VAN:

Inversion	C\$	866,788.75
Inflación		10.71%
Utilidad mensual	C\$	198,842.59
VAN	C\$	442,200.03
TIR		20%

Se obtuvo que el valor actual neto VAN es de 442 200 .03 colones o sea un valor positivo y la tasa interna de retorno TIR de 20% que es mayor a la inflación de 10.71% por lo tanto la propuesta es viable.

Las propuestas 1, 2 y 3 se complementan entre sí para lograr alcanzar el objetivo de cumplir en los tiempos de entrega al cliente. Se ilustra la integración de las propuestas en la figura 57.

Figura 57. Integración de las propuestas de mejora



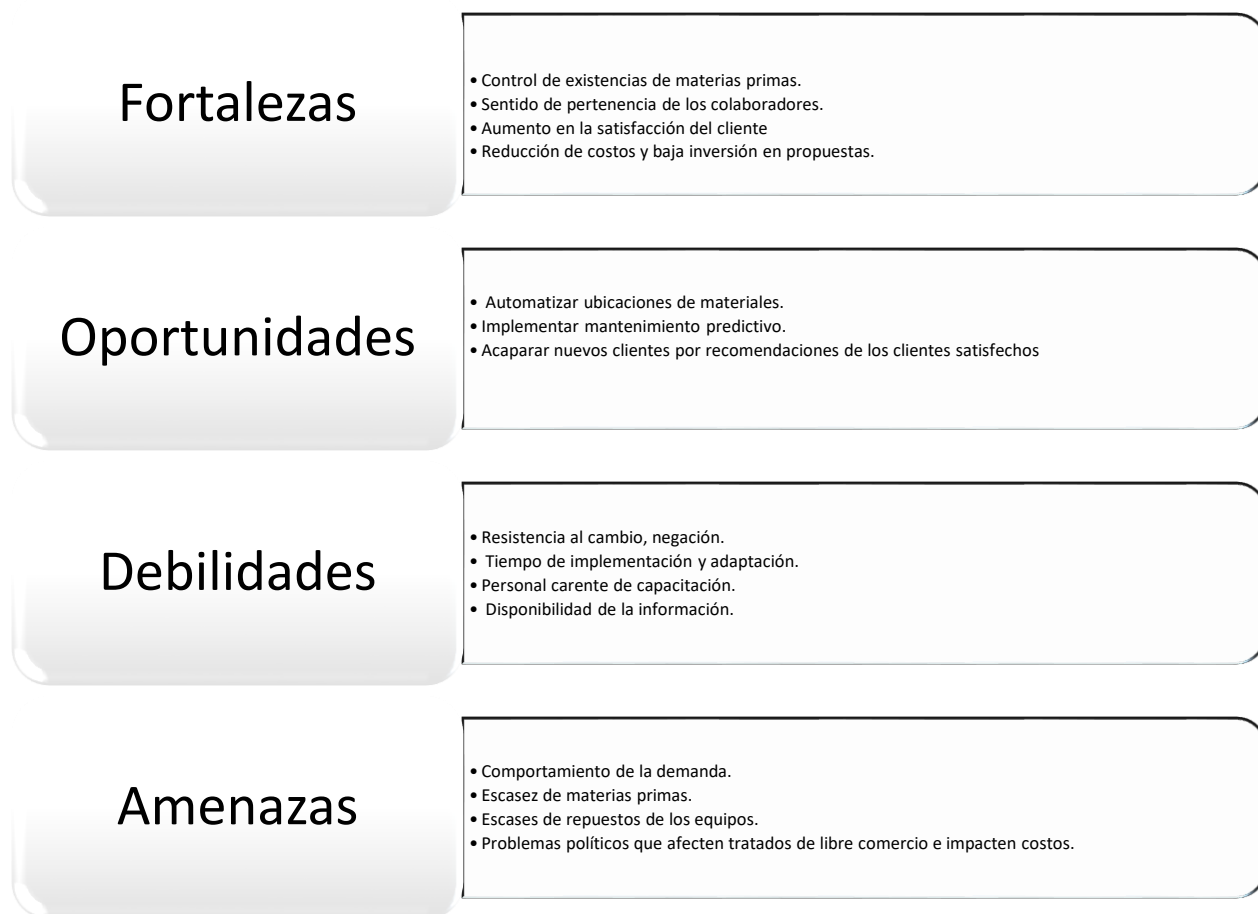
Nota: Diego Rodríguez Valenciano

La integración de las tres propuestas es fundamental para el alcance del objetivo de entregar a tiempo los pedidos del cliente. La primera propuesta pretende que haya materiales disponibles en el momento que se requieran y en los niveles adecuados, mediante el control de las existencias desde la misma bodega con el involucramiento y capacitación del personal del almacén. Para cumplir la primera propuesta es necesario tener claridad de lo que el cliente quiere y mediante un proceso establecido y controlado como el de la propuesta 2 será posible. La propuesta 3 busca aplicar un mantenimiento preventivo involucrando al personal operativo, para mejorar la disponibilidad de los equipos, necesario para convertir los materiales y plasmar en el papel lo que el cliente desea.

Análisis del riesgo de las propuestas

Los riesgos de las propuestas pueden ser tanto positivos como negativos, y son parte fundamental en la implementación de las propuestas, Para comprender tanto el entorno externo como el interno se realiza un análisis FODA para la comprensión de los factores de riesgo en la figura 58.

Figura 58. Análisis FODA de las propuestas



Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Los factores internos (Fortalezas y Debilidades) y los factores externos (Oportunidades y Amenazas) ilustrados en la figura 58 se analizan en una matriz de riesgos que determina el impacto de cada uno y la probabilidad de que estos sucedan. La matriz de riesgos se ilustra en la figura 57.

Figura 59. Matriz de riesgos

Probabilidad	Riesgos				
0.9	0.045	0.09	0.18	0.36	0.72
0.7	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56
0.5	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4
0.3	0.015	0.03	0.06	0.12	0.24
0.1	0.005	0.01	0.02	0.04	0.08
	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8
	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
	Impacto				

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la figura 59 se muestra la matriz con las probabilidades de que un hecho suceda donde 0.1 es poco probable y 0.9 es muy probable. También se tiene el impacto de ese hecho suceda, donde 0.05 es muy bajo y 0.8 es muy alto. Cada riesgo obtiene una calificación y se obtiene multiplicando el impacto por la probabilidad. La matriz incluye zonas de riesgo alto (gris oscuro), zonas de riesgo medio (gris intermedio) y zonas de bajo impacto (gris claro) en las que se ubican los riesgos según su puntuación. Una calificación alta puede ser positiva o negativa según la perspectiva desde la que sea vista. De la matriz de riesgos obtenemos las puntuaciones para los factores del análisis FODA.

Figura 60. Riesgos de los factores internos y externos

ID	Factores de riesgo	Variables		
	Fortalezas	Probabilidad	Impacto	Riesgos
a	Control de existencias de materias primas.	0.7	0.8	0.56
b	Sentido de pertenencia de los colaboradores.	0.3	0.4	0.12
c	Aumento en la satisfacción del cliente	0.7	0.8	0.56
d	Reducción de costos y baja inversión en propuestas	0.5	0.4	0.2
	Oportunidades			
e	Automatizar ubicaciones de materiales.	0.3	0.4	0.12
f	Implementar mantenimiento predictivo.	0.3	0.8	0.24
g	Acaparar nuevos clientes por recomendaciones de los clientes satisfechos	0.7	0.8	0.56
	Debilidades			
h	Resistencia al cambio, negación.	0.7	0.8	0.56
i	Tiempo de implementación y adaptación.	0.7	0.4	0.28
j	Personal carente de capacitación.	0.7	0.8	0.56
k	Disponibilidad de la información.	0.9	0.8	0.72
	Amenazas			
l	Comportamiento de la demanda.	0.9	0.8	0.72
m	Escasez de materias primas.	0.7	0.8	0.56
n	Escasez de repuestos de los equipos.	0.9	0.8	0.72
o	Problemas políticos que afecten tratados de libre comercio e impacten costos	0.1	0.8	0.08

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

En la figura 60 se ilustra la calificación obtenida para cada riesgo y de la cual se puede deducir los principales riesgos que podrían presentarse para las propuestas del presente proyecto. En las fortalezas se tiene como aspectos más positivos el control de materias primas y el aumento en la satisfacción del cliente. En las oportunidades se aprecia como riesgo más positivo la captación de nuevos clientes, recomendados por clientes satisfechos. La menos relevante sería automatizar las ubicaciones de los materiales en algún momento, pensando en una sistematización completa que implicaría un nuevo software.

Por otra parte las debilidades presentan todas altas calificaciones que las ubican en zonas de alto riesgo, y se deben a la aceptación de los nuevos métodos propuestos por parte de los colaboradores quienes se pueden oponer al cambio por el pensamiento de “*siempre se ha hecho así*” que se da en colaboradores con muchos años de ocupar un puesto en la compañía como los del personal de bodegas en CONLITH S.A., a este riesgo se le recomienda un plan de comunicación asertiva que promueva el cambio y sus beneficios.

La falta de capacitación es otro punto importante de alto riesgo y que puede complicar el avance de las propuestas. Es recomendable invertir en el aprendizaje del personal que incluso puede aprender cuando se fomenta el traslado del conocimiento entre ellos. En cuanto a la disponibilidad

de la información, se debe tener claro que si los datos utilizados para tomar decisiones son de poca confiabilidad o son difíciles de adquirir, representarían un alto impacto negativo, de ahí su alta puntuación de riesgo. Por lo tanto siempre que se tomen decisiones, antes deberá corroborarse la confiabilidad de la misma.

En las amenazas se encuentran dos factores de riesgo en la mayor zona de impacto con 0.72 de puntuación. El comportamiento de la demanda es muy variable como se pudo observar en el análisis del capítulo IV correspondiente al diagnóstico y puede interferir en las decisiones y en el buen resultado que se espera del modelo de inventarios propuesto, por ello es recomendable tomar históricos de la demanda con más margen de confiabilidad a la hora de efectuar los cálculos y modelar los pronósticos. Otro riesgo de gran consideración puede ser escases de repuestos para los equipos tan especializados que se encuentran en la producción de Offset, lo que podría impedir que se consigan en Costa Rica y que su envío desde otro país sea más costoso, además de tardar mucho tiempo más.

La escasez de materias primas puede ser otro factor determinante que se considera como riesgo de alto impacto ya que encarecería los precios y aumentaría los costos de producción. Para ello se deben evaluar otros proveedores antes de que esto suceda como plan de contingencia.

