



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN PARA LA LÍNEA DE
ACCESORIOS CERÁMICOS DE BAÑO, MEDIANTE EL MÉTODO MRP II
EN LA EMPRESA EDESA S.A



AUTOR

Gabriel Enrique Tituana Tituana

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN PARA LA LÍNEA DE
ACCESORIOS CERÁMICOS DE BAÑO, MEDIANTE EL MÉTODO MRP
II EN LA EMPRESA EDESA S.A

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

MBA. Daniel Augusto Burbano Flores

Autor

Gabriel Enrique Tituana Tituana

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Daniel Augusto Burbano Flores
Master of Business Administration
C.I.: 1713696472

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

Roque Alejandro Morán Gortaire
Master of Science
C.I.: 1704903317

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigente”.

Gabriel Enrique Tituana Tituana

C.I.: 1206437665

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores, a mi tutor y a Edesa por darme la oportunidad de iniciar mi carrera.

DEDICATORIA

A Dios por darme todo (vuelve pronto), a mis padres y hermanas por ser mi apoyo en todo momento, a mis amigos por ser parte de esta hermosa carrera.

RESUMEN

EDESA S.A, es una empresa manufacturera dedicada a la producción, comercialización y exportación de porcelana sanitaria y grifería. Su participación en el mercado nacional es de alrededor de 54% en sanitarios y en 36% en grifería, bañeras y complementos. La planta de producción se encuentra ubicada en la ciudad de Quito – Ecuador.

El objetivo principal del presente trabajo de titulación es plantear una propuesta mediante la metodología MRP II, que pueda simular una planificación eficiente y eficaz de los distintos recursos que emplea Edesa para fabricar los accesorios cerámicos al menor coste posible. De tal forma que pueda reducirse el nivel de inventarios en procesos, y a la vez aumentar el nivel de servicio de entregas de producto terminado a la bodega. El nivel de servicio actual es del 67%; y, se proyecta alcanzar el 85%.

Se realizarán levantamientos de los procesos actuales de planificación, los cuales serán las áreas de vaciado, esmaltado, quema e inspección final & embalaje. También se evaluará la gestión actual de los niveles de inventarios y los abastecimientos de suministros.

Después de evaluar los distintos procesos actuales de planificación, se plantearán niveles óptimos de inventarios; un método técnico para realizar los pronósticos de demanda; un plan maestro de producción; un plan de requerimientos de materiales y capacidades. De tal forma, que se logre fabricar realmente lo que el cliente demanda, reducir los desabastecimientos y realizar simulaciones de capacidades finita o infinita.

Finalmente, se concluirá con un análisis sobre los beneficios económicos como la reducción de inventarios en procesos del 41%; aumento del nivel de servicio del 18% de entregas a tiempo a la bodega de producto terminado; y, un aumento de la utilidad operacional del 3%.

ABSTRACT

This final project was performed in a manufacturing company called EDESA S.A that produces and commercialize sanitary porcelain and bathroom fittings. His participation in the national market is about of 54% in sanitary toilets and 36% in bathroom fittings, bathtub and bathroom accessories.

The principal objective of this thesis is pretend a proposal through the methodology called MRP II, that pretend simulate a efficient and effective planning, using all the necessary resources to produce the porcelain bathroom accessories at the lowest price possible. Trying to reduce the inventory level and improve the service level in the finished product warehouse. The service level is 67% but the objective is reach 86%.

The processes that will be analyze are: casting section, glazed section, kiln section and final inspection & packing. Also the inventory level and the supply chain management will be analyzed.

The result of the studies will set up: an optimal forecast method, a master production schedule, a material requirements planning and a capacity requirements planning. Expecting to produce only the real necessities of the customers, an reduction the inventory shortage and make simulations of infinite or finite capacity.

Finally, the results of economic profits will proof: reduce the inventory at 41%, an improvement of 18% service level on the final product in the warehouse and improve the operations profits at 3%.

ÍNDICE

1. Capítulo I. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Descripción de la empresa.....	2
1.3 Definición del problema.....	5
1.4 Alcance.....	11
1.5 Justificación.....	11
1.6 Objetivos.....	13
1.6.1 Objetivo general.....	13
1.6.2 Objetivos específicos.....	13
2. Capítulo II. Revisión bibliográfica	13
2.1 Sistema MRP II	13
2.1.1 Definición.....	13
2.1.2 Importancia MRP II.....	14
2.1.3 Estructura del MRP II.....	15
2.1.4 Salidas del MRP II	18
2.2 Gestión de la Producción.....	18
2.2.1 Plan agregado de la producción (PAP).....	19
2.2.2 Plan maestro de producción (MPS).....	20
2.3 Pronósticos de demanda	22
2.3.1 Métodos cualitativos.	24
2.3.2 Métodos cuantitativos: series de tiempo.....	25
2.3.3 Errores de pronóstico	28

2.4	Planificación de requerimientos de materiales (MRP)	30
2.4.1	Definición	30
2.4.2	Estructura del MRP	31
2.4.3	Explosion del MRP	32
2.5	Planificación de requerimientos de capacidad (CRP).....	34
2.5.1	Definición	34
2.5.2	Lista de capacidad.....	35
2.5.3	Desarrollo	36
2.5.4	Decisiones de capacidad.....	36
2.6	Control de inventarios	38
2.6.1	Definición de inventario	38
2.6.2	Costos del inventario	38
2.6.3	Puntos de reorden e inventarios óptimos de seguridad.....	39
3.	Capítulo III. Estructura organizacional	41
3.1	Organigrama	42
3.2	Misión	44
3.3	Visión	44
3.4	Mapa de procesos	44
3.5	Levantamientos de procesos	46
3.5.1	Planificación para productos de exportación	49
3.5.2	Planificación para productos de mercado nacional.....	50
3.5.3	Proceso Productivos.....	51
3.5.4	Procesos de compra.....	60
3.6	Gestión de inventarios y abastecimientos de suministros	62

4.	Capítulo IV. Propuestas de mejora	65
4.1	Selección método de pronóstico	65
4.2	Diseño del MPS	78
4.3	Diseño del MRP	81
4.3.1	Árbol de materiales.....	81
4.3.2	Cálculos de puntos de reorden y stock de seguridad	86
4.3.3	Explosión MRP	91
4.4	Planificación de requerimientos capacidad	105
4.5	Flujograma del sistema que simule una planificación eficiente y eficaz.....	127
5.	Capítulo V. Beneficios económicos	131
5.1	Reducción de capital de trabajo.....	131
5.2	Aumento del nivel de servicio	134
5.3	Aumento del porcentaje de utilidad	136
6.	Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones	138
6.1	Conclusiones	138
6.2	Recomendaciones.....	141
	REFERENCIAS	144
	ANEXOS	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Catalogo Sanitarios.....	3
Figura 2. Catalogo Lavamanos.....	4
Figura 3. Catalogo Grifería.....	4
Figura 4. Catalogo accesorios cerámicos de baño.....	5
Figura 5. Jabonera Adhesivos SSQM8121130000.....	7
Figura 6. Jabonera Decco SSQM8121130000.....	7
Figura 7. Papelera Adhesivos SSQM8131130000.....	8
Figura 8. Papelera Decco SSQM8886130000.....	8
Figura 9. Toallero Adhesivos SSQM8162130000.....	8
Figura 10. Gancho SSQM8812130000.....	9
Figura 11. CICLO MRP 2 1.....	17
Figura 12. Entradas del PAP.....	20
Figura 13. Entradas y salidas del PAP.....	21
Figura 14. Patrones de demanda.....	24
Figura 15. Entradas y salidas de un MRP.....	30
Figura 16. Árbol estructural del producto.....	31
Figura 17. Balance capacidad finita.....	38
Figura 18. Modelo de cantidad de pedido fija.....	40
Figura 19. Organigrama de Edesa S.A.....	43
Figura 20. Mapa de procesos de Edesa S.A.....	45
Figura 21. Diagrama de flujo planificación para productos de exportación.....	50
Figura 22. Diagrama de flujo planificación mercado nacional.....	51
Figura 23. Proceso global de producción.....	52
Figura 24. Flujograma reabastecimiento de materias primas.....	53
Figura 25. Flujograma preparación pasta.....	54
Figura 26. Flujograma Planificación vaciado.....	55
Figura 27. Flujograma vaciado.....	56
Figura 28. Flujograma planificación esmaltado.....	57
Figura 29. Flujograma quema.....	58
Figura 30. Flujograma planificación Inspección final y embalaje.....	60
Figura 31. Flujograma procesos de compra.....	61
Figura 32. Comportamientos de niveles de stock componente 659383.....	64
Figura 33. Comportamientos de niveles de stock componente 659930.....	64
Figura 34. Patrón de ventas de los accesorios cerámicos.....	67
Figura 35. Pronostico promedio móvil.....	69
Figura 36. Pronostico promedio móvil ponderado.....	71
Figura 37. Pronostico suavizado exponencial con un alfa de 0,1.....	73
Figura 38. Pronostico suavizado exponencial con un alfa de 0,5.....	75

<i>Figura 39.</i> Pronostico suavizado exponencial con un alfa de 0,9.....	77
<i>Figura 40.</i> Modelo CS0081121301VA.....	79
<i>Figura 41.</i> Árbol de materiales del producto CS0081121301VA.	84
<i>Figura 42.</i> Capacidad vs requerimiento inspección y embalaje.....	111
<i>Figura 43.</i> Capacidad vs requerimiento quema.....	111
<i>Figura 44.</i> Capacidad vs requerimiento esmaltado.	111
<i>Figura 45.</i> Capacidad vs requerimiento vaciado - EVG1M019.....	112
<i>Figura 46.</i> Capacidad vs requerimiento vaciado - EVG1M018.....	112
<i>Figura 47.</i> Capacidad vs requerimiento vaciado - EVG1M016 / EVG1M012 .	112
<i>Figura 48.</i> Capacidad infinita vs requerimiento inspección y embalaje	115
<i>Figura 49.</i> Capacidad infinita vs requerimiento quema	115
<i>Figura 50.</i> Capacidad infinita vs requerimiento esmaltado.....	115
<i>Figura 51.</i> Capacidad infinita vs requerimiento vaciado - EVG1M019	116
<i>Figura 52.</i> Capacidad infinita vs requerimiento vaciado - EVG1M018	116
<i>Figura 53.</i> Capacidad infinita vs requerimiento vaciado - EVG1M016 / EVG1M012.....	116
<i>Figura 54.</i> Capacidad finita vs requerimiento inspección final y embalaje	123
<i>Figura 55.</i> Capacidad finita vs requerimiento quema	124
<i>Figura 56.</i> Capacidad finita vs requerimiento esmaltado.....	124
<i>Figura 57.</i> Capacidad finita vs requerimiento vaciado EVG1M019	125
<i>Figura 58.</i> Capacidad finita vs requerimiento vaciado EVG1M018	125
<i>Figura 59.</i> Capacidad finita vs requerimiento vaciado EVG1M016 /12	126
<i>Figura 60.</i> Propuesta flujograma MRP II	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingresos reales a bodega versus lo planificado.....	6
Tabla 2. Productos de la familia de accesorios	9
Tabla 3. Árbol de definición del problema	10
Tabla 4. Plantilla MPS	22
Tabla 5. Plantilla resumen arbol de producto	32
Tabla 6. Plantilla MRP	33
Tabla 7. Plantilla hoja de ruta	35
Tabla 8. Simbología diagramas de flujo ANSI.	47
Tabla 9. Códigos de procesos de planificación	48
Tabla 10. Documentos de los procesos de planificación.....	49
Tabla 11. Niveles de inventario por mes en unidades.....	63
Tabla 12. Ventas en cantidades por meses	66
Tabla 13. Cálculo promedio móvil	68
Tabla 14. Cálculos promedio móviles ponderados.....	70
Tabla 15. Cálculo suavizado exponencial con un alfa de 0,1	72
Tabla 16. Cálculo suavizado exponencial con un alfa de 0,5	74
Tabla 17. Calculo suavizado exponencial con un alfa de 0,9	76
Tabla 18. Resumen pronósticos de demanda	77
Tabla 19. Productos de la familia de accesorios	78
Tabla 20. Forecast por modelo CS0081121301VA	79
Tabla 21. Plan maestro de producción (MPS).....	80
Tabla 22. Lista de materiales teórica.....	81
Tabla 23. Lista de materiales corregida.	82
Tabla 24. Lead times de producción y lotes para la explosión del MRP.	85
Tabla 25. Tiempos de aprovisionamiento solo para el modelo CS0081121301VA.....	86
Tabla 26. Existencias óptimas para el producto CS0081121301VA	89
Tabla 27. Puntos de reorden solo para el producto CS0081121301VA	90
Tabla 28. Inventarios iniciales	92
Tabla 29. Resumen MPS, entrada para el MRP	93
Tabla 30. Explosión CS0081121301VA	93
Tabla 31. Explosión componente 655937	94
Tabla 32. Explosión componente 659869	94
Tabla 33. Explosión componente SSIQ8131130000.....	95
Tabla 34. Explosión componente 633125	95
Tabla 35. Explosión componente SSIQ8121130000.....	96

Tabla 36. Explosión componente SSIQ8162130000.....	96
Tabla 37. Explosión componente SSIQ8812130000.....	97
Tabla 38. Explosión componente 660014	97
Tabla 39. Explosión componente SSQM8131130000.....	98
Tabla 40. Explosión componente SSQM8121130000.....	98
Tabla 41. Explosión componente SSQM8162130000.....	99
Tabla 42. Explosión componente SSQM8812130000.....	99
Tabla 43. Explosión componente SSES8131130000.....	100
Tabla 44. Explosión componente SSES8121130000.....	100
Tabla 45. Explosión componente SSES8162130000.....	101
Tabla 46. Explosión componente SSES8812130000.....	101
Tabla 47. Explosión componente SSVA8131000000.....	102
Tabla 48. Explosión componente SSVA8121000000.....	102
Tabla 49. Explosión componente SSVA8162000000.....	103
Tabla 50. Explosión componente SSVA8812000000.....	103
Tabla 51. Resultados requerimientos netos MRP	104
Tabla 52. Hoja de ruta producto CS0081121301VA	106
Tabla 53. Capacidades de tiempo de un turno de trabajo	107
Tabla 54. Capacidades por centro de trabajo	108
Tabla 55. Requerimientos expresados en minutos	110
Tabla 56. Requerimientos balanceados acorde a capacidad infinita.....	114
Tabla 57. Horas extras CRP (capacidad finita)	118
Tabla 58. Resumen de costos por horas extras (capacidad infinita)	119
Tabla 59. Reprogramación MPS acorde a capacidad finita	120
Tabla 60. Resultados nueva Explosión MRP acorde a capacidad finita.....	121
Tabla 61. Requerimientos de capacidad finita balanceada	122
Tabla 62. Codificación nuevos documentos.....	129
Tabla 63. Componentes que se utilizan en todos los modelos.....	132
Tabla 64. Reducción del nivel en inventarios	133
Tabla 65. Reducción de capital de trabajo	134
Tabla 66. Resumen costos reducción de inventarios	134
Tabla 67. Ingresos teóricos por aumento de nivel servicio.....	135
Tabla 68. Descripción ahorros por reducción de inventarios.....	136
Tabla 69. Descripción ingresos potenciales por aumento del nivel de servicio	137
Tabla 70. Cálculo nuevo porcentaje de utilidad.....	137
Tabla 71. Ganancia extra por unidad en ventas.....	138

1. Capítulo I. Introducción

1.1 Antecedentes

Actualmente los mercados son cada vez más variantes, competitivos y complejos, ya sea por depreciaciones de monedas, políticas gubernamentales o incertidumbre de globalización, es de vital importancia para las empresas saber administrar sus recursos de manera eficiente y eficaz. Resulta importante para las empresas cuestionarse lo siguiente: “vender más para incrementar sus utilidades y administrar mejor sus recursos para reducir costos ya sea materiales, humanos, financieros y tecnológicos”.

Es el caso de EDESA S.A, una empresa manufacturera dedicada a la producción, comercialización y exportación de porcelana sanitaria, la misma que se preocupa por los dos aspectos mencionados, vender productos de calidad y hacer más con menos. Al desarrollar sus operaciones en un país dolarizado y con una cartera de clientes en el exterior específicamente en el Grupo Andino, las depreciaciones de moneda en el exterior hacen que los productos sean costosos para sus clientes, lo que obliga a reducir su margen de ganancia o bajar sus costos de producción para poder fabricar un producto más barato que pueda ser competitivo en dichos mercados. Es decir administrar sus recursos de manera eficiente y eficaz.

Edesa en la última década ha tenido un importante crecimiento de sus recursos y ventas, en el año 2005 conjuntamente con la corporación CISA Holding, de la cual Edesa es parte, llegan a adquirir el ERP de SAP en su módulo productivo, con el fin de administrar correctamente los recursos de Edesa y Fanaloza, esta última es una empresa chilena que también forma parte de la corporación.

Actualmente SAP es utilizado para generar movimientos transaccionales en los distintos procesos de producción, ventas, recursos humanos, finanzas,

logística, costeo de productos. Pero el ERP no es utilizado para: planificar la producción, realizar pronósticos, realizar cálculos de stocks de seguridad, o colocar ordenes de producción y que se realice cálculos de cuanto, cuando y que debo producir para cumplir con mi demanda. El no ser eficientes y eficaces en su planificación provoca un alto nivel de inventario en proceso y diferencias de los mismo, también se genera atrasos de en los pedidos de los clientes y constantes desabastecimientos en la cadena de suministros. Es por eso que surge la propuesta de un sistema de planificación mediante el método MRP II para la línea de accesorios cerámicos de baño, el cual será un piloto para poder implementarlos en toda la planta con sus productos principales que son los artefactos sanitarios.

1.2 Descripción de la empresa

Edesa S.A es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos de porcelana sanitaria y grifería de alta tecnología, fue fundada en 1974 con la participación de inversionistas ecuatorianos y venezolanos. En 1986 realiza su primera exportación a Estados Unidos, Centro América y al Grupo Andino. En 1994 Edesa formó parte de la corporación CISA. En 1998 la empresa obtuvo la certificación ISO 9001 en sanitarios y entablo alianzas estratégicas con BRIGGS. En 2011 alcanza certificaciones OHSAS 18001 e ISO 14001. En el 2012 Edesa se convirtió en socio comercial de TOTO®, para ser productor de sanitarios con la empresa japonesa más grande del mundo en desarrollo tecnológico y producción para la línea de baños, dicha empresa produce alrededor de treinta millones de piezas sanitarias cada año, con ventas globales de alrededor de 5,6 billones. En el 2014 Edesa consigue el sello “Primero Ecuador” y es reconocida como la mejor empresa en innovación tecnológica por la Federación Ecuatoriana de Exportadores (Fedexpor). En el 2016 obtiene la certificación ISO 9001 en Grifería. El 40% de su producción es destinada para exportación mientras que el 60% es dedicado para el mercado

nacional. Actualmente está conformado por alrededor de mil trabajadores siendo su participación en el mercado nacional de alrededor de 54% en sanitarios y en 36% en grifería, bañeras y complementos. La empresa atiende mercados como: Canadá, Estados Unidos, Centro América, Colombia, Perú, y otros países de América del Sur. La planta de producción se encuentra localizada en la Av. Morán Valverde Oe3-191 y Tnte. Hugo Ortiz. A continuación se detallan algunos productos que ofrece EDESA S.A. (Edesa, sf)



Figura 1. Catalogo Sanitarios.

Tomado de Edesa, s.f.



Figura 2. Catalogo Lavamanos.

Tomado de Edesa, s.f.



Figura 3. Catalogo Grifería.

Tomado de Edesa, s.f.



Figura 4. Catalogo accesorios cerámicos de baño.

Tomado de Edesa, s.f.

1.3 Definición del problema

La definición del problema se apoyará en la metodología del pensamiento lógico cuyos pasos son: comprender, observar, actuar y mejorar. Para esta fase de definición solo se utilizara los dos primeros pasos. Luego, en base a una herramienta llamada “árbol de definición del problema”, se entregará como resultado una definición del problema del tipo SMART (específico y medible) (Gortaire, s.f.)

Observar:

En la siguiente tabla se puede apreciar como en un los últimos tres meses se han generado diferencias entre lo planificado y lo realmente ingresado a la bodega.

Tabla 1.

Ingresos reales a bodega versus lo planificado.

MODELO	JUNIO PLAN	JUNIO INGRESO BODEGA	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	JULIO PLAN	JULIO INGRESO BODEGA	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	AGOSTO PLAN	AGOSTO INGRESO BODEGA	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO
CS0081030171CE	0	0	-	0	0	-	40	0	0%
CS0081030541CE	0	0	-	0	0	-	40	0	0%
CS0081031301CE	75	0	0%	400	0	0%	200	0	0%
CS0081037221CE	0	0	-	0	0	-	15	0	0%
CS0081037331CE	100	0	0%	300	57	19%	120	0	0%
CS0081120161VA	20	44	220%	98	0	0%	30	0	0%
CS0081120171VA	0	0	-	94	8	9%	134	75	56%
CS0081120541VA	0	23	123%	0	0	-	0	0	-
CS0081120611VA	0	0	-	40	20	50%	0	0	-
CS0081120731VA	90	26	29%	60	20	33%	0	0	-
CS0081121301VA	30	15	50%	700	193	28%	400	183	46%
CS0081127221VA	0	0	-	34	20	59%	34	0	0%
CS0081127331VA	0	45	145%	250	112	45%	100	92	92%
CS0081120551VA	0	29	129%	0	0	-	200	51	26%
CS0081120131VA	0	0	-	120	1	1%	280	120	43%
CS0081120901VA	0	0	-	0	0	-	200	43	22%
CS0088040541BO	0	0	-	0	0	-	100	0	0%
CS0088040161BO	345	228	66%	0	0	-	0	0	-
CS0088048501BO	561	240	43%	0	0	-	0	0	-
CS0088041301BA	391	0	0%	1220	2016	165%	1200	828	69%
CS0088041301BO	3120	1308	42%	0	300	300%	3810	2810	74%
CS0088047331BO	0	0	-	0	0	-	0	120	120%
CS0088031301BA	160	0	0%	200	200	100%	0	0	-
CS0088030171VA	0	0	-	120	40	33%	40	29	73%
CS0088030541VA	0	0	-	20	0	0%	10	0	0%
CS0088030651VA	0	0	-	120	40	33%	40	0	0%
CS0088031301VA	2680	2816	105%	2158	1590	74%	1250	467	37%
CS0088037221VA	0	0	-	0	0	-	0	310	310%
CS0088037331VA	1480	1166	79%	1480	800	54%	0	59	159%
CS0088120171VA	0	0	-	200	42	21%	40	60	150%
CS0088120541VA	0	0	-	20	24	120%	10	40	400%
CS0088120651VA	0	0	-	80	45	56%	40	46	115%
CS0088120731VA	0	0	-	80	40	50%	40	55	138%
CS0088121301VA	0	60	160%	200	150	75%	0	0	-
CS0088127331VA	0	0	-	200	192	96%	100	0	0%
Total			74%			59%			69%
Promedio total	67%								

Comprender:

Los componentes tales como jaboneras, papeleras, porta rollos, ganchos, en su conjunto de combinaciones y colores forman distintos modelos que a su vez están agrupados en una familia de productos llamados accesorios cerámicos

de baño.

Los componentes se muestran en las figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10 los cuales en sus distintas combinaciones dan lugar a los 6 modelos que conforman la familia de accesorios cerámicos de baño.



Figura 5. Jabonera Adhesivos SSQM8121130000



Figura 6. Jabonera Decco SSQM8121130000



Figura 7. Papelerera Adhesivos SSQM8131130000



Figura 8. Papelerera Decco SSQM8886130000



Figura 9. Toallero Adhesivos SSQM8162130000



Figura 10. Gancho SSQM8812130000

La familia de accesorios cerámicos esta agrupada en dos subfamilias denominadas AHESIVOS Y DECCO. En la siguiente tabla se puede apreciar los modelos clasificados por subfamilias.

Tabla 2.

Productos de la familia de accesorios

SUBFAMILIA	PRODUCTO	CAJA	COMBINACIONES POR COLOR
ADHESIVOS	CS008112	VA	17
ADHESIVOS	CS008803	VA	11
DECCO	CS008803	BA	4
DECCO	CS008804	BA/BO	7
DECCO	CS008812	VA	12
DECCO	CS008103	CE	13

Para comprender algunas interrogantes con la planificación en la línea de accesorios cerámicos, se entabló una reunión con el planificador de la producción. En la cual se logró desarrollar el siguiente árbol de definición del problema:

Tabla 3.

Árbol de definición del problema

¿Qué es el problema?	Incumplimientos en las fechas planificadas de ingresos a bodega de producto terminado para poder despachar.
¿Por qué es un problema?	Si no se despacha los accesorios cerámicos se deja de vender productos estrella. Bodega no puede cargar los contenedores, retrasa los despachos.
¿Dónde se presenta el problema?	En los centros de trabajo que no reciben requerimientos de producción de fechas y cantidades con la suficiente previsión de tiempo. También se presentan desbalances de inventarios. La información y asertividad del <i>forecast</i> ; deficiencia en abastecimientos; y, la no disponibilidad de recursos (mano de obra).
¿Cuándo sucede el problema?	Cada semana
¿Para quién es un problema?	Para el área de bodega de producto terminado, despachos y ventas.
Cómo se presenta el problema? (datos)	Nivel de servicio del 67%. Pedidos urgentes 3 veces por semana.

Definición del problema:

En los últimos seis (6) meses se han presentado incumplimientos semanales de pedidos en las fechas planificadas de ingreso a la bodega de producto terminado, generándose un 67% de nivel de servicio en la familia de productos denominados accesorios cerámicos. Además, se presentan desbalances en los inventarios en proceso no acorde a la exigencia de la demanda.

Situación Deseada

Incrementar el nivel de servicio de entregas a tiempos a la bodega de producto terminado al 85%. Obtener inventarios óptimos acorde a la exigencia de la demanda, y dar respuestas correctas a las interrogantes: ¿Qué producir?, ¿Cuánto producir?, ¿Cuándo producir?, ¿Qué recursos se dispone para producir?, y ¿De qué se debe abastecer para poder producir?

En tal escenario, la metodología MRP II brinda las herramientas óptimas y necesarias para poder dar solución al problema planteado

1.4 Alcance

El alcance del trabajo de titulación se delimita a una propuesta de planificación mediante la herramienta MRP II, para la familia de productos denominada accesorios cerámicos. Esta familia está conformada por dos (2) subfamilias llamadas DECCO y ADHESIVOS, cada una conformada por cuatro y dos modelos respectivamente en distintas combinaciones de colores. Los mismos que son fabricados en la planta principal que se encuentra localizada en la Av. Morán Valverde Oe3-191 y Tnte. Hugo Ortiz. Las áreas productivas que se alcanzarán serán: vaciado, esmaltado, hornos, inspección final y embalaje. El presente trabajo no alcanzará el área de ventas; almacenamiento de producto terminado y despachos con sus procesos ya establecidos por EDESA S.A.

1.5 Justificación

El presente trabajo de titulación tiene relación con algunos de los objetivos estratégicos que EDESA estableció para el año 2016, los cuales son:

Alcanzar el índice de satisfacción general del cliente del 85% a nivel nacional durante el año 2016.

Obtener utilidad operacional anual de 9.0% sobre ventas.

Reducir el capital de trabajo: Inventarios promedios: a) Productos sanitarios: 51 días; b) Los demás productos: 150 días.

Los accesorios cerámicos son productos de comportamiento de demanda dependiente en algunos casos, es decir que son complementarios de los productos estrellas. En la actualidad se generan retrasos al no tener una planificación eficaz de la cantidad y modelos requeridos del producto, lo cual incurre en utilizar mayor cantidad de operarios del área de embalaje, a fin de cumplir con los pedidos de bodega. También se presentan diferencias y exceso de inventario en toda la cadena productiva, por lo que es importante desarrollar una planificación operacional eficaz; que se ajuste a las capacidades y necesidades de la demanda. De tal forma, que contribuya al índice de satisfacción del cliente y reducción de capital de trabajo presupuestado por EDESA.

El trabajo de titulación presenta una propuesta de aumento del 85% del nivel de servicio en las entregas de producto terminado a la bodega final, a diferencia del 67% que actualmente genera la empresa. Ya sea por causa de una deficiente gestión de planificación, o por no tener el conocimiento de cuándo y cuánto se debe abastecer de cartón, fundas, subproductos y etiquetas, lo que produce que se detenga el flujo de la línea de embalaje.

Materias desarrolladas en la carrera como: administración de la producción, cadena de abastecimiento, seminario ERP y gestión por procesos brindan los conocimientos necesarios para poder desarrollar el presente trabajo de titulación.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

1. Proponer un sistema de planificación para la familia de accesorios cerámicos de baño, mediante la metodología MRP II, que pueda simular un modelo operacional eficiente y eficaz.

1.6.2 Objetivos específicos.

1. Proponer un plan maestro de producción (MPS) sustentado en las capacidades de procesos (CRP) y requerimientos de materiales (MRP).
2. Simular reducción de inventarios en proceso a niveles óptimos.
3. Simular un nivel de servicio a un 85% sobre las entregas de producto terminado a la bodega final.
4. Levantar procesos de planificación de la producción.
5. Analizar beneficios económicos.

2. Capítulo II. Revisión bibliográfica

2.1 Sistema MRP II

2.1.1 Definición

Como concepto, MRP II representa un esfuerzo para el alcance de la excelencia operacional, puede usarse como una metodología para la planeación efectiva de todos los recursos de una empresa de manufactura. (Sipper y Bulfin Jr, 1998, p. 553)

Otra definición según Sipper y Bulfin, (1998, p. 553) el MRP II es un

sistema de planeación, programación, y control basado en computadora. Proporciona a la administración una herramienta para planear y controlar sus actividades de manufactura y las operaciones de apoyo, obteniendo un nivel más alto de satisfacción del cliente y reduciendo, al mismo tiempo, los costos.

Otro concepto lo puede resumir en que el MRP II, es “una herramienta de planificación, simulación, ejecución y control, que promueven que consigan los objetivos de producción con eficiencia, ajustando las capacidades (mano de obra, máquinas, subcontratación, etc), los inventarios, los costes y los plazos de producción (Cruelles, 2012, p. 224).

2.1.2 Importancia MRP II

Se puede clasificar algunos beneficios que promueve el MRP II acorde a los departamentos en las empresas.

Mercadeo ventas. “Se generan envíos a tiempo, entregas más rápidas, alcance de objetivos de costos, mejor manejo de productos nuevos o promociones y simulaciones” (Burbano, s.f.).

Producción manufactura. Existen disminución de: “faltantes, sobretiempos no planeados, inventarios en procesos, menos “corre-corre”, y simulación” (Burbano, s.f.).

Compras. Se generan “arribos a tiempo, (...) reducciones del tiempo de entrega, planeación adelantada con proveedores, simulación (Burbano, s.f.).

Recursos humanos. “Proyección de necesidades de mano de obra, identificar habilidades, menos sobre tiempo no planeado” (Burbano, s.f.).

Ingeniería. “Mejora el control sobre cambios, (...) programación de nuevos productos, programar capacidades, simulación” (Burbano, s.f.).

Cualquier empresa que quiera implementar un MRP II, deben cuestionarse lo

siguiente (Gestiopolis, s.f.):

Las relaciones con los proveedores son fuertes.

Se presenta órdenes de trabajo atrasadas o perdidas.

Se generan pagos excesivos por horas extras.

Existen elevados inventarios en procesos y de materia primas.

Son muy frecuentes las “listas calientes” y el “apagado de incendios” prácticas comunes.

Existen desabastecimientos de materias primas, suministros y productos terminados.

Si algunos de estos enunciados son afirmativos, entonces desarrollar un MRP II será de vital importancia para la empresa.

2.1.3 Estructura del MRP II

La planificación de los recursos de manufactura MRP II por sus siglas en inglés *manufacturing resource planning*, implica la correcta planificación de todos los recursos necesarios para satisfacer a un plan agregado de producción (PAP) y un plan maestro de producción (MPS), no solo de los materiales necesarios para poder producir y vender, sino de las capacidades de fuerza laboral y maquinaria, dando como resultados poder responder las interrogantes de cuanto, cuando y que se va a producir y que recursos disponible hay para ello. (Cruelles, 2012, p. 224)

Cruelles (2012) enuncia:

Los sistemas MRP II están dirigidos hacia la identificación de los problemas de capacidad del plan de producción es decir la disponibilidad de recursos frente a lo planificado. De esa forma se proporciona

información necesaria para el análisis y ejecución de las modificaciones acertadas en el plan agregado de producción y el plan maestro de producción por parte del planificador. Es decir, a partir del Plan maestro de producción PMP, las salidas del MRP y las simulaciones del comportamiento del sistema productivo de la empresa, se dispondrá de un sistema que detecte y corrija las incidencias que surjan sencilla y rápidamente. (Cruelles, 2012, p. 224).

En la siguiente figura 11 se puede apreciar el ciclo del MRP II

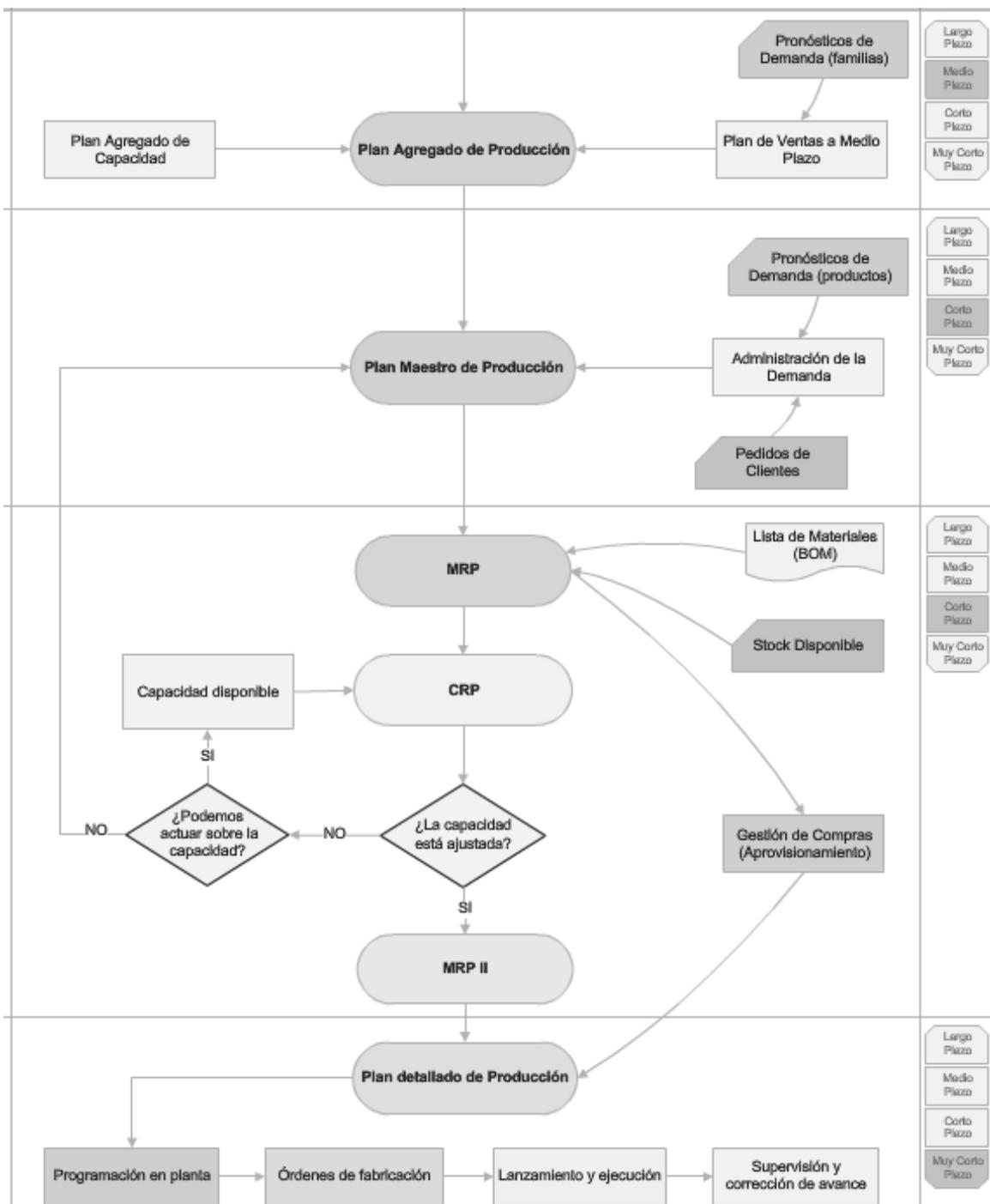


Figura 11. CICLO MRP 2 1.