La matriz de riesgos da un panorama de lo que se espera pueda suceder y que tenga un impacto ya sea positivo o negativo para el desarrollo de las propuestas y del cumplimiento en el tiempo de las entregas al cliente para así tomar medidas que ayuden a mitigar y administrar el riesgo en CONLITH S.A. Se incluye un mapa de calor de las ubicaciones de cada factor de riesgo como se aprecia en la figura 61. Cada factor se representa con una letra que lo identifica.

Figura 61. Mapa de calor de Riesgos

Probabilidad	Riesgos				
0.9	0.045	0.09	0.18	0.36	0.72
0.7	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56
0.5	0.025	0.05	0.1	0.2	0.4
0.3	0.015	0.03	0.06	0.12	0.24
0.1	0.005	0.01	0.02	0.04	0.08
	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8
	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
	Impacto				

Nota: Diego Rodríguez Valenciano

Como se aprecia en la figura 61 la mayor concentración de los factores analizados se ubican dentro de los cuadrantes grises oscuro que representan zonas de alto impacto por sus mayores puntajes y será beneficioso si se trata de una oportunidad o una fortaleza. En caso de ser una debilidad o una amenaza, cuanto más oscura esté la zona donde se ubica, será más perjudicial para la empresa y el éxito de las propuestas.

BIBLIOGRAFÍA

Cruelles, José Agustín. 2013. Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. Primera Edición. México: Alfaomega.

Gutiérrez Pulido Humberto y Román de la Vara. Año 2013. Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma. Tercera Edición. México. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. DE C.V.

Roberto Hernández Sampieri, Sergio Méndez Valencia, Christian Paulina Mendoza Torres y Ana Cueva Romo. 2017. Fundamentos de Investigación. Primera Edición. México. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. DE C.V.

Richard B. Chase, F. Robert Jacobs y Nicholas J. Aquilano. 2009. Administración De Operaciones. Producción y cadena de suministros. Duodécima edición. México. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. DE C.V.

Project Management Institute, Inc. 2013. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. Quinta Edición. EE.UU. Project Management Institute, Inc

Juan Carlos Hernández Matías y Antonio Vizán Idoipe. 2013. Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. Primera Edición. España. EOI Escuela De Organización Industrial.

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta realizada por el Jefe de bodega

1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando para CONLITH?

Diez años

2. ¿Qué actividades realiza en la bodega? Explíquelas.

Recepción y despacho de materiales, inventarios físicos mensuales, control de insumos por consignación (de otras áreas), entrega de materiales a las diferentes áreas de la empresa.

3. ¿Quién hace los pedidos al proveedor?

Yo hago la solicitud inicialmente por lo general, luego la entrego al jefe de Almacenes, que a su vez la revisa con el planeador. Luego se solicita la aprobación del Gerente de producción y por último un asistente del área de facturación monta el pedido.

4. ¿Cómo sabe cuándo y cuánto pedir?

Por lo general es a criterio de experto, ya más o menos uno sabe cómo se mueve cada materia prima por la experiencia. También trato de hacer pedidos justo a tiempo, sin embargo es más complicado por el tiempo que tardan las materias primas en llegar.

5. ¿Qué tipo de documentación usa en la bodega?

Requisiciones de materiales

Órdenes de compra

Facturas de compra

Boletas de pedido

Boleta de recibo de materiales

6. Cuando se va a recibir productos del proveedor, ¿usted registra algún tipo de información? ¿Cuál es el procedimiento?

El material es recibido contra factura y orden de pedido, se registra en el sistema OPTIMUS para su disposición al área de producción.

7. ¿Quién lo ingresa al sistema?

El planeador.

8. ¿Revisa todos los productos al recibirlos? ¿Qué les revisa?

Si, se realiza un chequeo de acuerdo al tipo de producto, por ejemplo en papel se revisa que sea el gramaje que se pidió que la blancura del papel sea la correcta que el material este parejo en tonalidad, la humedad sea la adecuada, el tamaño del pliego sea el solicitado.

9. Cuando hay alguna inconformidad en un material, ¿qué hace?

El material es reportado al proveedor y se devuelve de forma inmediata.

10. ¿Cómo sabe dónde colocar los productos?

Se mantiene un lugar para cada uno de los productos en bodega

11. ¿Despacha contra orden de trabajo? ¿Qué información le revisa?

Sí, se revisa medidas, tipo de material cantidad, dirección del hilo del papel.

12. ¿Cómo sabe dónde se encuentran los productos?

Por la identificación y ubicación de la bodega de materia prima.

13. ¿Recibe devoluciones por parte de producción por productos dañados? ¿Con que frecuencia?

Si se recibe sin embargo la devolución por parte de producción es muy baja

14. ¿Hay productos de gran valor, cuáles?

Si, la mayoría papeles, y tintas que están en consignación, principalmente.

15. ¿Usted, hace toma física de inventarios? ¿Cómo lo hace?

Sí, el inventario se realiza todos los meses y se cuenta cada uno de los productos que se tienen en bodega. Luego se pasa el informe a la gerencia de producción. En ocasiones hay que contar nuevamente cuando existen grandes diferencias entre lo teórico y el físico.

16. ¿Cómo controla la expiración de los productos?

Los productos que se utilizan son de larga duración por lo que un producto como la tinta puede durar hasta 4 años en buenas condiciones de almacenamiento.

17. ¿Qué se hace con los productos expirados y obsoletos?

Se envían a reciclaje y en caso de productos químicos se envían a la cementera. Para eso se llena una boleta por control.

18. ¿Considera necesario un sistema de cómputo que le permita visualizar y controlar las existencias de los materiales?

Por supuesto que sí. De hecho ya se ha solicitado a las jefaturas pero por el momento no se ha implementado.

Anexo 2: Encuesta para el Gerente de Producción

1. ¿Describa cómo funciona el sistema de inventarios de MP actual?

El sistema actualmente se mantiene operando con pedidos justo a tiempo que dicho sea de paso no es muy acertado, en algunos casos y en otros de acuerdo a disponibilidad de materiales con el proveedor, lo cual genera inestabilidad tanto en el flujo de caja como en la planificación de la producción.

2. ¿Existe un sistema computarizado, (Software, Excel) para el manejo de inventarios actualmente?

Actualmente se tiene un sistema llamado OPTIMUS el cual no reúne las necesidades de la empresa para el manejo adecuado de los inventarios.

3. ¿A qué se refiere cuando dice que el Software no se ajusta a las necesidades de la empresa para el manejo adecuado de inventarios?

Debido a que muchas veces no concuerda el inventario físico con el teórico, permitiendo tomar decisiones incorrectas como aprobar un pedido a un cliente cuando no se cuenta con la suficiente materia prima.

4. ¿Cuánto es el área de la bodega de materiales?

El área de bodega de materiales es de 400 metros cuadrados

5. ¿El almacén se maneja por ubicaciones?

Por ubicación de material y de acuerdo a la cantidad de cada tipo de material

6. ¿Es posible ver esas ubicaciones en el sistema OPTIMUS?

No. Son para control propio del personal del almacén.

7. ¿Cuáles son las principales materias primas que más presentan problemas de desabastecimiento y cuánto tardan en llegar?

Los papeles importados ya que tardan entre dos meses y hasta tres, los mismos se pueden comprar de forma local sin embargo el costo es mucho más alto, casi un 50% más costoso generando gastos innecesarios para la compañía.

8. ¿Existe un presupuesto para las materias primas? ¿Aproximadamente cuánto es si lo hubiera?

No lo existe ya que los materiales requeridos se solicitan de acuerdo con la producción que se está manejando de forma diaria, por lo que no se puede establecer un presupuesto para materia prima.

9. ¿Se realizan tomas físicas de inventarios? ¿Cada cuánto?

Sí, las tomas físicas son realizadas una vez al mes con la finalidad de tener un mejor control de las diferentes materias primas.

10. ¿Se hacen ajustes de inventarios por faltantes o sobrantes? ¿Son estos significativos?

Sí, se realizan ajustes por faltantes y son realmente significativos, tanto así que para el mes de Mayo 2018 se contabilizaron más de 30 mil pliegos de papel que fueron sacados y no se asignaron a ninguna orden de producción en específico.

11. ¿El plan de producción toma en cuenta las existencias de Materias primas antes de iniciar una orden de trabajo?

Si, el sistema lo toma en consideración inclusive antes programar el pedido a producción.

12. ¿Cuáles considera que sean las principales causas del desabastecimiento de materiales?

Tema financiero y un buen sistema de stock de materiales capaz de responder a la demanda.

13. ¿Realizan desechos de materiales en el almacén por vencimientos, obsolescencias u otra razón?

Normalmente como es papel si se desecha el mismo se recicla por lo que el costo de la perdida disminuye un poco, no es muy frecuente que esto suceda.

14. ¿Cómo es la relación con los proveedores?

Buena y estable, son proveedores de más de 25 años.

15. ¿Aprovechan promociones especiales de los proveedores para comprar más materiales de lo planeado?

Si se aprovechan sin embargo es poco frecuente que esto suceda, por el tipo de insumo que se usa en este caso papel y por la capacidad de almacenamiento.

16. ¿Cuáles son los principales proveedores y donde se ubican?

- a. CMPC, Chile
- b. Burgo, Italia
- c. Papeles industriales, Costa Rica
- d. NEIAR, Costa Rica

En ese orden de prioridad.

17. ¿Manejan contrato de exclusividad con proveedores?

No, actualmente no se maneja ningún contrato.

18. ¿Existe libertad para negociar con otros proveedores?

Sí, el mercado es muy amplio por lo que no hay problema alguno.

19. ¿En un momento de desabastecimiento o faltante de materiales que medidas de contingencia se toman?

En algunos casos se compra local para no perder la venta o se indica al cliente en caso de ser necesario

Anexo 3: Diferencias de inventarios de enero a mayo 2018.

Código	TIPO DE MATERIAL	Costo	Unidad Medida	Diferencia en unidades	Costo Unitario	Diferencia en CRC
PO09006350965	BOND 24 (25 X 38")	35.05	C/U	- 436.00	35.05	15,282.62
PO07506350965	BOND 20 (25 X 38")	30.56	C/U	1,478.00	30.56	45,170.59
PO09008890609	BOND 24 (35 X 24")	22.68	C/U	- 291.00	22.68	6,599.88
PO07506600914	BOND 20 (26 X 36")	25.27	C/U	606.00	25.27	15,314.83
PR07500000026	BOND 75 EN BOBINA DE 26"	30.60	C/U	- 85.00	30.60	2,601.00
PO07506600965	BOND 20 (26 X 38")	26.68	C/U	-	26.68	-
PO10005840889	BOND 28 (23 X 35")	21.74	C/U	409.00	21.74	8,889.62
PO07509140609	BOND 20 (36 X 24")	23.33	C/U	- 740.00	23.33	17,262.72
PO12005840889	BOND 32 (23 X 35")	21.74	C/U	- 85.00	21.74	1,847.48
PR09000000965	COUCHE 90 EN BOBINA 38"	37.00	C/U	201.00	37.00	7,437.00
PB09009650635	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X25")	34.85	C/U	519.00	34.85	18,086.04
PB09009650762	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 30")	36.20	C/U	- 80.00	36.20	2,895.78
PB09009650609	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 24")	29.41	C/U	- 9,186.00	29.41	270,171.53
PB09009650508	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 20")	25.84	C/U	- 109.00	25.84	2,816.56
PB09006350965	COUCHE 90 BRILLANTE (25 X 38")	35.56	C/U	39.00	35.56	1,386.79
PB35006350965	COUCHE 350 BRILLANTE (25 X 38")	226.00	C/U	- 20.00	226.00	4,520.00
PB30006350965	COUCHE 300 BRILLANTE (25 X 38")	208.74	C/U	56.00	208.74	11,689.22
PB25009650635	COUCHE 250 BRILLANTE (38 X 25")	174.21	C/U	- 1.00	174.21	174.21
PC18509650736	CARTULINA C-8 L2 (38 X 29)	81.00	C/U	- 9,838.00	81.00	796,878.00
PB25007621016	COUCHE 250 BRILLANTE (30 X 40")	105.67	C/U	- 18.00	105.67	1,902.13
PC18509020737	CARTULINA C-8 L2 (35,5 X 29)	75.67	C/U	- 75.00	75.67	5,675.33
PB25006350965	COUCHE 250 BRILLANTE (25 X 38")	105.67	C/U	- 39.00	105.67	4,121.29
PE250U7001000	CARTULINA REICLADA UVA 250GR (30 X 40)	145.00	C/U	2.00	145.00	290.00
PECP04C7001000	CARTULINA PERLADA NEGRO CARBON 230GR (30 X 40)	165.00	C/U	- 5.00	165.00	825.00
PE17500647774	CARTULINA BRISTOL BLANCA 175GR (25,5 X 30,5")	75.00	C/U	- 1.00	75.00	75.00
PB20006350965	COUCHE 200 BRILLANTE (25 x 38")	86.01	C/U	- 10,501.00	86.01	903,167.12
PECP03C7001000	CARTULINA PERLADA CREMA 220GR (30 X 40")	165.00	C/U	-	165.00	-
PECP03B7001000	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	165.00	C/U	- 1.00	165.00	165.00
PCM1610160718	CARTULINA METALIZADA C-16 (40 X 28,28")	183.00	C/U	-	183.00	-
PB15009650635	COUCHE 150 BRILLANTE (38 X 25")	59.38	C/U	- 120.00	59.38	7,125.84
PB15006350965	COUCHE 150 BRILLANTE (25 X 38")	59.38	C/U	45.00	59.38	2,672.19
PB15006100915	COUCHE 150 BRILLANTE (24 X 36")	54.01	C/U	- 14.00	54.01	756.09
PR18500000965	CARTULINA C-8 L2 EN BOBINA 38"	93.00	C/U	- 46.00	93.00	4,278.00
PC20006350965	CARTULINA C-8 L2 (25 X 38")	93.00	C/U	414.00	93.00	38,502.00
PB11506350965	COUCHE 115 BRILLANTE (25 X 38")	47.92	C/U	- 831.00	47.92	39,818.97
PC11001914609	CARTULINA C-20 KRAFT BACK (36 X 24")	129.45	C/U	-	129.45	-
PC02001016762	CARTULINA C-20 (40 X 30")	177.07	C/U	21.00	177.07	3,718.39
PC02009140610	CARTULINA C-20 (36 X 24")	109.45	C/U	- 23.00	109.45	2,517.25
PC02007621016	CARTULINA C-20 (30 X 40")	193.70	C/U	19.00	193.70	3,680.35
PC02006100914	CARTULINA C-20 (24 X 36")	137.19	C/U	6.00	137.19	823.12
PC01601016762	CARTULINA C-16 (40 X 30")	164.97	C/U	- 34.00	164.97	5,609.05
PC01609140610	CARTULINA C-16 (36 X 24")	118.78	C/U	41.00	118.78	4,869.98
PC01607621016	CARTULINA C-16 (30 X 40")	164.97	C/U	- 63.00	164.97	10,393.24
PC01606100914	CARTULINA C-16 (24 X 36")	113.31	C/U	- 179.00	113.31	20,282.81
PC01409150610	CARTULINA C-14 (36 X 24")	109.45	C/U	- 19.00	109.45	2,079.46
PC26000914610	CARTULINA C-12 L2 (36 X 24")	84.98	C/U	- 4.00	84.98	339.94
PC26000610914	CARTULINA C-12 L2 (24 X 36")	84.98	C/U	- 107.00	84.98	9,093.27
PC31000914609	CARTULINA C-12 KRAFT BACK (36 X 24")	110.00	C/U	- 2.00	110.00	220.00
PR20500000025	CARTULINA C-12 EN BOBINA 25"	80.50	C/U	- 25.00	80.50	2,012.50
PC01271201016	CARTULINA C-12 30 X 40")	102.50	C/U	- 1.00	102.50	102.50
PC01210160712	CARTULINA C-12 (40 X 30")	102.50	C/U	- 55.00	102.50	5,637.76
PC01209650736	CARTULINA C-12 (38 X 29")	94.13	C/U	- 16.00	94.13	1,506.14
PC01209650635	CARTULINA C-12 (38 X 25")	81.15	C/U	- 59.00	81.15	4,787.82
PC01209650609	CARTULINA C-12 (38 X 24")	73.50	C/U	- 21.00	73.50	1,543.52
PC01209650559	CARTULINA C-12 (38 X 22")	71.41	C/U	- 313.00	71.41	22,351.83
PC01205914610	CARTULINA C-12 (36 X 24")	73.80	C/U	- 18.00	73.80	1,328.46
PC01206350965	CARTULINA C-12 (25 X 38")	81.15	C/U	- 33.00	81.15	2,677.94
PC01206350914	CARTULINA C-12 (25 X 36")	76.88	C/U	- 10.00	76.88	768.79
PC01206350762	CARTULINA C-12 (25 X 30")	65.14	C/U	88.00	65.14	5,732.73
PC01206350660	CARTULINA C-12 (25 X 26")	55.52	C/U	-	55.52	-
PC01205610914	CARTULINA C-12 (24 X 36")	89.00	C/U	- 118.00	89.00	10,501.53
PC22000610914	CARTULINA C-10 L2 (24 X 36")	84.00	C/U	- 73.00	84.00	6,132.00
PC01006350965	CARTULINA C-10 25 X 38")	101.01	C/U	-	101.01	-
Total a ajustar						Ⓒ 2,367,108.21

Anexo 4: Control de existencias finales de inventario entre Enero a Mayo 2018.

Código	TIPO DE MATERIAL	Inventario final físico	Inventario final teórico	Control de existencias finales
PO09006350965	BOND 24 (25 X 38")	218,754.00	219,190.00	99.80
PO07506350965	BOND 20 (25 X 38")	292,326.00	290,848.00	100.51
PO09008890609	BOND 24 (35 X 24")	89,064.00	89,355.00	99.67
PO07506600914	BOND 20 (26 X 36")	246,280.00	245,674.00	100.25
PR07500000026	BOND 75 EN BOBINA DE 26"	20,936.00	21,021.00	99.60
PO07506600965	BOND 20 (26 X 38")	28,250.00	28,250.00	100.00
PO10005840889	BOND 28 (23 X 35")	1,725.00	1,316.00	131.08
PO07509140609	BOND 20 (36 X 24")	265,911.00	266,651.00	99.72
PO12005840889	BOND 32 (23 X 35")	1,795.00	1,880.00	95.48
PR09000000965	COUCHE 90 EN BOBINA 38"	29,675.00	29,474.00	100.68
PB09009650635	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X25")	450,886.00	450,367.00	100.12
PB09009650762	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 30")	71,877.00	71,957.00	99.89
PB09009650609	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 24")	150,959.00	160,145.00	94.26
PB09009650508	COUCHE 90 BRILLANTE (38 X 20")	44,630.00	44,739.00	99.76
PB09006350965	COUCHE 90 BRILLANTE (25 X 38")	99,190.00	99,151.00	100.04
PB35006350965	COUCHE 350 BRILLANTE (25 X 38")	3,449.00	3,469.00	99.42
PB30006350965	COUCHE 300 BRILLANTE (25 X 38")	4,655.00	4,599.00	101.22
PB25009650635	COUCHE 250 BRILLANTE (38 X 25")	2,459.00	2,460.00	99.96
PC18509650736	CARTULNA C-8 L2 (38 X 29)	156,474.00	166,312.00	94.08
PB25007621016	COUCHE 250 BRILLANTE (30 X 40")	4,893.00	4,911.00	99.63
PC18509020737	CARTULNA C-8 L2 (35.5 X 29)	144,250.00	144,325.00	99.95
PB25006350965	COUCHE 250 BRILLANTE (25 X 38")	34,867.00	34,906.00	99.89
PE250U7001000	CARTULINA RECICLADA UVA 250GR (30 X 40)	1,802.00	1,800.00	100.11
PECP04C7001000	CARTULINA PERLADA NEGRO CARBON 230GR (30 X 40)	320.00	325.00	98.46
PE17500647774	CARTULINA BRISTOL BLANCA 175GR (25.5 X 30.5")	210.00	211.00	99.53
PB20006350965	COUCHE 200 BRILLANTE (25 X 38")	372,650.00	383,151.00	97.26
PECP03C7001000	CARTULINA PERLADA CREMA 220GR (30 X 40")	72.00	72.00	100.00
PECP03B7001000	CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")	400.00	401.00	99.75
PCM1610160718	CARTULINA METALIZADA C-16 (40 X 28,28")	500.00	500.00	100.00
PB15009650635	COUCHE 150 BRILLANTE (38 X 25")	55,062.00	55,182.00	99.78
PB15006350965	COUCHE 150 BRILLANTE (25 X 38")	167,828.00	167,783.00	100.03
PB15006100915	COUCHE 150 BRILLANTE (24 X 36")	5,118.00	5,132.00	99.73
PR18500000965	CARTULINA C-8 L2 EN BOBINA 38"	20,704.00	20,750.00	99.78
PC20006350965	CARTULINA C-8 L2 (25 X 38")	108,500.00	108,086.00	100.38
PB11506350965	COUCHE 115 BRILLANTE (25 X 38")	92,424.00	93,255.00	99.11
PC31001914609	CARTULINA C-20 KRAFT BACK (36 X 24")	3,700.00	3,700.00	100.00
PC02001016762	CARTULINA C-20 (40 X 30")	29,545.00	29,524.00	100.07
PC02009140610	CARTULINA C-20 (36 X 24")	4,738.00	4,761.00	99.52
PC02007621016	CARTULINA C-20 (30 X 40")	14,495.00	14,476.00	100.13
PC02006100914	CARTULINA C-20 (24 X 36")	15,527.00	15,521.00	100.04
PC01601016762	CARTULINA C-16 (40 X 30")	53,101.00	53,135.00	99.94
PC01609140610	CARTULINA C-16 (36 X 24")	15,858.00	15,817.00	100.26
PC01607621016	CARTULINA C-16 (30 X 40")	15,095.00	15,158.00	99.58
PC01606100914	CARTULINA C-16 (24 X 36")	74,442.00	74,621.00	99.76
PC01409150610	CARTULINA C-14 (36 X 24")	25,934.00	25,953.00	99.93
PC26000914610	CARTULINA C-12 L2 (36 X 24")	23,506.00	23,510.00	99.98
PC26000610914	CARTULINA C-12 L2 (24 X 36")	40,714.00	40,821.00	99.74
PC31000914609	CARTULINA C-12 KRAFT BACK (36 X 24")	954.00	956.00	99.79
PR20500000025	CARTULINA C-12 EN BOBINA 25"	3,000.00	3,025.00	99.17
PC01271201016	CARTULINA C-12 30 X 40")	3,893.00	3,894.00	99.97
PC01210160712	CARTULINA C-12 (40 X 30")	7,811.00	7,866.00	99.30
PC01209650736	CARTULINA C-12 (38 X 29")	16,752.00	16,768.00	99.90
PC01209650635	CARTULINA C-12 (38 X 25")	4,080.00	4,139.00	98.57
PC01209650609	CARTULINA C-12 (38 X 24")	42,728.00	42,749.00	99.95
PC01209650559	CARTULINA C-12 (38 X 22")	35,822.00	36,135.00	99.13
PC01205914610	CARTULINA C-12 (36 X 24")	12,963.00	12,981.00	99.86
PC01206350965	CARTULINA C-12 (25 X 38")	5,279.00	5,312.00	99.38
PC01206350914	CARTULINA C-12 (25 X 36")	242.00	252.00	96.03
PC01206350762	CARTULINA C-12 (25 X 30")	24,463.00	24,375.00	100.36
PC01206350660	CARTULINA C-12 (25 X 26")	-	-	-
PC01205610914	CARTULINA C-12 (24 X 36")	62,466.00	62,584.00	99.81
PC22000610914	CARTULINA C-10 L2 (24 X 36")	14,700.00	14,773.00	99.51
PC01006350965	CARTULINA C-10 25 X 38")	800.00	800.00	100.00
Índice de control de existencias finales:				98.39