Adaptado de Cruelles, 2012, p. 226.

2.1.4 Salidas del MRP II

Según Cruelles (2012, p. 241), una vez que hayamos reordenados los lanzamientos de producción y equilibrado los requerimientos de capacidad intentando no alterar el plan maestro de producción. Una vez cerrado el bucle de planificación de la producción el MRP II arroja resultados como:

Un plan maestro de producción aprobado y a ejecutar.

Un MRP derivado del plan maestro de producción.

Balanceo de los recursos de manufactura sobre las cargas de trabajo ajustado a la capacidad disponible de la planta y que cumplan con el MRP propuesto.

Un plan de lanzamiento guiado para ejecutar la producción. Donde se detallara qué, cuánto y cuándo producir y en que centros de trabajo. Dicho plan se ajusta a las condiciones reales de organización. (Cruelles, 2012, p. 241)

2.2 Gestión de la Producción

La gestión de la producción puede estar dividida en tres horizontes.

Largo plazo: Esta proporcionada en años y se basa por los objetivos de largo plazo que sea plantea la empresa, como aumentos de capacidades, volúmenes de producción totales, construcciones, compra de maquinaria para aumentar la capacidad de la planta, etc. (Velasco & Campins, 2013, p. 55)

Mediano plazo: Dado en un tiempo de más menos 6 meses esta se desarrolla a partir de la planificación de largo plazo, el mediano plazo esta a su vez a un detalle de líneas de producto por sus familias también conocida como

planificación agregada (plan agregado de producción) ya que agrupa productos que utilizan semejanza de recursos y procesos para su elaboración. (Velasco y Campins, 2013, p. 56)

Corto plazo: Partiendo de la planificación de mediano plazo, es decir conociendo los pronósticos de ventas y los pedidos reales de las distintas familias de productos, la planificación a corto plazo desarrolla un plan maestro de producción que detalla las cantidades de los productos a elaborar en los diferentes intervalos de tiempos (días, semanas, meses), tomando en cuenta inventarios. (Velasco y Campins, 2013, p. 70)

2.2.1 Plan agregado de la producción (PAP)

“El plan agregado de la producción (PAP) se lo utiliza para realizar la planificación a mediano plazo comúnmente de 6 a 12 meses” (Cruelles, 2012, p. 145).

El PAP es un plan de producción de mediano plazo que debe establecer los diferentes parámetros de la producción, proyectando los niveles de capacidad necesarios, para satisfacer las necesidades de demanda de la forma más eficiente. (Cruelles, 2012, p. 146)

Según Chase, Jacobs, y Aquilano, (2009, p. 518) señala que “el objetivo principal PAP es determinar una combinación óptima del índice de producción, capacidad de fuerza laboral y cantidad de inventario”. Índice de producción, detalla el número de unidades en lapso de tiempo. La fuerza laboral, se detalla como la cantidad de trabajadores para cumplir cierta producción. Inventario a la mano, es el inventario con que se inicia un nuevo periodo.

Es decir el planificador se puede plantear un problema de la siguiente manera:

Dado el pronóstico de ventas en el periodo t en un horizonte que abarca T periodos, determine el nivel de producción P , el nivel de inventario I , y la

fuerza laboral W , que minimicen los costos relevantes en el horizonte de planeación. (Chase y Jacobs, 2009, p. 518).

El resumen de los requerimientos del horizonte a mediano plazo del plan agregado de producción se lo puede observar en la siguiente figura 12:

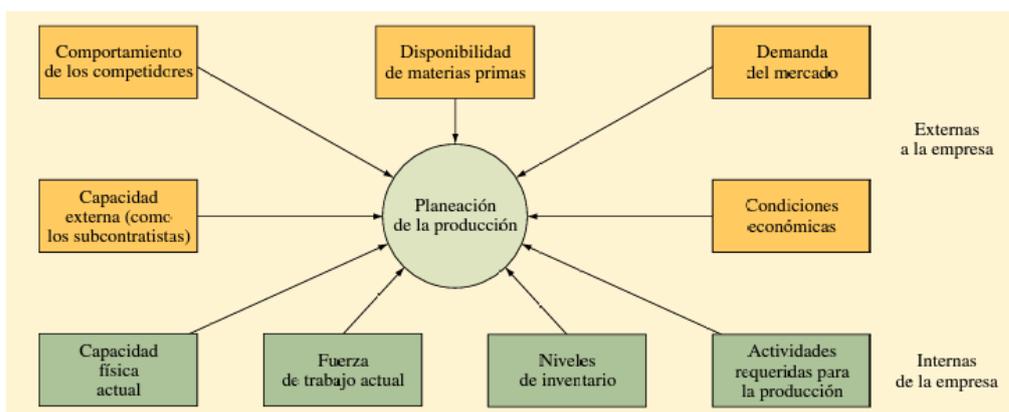


Figura 12. Entradas del PAP.

Tomado de Chase y Jacobs, 2009, p. 519.

2.2.2 Plan maestro de producción (MPS)

En la siguiente etapa de la gestión de la producción, se debe pasar a un nivel de detalle. Una vez ya realizado el PAP se debe desarrollar un plan de análisis por familias de productos, es decir aquellos productos que usen semejanza de recursos y procesos. Las familias de productos deben desglosar y establecer sus entregas, dando así el plan maestro de producción. (Cruelles, 2012, p. 194)

Se define el plan maestro de producción como: "Un plan de producción detallado que establece, con base en los pedidos de los clientes y los pronósticos de demanda, cuantos productos finales se tienen que producir y en que periodos de tiempo" (Cruelles, 2012, p. 194).

Se lo puede resumir en la siguiente figura 13

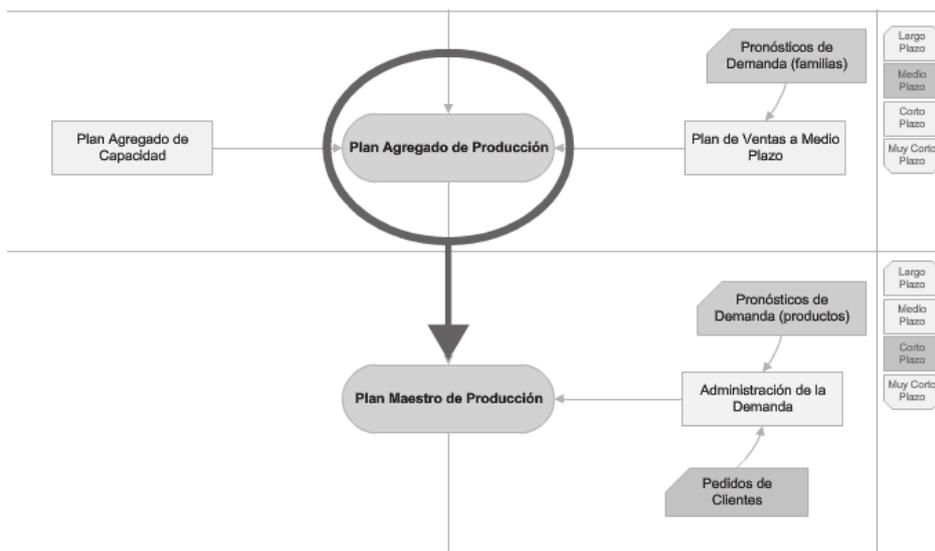


Figura 13. Entradas y salidas del PAP.

Adaptado de Cruelles Ruiz, 2012, p. 197

2.2.2.1 Desarrollo de un programa maestro (MPS)

Para el desarrollo de un maestro de producción o MPS de sus en ingles *master production schedule*, se requiere información de entrada como: el plan agregado de producción, pronósticos de ventas a corto plazo, pedidos reales, capacidad disponible, fuentes de demanda adicional, inventarios en existencias. (Ingeniería industrial online, s.f.)

La elaboración de una plantilla se puede detallar de la siguiente forma:

Tabla 4.

Plantilla MPS

	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Inventario Inicial								
Pronóstico								
Pedidos								
Inventario Final								
MPS								

El primera paso es rellenar la plantilla con la información requerida, como son los pronósticos, pedidos e inventarios iniciales. Si el inventario inicial no es suficiente para los requerimientos, se sabe se necesita un MPS.

Si

$$Inv. Inicial_i < Max(Pronóstico_i, Pedidos_i) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Entonces:

$$MSP \text{ será } > 0 \quad (\text{Ecuación 2})$$

El valor del MPS puede variar acorde al lote establecido por la empresa. Después se debe calcular el inventario final en cada periodo de la siguiente forma:

$$Inv. Final_i = Inv. Inicial_i + MPS - (Max(Pronósticos_i, Pedidos_i)) \quad (\text{Ecuación 3})$$

2.3 Pronósticos de demanda

Los pronósticos son un eje fundamental para tomar decisiones correctas en la las empresas. Tener una estimación de las ventas permite a los departamentos de finanzas y contabilidad poder generar una planificación de presupuestos y control de costos con mayor cercanía a la realidad. (Chase et al., 2009, p. 468)

Los pronósticos son el punto de inicio para el área de marketing para presupuestar productos nuevos, compensar la fuerza operativa de ventas y tomar decisiones claves. Producción y Operaciones también basan sus gestiones en los pronósticos, ya sea para selección de procesos, requerimientos de capacidad y distribución de las instalaciones, stock de inventarios y programación de la producción. (Chase et al., 2009, p. 468)

Según Chase tener un pronóstico perfecto es imposible debido a varios factores que no permite estimar con exactitud. Ya sea por cambios inesperados en la economía, conductas de los clientes industriales o privados o escases de artículos complementarios esenciales. Por lo que en lugar de buscar el modelo matemático más eficaz es mucho más significativo desarrollar el hábito de una revisión continua de los pronósticos y aprender a vivir con pronósticos imprecisos, se debe usar el mejor método de pronóstico disponible, dentro de lo razonable. (Chase et al., 2009, p. 468)

Los pronósticos pueden ser clasificados en dos categorías: cualitativos y cuantitativos. “Los métodos cualitativos son subjetivos a juicio y está basado en estimaciones y opiniones” (Chase y Jacobs, 2009, p. 470).

Los métodos cuantitativos o también denominados series de tiempo se basan en que el historial de eventos en el tiempo se puede utilizar para proyectar el futuro” (Chase y Jacobs, 2009, p. 470).

Según Krajewski, Ritzman, y Malhotra (2013, p. 465) señala que los métodos reconocidos como serie de tiempo adquieren cuatro patrones de demanda:

- Horizontal: Oscilación de datos sobre una media constante.
- Tendencia: Incremento o decremento persistente.
- Estacional: Patrón que se repite en aumento o decremento, obedeciendo días, semanas, meses o temporadas.

- Cíclico: Incrementos o decrementos paulatinos en periodos más largos
- Aleatorio: Variación impredecible de la demanda.

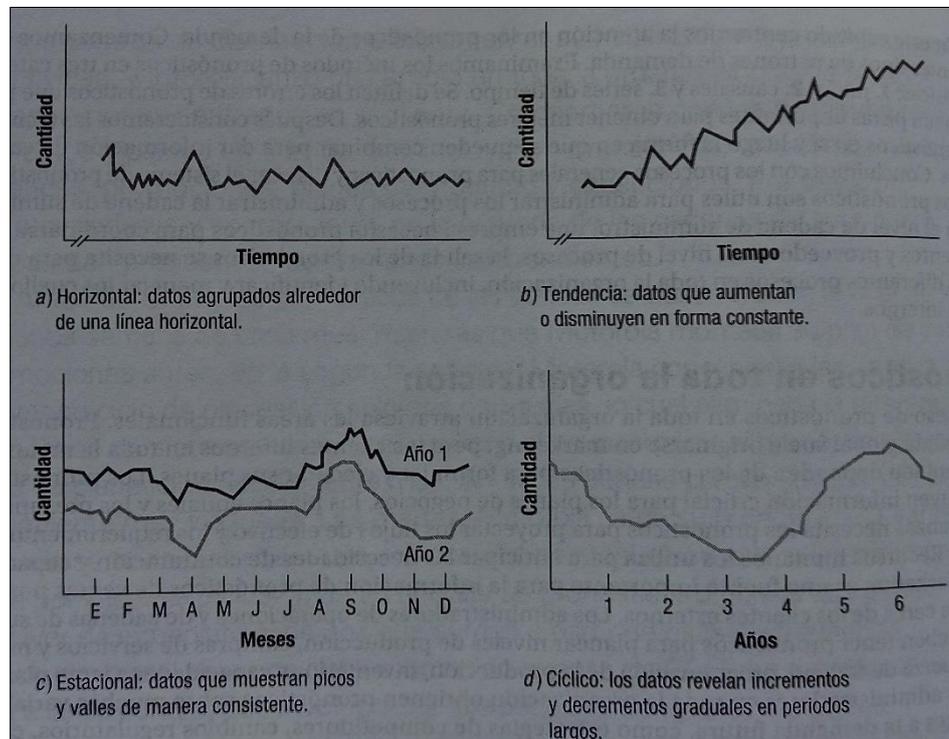


Figura 14. Patrones de demanda.

Tomado de Krajewski, Ritzman, y Malhotra, 2013, p. 466.

2.3.1 Métodos cualitativos.

Chapman, (2006, p. 19) define que los métodos cualitativos “son aquellos que se desarrollan a partir de información que no tiene una estructura analítica”. Es altamente útil cuando no existe información histórica ya sea el caso del lanzamiento de un producto nuevo al mercado.

Algunos de los métodos más comunes acorde a Chapman (2006, p.19) son:

Encuestas de mercado, que se dirigen hacia los potenciales clientes estimando la probabilidad que los consumidores demande el producto.

Delphi, utiliza paneles de expertos en cierta área o mercados para generar los pronósticos.

Analogía por ciclo de vida, se sustenta en que cada producto desarrolla un ciclo de vida en el mercado.

Valoración o juicio formado, se solicita que cada vendedor realice una estimación de ventas en un determinado tiempo, para que al final se pueda combinar las estimaciones en una global.

2.3.2 Métodos cuantitativos: series de tiempo

Los modelos de series de tiempos se encuentran entre los más utilizados por los paquetes de pronóstico vinculados con la proyección de demanda de productos, fundamentándose en que la demanda pasada sigue cierto patrón, y que ese patrón puede ser usado para proyectar la demanda futura, esto implica que la única variable independiente en el pronóstico es el tiempo. (Chapman, 2006, p. 23)

Las series de tiempo son utilizadas generalmente por el responsable de operaciones cuando se encuentra en la necesidad de realizar planes de producción razonables. La razón es que a diferencia de los pronósticos causales y cualitativos que requieren conocimiento del mercado y ambientes externos, tal experticia no está enfocada en un responsable de operaciones quien comúnmente maneja los procesos internos. (Chapman, 2006, p. 23)

2.3.2.1 Promedio móvil Simple

En palabras simples se puede decir que son los promedios matemáticos de los últimos periodos recientes de las ventas reales. (Chapman, 2006, p. 26)

Cuando la demanda de un producto no presenta características estacionales, es decir no se comporta con crecimientos o decrecimientos con rapidez, el promedio móvil es útil para eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico.

Cuando más largo sea el periodo, más se uniformaran los elementos aleatorios, pero si existe una tendencia en los datos, el promedio móvil tiende a retrasar la tendencia. Es decir con periodos cortos se produce una mayor oscilación pero con un seguimiento más apegado a la tendencia, por el contrario a periodos más largos existe mayor uniformidad en los datos pero retrasa la tendencia. (Chase et al., 2009, p. 474)

La fórmula del promedio móvil simple es:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Dónde:

F_t = Pronóstico para el siguiente periodo

n = Número de periodos para promediar

A_{t-1} = Demanda real en el periodo pasado

$A_{t-2}, A_{t-3}, \dots, A_{t-n}$ = Demanda real hace dos periodos, tres periodos y así sucesivamente.

2.3.2.2 Promedio móvil ponderado

Mientras que el promedio móvil simple da igual importancia a cada componente de la base de datos del promedio móvil, un promedio móvil ponderado permite asignar cualquier importancia a cada elemento, siempre y cuando las ponderaciones sean igual a uno. (Chase y Jacobs, 2009, p. 498)

El algoritmo es:

$$F_t = W_1 A_{t-1} + W_2 A_{t-2} + \dots + W_n A_{t-n} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Dónde:

W_1 = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t-1$

W_2 = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t-2$

W_n = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t-n$

n = Número total de periodos

2.3.2.3 Suavizado exponencial

En muchas aplicaciones, los hechos más recientes son más indicativos del futuro que los del pasado más distante, es decir que la importancia de los datos disminuye conforme el pasado se vuelve más distante, con esta premisa el método más lógico y fácil será el suavizado exponencial. Se denomina suavizado exponencial ya que cada incremento en el pasado se reduce $(1-\alpha)$. (Chase y Jacobs, 2009, p. 499)

La constante de suavización alfa α determina el nivel de uniformidad y la velocidad de reacción ante las situaciones de los pronósticos y lo real. A una demanda más estable el índice de reacción tiende a ser más pequeño, pero mientras más rápido sea el crecimiento, más alto debería ser el índice de reacción. Algunas veces los usuarios del promedio móvil simple cambian a la suavización exponencial pero conservan las proyecciones similares a las del promedio móvil. En este caso, α se obtiene mediante la fórmula $2 \div (n+1)$, donde n = números de periodos. (Chase y Jacobs, 2009, p. 500)

El algoritmo es el siguiente:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Dónde:

F_1 = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

F_{t-1} = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior

A_{t-1} = Demanda real en el periodo anterior

α = Índice de respuesta deseado, o constante de suavización

2.3.2.4 Regresión Lineal

Es una técnica estadística que define la relación entre dos o más variables, es decir una variable provoca que otra se mueva. La variable independiente es denominada *indicador líder* (Chapman, 2006, p. 23).