Anexo 5: Modelos de pronóstico de los materiales

CARTULINA C-12 (24 X 36")

Promedio Móvil Simple						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00					
mar-18	93,474.00					
abr-18	112,060.00	78,282.00	- 33,778.00	33,778.00	30.14	- 30.14
may-18	110,192.00	102,767.00	- 7,425.00	7,425.00	6.74	- 6.74
jun-18	87,633.00	111,126.00	23,493.00	23,493.00	26.81	26.81
jul-18	103,926.00	98,912.50	- 5,013.50	5,013.50	4.82	- 4.82
ago-18	98,565.00	95,779.50	- 2,785.50	2,785.50	2.83	- 2.83
sep-18	72,406.00	101,245.50	28,839.50	28,839.50	39.83	39.83
			- 8,329.67	16,889.08	18.53	3.68

Promedio Móvil Simple						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00					
mar-18	93,474.00					
abr-18	112,060.00					
may-18	110,192.00	89,541.33	- 20,650.67	20,650.67	18.74	- 18.74
jun-18	87,633.00	105,242.00	17,609.00	17,609.00	20.09	20.09
jul-18	103,926.00	103,295.00	- 631.00	631.00	0.61	- 0.61
ago-18	98,565.00	100,583.67	2,018.67	2,018.67	2.05	2.05
sep-18	72,406.00	96,708.00	24,302.00	24,302.00	33.56	33.56
			4,529.600	13,042.267	15.011	7.272

Promedio Móvil Simple						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00					
mar-18	93,474.00					
abr-18	112,060.00					
may-18	110,192.00					
jun-18	87,633.00	94,704.00	7,071.00	7,071.00	8.07	8.07
jul-18	103,926.00	100,839.75	- 3,086.25	3,086.25	2.97	- 2.97
ago-18	98,565.00	103,452.75	4,887.75	4,887.75	4.96	4.96
sep-18	72,406.00	100,079.00	27,673.00	27,673.00	38.22	38.22
			9,136.375	10,679.500	13.554	12.069

Promedio Móvil Simple						
N=5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00					
mar-18	93,474.00					
abr-18	112,060.00					
may-18	110,192.00					
jun-18	87,633.00					
jul-18	103,926.00	93,289.80	- 10,636.20	10,636.20	10.23	- 10.23
ago-18	98,565.00	101,457.00	2,892.00	2,892.00	2.93	2.93
sep-18	72,406.00	102,475.20	30,069.20	30,069.20	41.53	41.53
			7,441.667	14,532.467	18.232	11.409

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00					
mar-18	93,474.00					
abr-18	112,060.00	75,243.60	- 36,816.40	36,816.40	32.85	- 32.85
may-18	110,192.00	100,908.40	- 9,283.60	9,283.60	8.42	- 8.42
jun-18	87,633.00	111,312.80	23,679.80	23,679.80	27.02	27.02
jul-18	103,926.00	101,168.40	- 2,757.60	2,757.60	2.65	- 2.65
ago-18	98,565.00	94,150.20	- 4,414.80	4,414.80	4.48	- 4.48
sep-18	72,406.00	101,781.60	29,375.60	29,375.60	40.57	40.57
			- 36.17	17,721.30	19.33	3.20

Ponderaciones

t	w
1	0.6
2	0.4

Promedio Móvil Ponderado						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00					
mar-18	93,474.00					
abr-18	112,060.00					
may-18	110,192.00	94,831.60	- 15,360.40	15,360.40	13.94	- 13.94
jun-18	87,633.00	107,595.60	19,962.60	19,962.60	22.78	22.78
jul-18	103,926.00	101,542.00	- 2,384.00	2,384.00	2.29	- 2.29
ago-18	98,565.00	98,662.00	97.00	97.00	0.10	0.10
sep-18	72,406.00	98,523.00	26,117.00	26,117.00	36.07	36.07
			5,686.44	12,784.20	15.04	8.54

Ponderaciones

t	w
1	0.2
2	0.4
3	0.4

Promedio Móvil Ponderado						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00					
mar-18	93,474.00					
abr-18	112,060.00					
may-18	110,192.00					
jun-18	87,633.00	96,316.60	8,683.60	8,683.60	9.91	9.91
jul-18	103,926.00	102,897.00	- 1,029.00	1,029.00	0.99	- 0.99
ago-18	98,565.00	102,544.70	3,979.70	3,979.70	4.04	4.04
sep-18	72,406.00	99,219.10	26,813.10	26,813.10	37.03	37.03
			9,611.85	10,126.35	12.99	12.50

Ponderaciones

t	w
1	0.2
2	0.3
3	0.3
4	0.2

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00	63,090.00	-	-	-	-
mar-18	93,474.00	63,090.00	- 30,384.00	30,384.00	32.51	- 32.51
abr-18	112,060.00	69,166.80	- 42,893.20	42,893.20	38.28	- 38.28
may-18	110,192.00	77,745.44	- 32,446.56	32,446.56	29.45	- 29.45
jun-18	87,633.00	84,234.75	- 3,398.25	3,398.25	3.88	- 3.88
jul-18	103,926.00	84,914.40	- 19,011.60	19,011.60	18.29	- 18.29
ago-18	98,565.00	88,716.72	- 9,848.28	9,848.28	9.99	- 9.99
sep-18	72,406.00	90,686.38	18,280.38	18,280.38	25.25	25.25
			- 14,962.689	19,532.783	19.705	- 13.393

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00	63,090.00	-	-	-	-
mar-18	93,474.00	63,090.00	- 30,384.00	30,384.00	32.51	- 32.51
abr-18	112,060.00	72,205.20	- 39,854.80	39,854.80	35.57	- 35.57
may-18	110,192.00	84,161.64	- 26,030.36	26,030.36	23.62	- 23.62
jun-18	87,633.00	91,970.75	4,337.75	4,337.75	4.95	4.95
jul-18	103,926.00	90,669.42	- 13,256.58	13,256.58	12.76	- 12.76
ago-18	98,565.00	94,646.40	- 3,918.60	3,918.60	3.98	- 3.98
sep-18	72,406.00	95,821.98	23,415.98	23,415.98	32.34	32.34
			- 12,241.516	20,171.152	20.816	- 10.162

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	63,090.00	63,090.00	-	-	-	-
mar-18	93,474.00	63,090.00	- 30,384.00	30,384.00	32.51	- 32.51
abr-18	112,060.00	78,282.00	- 33,778.00	33,778.00	30.14	- 30.14
may-18	110,192.00	95,171.00	- 15,021.00	15,021.00	13.63	- 13.63
jun-18	87,633.00	102,681.50	15,048.50	15,048.50	17.17	17.17
jul-18	103,926.00	95,157.25	- 8,768.75	8,768.75	8.44	- 8.44
ago-18	98,565.00	99,541.63	976.63	976.63	0.99	0.99
sep-18	72,406.00	99,053.31	26,647.31	26,647.31	36.80	36.80
			- 6,468.473	18,660.598	19.955	- 4.250

CARTULINA C-12 (38 X 29")

Promedio Móvil Simple						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	81,584.00					
mar-18	100,222.00					
abr-18	35,144.00	90,903.00	55,759.00	55,759.00	158.66	158.66
may-18	88,456.00	67,683.00	- 20,773.00	20,773.00	23.48	- 23.48
jun-18	26,450.00	61,800.00	35,350.00	35,350.00	133.65	133.65
jul-18	44,304.00	57,453.00	13,149.00	13,149.00	29.68	29.68
ago-18	62,095.00	35,377.00	- 26,718.00	26,718.00	43.03	- 43.03
sep-18	80,106.00	53,199.50	- 26,906.50	26,906.50	33.59	- 33.59
			- 8,329.667	29,775.917	70.348	36.981