También se la conoce como “línea de mejor ajuste”, la cual intenta ajustar una línea a partir de un conjunto de puntos dispersos, en la cual se usa el error mínimo cuadrado entre los puntos sobre la línea de ajuste. (Chapman, 2006, p. 32)

2.3.3 Errores de pronóstico

El término error se refiere “a la diferencia entre el valor de pronóstico y lo que ocurrió en realidad”. (Chase & Jacobs, 2009, pág. 503).

Error de pronóstico (e_t) = *Demanda real* (Y_t) - (*valor pronosticado*) (F_t).
(Ecuación 7)

La demanda de un producto puede tornarse demasiado compleja como para expresarle con precisión en un modelo, por lo que todas las proyecciones contienen algún error. (Chase y Jacobs, 2009, p. 503)

Medir los errores nos permite poder seleccionar el mejor método de pronóstico.

Existen varias técnicas para medir los errores:

Suma acumulada de errores de pronóstico (CFE). *Cumulative sum of forecast error* nos permite valorar el sesgo del pronóstico, es decir si en el transcurso del tiempo los valores reales de la demanda con respecto al pronóstico siempre

resultan superiores, el valor del CFE será más grande. Esto significa que existen errores sistemáticos en los cálculos del *forecast*. (Ingenioempresa, s.f.)

Su fórmula es:

$$CFE = \sum_{i=1}^n e_t \quad (\text{Ecuación 8})$$

Desviación absoluta media (MAD). *Mean absolute deviation* calcula la dispersión de los errores, es decir mide el tamaño del error en unidades. (Ingenioempresa, s.f.)

Su fórmula es:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_t|}{n} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Erro cuadrático medio (MSE). *Mean square error* mide la dispersión del error, pero la maximiza elevando al cuadrado, castigando los errores altos que se hayan presentado en algún periodo. (Ingenioempresa, s.f.)

Su fórmula es:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_t^2}{n} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Error porcentual medio absoluto (MAPE). *Mean absolute porcentaje error* mide la desviación del error en porcentajes. MAPE es buena indicador cuando la demanda muestra altas variaciones. (Ingenioempresa, s.f.)

Su fórmula es:

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| 100}{n} \quad (\text{Ecuación 11})$$

Las mediciones de los errores no son mayormente útiles si solo se las calcula para un método, sino que su utilidad se basa en que comparemos las medidas

de error con las medidas de otras técnicas de pronóstico. (Ingenioempresa, s.f.)

2.4 Planificación de requerimientos de materiales (MRP)

2.4.1 Definición

MRP de sus singles en ingles *material requirements planning* o planificación de necesidades de materiales, se lo puede definir de forma sencilla, “saber que se debe aprovisionar y/o fabricar, en que cantidad, y en qué momento para cumplir con nuestros clientes”. (Companys y Fonollosa, 1999, p. 21)

El MRP basa sus cálculos en las necesidades netas de artículos (productos terminados, subconjuntos, componentes, materia prima, etc.), añadiendo así un nuevo concepto como el plazo de fabricación o tiempos de compras en cada uno de los artículos, a esto también se lo denomina *lead time* (tiempo de espera). (Companys y Fonollosa, 1999, p. 20)

La siguiente figura se puede apreciar las entradas y salidas un MRP.

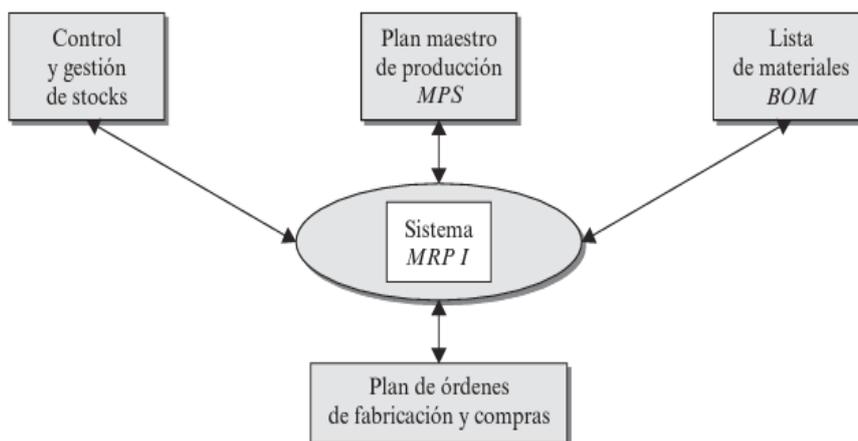


Figura 15. Entradas y salidas de un MRP.

Tomado de Velasco y Campins, 2013, p. 127

2.4.2 Estructura del MRP

El MRP tiene tres importantes entradas de información: que son el plan maestro de producción, lista de materiales, y el registro del inventario.

Plan maestro de producción. Especifica que productos terminados deben y cuando deben ser producidos provenientes de los pronósticos y pedidos de los clientes. (Aswathappa y Shridharabhat, 2008, p. 266)

Lista de materiales. También llamado BOM de sus siglas en inglés *bill of materials* contiene la descripción completa de todos los materiales, piezas, y componentes que conforman un producto, detallando su secuencia de fabricación. La lista de materiales también se denomina árbol de producto, ya que ilustra cómo se arma un producto. En la figura 16 se puede notar un árbol del producto A, el cual está formado por dos piezas del producto B y tres piezas del producto C, a su vez el producto B está conformado por una pieza de D y cuatro de F, finalmente el componente C está formado por dos, cinco y cuatro piezas de los componentes F, G y H respectivamente. (Chase y Jacobs, 2009, p. 595)

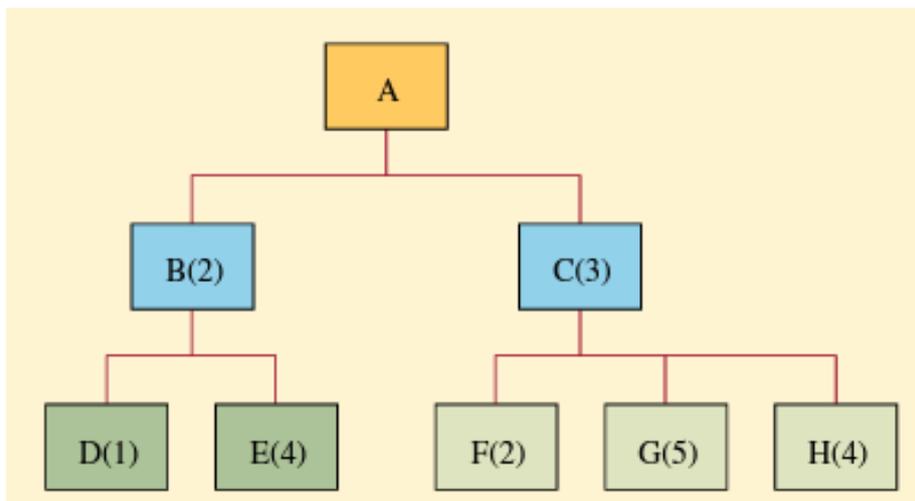


Figura 16. Árbol estructural del producto.

Tomado de Chase, Jacobs, y Aquilano, 2009, p. 595

Chapman (2006, p. 73) menciona que la una lista de materiales también contiene los tiempos de espera que se tarda en adquirir o fabricar un componente, a este tiempo también se lo denomina *lead time*.

Se puede generar un resumen tal como se lo muestran en la tabla 5.

Tabla 5.

Plantilla resumen arbol de producto

COMPONENTE	CANTIDAD	LEAD TIME

Registro de inventario, es la tercer entrada de información importante para el MPR, en donde esta detallado las transacciones del inventario como; recepciones programadas, requerimientos, lotes de cada elemento, expedición de pedidos retiros de inventario, perdidas por devoluciones, todo esas transacciones son indispensables para que los saldos de inventario disponible sean correctos.

2.4.3 Explosión del MRP

Según Krajewski y otros (2008, p. 642) La explosión del MRP “traduce, o *explota*, el plan maestro de producción MPS y otras fuentes de demanda, para expresarlos en términos de requerimientos de todas las subunidades, componentes y materias primas que la empresa necesita para producir los elementos padres”.

En la siguiente tabla 6, se puede resumir una plantilla de un MRP

Tabla 6.

Plantilla MRP

Ítem:	Tamaño lote:	1	Semana 1				
Nivel:	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos							
Recepciones programadas							
Inventario Disponible							
Inventario de seguridad							
Requerimientos netos							
Recepciones de órdenes planificadas							
Emisión de órdenes planificadas							

Los requerimientos brutos son la “demanda total requerida de todos los planes de producción de elementos padres” (Krajewski et al., 2008, p. 636).

Recepciones programadas. Son pedidos que ya se han colocado y se están a la espera de su arribo, ya sea que está en procesamiento de algún proveedor o fabricación. (Krajewski et al., 2008, p. 636)

Inventario disponible proyectado. Es aquel que está disponible cada día, una vez que han satisfecho los requerimientos brutos. (Krajewski et al., 2008, p. 636)

Su fórmula es:

Inventario proyectado al final del periodo t: (Inventario disponible al final del periodo t-1) + (Recepciones programadas en el periodo t) - (Requerimientos brutos en el periodo t) (Ecuación 12)

Requerimientos netos. Es la cantidad de un ítem que debe ser fabricado o adquirido para cumplir con la programación prevista para el periodo. (Aswathappa y Shridharabhat, 2008, p. 267)

Su fórmula es:

Requerimiento neto para el periodo t: (Inventario disponible en el periodo t-1) + (Inventario de seguridad en el periodo t-1) – (requerimiento bruto en el periodo t) (Ecuación 13)

Ordenes planificadas. Es la cantidad de un ítem que será recibido al inicio del periodo para cumplir con el requerimiento neto acorde al tamaño del lote, Aquí la orden aún no está emitida. (Aswathappa y Shridharabhat, 2008, p. 267)

Emisión de órdenes planeadas. Es la cantidad planeada de un ítem en el periodo requerido, para que el artículo se reciba cuando sea necesario. El tiempo programado esta compensado por el *lead time* a partir de la orden planificada. (Aswathappa y Shridharabhat, 2008, p. 267)

Su fórmula es:

Emisión de orden planeada: (Orden planificada) - (lead time) (Ecuación 14)

2.5 Planificación de requerimientos de capacidad (CRP).

2.5.1 Definición

La planificación de requerimientos de capacidad no proviene del MPS sino del MRP directamente con listas de materiales, rutas de procesos y tiempos de espera (*lead times*). La administración de capacidad se base en balancear la capacidad disponible sobre la requerida para cumplir con los requerimientos de los clientes, si existiera una diferencia el planificador analizara las opciones y tomara decisiones que impliquen el mejor costo eficaz posible. En soluciones a

corto plazo se puede efectuar: subcontratación, tiempo extra, contratación o despido de trabajadores, desplazamientos de trabajadores de un centro de trabajo a otro. (Chapman, 2006, p. 174)

2.5.2 Lista de capacidad

Se toma en cuenta las horas estándares de fabricación (promedios históricos) de cada producto detallado en el plan maestro de producción. También se añade información relativa de los productos en análisis como la lista de materiales y la hoja de ruta. La hoja de ruteo describe la trayectoria que toma el producto para poder ser fabricado. (Chapman, 2006, p. 166)

La hoja de ruta según Chapman (2006, p. 166) debe contener:

- Las operaciones a realizarse y su orden de ejecución
- Centros de trabajo que debería utilizarse para realizar las distintas operaciones
- Tiempos estándar de cada operación, incluyendo el tiempo de configuración del equipo y el tiempo de ejecución de la pieza.

En la siguiente tabla 7 se puede apreciar una plantilla de hoja de ruta.

Tabla 7.

Plantilla hoja de ruta

Número de operación	Centro de trabajo	Tiempo de configuración (horas)	Tiempo de (horas/pieza)

2.5.3 Desarrollo

Para el desarrollo del CRP se debe definir las capacidades tales como la de diseño, efectiva y real en resultados de tiempo.

Capacidad de diseño: O también llamada capacidad instalada es la tasa máxima de producción de bienes o servicios en condiciones normales de producción. (Aswathappa y Shridharabhat, 2008, p. 261)

Capacidad efectiva. Está definida como aquella que se resta los tiempos no productivos ya sea por mantenimientos, descanso de turnos, cambios de lote, de esa forma la capacidad efectiva es la cantidad de capacidad que puede usar para la producción real a lo largo de un periodo. (Schroeder, Meyer, y Rungtusanatham, 2005, p. 273)

Capacidad Real. Es la real tasa de salida lograda durante un periodo de tiempo, considerando la ineficiencia laboral, baja productividad, ausentismo de los trabajadores. (Aswathappa y Shridharabhat, 2008, p. 262)

$$\%Utilización: \frac{Capacidad\ real}{Capacidad\ de\ diseño} \times 100 \quad (\text{Ecuación 15})$$

$$\%Eficiencia: \frac{Capacidad\ real}{Capacidad\ efectiva} \times 100 \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde la fórmula para hallar la capacidad es:

$$Capacidad = (\text{número de máquinas/operadores}) \times (\text{número de turnos}) \times (\text{tiempo turno}) \times (\%utilización) \times (\%eficiencia) \quad (\text{Ecuación 17})$$

2.5.4 Decisiones de capacidad

Existen dos tipos de capacidad en la cual se debe tomar decisiones sobre las

necesidades, que son capacidad finita e infinita.

Capacidad infinita. Es el proceso de carga de los centros de trabajo con todas las necesidades de capacidad requeridas sin tomar en cuenta las capacidades de los centros de trabajo. Acorde a las órdenes de demanda liberadas se pueden tomar decisiones como, trabajar horas extras, utilizar hojas de rutas alternativas, etc. (Aswathappa y Shridharabhat, 2008, p. 269)

Capacidad finita. Puede ser hecha automáticamente con un sistema computarizado de carga, y está limitada por la capacidad disponible en cada centro de trabajo. Este método fuerza a cambiar el plan maestro de producción, el cual no es siempre la mejor solución para los problemas de programación. (Aswathappa & Shridharabhat, 2008, p. 269)

Aswathappa y Shridharabhat (2008, p, 269) menciona que tomando en cuenta las capacidades finita o infinita, el CRP arroja salidas como:

Reprogramación de información que requieren modificaciones de capacidad o revisiones del MPS.

Verificación de las órdenes planificadas para el MRP.

Reporte de cargas de trabajo.

El siguiente figura 17 se aprecia las modificaciones de capacidad acorde a una capacidad finita.

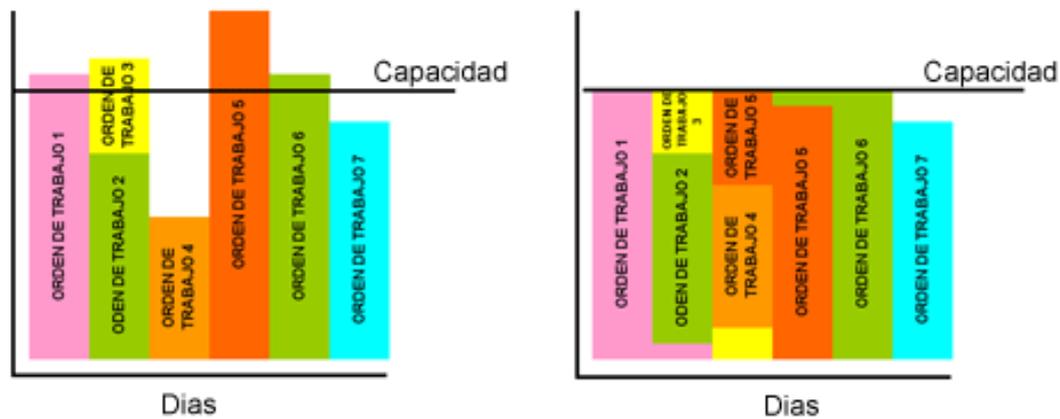


Figura 17. Balance capacidad finita.

Tomado de Web and Macros, s.f.

2.6 Control de inventarios

2.6.1 Definición de inventario

Chase y otros (2009, p. 558) definen inventario como “las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización”.

Los inventarios contenidos en la manufactura se refieren a *materias primas, productos terminados, partes componentes, suministros y trabajo en proceso*. Un sistema de inventario son el conjunto de políticas que determinan los niveles y tipos inventarios que se van a mantener, además del momento en que se deben reabastecer. (Chase y Jacobs, 2009, p. 558)

2.6.2 Costos del inventario

Chase y otros (2009, p. 559) resumen que el tamaño o pedidos de inventario deben tomar en cuenta los siguientes costos:

1. Costos de mantenimiento (o transporte). Engloba los costos de las instalaciones de almacenamiento, manejo, seguros, desperdicios, daños

obsolescencias, depreciación, impuestos y costo de oportunidad de capital.

2. Costos de preparación (o cambio de producción). La elaboración de cada producto comprende la obtención de material necesario, arreglo de las configuraciones de la maquinaria, trámites requeridos, cobro del tiempo y material empleado, y la salida de las existencias anteriores.
3. Costos de pedido. Comprende a tareas administrativas que consisten en preparar órdenes de producción y compras. También se incluye actividades como conteo de piezas, cálculos de cantidades a pedir, y los costos asociados al mantenimiento del sistema necesario para rastrear pedidos.
4. Costo faltante. Se base en que el momento en que las existencia se hayan agotado, el pedido debe esperar hasta que las existencias sean provisionadas. Los efectos de los clientes perdidos o penalizaciones por retrasos en los despachos o por faltantes de mercancías muchas veces deben ser estimar las posibles ganancias perdidas.

2.6.3 Puntos de reorden e inventarios óptimos de seguridad.

Un sistema de inventarios de pedido fijo, revisa constantemente el inventario y realiza una nueva orden de pedido cuando esté llega a un cantidad determinada de existencias, a dicha cantidad se lo denomina punto de reorden. En este sistema el único espacio de tiempo en que se puede sufrir desabastecimientos es en el lapso entre que se emite un pedido y su recepción. Durante el lapso de entrega, la demanda es inestable, por lo que variabilidad se debe determinar sobre un análisis de las ventas pasadas. (Chase y Jacobs, 2009, p. 569)

Chase y Jacobs (2009, p. 568) define al inventario de seguridad “como las existencias que se manejan de la demanda esperada”.

El inventario de seguridad puede ser calculados diferentes formas, ya sea por políticas de la empresa o por un cierto número de semanas de almacenamiento de en el inventario. Sin embargo es mejor focalizar un método que capte la variabilidad de la demanda. Es decir se puede plantear un objetivo de la siguiente manera; “establecer el nivel de inventario de seguridad de modo que solo haya 5% de probabilidad de que las existencias se agoten (...)”. A este planteamiento se lo denomina enfoque de probabilidad. (Chase y Jacobs, 2009, p. 568)

En la siguiente figura 18 se puede esquematizar lo mencionado:

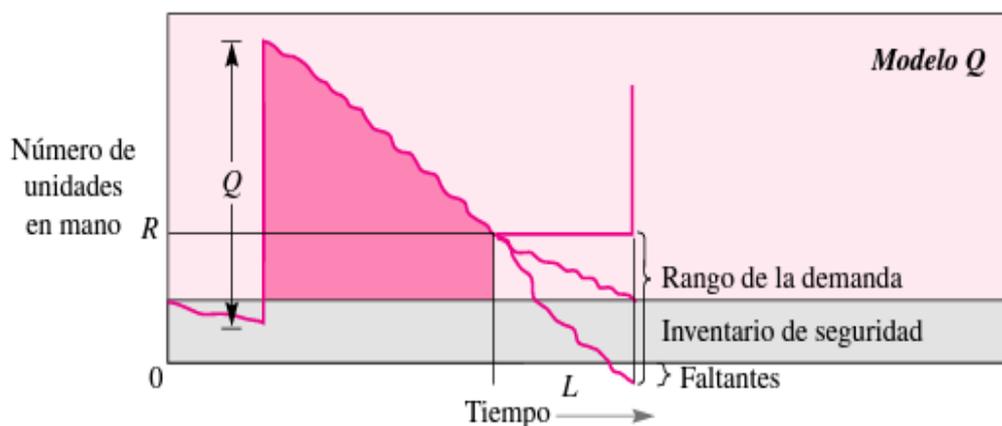


Figura 18. Modelo de cantidad de pedido fija.

Tomado de Chase y Jacobs, 2009, p. 569

Las formulas adaptadas de Chase y Jacobs, (2009, p. 569) son:

$$R = \bar{d}L + ss \quad (\text{Ecuacion 18})$$

Donde:

$R =$ Punto de reorden en unidades.

\bar{d} = demanda diaria promedio.

L = Tiempo de entrega en días (lead time).

ss = Stock de seguridad

Donde el stock de seguridad o stock mínimo es:

$$SS = Z(p) * \sigma_D \sqrt{\frac{PA}{P_{prev}}} \quad (\text{Ecuación 19})$$

Dónde:

σ_D = Desviación de la demanda histórica

Z = Distribucion normal de la probabilidad p (nivel de servicio)

PA = Plazo de aprovisionamiento (lead entrega + recepcción)

P_{prev} = Plaza de previsión (tiempo en el que está dado la demanda histórica)

3. Capítulo III. Estructura organizacional

Edesa S.A es una compañía consolidada en el Ecuador, y de prestigio a nivel internacional en el mercado de los artefactos sanitarios. Su buen desarrollo y crecimiento se debe a una fuerte estructura organizacional, y al compromiso de siempre ofrecer productos de alta calidad a sus clientes. Además de contribuir a la preservación del medio ambiente y valorar a sus colaboradores, esto se ve reflejado en sus certificaciones ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

3.1 Organigrama

En la figura 19 se puede apreciar el organigrama de la empresa, detallando sus diferentes jerarquías y departamentos

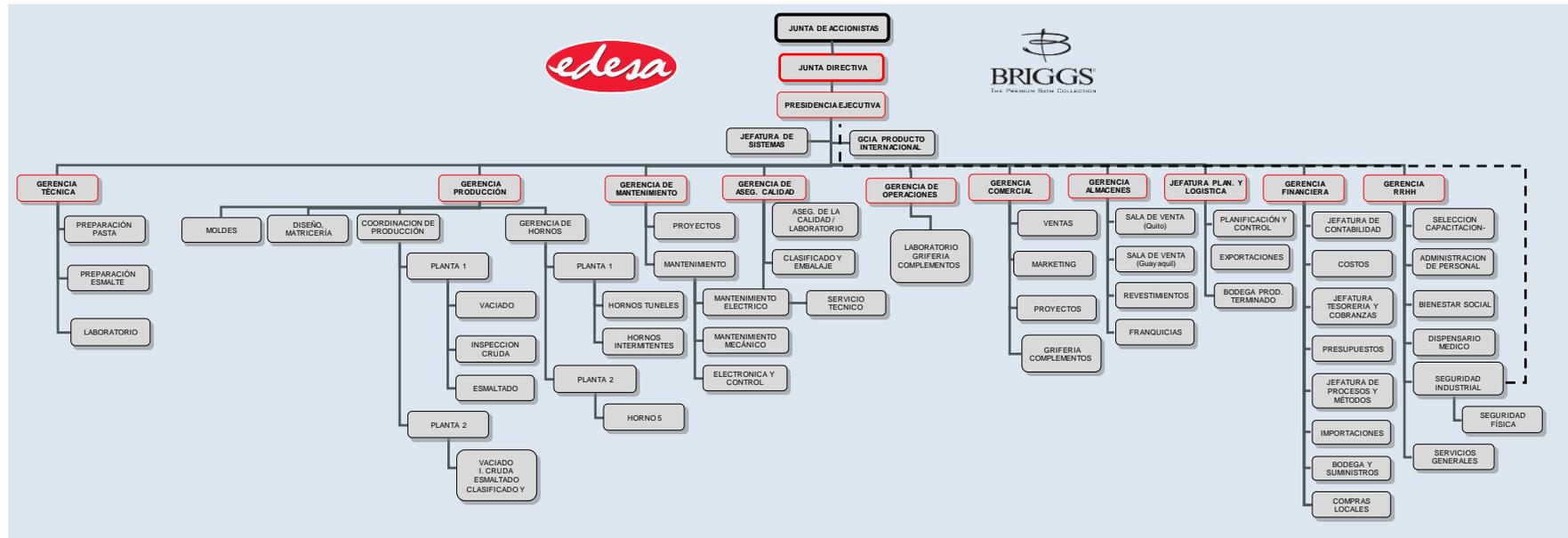


Figura 19. Organigrama de Edesa S.A.

Tomado de Edesa, s.f.

3.2 Misión

Fabricar y comercializar productos de óptima calidad para ambientes de baño en armonía con la comunidad y el medio ambiente, cumpliendo las expectativas de nuestros clientes y accionistas, logrando el crecimiento profesional y humano de nuestro personal.

3.3 Visión

Empresa dinámica, innovadora, competitiva, con la mejor oferta de ambientes para baño en los mercados local e internacional

3.4 Mapa de procesos

Según Pardo (2012, p. 49) define el mapa de procesos como una “representación global de los procesos de una organización que muestra la secuencia e interacción de todos ellos”.

Además, Pardo (2012, p. 50) también detalla que el mapa de proceso contribuye a guiar las actuaciones, ayuda a no perder la perspectiva, a darle un sentido global a las iniciativas, a situar adecuadamente cada elemento, a sacar conclusiones generales ... En definitiva, crea un marco común de actuación y referencia.

Los procesos principales en un mapa de procesos son: estratégicos, clave y de soporte

Procesos estratégicos, están enmarcados en el control global de la empresa, pues tiene un papel relevante y de alta dirección para la organización (Pardo, 2012, pág. 39).

Procesos claves, “mediante estos procesos la organización genera los productos y servicios que entrega a sus clientes” (Pardo, 2012, pág. 40).

Procesos de soporte, “dan apoyo a los estratégicos (...), están relacionados con el suministros o mantenimiento de los recursos necesarios para el funcionamiento de la organización” (Pardo, 2012, pág. 40).

En la siguiente figura 20 se puede observar el mapa de procesos de Edesa, que proporciona una perspectiva de como se desenvuelve la organización.

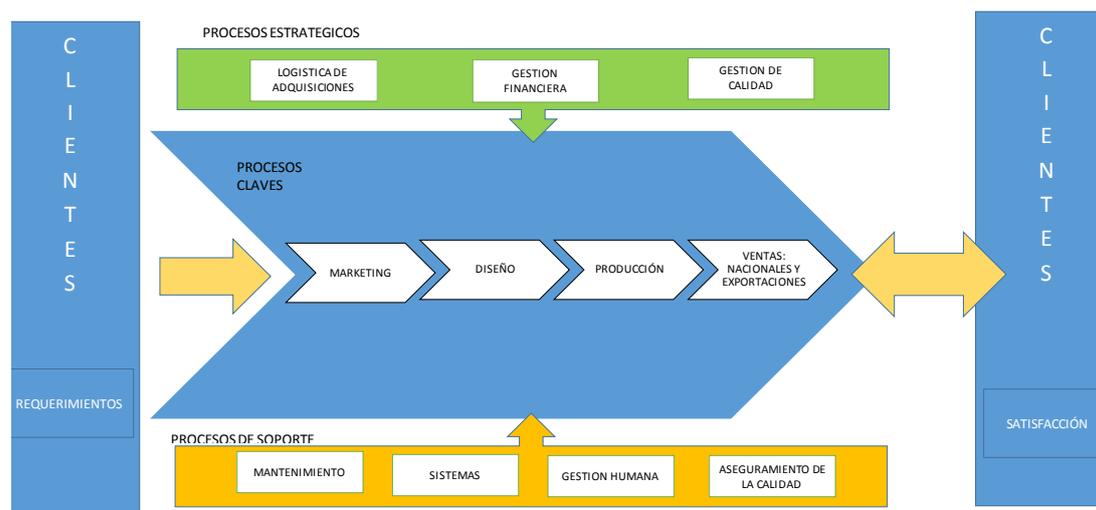


Figura 20. Mapa de procesos de Edesa S.A.

Tomado de Edesa, s.f.

La planificación de la producción actual de Edesa es presupuestada anual, mensualmente y semanalmente. Cada año se realiza un presupuesto en base a decisiones de la alta gerencia, luego se lo desagrega para cada mes, en la cual un plan de producción mensual es realizado en una hoja del programa Excel. El plan importa los pronósticos de ventas de otro documento de Excel y determina cuanto se debe producir por modelo en cada fase de los procesos. Para poder determinar la cantidad de producción diaria simplemente se divide para los días de trabajo por cada fase del proceso o centro de trabajo. Finalmente la ejecución semanal se realiza mediante un plan de embalaje, donde se detalla que producto se debe enviar a bodega para poder ser despachado.

Existe una diferencia entre lo que se pide y lo que se produce, por ejemplo, en

un mes cualquiera se realiza una producción de 1000 piezas del producto A, y 500 del B, pero resulta que se generó un pedido de 1000 piezas del producto B y 500 del A. Además no solo hay 2 tipos de modelos sino 100 y no solo una orden de despacho sino 100 órdenes por mes. En tal situación, el planificador queda expuesto al error de no presupuestar lo correcto debido a la gran cantidad de pedidos y productos, en otras palabras no hay un enlace que automatice los procesos de planificación. Es decir, tener la capacidad de colocar una orden del cliente e inmediatamente saber si la puedo cumplir o no, si me requerirá de horas extras.

3.5 Levantamientos de procesos

Para el levantamiento de procesos se utilizará diagramas de flujo regidos por la norma ANSI, por sus siglas en inglés *American National Standard Institute*, la simbología está estipulado de la siguiente manera:

Tabla 8.

Simbología diagramas de flujo ANSI.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	UTILIZACIÓN
	Operación e inspección	Indica la verificación o supervisión en las fases del proceso
	Operación	Indica las fases del proceso, método o procedimiento
	Actividad	Describe funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento
	Transporte	Representa el traslado o movimiento de un documento a otra oficina y/o funcionario
	Entrada de bienes	Representa productos o materiales que ingresan al proceso
	Datos	Indica salida o entrada de datos
	Subproceso	Conjunto de tareas secuenciales para cumplir un propósito
	Decisión	Punto dentro del flujo que indica varios caminos alternativos
	Líneas de flujo	Conecta los símbolos señalando su secuencia
	Documento	Representa un documento que se utilice, entre, o salga del procedimiento
	Conector de página	Continúa el diagrama en otra página

Adaptado de ADSI, s.f.

El levantamiento de procesos tiene el propósito de llegar a comprender como se gestionan los procesos de planificación y producción de Edesa. En esta fase de levantamiento, se identificarán puntos de mejora en cuanto a la gestión de

planificación desde el área de preparación pasta, hasta el área de inspección final y embalaje, incluyendo los procesos del área de compras.

La planificación global de Edesa está dividida en dos partes: exportación; y, nacional.

Los procesos de producción se dividen en diferentes centros de trabajo, los cuales son: preparación pasta; vaciado; esmaltado; quema; inspección final; y, embalaje. (Ver anexos 1, 2, 3, 4, 5)

Los procesos de compra se gestionan de igual forma para los requerimientos de planificación de exportación y nacional

Para una mayor comprensión de los levantamientos de los procesos, se codificó el sistema actual de planificación, como se detalla en las tablas 9 y 10

Tabla 9.

Códigos de procesos de planificación y producción

Proceso	Código
Proceso global de producción	PPG1
Planificación productos de exportación	PPE1
Planificación productos nacionales	PPN1
Reabastecimiento de materias primas	PP01
Preparación pasta	PP02
Planificación vaciado	PV01
Producción Vaciado	PV02
Planificación esmaltado	PE01
Planificación Quema	PQ01
Planificación Inspección final y embalaje	PI01
Procesos de compra	PC01

Tabla 10.

Documentos de los procesos de planificación

Documentación	Código
Plan de cargues	DC01
Plan de compras mensual	DV01
Plan de producción anual	DA01
Plan de producción mensual	DM02
Plan de embalaje semanal	DE01

3.5.1 Planificación para productos de exportación

La planificación para el mercado de exportación es manejada solo bajo pedido, es decir el cliente emite un pedido con treinta días de anticipación al asistente de ventas de exportación de Edesa. El pedido es colocado en una hoja de Excel, que se carga al plan de producción y también en una hoja de Excel llamada plan de cargues. Dos días antes de despachar el pedido, este es facturado, y bodega procede a cargar el contenedor para la fecha requerida por el plan de cargues. En la figura 21 se describe lo expuesto.

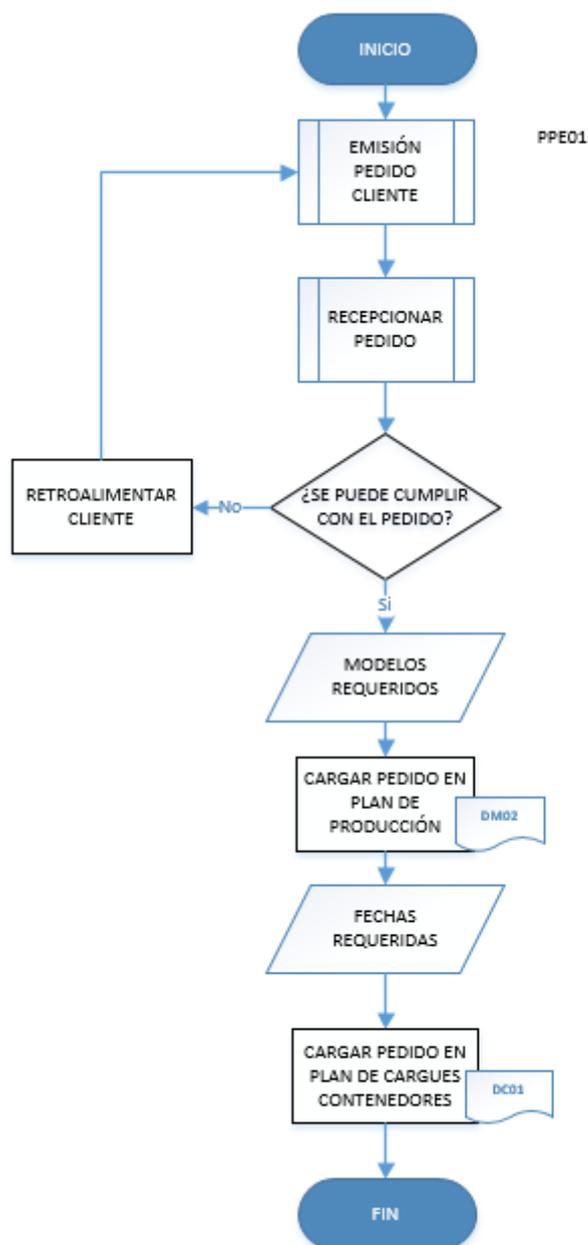


Figura 21. Diagrama de flujo planificación para productos de exportación

3.5.2 Planificación para productos de mercado nacional

El proceso de planificación para mercado nacional empieza con un pronóstico de demanda mensual elaborado por el área de ventas. El pronóstico es aprobado y ajustado por un comité de operaciones. Luego de lo cual, el departamento de planificación gestiona y organiza la producción para cumplir la demanda. En la figura 22 se puede apreciar un flujograma

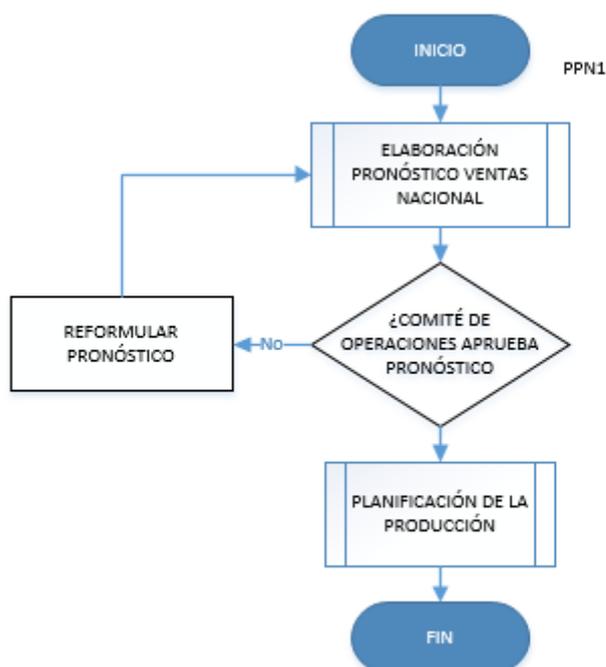


Figura 22. Diagrama de flujo planificación mercado nacional.