Promedio Móvil Simple						
N=3			Errores del Pronóstico			
<i>Mes</i>	<i>Demanda</i>	<i>Pronóstico</i>	<i>Error</i>	<i>DAM</i>	<i>PEMA</i>	<i>PMA</i>
feb-18	81,584.00					
mar-18	100,222.00					
abr-18	35,144.00					
may-18	88,456.00	72,316.67	- 16,139.33	16,139.33	18.25	- 18.25
jun-18	26,450.00	74,607.33	48,157.33	48,157.33	182.07	182.07
jul-18	44,304.00	50,016.67	5,712.67	5,712.67	12.89	12.89
ago-18	62,095.00	53,070.00	- 9,025.00	9,025.00	14.53	- 14.53
sep-18	80,106.00	44,283.00	- 35,823.00	35,823.00	44.72	- 44.72
			- 1,423.467	22,971.467	54.493	23.493

Promedio Móvil Simple						
N=4			Errores del Pronóstico			
<i>Mes</i>	<i>Demanda</i>	<i>Pronóstico</i>	<i>Error</i>	<i>DAM</i>	<i>PEMA</i>	<i>PMA</i>
feb-18	81,584.00					
mar-18	100,222.00					
abr-18	35,144.00					
may-18	88,456.00					
jun-18	26,450.00	76,351.50	49,901.50	49,901.50	188.66	188.66
jul-18	44,304.00	62,568.00	18,264.00	18,264.00	41.22	41.22
ago-18	62,095.00	48,588.50	- 13,506.50	13,506.50	21.75	- 21.75
sep-18	80,106.00	55,326.25	- 24,779.75	24,779.75	30.93	- 30.93
			7,469.813	26,612.938	70.643	44.301

Promedio Móvil Simple						
N=5			Errores del Pronóstico			
<i>Mes</i>	<i>Demanda</i>	<i>Pronóstico</i>	<i>Error</i>	<i>DAM</i>	<i>PEMA</i>	<i>PMA</i>
feb-18	81,584.00					
mar-18	100,222.00					
abr-18	35,144.00					
may-18	88,456.00					
jun-18	26,450.00					
jul-18	44,304.00	66,371.20	22,067.20	22,067.20	49.81	49.81
ago-18	62,095.00	58,915.20	- 3,179.80	3,179.80	5.12	- 5.12
sep-18	80,106.00	51,289.80	- 28,816.20	28,816.20	35.97	- 35.97
			- 3,309.600	18,021.067	30.301	2.905

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	81,584.00					
mar-18	100,222.00					
abr-18	35,144.00	89,039.20	53,895.20	53,895.20	153.36	153.36
may-18	88,456.00	74,190.80	- 14,265.20	14,265.20	16.13	- 16.13
jun-18	26,450.00	56,468.80	30,018.80	30,018.80	113.49	113.49
jul-18	44,304.00	63,653.60	19,349.60	19,349.60	43.67	43.67
ago-18	62,095.00	33,591.60	- 28,503.40	28,503.40	45.90	- 45.90
sep-18	80,106.00	51,420.40	- 28,685.60	28,685.60	35.81	- 35.81
			5,301.57	29,119.63	68.06	35.45

Ponderaciones

t	w
1	0.6
2	0.4

Promedio Móvil Ponderado						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	81,584.00					
mar-18	100,222.00					
abr-18	35,144.00					
may-18	88,456.00	73,243.40	- 15,212.60	15,212.60	17.20	- 17.20
jun-18	26,450.00	77,168.80	50,718.80	50,718.80	191.75	191.75
jul-18	44,304.00	48,529.40	4,225.40	4,225.40	9.54	9.54
ago-18	62,095.00	56,608.60	- 5,486.40	5,486.40	8.84	- 8.84
sep-18	80,106.00	42,499.70	- 37,606.30	37,606.30	46.95	- 46.95
			- 672.22	22,649.90	54.85	25.66

Ponderaciones

t	w
1	0.4
2	0.3
3	0.3

Promedio Móvil Ponderado						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	81,584.00					
mar-18	100,222.00					
abr-18	35,144.00					
may-18	88,456.00					
jun-18	26,450.00	78,574.60	52,124.60	52,124.60	197.07	197.07
jul-18	44,304.00	70,968.20	26,664.20	26,664.20	60.18	60.18
ago-18	62,095.00	50,314.80	- 11,780.20	11,780.20	18.97	- 18.97
sep-18	80,106.00	58,387.70	- 21,718.30	21,718.30	27.11	- 27.11
			11,322.58	28,071.83	75.83	52.79

Ponderaciones

t	w
1	0.4
2	0.3
3	0.2
4	0.1

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	81,584.00	81,584.00	-	-	-	-
mar-18	100,222.00	81,584.00	- 18,638.00	18,638.00	18.60	- 18.60
abr-18	35,144.00	85,311.60	50,167.60	50,167.60	142.75	142.75
may-18	88,456.00	75,278.08	- 13,177.92	13,177.92	14.90	- 14.90
jun-18	26,450.00	77,913.66	51,463.66	51,463.66	194.57	194.57
jul-18	44,304.00	67,620.93	23,316.93	23,316.93	52.63	52.63
ago-18	62,095.00	62,957.54	862.54	862.54	1.39	1.39
sep-18	80,106.00	62,785.04	- 17,320.96	17,320.96	21.62	- 21.62
			10,953.408	24,992.518	63.779	48.031

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	81,584.00	81,584.00	-	-	-	-
mar-18	100,222.00	81,584.00	- 18,638.00	18,638.00	18.60	- 18.60
abr-18	35,144.00	87,175.40	52,031.40	52,031.40	148.05	148.05
may-18	88,456.00	71,565.98	- 16,890.02	16,890.02	19.09	- 19.09
jun-18	26,450.00	76,632.99	50,182.99	50,182.99	189.73	189.73
jul-18	44,304.00	61,578.09	17,274.09	17,274.09	38.99	38.99
ago-18	62,095.00	56,395.86	- 5,699.14	5,699.14	9.18	- 9.18
sep-18	80,106.00	58,105.60	- 22,000.40	22,000.40	27.46	- 27.46
			8,037.275	26,102.290	64.443	43.205

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	81,584.00	81,584.00	-	-	-	-
mar-18	100,222.00	81,584.00	- 18,638.00	18,638.00	18.60	- 18.60
abr-18	35,144.00	90,903.00	55,759.00	55,759.00	158.66	158.66
may-18	88,456.00	63,023.50	- 25,432.50	25,432.50	28.75	- 28.75
jun-18	26,450.00	75,739.75	49,289.75	49,289.75	186.35	186.35
jul-18	44,304.00	51,094.88	6,790.88	6,790.88	15.33	15.33
ago-18	62,095.00	47,699.44	- 14,395.56	14,395.56	23.18	- 23.18
sep-18	80,106.00	54,897.22	- 25,208.78	25,208.78	31.47	- 31.47
			4,023.540	27,930.638	66.048	36.905

COUCHÉ 200 BRILLANTE (25 x 38")

Promedio Móvil Simple						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00					
mar-18	29,645.00					
abr-18	70,008.00	38,672.00	- 31,336.00	31,336.00	44.76	- 44.76
may-18	35,299.00	49,826.50	14,527.50	14,527.50	41.16	41.16
jun-18	24,010.00	52,653.50	28,643.50	28,643.50	119.30	119.30
jul-18	61,703.00	29,654.50	- 32,048.50	32,048.50	51.94	- 51.94
ago-18	72,345.00	42,856.50	- 29,488.50	29,488.50	40.76	- 40.76
sep-18	67,300.00	67,024.00	- 276.00	276.00	0.41	- 0.41
			- 8,329.667	22,720.000	49.721	3.764

Promedio Móvil Simple						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00					
mar-18	29,645.00					
abr-18	70,008.00					
may-18	35,299.00	49,117.33	13,818.33	13,818.33	39.15	39.15
jun-18	24,010.00	44,984.00	20,974.00	20,974.00	87.36	87.36
jul-18	61,703.00	43,105.67	- 18,597.33	18,597.33	30.14	- 30.14
ago-18	72,345.00	40,337.33	- 32,007.67	32,007.67	44.24	- 44.24
sep-18	67,300.00	52,686.00	- 14,614.00	14,614.00	21.71	- 21.71
			- 6,085.333	20,002.267	44.520	6.081

Promedio Móvil Simple						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00					
mar-18	29,645.00					
abr-18	70,008.00					
may-18	35,299.00					
jun-18	24,010.00	45,662.75	21,652.75	21,652.75	90.18	90.18
jul-18	61,703.00	39,740.50	- 21,962.50	21,962.50	35.59	- 35.59
ago-18	72,345.00	47,755.00	- 24,590.00	24,590.00	33.99	- 33.99
sep-18	67,300.00	48,339.25	- 18,960.75	18,960.75	28.17	- 28.17
			-10,965.125	21,791.500	46.985	1.894

Promedio Móvil Simple						
N=5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00					
mar-18	29,645.00					
abr-18	70,008.00					
may-18	35,299.00					
jun-18	24,010.00					
jul-18	61,703.00	41,332.20	- 20,370.80	20,370.80	33.01	- 33.01
ago-18	72,345.00	44,133.00	- 28,212.00	28,212.00	39.00	- 39.00
sep-18	67,300.00	52,673.00	- 14,627.00	14,627.00	21.73	- 21.73
			-21,069.933	21,069.933	31.248	31.248

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00					
mar-18	29,645.00					
abr-18	70,008.00	36,866.60	- 33,141.40	33,141.40	47.34	- 47.34
may-18	35,299.00	53,862.80	18,563.80	18,563.80	52.59	52.59
jun-18	24,010.00	49,182.60	25,172.60	25,172.60	104.84	104.84
jul-18	61,703.00	28,525.60	- 33,177.40	33,177.40	53.77	- 53.77
ago-18	72,345.00	46,625.80	- 25,719.20	25,719.20	35.55	- 35.55
sep-18	67,300.00	68,088.20	788.20	788.20	1.17	1.17
			- 7,918.90	22,760.43	49.21	3.66

Ponderaciones

t	w
1	0.4
2	0.6

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00					
mar-18	29,645.00					
abr-18	70,008.00					
may-18	35,299.00	48,975.50	13,676.50	13,676.50	38.74	38.74
jun-18	24,010.00	43,450.10	19,440.10	19,440.10	80.97	80.97
jul-18	61,703.00	45,795.90	- 15,907.10	15,907.10	25.78	- 25.78
ago-18	72,345.00	39,833.50	- 32,511.50	32,511.50	44.94	- 44.94
sep-18	67,300.00	49,818.40	- 17,481.60	17,481.60	25.98	- 25.98
			- 6,556.72	19,803.36	43.28	4.60

Ponderaciones

t	w
1	0.4
2	0.3
3	0.3

Promedio Móvil Ponderado						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00					
mar-18	29,645.00					
abr-18	70,008.00					
may-18	35,299.00					
jun-18	24,010.00	43,024.60	19,014.60	19,014.60	79.19	79.19
jul-18	61,703.00	41,194.20	- 20,508.80	20,508.80	33.24	- 33.24
ago-18	72,345.00	47,904.20	- 24,440.80	24,440.80	33.78	- 33.78
sep-18	67,300.00	48,306.90	- 18,993.10	18,993.10	28.22	- 28.22
			- 11,232.03	20,739.33	43.61	4.01

Ponderaciones

t	w
1	0.2
2	0.3
3	0.2
4	0.3

Promedio Móvil Ponderado						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00					
mar-18	29,645.00					
abr-18	70,008.00					
may-18	35,299.00					
jun-18	24,010.00					
jul-18	61,703.00	42,999.60	- 18,703.40	18,703.40	30.31	- 30.31
ago-18	72,345.00	43,867.90	- 28,477.10	28,477.10	39.36	- 39.36
sep-18	67,300.00	51,777.80	- 15,522.20	15,522.20	23.06	- 23.06
			- 20,900.90	20,900.90	30.91	30.91

Ponderaciones

t	w
1	0.1
2	0.1
3	0.3
4	0.2
5	0.3

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00	47,699.00	-	-	-	-
mar-18	29,645.00	47,699.00	18,054.00	18,054.00	60.90	60.90
abr-18	70,008.00	44,088.20	- 25,919.80	25,919.80	37.02	- 37.02
may-18	35,299.00	49,272.16	13,973.16	13,973.16	39.59	39.59
jun-18	24,010.00	46,477.53	22,467.53	22,467.53	93.58	93.58
jul-18	61,703.00	41,984.02	- 19,718.98	19,718.98	31.96	- 31.96
ago-18	72,345.00	45,927.82	- 26,417.18	26,417.18	36.52	- 36.52
sep-18	67,300.00	51,211.25	- 16,088.75	16,088.75	23.91	- 23.91
			- 4,807.145	20,377.056	46.209	9.237

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00	47,699.00	-	-	-	-
mar-18	29,645.00	47,699.00	18,054.00	18,054.00	60.90	60.90
abr-18	70,008.00	42,282.80	- 27,725.20	27,725.20	39.60	- 39.60
may-18	35,299.00	50,600.36	15,301.36	15,301.36	43.35	43.35
jun-18	24,010.00	46,009.95	21,999.95	21,999.95	91.63	91.63
jul-18	61,703.00	39,409.97	- 22,293.03	22,293.03	36.13	- 36.13
ago-18	72,345.00	46,097.88	- 26,247.12	26,247.12	36.28	- 36.28
sep-18	67,300.00	53,972.01	- 13,327.99	13,327.99	19.80	- 19.80
			- 4,891.147	20,706.951	46.813	9.151

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	47,699.00	47,699.00	-	-	-	-
mar-18	29,645.00	47,699.00	18,054.00	18,054.00	60.90	60.90
abr-18	70,008.00	38,672.00	- 31,336.00	31,336.00	44.76	- 44.76
may-18	35,299.00	54,340.00	19,041.00	19,041.00	53.94	53.94
jun-18	24,010.00	44,819.50	20,809.50	20,809.50	86.67	86.67
jul-18	61,703.00	34,414.75	- 27,288.25	27,288.25	44.23	- 44.23
ago-18	72,345.00	48,058.88	- 24,286.13	24,286.13	33.57	- 33.57
sep-18	67,300.00	60,201.94	- 7,098.06	7,098.06	10.55	- 10.55
			- 4,586.277	21,130.420	47.802	9.773

CARTULINA C-8 L2 (35,5 X 29)

Promedio Móvil Simple						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196					
mar-18	30,026					
abr-18	51,464	53,611.00	2,147.00	2,147.00	4.17	4.17
may-18	38,598	40,745.00	2,147.00	2,147.00	5.56	5.56
jun-18	65,204	45,031.00	- 20,173.00	20,173.00	30.94	- 30.94
jul-18	26,777	51,901.00	25,124.00	25,124.00	93.83	93.83
ago-18	55,363	45,990.50	- 9,372.50	9,372.50	16.93	- 16.93
sep-18	28,948	41,070.00	12,122.00	12,122.00	41.88	41.88
			1,999.083	11,847.583	32.217	16.261

Promedio Móvil Simple						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196					
mar-18	30,026					
abr-18	51,464					
may-18	38,598	52,895.33	14,297.33	14,297.33	37.04	37.04
jun-18	65,204	40,029.33	- 25,174.67	25,174.67	38.61	- 38.61
jul-18	26,777	51,755.33	24,978.33	24,978.33	93.28	93.28
ago-18	55,363	43,526.33	- 11,836.67	11,836.67	21.38	- 21.38
sep-18	28,948	49,114.67	20,166.67	20,166.67	69.67	69.67
			4,486.200	19,290.733	51.996	28.000

Promedio Móvil Simple						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196					
mar-18	30,026					
abr-18	51,464					
may-18	38,598					
jun-18	65,204	49,321.00	- 15,883.00	15,883.00	24.36	- 24.36
jul-18	26,777	46,323.00	19,546.00	19,546.00	73.00	73.00
ago-18	55,363	45,510.75	- 9,852.25	9,852.25	17.80	- 17.80
sep-18	28,948	46,485.50	17,537.50	17,537.50	60.58	60.58
			2,837.063	15,704.688	43.933	22.856

Promedio Móvil Simple						
N=5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196					
mar-18	30,026					
abr-18	51,464					
may-18	38,598					
jun-18	65,204					
jul-18	26,777	52,497.60	25,720.60	25,720.60	96.05	96.05
ago-18	55,363	42,413.80	- 12,949.20	12,949.20	23.39	- 23.39
sep-18	28,948	47,481.20	18,533.20	18,533.20	64.02	64.02
			10,434.867	19,067.667	61.156	45.563

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196					
mar-18	30,026					
abr-18	51,464	48,894.00	- 2,570.00	2,570.00	4.99	- 4.99
may-18	38,598	42,888.80	4,290.80	4,290.80	11.12	11.12
jun-18	65,204	43,744.40	- 21,459.60	21,459.60	32.91	- 32.91
jul-18	26,777	54,561.60	27,784.60	27,784.60	103.76	103.76
ago-18	55,363	42,147.80	- 13,215.20	13,215.20	23.87	- 23.87
sep-18	28,948	43,928.60	14,980.60	14,980.60	51.75	51.75
			1,635.20	14,050.13	38.07	17.48

Ponderaciones

t	w
1	0.4
2	0.6

Promedio Móvil Ponderado						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196					
mar-18	30,026					
abr-18	51,464					
may-18	38,598	57,469.20	18,871.20	18,871.20	48.89	48.89
jun-18	65,204	37,742.40	- 27,461.60	27,461.60	42.12	- 42.12
jul-18	26,777	54,386.80	27,609.80	27,609.80	103.11	103.11
ago-18	55,363	39,190.80	- 16,172.20	16,172.20	29.21	- 29.21
sep-18	28,948	53,582.20	24,634.20	24,634.20	85.10	85.10
			5,496.28	22,949.80	61.69	33.15

Ponderaciones

t	w
1	0.4
2	0.2
3	0.4

Promedio Móvil Ponderado						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196					
mar-18	30,026					
abr-18	51,464					
may-18	38,598					
jun-18	65,204	52,322.80	- 12,881.20	12,881.20	19.76	- 19.76
jul-18	26,777	43,920.80	17,143.80	17,143.80	64.02	64.02
ago-18	55,363	48,075.40	- 7,287.60	7,287.60	13.16	- 13.16
sep-18	28,948	43,725.90	14,777.90	14,777.90	51.05	51.05
			2,938.23	13,022.63	37.00	20.54

Ponderaciones

t	w
1	0.3
2	0.2
3	0.3
4	0.2

Promedio Móvil Ponderado						
N=5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196					
mar-18	30,026					
abr-18	51,464					
may-18	38,598					
jun-18	65,204					
jul-18	26,777	58,501.20	31,724.20	31,724.20	118.48	118.48
ago-18	55,363	37,609.40	- 17,753.60	17,753.60	32.07	- 32.07
sep-18	28,948	52,610.50	23,662.50	23,662.50	81.74	81.74
			12,544.37	24,380.10	77.43	56.05

Ponderaciones

t	w
1	0.3
2	0.1
3	0.3
4	0.1
5	0.2

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196	77,196.00	-	-	-	-
mar-18	30,026	77,196.00	47,170.00	47,170.00	157.10	157.10
abr-18	51,464	67,762.00	16,298.00	16,298.00	31.67	31.67
may-18	38,598	64,502.40	25,904.40	25,904.40	67.11	67.11
jun-18	65,204	59,321.52	- 5,882.48	5,882.48	9.02	- 9.02
jul-18	26,777	60,498.02	33,721.02	33,721.02	125.93	125.93
ago-18	55,363	53,753.81	- 1,609.19	1,609.19	2.91	- 2.91
sep-18	28,948	54,075.65	25,127.65	25,127.65	86.80	86.80
			20,104.200	22,244.676	68.649	65.241

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196	77,196.00	-	-	-	-
mar-18	30,026	77,196.00	47,170.00	47,170.00	157.10	157.10
abr-18	51,464	63,045.00	11,581.00	11,581.00	22.50	22.50
may-18	38,598	59,570.70	20,972.70	20,972.70	54.34	54.34
jun-18	65,204	53,278.89	- 11,925.11	11,925.11	18.29	- 18.29
jul-18	26,777	56,856.42	30,079.42	30,079.42	112.33	112.33
ago-18	55,363	47,832.60	- 7,530.40	7,530.40	13.60	- 13.60
sep-18	28,948	50,091.72	21,143.72	21,143.72	73.04	73.04
			15,927.332	21,486.051	64.457	55.346

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	77,196	77,196.00	-	-	-	-
mar-18	30,026	77,196.00	47,170.00	47,170.00	157.10	157.10
abr-18	51,464	53,611.00	2,147.00	2,147.00	4.17	4.17
may-18	38,598	52,537.50	13,939.50	13,939.50	36.11	36.11
jun-18	65,204	45,567.75	- 19,636.25	19,636.25	30.12	- 30.12
jul-18	26,777	55,385.88	28,608.88	28,608.88	106.84	106.84
ago-18	55,363	41,081.44	- 14,281.56	14,281.56	25.80	- 25.80
sep-18	28,948	48,222.22	19,274.22	19,274.22	66.58	66.58
			11,031.683	20,722.487	60.960	44.985

COUCHÉ 250 BRILLANTE (25 X 38")

Promedio Móvil Simple						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	52,946					
mar-18	70,611					
abr-18	33,565	61,778.50	28,213.50	28,213.50	84.06	84.06
jun-18	18,986	52,088.00	33,102.00	33,102.00	174.35	174.35
jul-18	33,203	26,275.50	- 6,927.50	6,927.50	20.86	- 20.86
sep-18	19,907	26,094.50	6,187.50	6,187.50	31.08	31.08
			15,143.875	18,607.625	77.588	67.156