3.5.3 Proceso Productivos

La cadena del proceso productivo de EDESA de forma general empieza con el desarrollo y diseño de una matriz, la cual sirve para obtener un molde de yeso del producto. El molde es vaciado con una pasta conformada por feldespato, sílice y caolín previamente homogenizados y procesados en proporciones correctas. La pasta es transportada vía líquida a través de tuberías para poder llenar los moldes con pasta, a este proceso se lo denomina vaciado, en el cual el yeso (molde) a medida que absorbe el agua de la pasta da lugar a formar la pared de la pieza. Se realiza una inspección de calidad y pasa a un área de secado. Después entra al proceso denominado esmaltado, en el cual se le da textura, color y brillo del revestimiento de la pieza. Posteriormente, se transporta al área de hornos donde se realiza el proceso de vitrificación (quema) en el que la pieza se transforma en porcelana sanitaria. Finalmente el producto pasa por el área de inspección final de cumplimientos de diferentes

estándares de calidad, sí el producto cumple todos los requerimientos, es embalado; y, está listo para ser entregado a bodega de producto terminado. En la figura 23, se detalla el proceso de producción global para los accesorios cerámicos

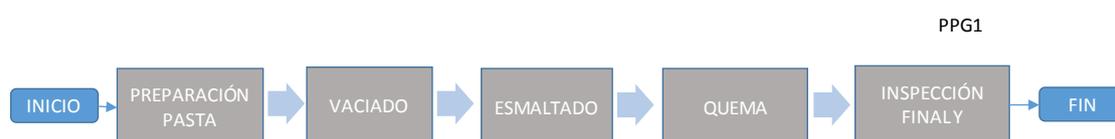


Figura 23. Proceso global de producción

3.5.3.1 Preparación Pasta

El proceso de planificación de reabastecimiento de las materias primas está dividido en materia prima nacional y materia prima de importación

El reabastecimiento de materia prima nacional, se planifica en base a un plan mensual, en el que se presupuesta cuantas piezas se van producir. Cada producto está parametrizado en el ERP de SAP, es decir, cada producto tiene su peso y consumo de pasta. Para realizar el cálculo de la cantidad de materia prima nacional que se necesita, simplemente se multiplica el número de piezas totales presupuestadas por el peso de pasta usado en cada pieza, añadiendo las diferentes pérdidas a través de la cadena productiva. Con el cálculo global del valor de las toneladas requeridas se realiza las proporciones para la arcilla y feldespato. Al inicio de cada mes se toma en cuenta el stock de inventario y la diferencia entre lo que se va consumir y lo que se tiene será el pedido para cada mes. En la siguiente figura 24 se puede resumir lo expuesto.

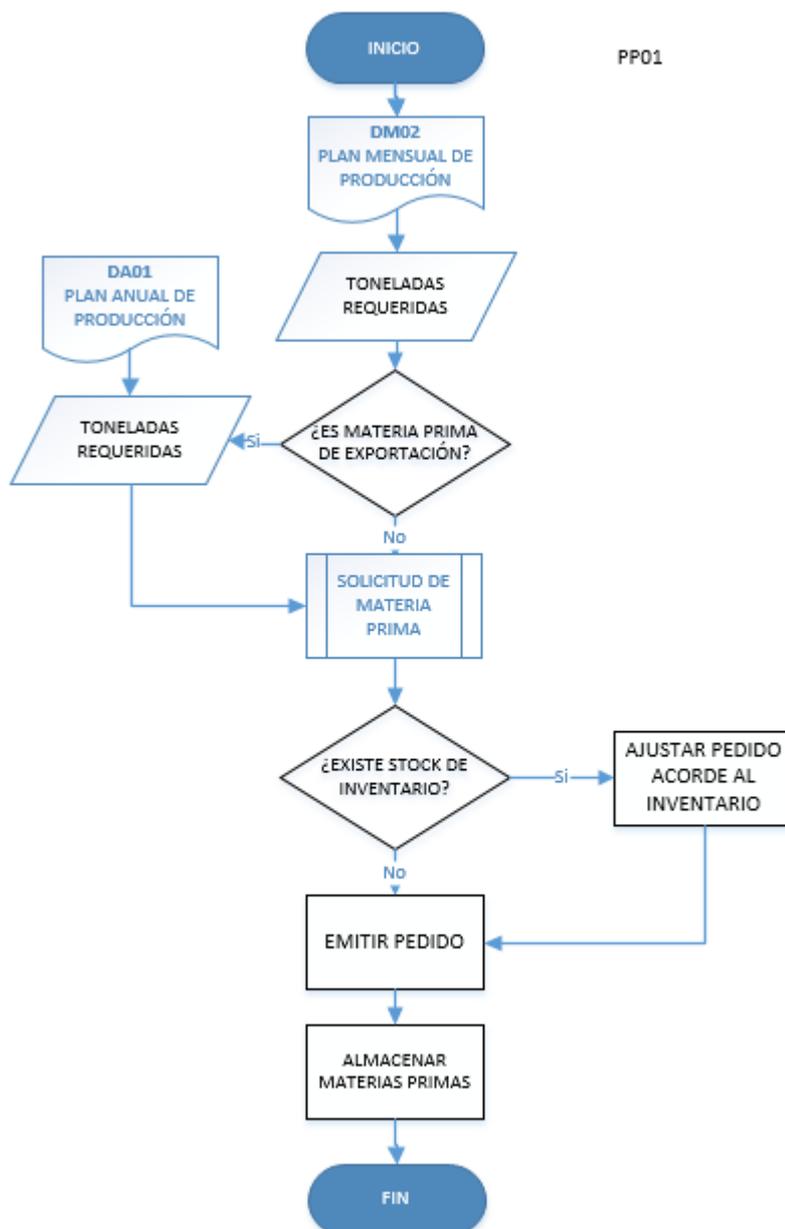


Figura 24. Flujograma reabastecimiento de materias primas

Para el reabastecimiento de la materia prima de importación, las cuales son arcillas más finas que no posee el Ecuador, son importadas en barco de Estados Unidos. El cálculo de las toneladas de las materias primas necesarias, se lo realiza con el plan de producción anual, ya que el costo es elevado y solo se puede hacer pedidos una o dos veces al año.

Una vez ya almacenadas todas las materias primas para el proceso productivo de la preparación de la pasta para sanitarios, se puede iniciar con la homogenización de cuatro tipos de tierras, las cuales son: arcilla, caolín, feldespato y sílice. Mezcladas en proporciones correctas obtenemos la pasta llamada barvotina o pasta cerámica. Dicha pasta será la que se inyecte a los moldes de yeso para obtener la pieza formada, como se observa en la figura 25.

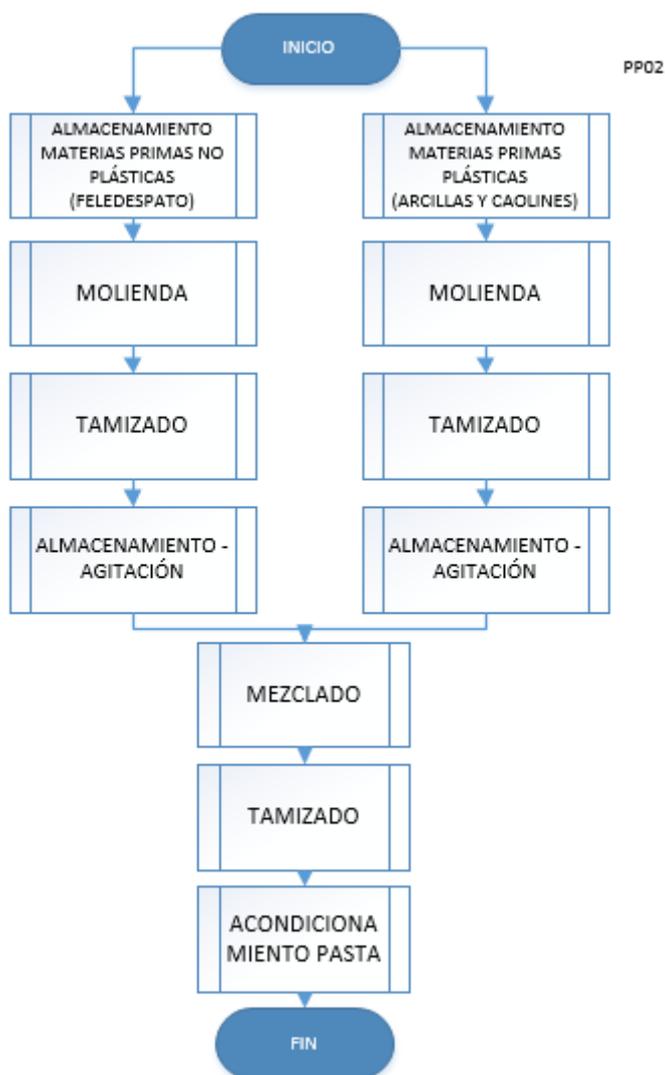


Figura 25. Flujograma preparación pasta

3.5.3.2 Vaciado o colaje

La planificación para el proceso de vaciado de los accesorios, está basado en un plan de producción mensual, donde se especifica la cantidad de piezas por modelo que se debe producir al mes. Una pieza que ha terminado el proceso de vaciado es la entrada para el proceso de esmaltado, por lo que sí en la planificación de vaciado no se detalla un X modelo, los proceso de esmaltado, quema e inspección final quedaran desbastecidos, generando así retrasos. No existe un ajuste correcto entre el inventario que existe y en la cantidad correcta que debe producirse, es decir se podría tener un alto inventario del producto A pero un reducido inventario del producto B. Pero el plan de producción detalla que se debería seguir produciendo el producto A, cuándo debería producir B, ya que tengo suficiente inventario de A, para no generar desabastecimiento a esmaltado. Esto recae en diferencias de inventario y desabastecimientos por no saber qué, cuánto y cuándo producir. En la siguiente figura 26 se puede apreciar el proceso.

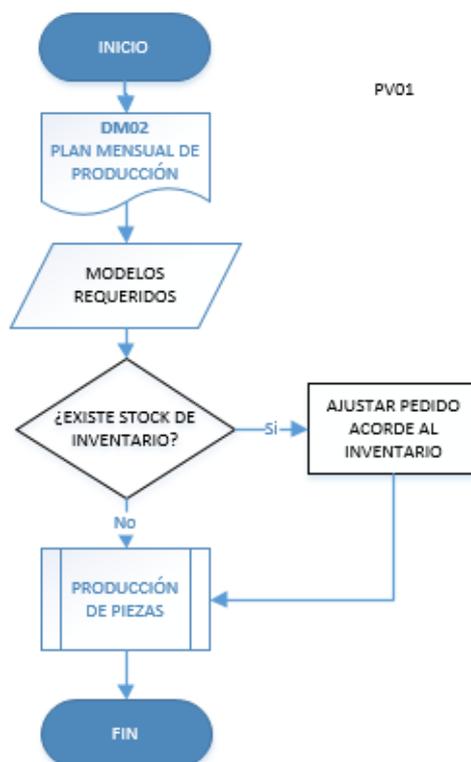


Figura 26. Flujograma Planificación vaciado

El proceso productivo de creación de la pieza, empieza con el llenado de los moldes de yeso. Luego que el molde está lleno de pasta, se da un tiempo de formación de la pared de la pieza. En este tiempo el yeso (molde) absorbe el agua de la pasta para que únicamente deje el material mineral en las paredes de molde. Después, existe un drenado con aire de baja presión para que el exceso de pasta salga del molde, luego se abre el molde y se retira la pieza y se da acabados estéticos. Finalmente se obtiene una pieza en crudo, que será la entrada para el proceso de esmaltado. Se puede observar en la figura 27.

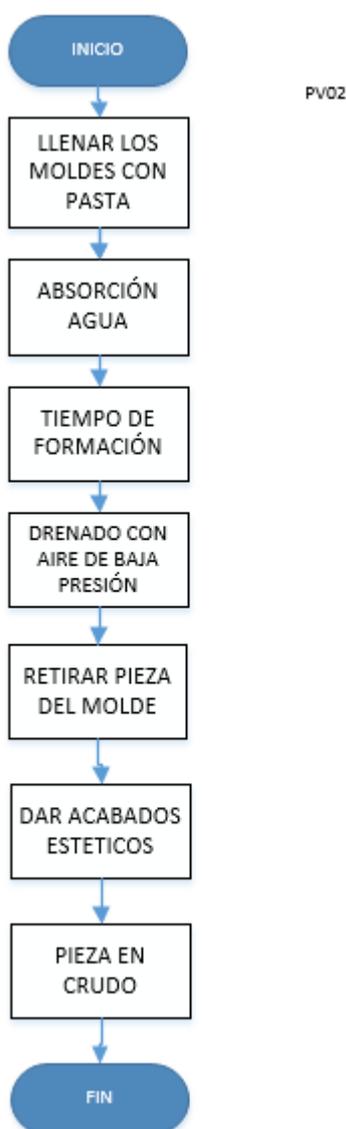


Figura 27. Flujograma vaciado

3.5.3.3 Esmaltado

La planificación del proceso de esmaltado, se desarrolla de manera semanal por el área de planificación. El departamento de esmaltado ordena y distribuye los turnos acorde a las cabinas de esmaltado disponibles, y los estándares de producción de cada turno por modelo acorde al plan requerido por planificación. El proceso de esmalte da el color a la pieza, una pieza esmaltada será la entrada para el proceso de quema.

El proceso productivo de esmaltado empieza con una pieza en crudo, la cual es transportada a las cabinas de esmalte, donde será recubierta acorde al color requerido. El esmalte está conformado por las mismas materias prima de la pasta cerámica, pero de una mejor calidad y selección; sumados a otros componentes y colorantes obtenemos el esmalte, que da la textura, brillo; y, color a la pieza. Se puede apreciar en la siguiente figura 28

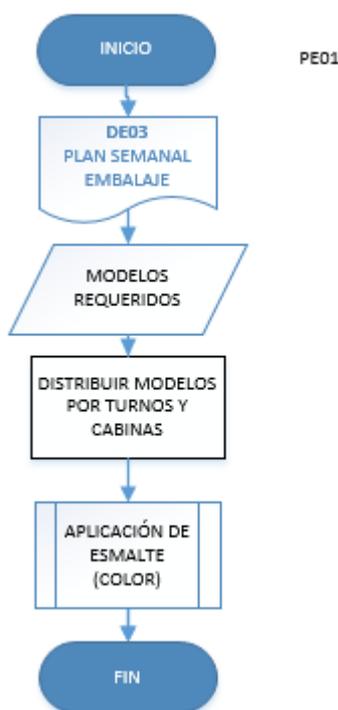


Figura 28. Flujograma planificación esmaltado

3.5.3.4 Quema (Vitrificación)

La planificación del proceso de quema, está dado por el flujo de las piezas esmaltadas, es decir no se sigue un plan de quema, aunque planificación emite un plan denominado “plan de embalaje” donde se especifica que piezas se debería quemar, el departamento de hornos da prioridad al flujo y las necesidades urgentes que el área de despachos solicita, es decir el plan de embalaje emitido no se adapta a la verdadera necesidad de la empresa. Se puede apreciar en la figura 29.

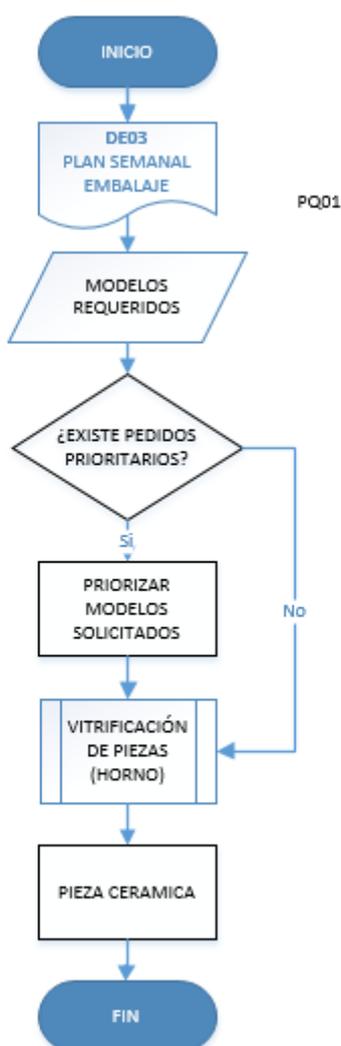


Figura 29. Flujograma quema

3.5.3.5 Inspección final y embalaje

El proceso de inspección final para accesorios empieza con las piezas que ya han pasado por proceso de quema, en esta etapa las piezas deben cumplir diferentes estándares de calidad, tanto en lo estético, como en lo dimensional, aquel producto que no cumple los estándares se lo denomina “rotura” o piezas defectuosas que son desechadas. Las piezas que si cumplen los requerimientos de calidad, serán usadas para el embalaje.

El proceso de embalaje debe ser desarrollado acorde a un “plan de embalaje semanal” que es emitido por el área de planificación. Actualmente dicho plan casi no se lo ejecuta, ya que siempre hay pedidos urgentes que el departamento despachos y facturación determina, ya sea originado por pedidos retrasados o porque no se lo cargo en el plan de embalaje y no se lo sumo al pronóstico de demanda. Esto genera que se descuide el plan, para dar prioridad a pedidos urgentes, lo que ocasiona siempre tener un desabastecimiento ya que siempre se realiza un pedido por urgencia, lo que da lugar a no poder embalar lo que necesitare a futuro, lo que ocasiona acumulación de pedidos, por lo que la empresa recae en utilizar operarios extras para cumplir con los pedidos. Tampoco existe un cálculo de inventario de seguridad acorde al pronóstico de demanda. Se lo puede apreciar en la siguiente figura 30.