Promedio Móvil Simple						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	52,946					
mar-18	70,611					
abr-18	33,565					
jun-18	18,986	52,374.00	33,388.00	33,388.00	175.86	175.86
jul-18	33,203	41,054.00	7,851.00	7,851.00	23.65	23.65
sep-18	19,907	28,584.67	8,677.67	8,677.67	43.59	43.59
			16,638.889	16,638.889	81.031	81.031

Promedio Móvil Simple						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	52,946					
mar-18	70,611					
abr-18	33,565					
jun-18	18,986					
jul-18	33,203	44,027.00	10,824.00	10,824.00	32.60	32.60
sep-18	19,907	39,091.25	19,184.25	19,184.25	96.37	96.37
			15,004.125	15,004.125	64.484	64.484

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	52,946					
mar-18	70,611					
abr-18	33,565	60,012.00	26,447.00	26,447.00	78.79	78.79
jun-18	18,986	55,792.60	36,806.60	36,806.60	193.86	193.86
jul-18	33,203	27,733.40	5,469.60	5,469.60	16.47	16.47
sep-18	19,907	24,672.80	4,765.80	4,765.80	23.94	23.94
			15,637.45	18,372.25	78.27	70.03

Ponderaciones

t	w
1	0.6
2	0.4

Promedio Móvil Ponderado						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	52,946					
mar-18	70,611					
abr-18	33,565					
jun-18	18,986	54,197.70	35,211.70	35,211.70	185.46	185.46
jul-18	33,203	40,305.10	7,102.10	7,102.10	21.39	21.39
sep-18	19,907	27,624.80	7,717.80	7,717.80	38.77	38.77
			16,677.20	16,677.20	81.87	81.87

Ponderaciones

t	w
1	0.3
2	0.4
3	0.3

Promedio Móvil Ponderado						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	52,946					
mar-18	70,611					
abr-18	33,565					
jun-18	18,986					
jul-18	33,203	43,872.70	10,669.70	10,669.70	32.13	32.13
sep-18	19,907	40,232.70	20,325.70	20,325.70	102.10	102.10
			15,497.70	15,497.70	67.12	67.12

Ponderaciones

t	w
1	0.3
2	0.2
3	0.3
4	0.2

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	52,946	52,946.00	-	-	-	-
mar-18	70,611	52,946.00	- 17,665.00	17,665.00	25.02	- 25.02
abr-18	33,565	54,712.50	21,147.50	21,147.50	63.00	63.00
jun-18	18,986	52,597.75	33,611.75	33,611.75	177.03	177.03
jul-18	33,203	49,236.58	16,033.58	16,033.58	48.29	48.29
sep-18	19,907	47,633.22	27,726.22	27,726.22	139.28	139.28
			16,170.809	23,236.809	90.525	80.518

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	52,946	52,946.00	-	-	-	-
mar-18	70,611	52,946.00	- 17,665.00	17,665.00	25.02	- 25.02
abr-18	33,565	58,245.50	24,680.50	24,680.50	73.53	73.53
jun-18	18,986	50,841.35	31,855.35	31,855.35	167.78	167.78
jul-18	33,203	41,284.75	8,081.75	8,081.75	24.34	24.34
sep-18	19,907	38,860.22	18,953.22	18,953.22	95.21	95.21
			13,181.163	20,247.163	77.176	67.169

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	52,946	52,946.00				
mar-18	70,611	52,946.00	- 17,665.00	17,665.00	25.02	- 25.02
abr-18	33,565	61,778.50	28,213.50	28,213.50	84.06	84.06
jun-18	18,986	47,671.75	28,685.75	28,685.75	151.09	151.09
jul-18	33,203	33,328.88	125.88	125.88	0.38	0.38
sep-18	19,907	33,265.94	13,358.94	13,358.94	67.11	67.11
			10,543.813	17,609.813	65.530	55.523

CARTULINA C-8 L2 (25 X 38")

Promedio Móvil Simple						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	71,453					
abr-18	19,736					
may-18	24,037	45,594.50	21,557.50	21,557.50	89.68	89.68
jun-18	76,813	21,886.50	- 54,926.50	54,926.50	71.51	- 71.51
jul-18	31,757	50,425.00	18,668.00	18,668.00	58.78	58.78
ago-18	20,988	54,285.00	33,297.00	33,297.00	158.65	158.65
sep-18	14,321	26,372.50	12,051.50	12,051.50	84.15	84.15
			6,129.500	28,100.100	92.555	63.952

Promedio Móvil Simple						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	71,453					
abr-18	19,736					
may-18	24,037					
jun-18	76,813	38,408.67	- 38,404.33	38,404.33	50.00	- 50.00
jul-18	31,757	40,195.33	8,438.33	8,438.33	26.57	26.57
ago-18	20,988	44,202.33	23,214.33	23,214.33	110.61	110.61
sep-18	14,321	43,186.00	28,865.00	28,865.00	201.56	201.56
			5,528.333	24,730.500	97.183	72.185

Promedio Móvil Simple						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	71,453					
abr-18	19,736					
may-18	24,037					
jun-18	76,813					
jul-18	31,757	48,009.75	16,252.75	16,252.75	51.18	51.18
ago-18	20,988	38,085.75	17,097.75	17,097.75	81.46	81.46
sep-18	14,321	38,398.75	24,077.75	24,077.75	168.13	168.13
			19,142.750	19,142.750	100.257	100.257

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	71,453					
abr-18	19,736					
may-18	24,037	50,766.20	26,729.20	26,729.20	111.20	111.20
jun-18	76,813	21,456.40	- 55,356.60	55,356.60	72.07	- 72.07
jul-18	31,757	45,147.40	13,390.40	13,390.40	42.17	42.17
ago-18	20,988	58,790.60	37,802.60	37,802.60	180.12	180.12
sep-18	14,321	27,449.40	13,128.40	13,128.40	91.67	91.67
			7,138.80	29,281.44	99.44	70.62

Ponderaciones

t	w
1	0.6
2	0.4

Promedio Móvil Ponderado						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	71,453					
abr-18	19,736					
may-18	24,037					
jun-18	76,813	41,713.10	- 35,099.90	35,099.90	45.70	- 45.70
jul-18	31,757	38,149.40	6,392.40	6,392.40	20.13	20.13
ago-18	20,988	42,185.80	21,197.80	21,197.80	101.00	101.00
sep-18	14,321	46,548.70	32,227.70	32,227.70	225.04	225.04
			6,179.50	23,729.45	97.97	75.12

Ponderaciones

t	w
1	0.4
2	0.3
3	0.3

Promedio Móvil Ponderado						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	71,453					
abr-18	19,736					
may-18	24,037					
jun-18	76,813					
jul-18	31,757	42,355.00	10,598.00	10,598.00	33.37	33.37
ago-18	20,988	35,276.00	14,288.00	14,288.00	68.08	68.08
sep-18	14,321	46,081.60	31,760.60	31,760.60	221.78	221.78
			18,882.20	18,882.20	107.74	107.74

Ponderaciones

t	w
1	0.2
2	0.4
3	0.2
4	0.2

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	71,453	71,453.00				
abr-18	19,736	71,453.00	51,717.00	51,717.00	262.04	262.04
may-18	24,037	61,109.60	37,072.60	37,072.60	154.23	154.23
jun-18	76,813	53,695.08	- 23,117.92	23,117.92	30.10	- 30.10
jul-18	31,757	58,318.66	26,561.66	26,561.66	83.64	83.64
ago-18	20,988	53,006.33	32,018.33	32,018.33	152.56	152.56
sep-18	14,321	46,602.66	32,281.66	32,281.66	225.41	225.41
			26,088.890	33,794.863	151.330	141.298

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	71,453	71,453.00				
abr-18	19,736	71,453.00	51,717.00	51,717.00	262.04	262.04
may-18	24,037	55,937.90	31,900.90	31,900.90	132.72	132.72
jun-18	76,813	46,367.63	- 30,445.37	30,445.37	39.64	- 39.64
jul-18	31,757	55,501.24	23,744.24	23,744.24	74.77	74.77
ago-18	20,988	48,377.97	27,389.97	27,389.97	130.50	130.50
sep-18	14,321	40,160.98	25,839.98	25,839.98	180.43	180.43
			21,691.120	31,839.576	136.684	123.472

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	71,453	71,453.00				
abr-18	19,736	71,453.00	51,717.00	51,717.00	262.04	262.04
may-18	24,037	45,594.50	21,557.50	21,557.50	89.68	89.68
jun-18	76,813	34,815.75	- 41,997.25	41,997.25	54.67	- 54.67
jul-18	31,757	55,814.38	24,057.38	24,057.38	75.75	75.75
ago-18	20,988	43,785.69	22,797.69	22,797.69	108.62	108.62
sep-18	14,321	32,386.84	18,065.84	18,065.84	126.15	126.15
			16,033.026	30,032.109	119.488	101.263

BOND 24 (25 X 38")

Promedio Móvil Simple						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	76,352					
abr-18	70,713					
may-18	79,128	73,532.50	- 5,595.50	5,595.50	7.07	- 7.07
jun-18	67,900	74,920.50	7,020.50	7,020.50	10.34	10.34
jul-18	54,046	73,514.00	19,468.00	19,468.00	36.02	36.02
ago-18	100,970	60,973.00	- 39,997.00	39,997.00	39.61	- 39.61
sep-18	69,838	77,508.00	7,670.00	7,670.00	10.98	10.98
			- 2,286.800	15,950.200	20.805	2.132

Promedio Móvil Simple						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	76,352					
abr-18	70,713					
may-18	79,128					
jun-18	67,900	75,397.67	7,497.67	7,497.67	11.04	11.04
jul-18	54,046	72,580.33	18,534.33	18,534.33	34.29	34.29
ago-18	100,970	67,024.67	- 33,945.33	33,945.33	33.62	- 33.62
sep-18	69,838	74,305.33	4,467.33	4,467.33	6.40	6.40
			- 861.500	16,111.167	21.338	4.528

Promedio Móvil Simple						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	76,352					
abr-18	70,713					
may-18	79,128					
jun-18	67,900					
jul-18	54,046	73,523.25	19,477.25	19,477.25	36.04	36.04
ago-18	100,970	67,946.75	- 33,023.25	33,023.25	32.71	- 32.71
sep-18	69,838	75,511.00	5,673.00	5,673.00	8.12	8.12
			- 2,624.333	19,391.167	25.622	3.818