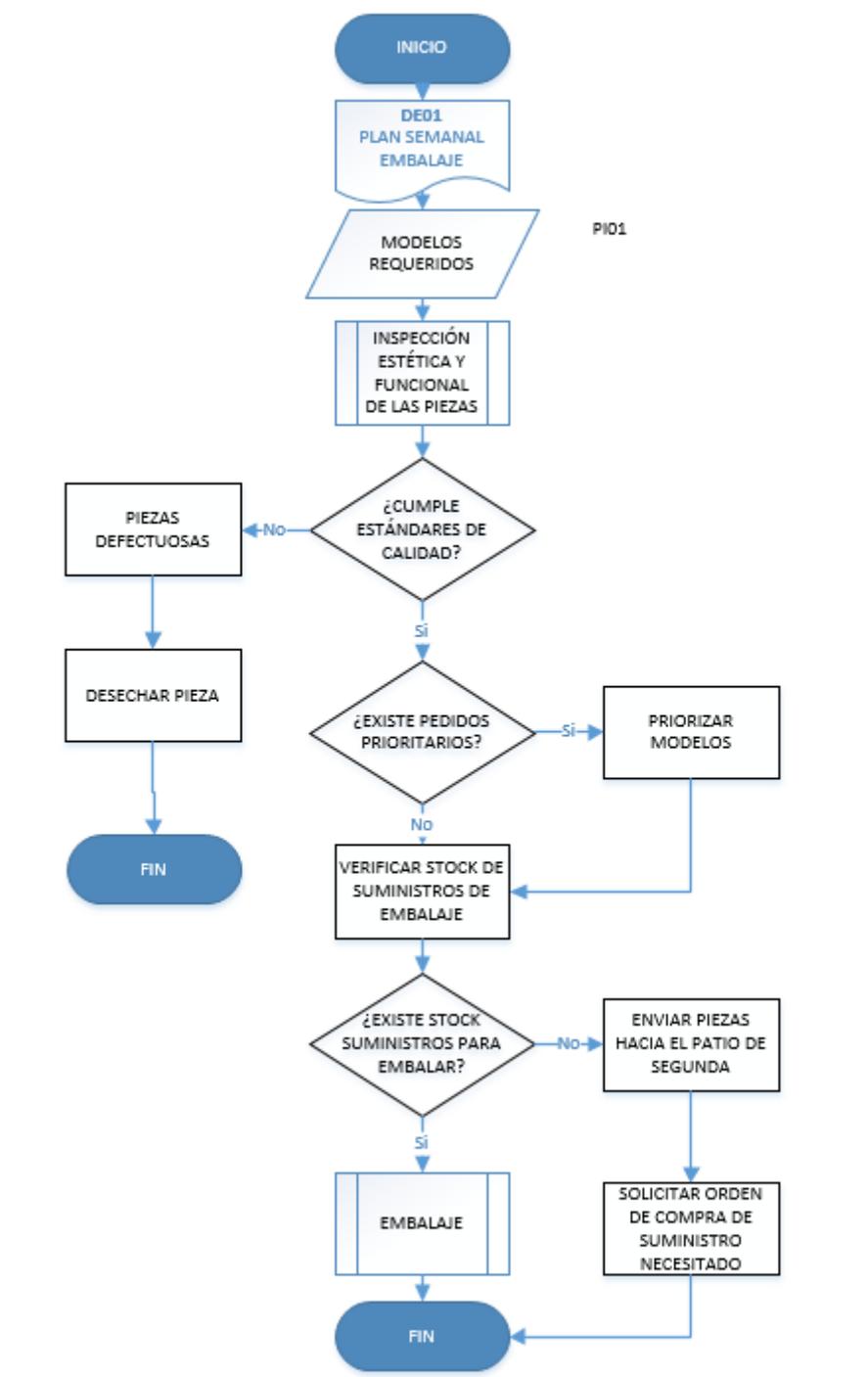


Figura 30. Flujograma planificación Inspección final y embalaje

3.5.4 Procesos de compra

El proceso de compras, es aprobado acorde al plan de ventas mensual, por un

comité de ventas. Es decir se planifica el stock de inventario en base al volumen de ventas del mes anterior. Cuando durante el mes se acaba un suministro ya sea caja, funda etc, el planificador emite una orden de compra para que sea aprobada por el Gerente Financiero, aprobada dicha orden se espera un *lead time* acorde al proveedor o la necesidad requerida de la orden de compra. En ese tiempo que tarde en llegar los suministros a la planta, el flujo de embalaje se detiene para el producto que estaba necesitado del suministro. En la figura 31 se puede resumir lo expuesto.

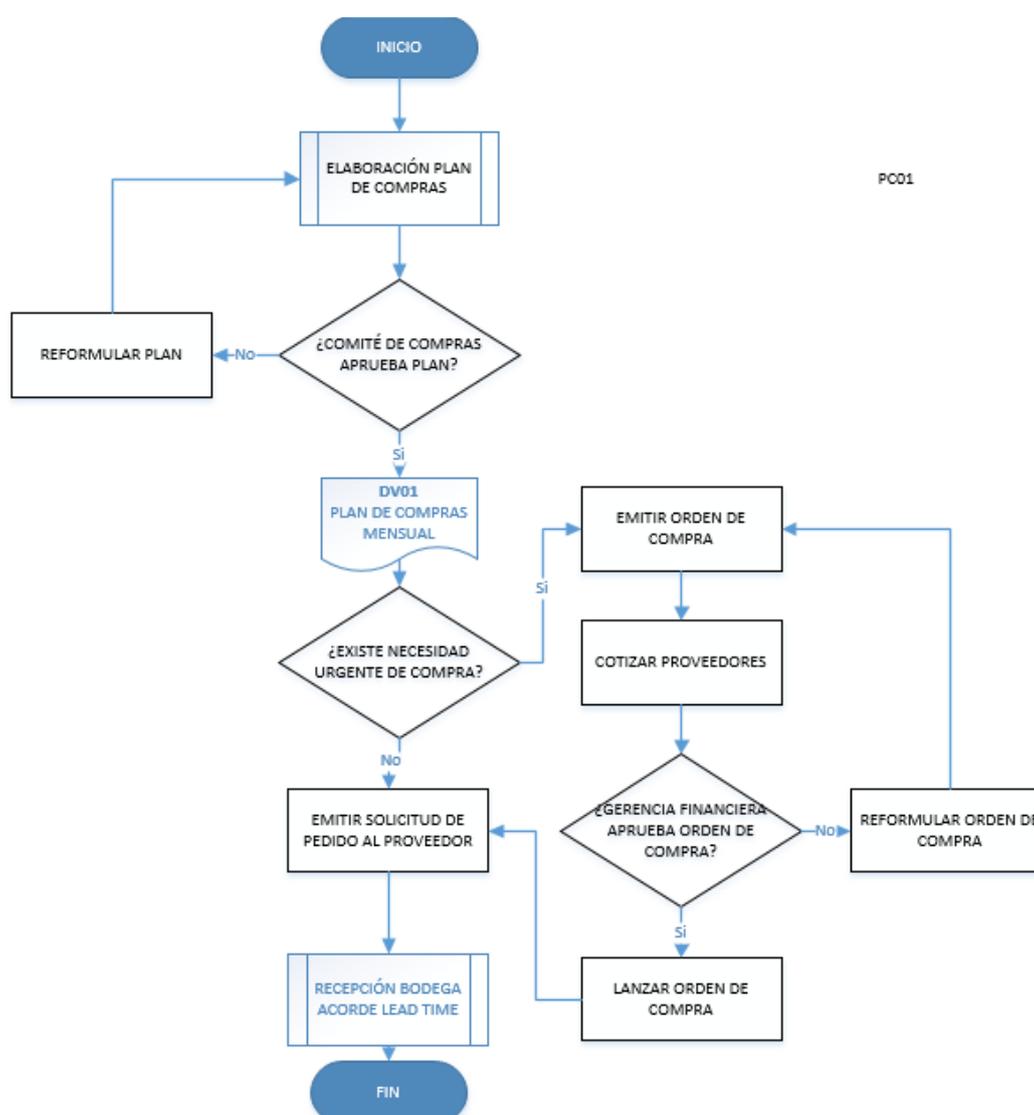


Figura 31. Flujograma procesos de compra.

En los procesos actuales de planificación de compras de Edesa, no se realiza

cálculos de puntos de reorden para reabastecimientos de suministros, no se calcula inventarios óptimos de seguridad acorde al nivel de ventas para no generar desabastecimiento y por ende no detener el flujo de los procesos.

3.6 Gestión de inventarios y abastecimientos de suministros

Para poder realizar una medición y comprensión de la gestión de inventarios, se recolectó información de los niveles de stock con que se finalizaba cada mes desde los periodos de enero hasta agosto del 2016.

En la siguiente tabla se puede apreciar los niveles de inventarios para los diferentes componentes que conforman los distintos productos.

Tabla 11.

Niveles de inventario por mes en unidades

CÓDIGO	MESES							
	01.2016	02.2016	03.2016	04.2016	05.2016	06.2016	07.2016	08.2016
633125	1100	3080	5000	2143	750	12205	13895	8155
655937	500	54	0	700	800	2700	1500	1200
659383	1060	100	225	700	0	0	1400	0
659862	300	3150	1528	3800	1522	10700	10400	9466
659867	1100	2768	931	272	3100	8616	8636	7506
659869	580	2575	2399	670	939	1649	821	586
659930	368	13	0	0	142	193	150	70
659933	4200	4300	3616	4650	4575	4550	5364	5376
660010	2000	3100	320	500	5500	5500	5484	6700
660014	141456	127912	116168	59090	52360	45500	38700	33626
660145	225	200	248	65	60	65	0	275
660210	246	91	32	271	151	150	275	286
659382	400	1000	900	2370	3000	4000	5000	3800
SSES8121130000	59	0	0	0	0	96	44	180
SSES8131130000	60	0	0	0	0	37	0	454
SSES8162130000	95	0	0	0	0	0	0	0
SSES8812130000	200	0	700	1400	0	1273	1000	0
SSES8821130000	188	0	1224	490	0	824	0	0
SSES8886130000	450	0	835	0	0	1360	850	560
SSQM8121130000	850	1556	1820	1998	240	180	364	100
SSQM8131130000	620	1040	776	346	0	15	40	0
SSQM8162130000	0	1350	1022	813	0	220	400	570
SSQM8812130000	1695	2500	1528	3550	2050	1485	2256	880
SSQM8821130000	1300	1110	404	4400	2040	2000	1000	620
SSQM8886130000	9260	6910	2100	970	6350	12450	5500	710
SSVA8121000000	2838	1754	1305	617	295	548	767	211
SSVA8131000000	1902	1564	1091	309	506	480	601	331
SSVA8162000000	3752	2700	2870	1500	850	1880	288	2480
SSVA8812000000	5022	3050	3610	496	2826	2676	3165	4353
SSVA8821000000	2184	750	448	1935	916	1163	3266	1562
SSVA8886000000	2495	500	864	3060	4801	5608	9296	7470

Se puede notar como varios componentes en determinados meses llegan a niveles de cero unidades en inventario. Es decir en dichos meses se presentaron problemas de desabastecimiento, lo cual involucra una para en el flujo de los procesos y por ende haber retrasado pedidos.

En las siguientes figuras 32 y 33 se puede tomar como ejemplos dos componentes pertenecientes a dos modelos de los accesorios cerámicos,

donde se puede notar el desbalance de stock de inventarios, es decir algunos meses presentan ruptura de inventarios (desabastecimientos que detienen el flujo de embalaje del producto terminado) y en otros un excesivo aprovisionamiento de inventario para los componentes con código 659930, 659383 denominados: CAJA ACCES. DECCO 8804 EDESA CARTOPEL y CAJA P/ACCESORIOS DECCO GRANDE (VENTANA) correspondientemente.

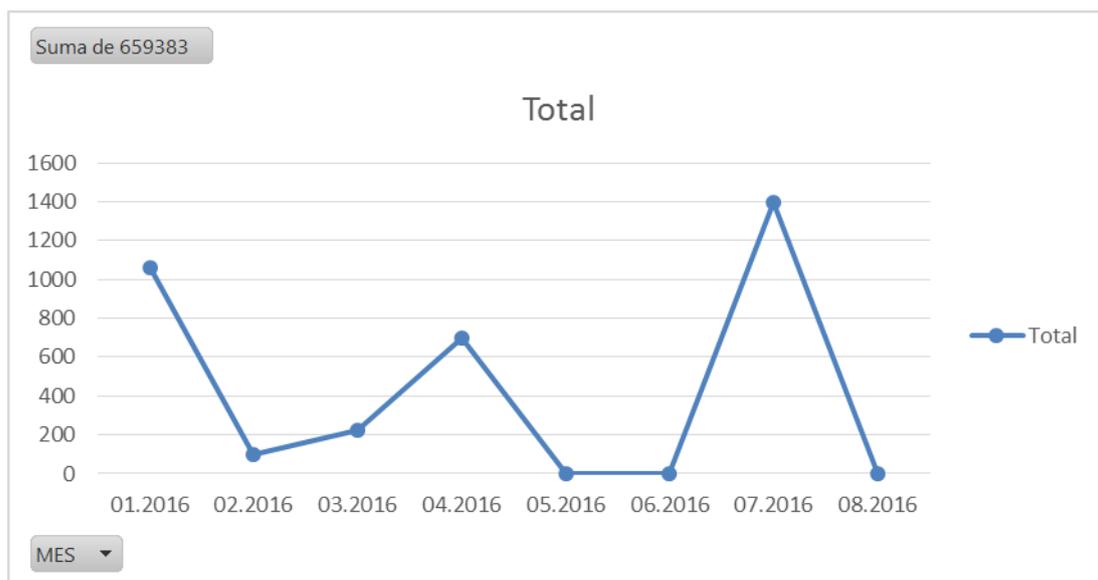


Figura 32. Comportamientos de niveles de stock componente 659383

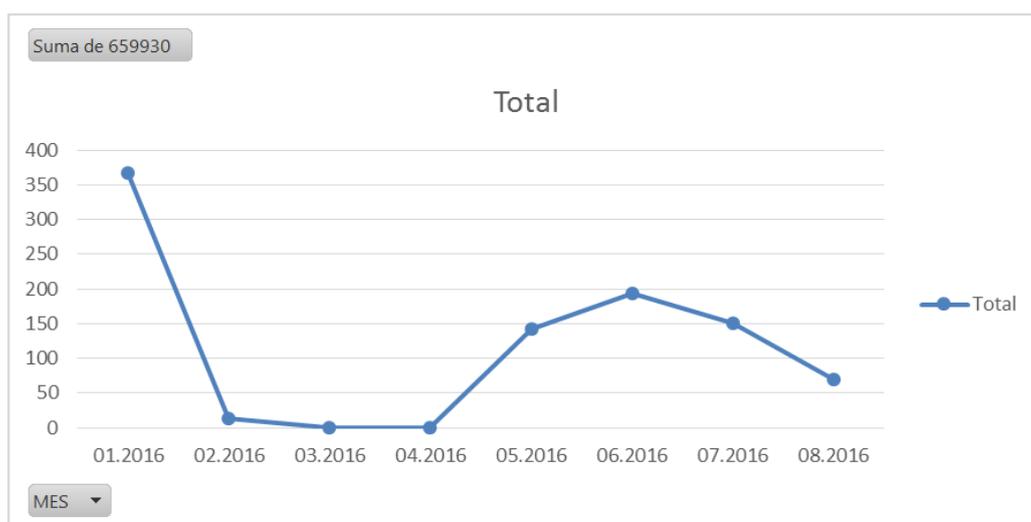


Figura 33. Comportamientos de niveles de stock componente 659930

En la figura 32 se puede observar como en los meses de febrero, mayo y junio el nivel de inventario llegó a cero o casi cero y por ende generó desabastecimientos para el embalaje del producto terminado. También se puede notar que en el mes de julio se aprovisionó de un stock excesivo ya que se venía sufriendo desabastecimientos. Es decir no existen puntos de reorden correctamente calculados acorde a la demanda, tampoco de inventarios de seguridad y de niveles máximos de stock.

4. Capítulo IV. Propuestas de mejora

La propuesta de mejora está basada en la estructura de planificación que propone el MRP II, véase el capítulo 2.1.3. Se calculará el pronóstico de ventas por familias y por modelos; se diseñará el plan maestro de producción MPS; se hará la explosión de materiales mediante un MRP. Después se realizará un ajuste de capacidades a través del CRP, que dará las opciones de escoger si trabajar con una capacidad finita o infinita. Finalmente se elaborará un flujograma de todo el sistema que simule una planificación de los recursos eficiente y eficaz.

4.1 Selección método de pronóstico

Para la selección del mejor método de pronóstico, se obtienen los datos de ventas mensuales toda la familia de accesorios cerámicos desde enero del 2015 hasta agosto del 2016. Con el histórico de ventas, se analizará el patrón que adopta la demanda y paralelamente se proyectará las ventas en base a los métodos explicados anteriormente en el capítulo 2.3.2, los cuales son: promedio móvil, promedio móvil ponderado y suavizado exponencial. El método que resulte en tener un menor error en la suma de los errores MAD, MSE Y MAPE, será aquel que sea utilizado para generar los pronósticos de ventas y efectuar la desagregación a los diferentes modelos que conforman la familia.

En tabla 12 se detalla las ventas expresadas en cantidades vendidas por mes.

Tabla 12.

Ventas en cantidades por meses

AÑO	MESES	TOTAL VENTAS EN CANTIDADES
2015	Suma de ENE	7224
2015	Suma de FEB	7009
2015	Suma de MAR	5899
2015	Suma de ABR	2505
2015	Suma de MAY	3229
2015	Suma de JUN	2271
2015	Suma de JUL	5357
2015	Suma de AGO	7606
2015	Suma de SEP	11723
2015	Suma de OCT	4464
2015	Suma de NOV	5130
2015	Suma de DIC	5175
2016	Suma de ENE2	5839
2016	Suma de FEB2	8225
2016	Suma de MAR2	5148
2016	Suma de ABR2	8875
2016	Suma de MAY2	6484
2016	Suma de JUN2	7694
2016	Suma de JUL2	4322
2016	Suma de AGO2	4565

En la figura 34 se detalla el patrón de demanda que adopta los accesorios cerámicos por meses y cantidades de venta.