Promedio Móvil Simple						
N=5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	-					
mar-18	76,352					
abr-18	70,713					
may-18	79,128					
jun-18	67,900					
jul-18	54,046					
ago-18	100,970	69,627.80	- 31,342.20	31,342.20	31.04	- 31.04
sep-18	69,838	74,551.40	4,713.40	4,713.40	6.75	6.75
			-13,314.400	18,027.800	18.895	- 12.146

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	76,352					
abr-18	70,713					
may-18	79,128	72,968.60	- 6,159.40	6,159.40	7.78	- 7.78
jun-18	67,900	75,762.00	7,862.00	7,862.00	11.58	11.58
jul-18	54,046	72,391.20	18,345.20	18,345.20	33.94	33.94
ago-18	100,970	59,587.60	- 41,382.40	41,382.40	40.98	- 40.98
sep-18	69,838	82,200.40	12,362.40	12,362.40	17.70	17.70
			- 1,794.44	17,222.28	22.40	2.89

Ponderaciones

t	w
1	0.4
2	0.6

Promedio Móvil Ponderado						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	76,352					
abr-18	70,713					
may-18	79,128					
jun-18	67,900	76,334.60	8,434.60	8,434.60	12.42	12.42
jul-18	54,046	71,270.80	17,224.80	17,224.80	31.87	31.87
ago-18	100,970	66,849.60	- 34,120.40	34,120.40	33.79	- 33.79
sep-18	69,838	78,357.20	8,519.20	8,519.20	12.20	12.20
			14.55	17,074.75	22.57	5.67

Ponderaciones

t	w
1	0.4
2	0.2
3	0.4

Promedio Móvil Ponderado						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	76,352					
abr-18	70,713					
may-18	79,128					
jun-18	67,900					
jul-18	54,046	72,402.30	18,356.30	18,356.30	33.96	33.96
ago-18	100,970	67,956.10	- 33,013.90	33,013.90	32.70	- 32.70
sep-18	69,838	79,804.00	9,966.00	9,966.00	14.27	14.27
			- 1,563.87	20,445.40	26.98	5.18

Ponderaciones

t	w
1	0.3
2	0.3
3	0.1
4	0.3

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	76,352	76,352.00	-	-	-	-
abr-18	70,713	76,352.00	5,639.00	5,639.00	7.97	7.97
may-18	79,128	75,224.20	- 3,903.80	3,903.80	4.93	- 4.93
jun-18	67,900	76,004.96	8,104.96	8,104.96	11.94	11.94
jul-18	54,046	74,383.97	20,337.97	20,337.97	37.63	37.63
ago-18	100,970	70,316.37	- 30,653.63	30,653.63	30.36	- 30.36
sep-18	69,838	76,447.10	6,609.10	6,609.10	9.46	9.46
			1,022.267	12,541.409	17.050	5.285

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	76,352	76,352				
abr-18	70,713	76,352.00	5,639.00	5,639.00	7.97	7.97
may-18	79,128	74,660.30	- 4,467.70	4,467.70	5.65	- 5.65
jun-18	67,900	76,000.61	8,100.61	8,100.61	11.93	11.93
jul-18	54,046	73,570.43	19,524.43	19,524.43	36.13	36.13
ago-18	100,970	67,713.10	- 33,256.90	33,256.90	32.94	- 32.94
sep-18	69,838	77,690.17	7,852.17	7,852.17	11.24	11.24
			565.268	13,140.135	17.643	4.782

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
mar-18	76,352	76,352				
abr-18	70,713	76,352.00	5,639.00	5,639.00	7.97	7.97
may-18	79,128	73,532.50	- 5,595.50	5,595.50	7.07	- 7.07
jun-18	67,900	76,330.25	8,430.25	8,430.25	12.42	12.42
jul-18	54,046	72,115.13	18,069.13	18,069.13	33.43	33.43
ago-18	100,970	63,080.56	- 37,889.44	37,889.44	37.53	- 37.53
sep-18	69,838	82,025.28	12,187.28	12,187.28	17.45	17.45
			140.120	14,635.099	19.312	4.446

CARTULINA C-12 L2 (24 X 36")

Promedio Móvil Simple						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00					
mar-18	3,759.00					
abr-18	57,802.00	14,724.50	- 43,077.50	43,077.50	74.53	- 74.53
may-18	19,201.00	30,780.50	11,579.50	11,579.50	60.31	60.31
jun-18	23,543.00	38,501.50	14,958.50	14,958.50	63.54	63.54
ago-18	37,672.00	21,372.00	- 16,300.00	16,300.00	43.27	- 43.27
sep-18	12,462.00	30,607.50	18,145.50	18,145.50	145.61	145.61
			- 2,938.800	20,812.200	77.449	30.331

Promedio Móvil Simple						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00					
mar-18	3,759.00					
abr-18	57,802.00					
may-18	19,201.00	29,083.67	9,882.67	9,882.67	51.47	51.47
jun-18	23,543.00	26,920.67	3,377.67	3,377.67	14.35	14.35
ago-18	37,672.00	33,515.33	- 4,156.67	4,156.67	11.03	- 11.03
sep-18	12,462.00	26,805.33	14,343.33	14,343.33	115.10	115.10
			5,861.750	7,940.083	47.987	42.470

Promedio Móvil Simple						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00					
mar-18	3,759.00					
abr-18	57,802.00					
may-18	19,201.00					
jun-18	23,543.00	26,613.00	3,070.00	3,070.00	13.04	13.04
ago-18	37,672.00	26,076.25	- 11,595.75	11,595.75	30.78	- 30.78
sep-18	12,462.00	34,554.50	22,092.50	22,092.50	177.28	177.28
			4,522.250	12,252.750	73.700	53.179

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00					
mar-18	3,759.00					
abr-18	57,802.00	16,917.60	- 40,884.40	40,884.40	70.73	- 70.73
may-18	19,201.00	25,376.20	6,175.20	6,175.20	32.16	32.16
jun-18	23,543.00	42,361.60	18,818.60	18,818.60	79.93	79.93
ago-18	37,672.00	20,937.80	- 16,734.20	16,734.20	44.42	- 44.42
sep-18	12,462.00	29,194.60	16,732.60	16,732.60	134.27	134.27
			- 3,178.44	19,869.00	72.30	26.24

Ponderaciones

t	w
1	0.6
2	0.4

Promedio Móvil Ponderado						
N=3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00					
mar-18	3,759.00					
abr-18	57,802.00					
may-18	19,201.00	27,569.30	8,368.30	8,368.30	43.58	43.58
jun-18	23,543.00	36,957.30	13,414.30	13,414.30	56.98	56.98
ago-18	37,672.00	24,797.90	- 12,874.10	12,874.10	34.17	- 34.17
sep-18	12,462.00	28,760.40	16,298.40	16,298.40	130.78	130.78
			6,301.73	12,738.78	66.38	49.29

Ponderaciones

t	w
1	0.1
2	0.5
3	0.4

Promedio Móvil Ponderado						
N=4			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00					
mar-18	3,759.00					
abr-18	57,802.00					
may-18	19,201.00					
jun-18	23,543.00	26,694.70	3,151.70	3,151.70	13.39	13.39
ago-18	37,672.00	17,000.90	- 20,671.10	20,671.10	54.87	- 54.87
sep-18	12,462.00	28,077.80	15,615.80	15,615.80	125.31	125.31
			- 634.53	13,146.20	64.52	27.94

Ponderaciones

t	w
1	0.2
2	0.1
3	0.3
4	0.2

Promedio Móvil Ponderado						
N=5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00					
mar-18	3,759.00					
abr-18	57,802.00					
may-18	19,201.00					
jun-18	23,543.00					
ago-18	37,672.00	28,829.60	- 8,842.40	8,842.40	23.47	- 23.47
sep-18	12,462.00	31,548.90	19,086.90	19,086.90	153.16	153.16
			5,122.25	13,964.65	88.32	64.84

Ponderaciones

t	w
1	0.2
2	0.2
3	0.1
4	0.3
5	0.2

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00	25,690.00	-	-	-	-
mar-18	3,759.00	25,690.00	21,931.00	21,931.00	583.43	583.43
abr-18	57,802.00	21,303.80	- 36,498.20	36,498.20	63.14	- 63.14
may-18	19,201.00	28,603.44	9,402.44	9,402.44	48.97	48.97
jun-18	23,543.00	26,722.95	3,179.95	3,179.95	13.51	13.51
ago-18	37,672.00	26,086.96	- 11,585.04	11,585.04	30.75	- 30.75
sep-18	12,462.00	28,403.97	15,941.97	15,941.97	127.92	127.92
			395.354	16,423.100	144.620	113.322

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.3			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00	25,690.00	-	-	-	-
mar-18	3,759.00	25,690.00	21,931.00	21,931.00	583.43	583.43
abr-18	57,802.00	19,110.70	- 38,691.30	38,691.30	66.94	- 66.94
may-18	19,201.00	30,718.09	11,517.09	11,517.09	59.98	59.98
jun-18	23,543.00	27,262.96	3,719.96	3,719.96	15.80	15.80
ago-18	37,672.00	26,146.97	- 11,525.03	11,525.03	30.59	- 30.59
sep-18	12,462.00	29,604.48	17,142.48	17,142.48	137.56	137.56
			682.368	17,421.143	149.050	116.539

Suavización Exponencial Simple						
Alfa = 0.5			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	25,690.00	25,690.00	-	-	-	-
mar-18	3,759.00	25,690.00	21,931.00	21,931.00	583.43	583.43
abr-18	57,802.00	14,724.50	- 43,077.50	43,077.50	74.53	- 74.53
may-18	19,201.00	36,263.25	17,062.25	17,062.25	88.86	88.86
jun-18	23,543.00	27,732.13	4,189.13	4,189.13	17.79	17.79
ago-18	37,672.00	25,637.56	- 12,034.44	12,034.44	31.95	- 31.95
sep-18	12,462.00	31,654.78	19,192.78	19,192.78	154.01	154.01
			1,210.536	19,581.182	158.427	122.937

CARTULINA PERLADA BLANCO 230GR (30 X 40")

Promedio Móvil Simple						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	21,392.00					
abr-18	27,488.00					
jun-18	16,092.00	24,440.00	8,348.00	8,348.00	51.88	51.88
ago-18	22,085.00	21,790.00	- 295.00	295.00	1.34	- 1.34
			4,026.500	4,321.500	26.606	25.270

Promedio Móvil Ponderado						
N=2			Errores del Pronóstico			
Mes	Demanda	Pronóstico	Error	DAM	PEMA	PMA
feb-18	21,392.00					
abr-18	27,488.00					
jun-18	16,092.00	22,611.20	6,519.20	6,519.20	40.51	40.51
ago-18	22,085.00	25,208.80	3,123.80	3,123.80	14.14	14.14
			4,821.50	4,821.50	27.33	27.33

Ponderaciones

t	w
1	0.8
2	0.2