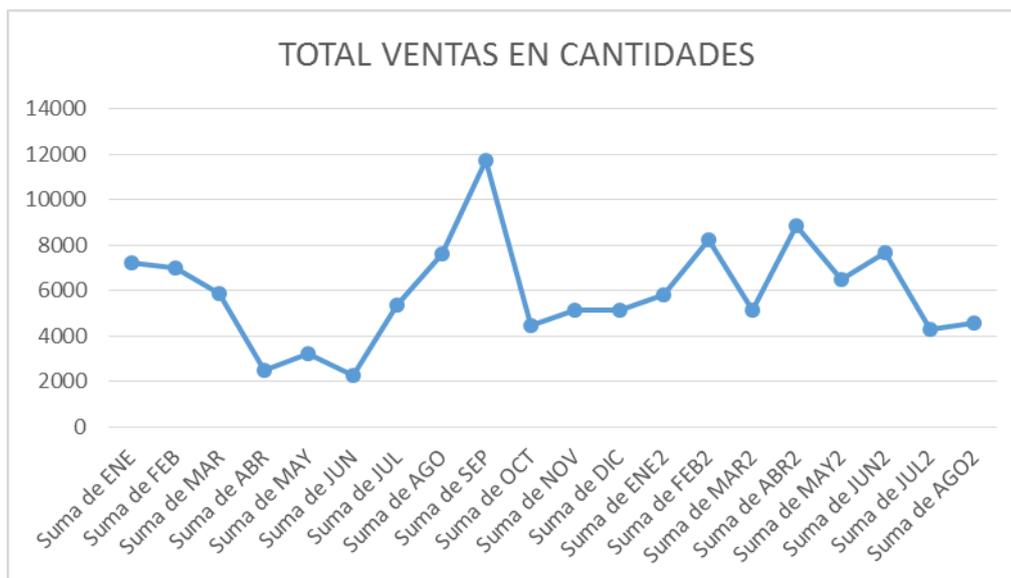


Figura 34. Patrón de ventas de los accesorios cerámicos

Se puede observar la demanda no sigue un patrón de tendencia, ni estacional, ni cíclico sino que presenta un comportamiento aleatorio horizontal. Por lo que los métodos mencionados anteriormente serán útiles para realizar los pronósticos.

El promedio móvil

Para los cálculos se usa las siguientes formulas:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Dónde:

F_t = Pronostico para el siguiente periodo

n = Número de periodos para promediar

A_{t-1} = Demanda real en el periodo pasado

$A_{t-2}, A_{t-3}, y A_{t-n}$ = Demanda reale hace dos periodos, tres periodos y así sucesivamente.

Donde los errores del pronóstico se generar a partir de :

Error de pronóstico (e_t)= Demanda real (Y_t) – (valor pronosticado) (F_t).

$$CFE = \sum_{i=1}^n e_t \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_t|}{n} \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_t^2}{n} \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{e_t}{Y_t} \right| 100}{n} \quad (\text{Ecuación 11})$$

El número de periodos para promediar será de $n=3$

En la siguiente tabla 13 se muestra un resumen de los cálculos del promedio móvil

Tabla 13.

Cálculo promedio móvil

Promedio movil simple K=3 meses								
PERIODO	VENTAS (Y)	FORECAST (F)	Et	CFE (sesgo)	Et	Et ²	(Et/yt)*100%	
1	ENE	7224						
2	FEB	7009						
3	MAR	5899						
4	ABR	2505	6711	-4206	-4206	4206	17687632	167,89
5	MAY	3229	5138	-1909	-6114	1909	3643008	59,11
6	JUN	2271	3878	-1607	-7721	1607	2581378	70,75
7	JUL	5357	2668	2689	-5032	2689	7228928	50,19
8	AGO	7606	3619	3987	-1045	3987	15896169	52,42
9	SEP	11723	5078	6645	5600	6645	44156025	56,68
10	OCT	4464	8229	-3765	1835	3765	14172715	84,33
11	NOV	5130	7931	-2801	-966	2801	7845601	54,60
12	DIC	5175	7106	-1931	-2897	1931	3727474	37,31
13	ENE2	5839	4923	916	-1981	916	839056	15,69
14	FEB2	8225	5381	2844	863	2844	8086440	34,57
15	MAR2	5148	6413	-1265	-402	1265	1600225	24,57
16	ABR2	8875	6404	2471	2069	2471	6105841	27,84
17	MAY2	6484	7416	-932	1137	932	868624	14,37
18	JUN2	7694	6836	858	1995	858	736736	11,16
19	JUL2	4322	7684	-3362	-1367	3362	11305285	77,80
20	AGO2	4565	6167	-1602	-2969	1602	2565336	35,09
21	SEP2		5527			2576	8767440	51
						MAD	MSE	MAPE

Como se observa en la tabla 13, el pronóstico para el mes de septiembre es de

5527 unidades de accesorios a vender, con un error acumulado del MAD, MSE, MAPE del 2576, 8767440, 51 correspondientemente.

En el siguiente figura se muestra el comportamiento de la demanda vs el pronóstico del promedio móvil.

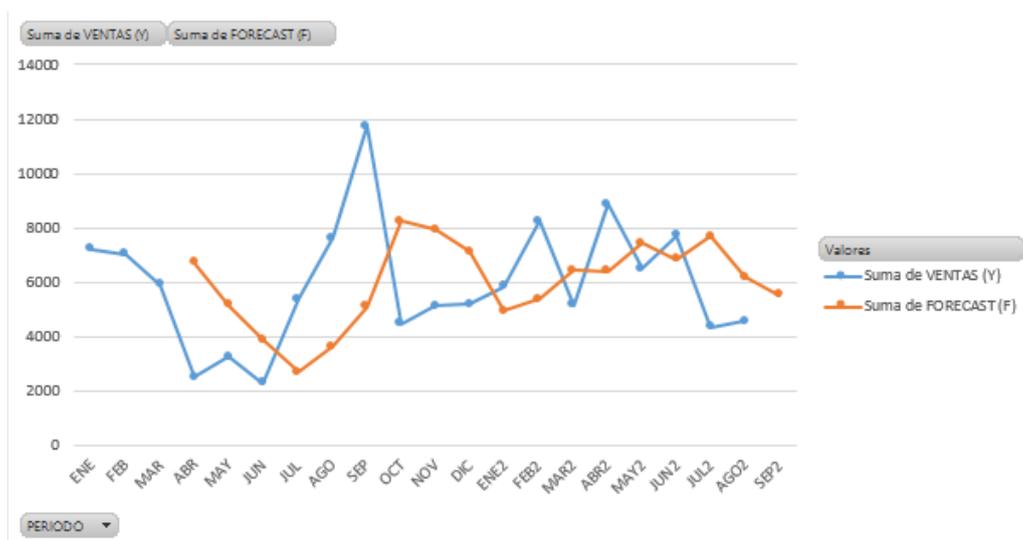


Figura 35. Pronostico promedio móvil

Se observa en la figura 35 como el pronóstico trata de seguir al patrón de ventas.

Promedio móvil ponderado

El algoritmo es:

$$F_t = W_1A_{t-1} + W_2A_{t-2} + \dots + W_nA_{t-n} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Dónde:

W_1 = Ponderación dada al hecho real para el periodo $t-1$

W_2 = Ponderacion dada al hecho real para el periodo $t-2$

W_n = Ponderacion dada al hecho real para el periodo $t-n$

n = Número total de periodos

La ponderación utilizada es:

$$W1 = 0,5$$

$$W2 = 0,3$$

$$W3 = 0,2$$

En la tabla 14 se muestra un resumen de los cálculos del promedio móvil ponderado.

Tabla 14.

Cálculos promedio móviles ponderados

<i>Promedio móvil ponderado</i>								
PERIODO	VENTAS (Y)	FORECAST (F)	Et	CFE (sesgo)	IEtI	et2	(Et/yt)*100%	
1	ENE	7224						
2	FEB	7009						
3	MAR	5899						
4	ABR	2505	6497	-3992	-3992	3992	15936064	159,36
5	MAY	3229	4424	-1195	-5187	1195	1428025	37,01
6	JUN	2271	3546	-1275	-6462	1275	1625115	56,13
7	JUL	5357	2605	2752	-3710	2752	7572403	51,37
8	AGO	7606	4006	3600	-110	3600	12962880	47,34
9	SEP	11723	5864	5859	5749	5859	34324366	49,98
10	OCT	4464	9215	-4751	998	4751	22569150	106,42
11	NOV	5130	7270	-2140	-1142	2140	4580028	41,72
12	DIC	5175	6249	-1074	-2216	1074	1153046	20,75
13	ENE2	5839	5019	820	-1396	820	671908	14,04
14	FEB2	8225	5498	2727	1331	2727	7436529	33,16
15	MAR2	5148	6899	-1751	-420	1751	3066701	34,02
16	ABR2	8875	6209	2666	2246	2666	7105956	30,04
17	MAY2	6484	7627	-1143	1103	1143	1306220	17,63
18	JUN2	7694	6934	760	1863	760	577448	9,88
19	JUL2	4322	7567	-3245	-1383	3245	10531323	75,09
20	AGO2	4565	5766	-1201	-2584	1201	1442401	26,31
21	SEP2		5118			2409	7899386	47,66
						MAD	MSE	MAPE

Como se observa en la tabla 14, el pronóstico para el mes de septiembre es de 5118 unidades de accesorios a vender, con un error acumulado del MAD, MSE, MAPE del 2409, 7899386, 47,6 correspondientemente.

En el figura 36 se muestra el comportamiento de la demanda vs el pronóstico del promedio móvil ponderado.

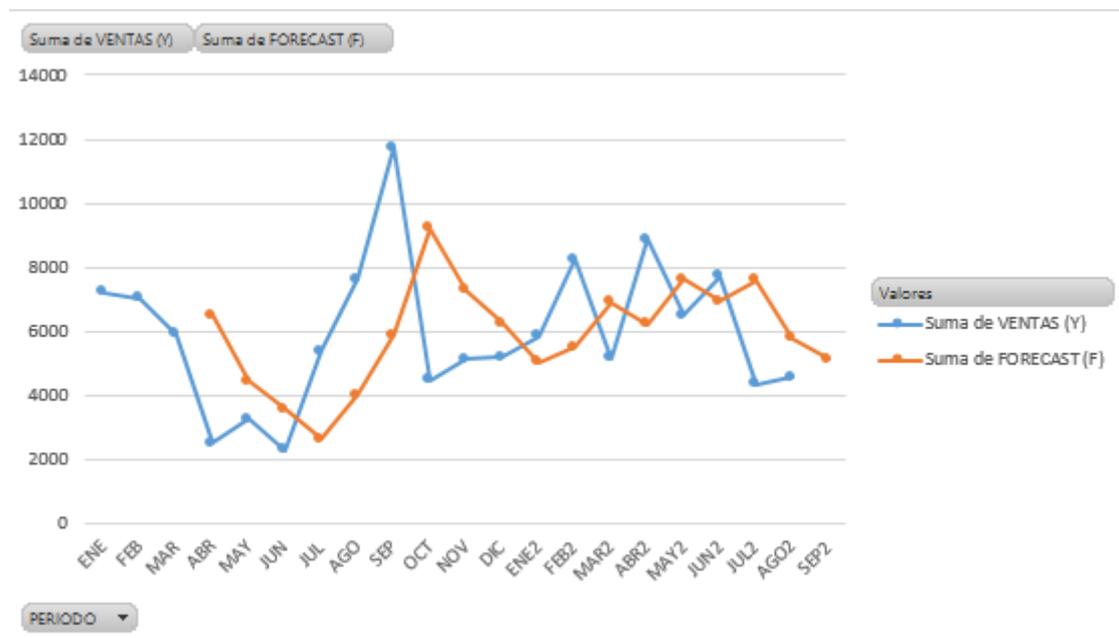


Figura 36. Pronostico promedio móvil ponderado.

Se puede notar como el pronóstico fluctúa de una manera más brusca, ya que da un mayor peso al último dato de ventas.

Suavizado exponencial con alfa=0,1

El algoritmo es el siguiente:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Dónde:

F_t = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

F_{t-1} = Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior

A_{t-1} = Demanda real en el periodo anterior

α = Índice de respuesta deseado, o constante de suavización

En el tabla 15 se muestra un resumen de los cálculos del Suavizado

exponencial con $\alpha=0,1$

Tabla 15.

Cálculo suavizado exponencial con un alfa de 0,1

<i>Suavizado exponencial (SES)</i>								
PERIODO	VENTAS (Y)	FORECAST (F)	Et	CFE (sesgo)	IEtI	et2	(Et/yt)*100%	
1	ENE	7224	7224	0				
2	FEB	7009	7224	-215	-215	215	46225	3
3	MAR	5899	7203	-1304	-1519	1304	1699112	22
4	ABR	2505	7072	-4567	-6086	4567	20858859	182
5	MAY	3229	6615	-3386	-9472	3386	11467942	105
6	JUN	2271	6277	-4006	-13478	4006	16046366	176
7	JUL	5357	5876	-519	-13997	519	269581	10
8	AGO	7606	5824	1782	-12215	1782	3174487	23
9	SEP	11723	6002	5721	-6495	5721	32724555	49
10	OCT	4464	6575	-2111	-8605	2111	4454277	47
11	NOV	5130	6363	-1233	-9839	1233	1521434	24
12	DIC	5175	6240	-1065	-10904	1065	1134476	21
13	ENE2	5839	6134	-295	-11199	295	86793	5
14	FEB2	8225	6104	2121	-9078	2121	4498024	26
15	MAR2	5148	6316	-1168	-10246	1168	1364763	23
16	ABR2	8875	6199	2676	-7570	2676	7158794	30
17	MAY2	6484	6467	17	-7553	17	290	0
18	JUN2	7694	6469	1225	-6328	1225	1501433	16
19	JUL2	4322	6591	-2269	-8597	2269	5149284	53
20	AGO2	4565	6364	-1799	-10396	1799	3237419	39
21	SEP2		6184			1973	6126006	45,0
						MAD	MSE	MAPE

Como se aprecia en la tabla 15, el pronóstico para el mes de septiembre es de 6184 accesorios a vender, con un error acumulado del MAD, MSE, MAPE del 1973, 6126006, 45 correspondientemente.

En el siguiente figura se muestra el comportamiento de la demanda vs el pronóstico del Suavizado exponencial con $\alpha=0,1$

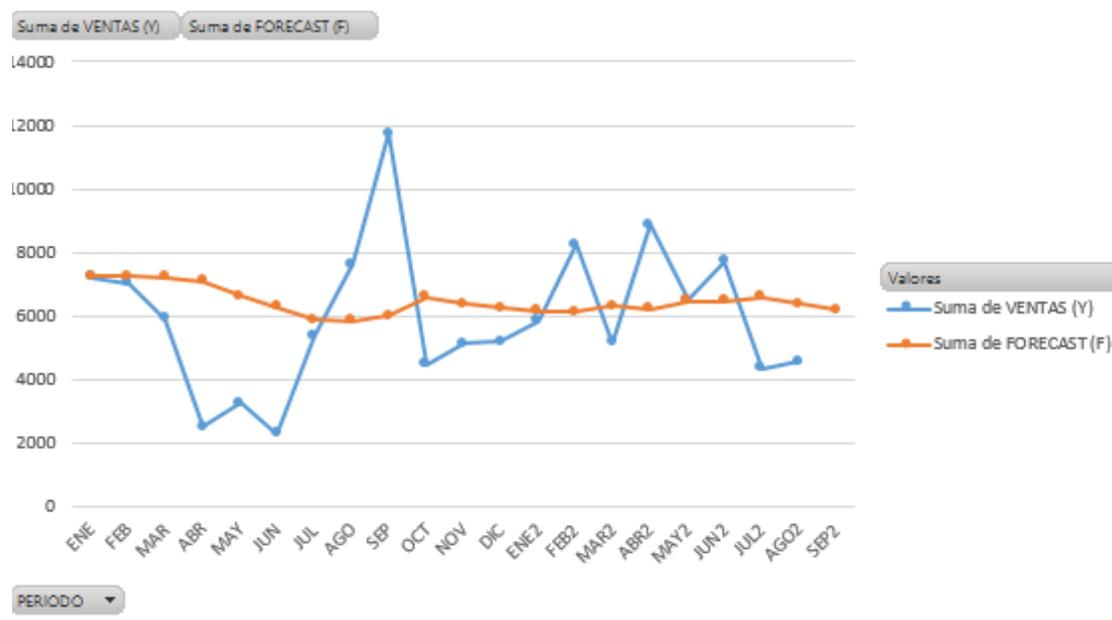


Figura 37. Pronostico suavizado exponencial con un alfa de 0,1.

Como se puede observar en el figura 37, el pronóstico con $\alpha=0,1$ el pronóstico es más rígido con respecto a la fluctuación de la demanda. Aunque visualmente parece que es un pronóstico no tan efectivo, en la suma de errores demuestra ser efectivo ya que presenta una sumatoria menor de los errores.

Suavizado exponencial con $\alpha=0,5$

En el tabla 16 se muestra un resumen de los cálculos del Suavizado exponencial con $\alpha=0,5$.

Tabla 16.

Cálculo suavizado exponencial con un alfa de 0,5

<i>Suavizado exponencial (SES)</i>								
PERIODO	VENTAS (Y)	FORECAST (F)	Et	CFE (sesgo)	IEtI	et2	(Et/yt)*100%	
1	ENE	7224	7224	0				
2	FEB	7009	7224	-215	-215	215	46225	3
3	MAR	5899	7117	-1218	-1433	1218	1482306	21
4	ABR	2505	6508	-4003	-5435	4003	16022008	160
5	MAY	3229	4506	-1277	-6713	1277	1631687	40
6	JUN	2271	3868	-1597	-8309	1597	2549411	70
7	JUL	5357	3069	2288	-6022	2288	5233371	43
8	AGO	7606	4213	3393	-2629	3393	11511283	45
9	SEP	11723	5910	5813	3185	5813	33795783	50
10	OCT	4464	8816	-4352	-1168	4352	18942454	97
11	NOV	5130	6640	-1510	-2678	1510	2280542	29
12	DIC	5175	5885	-710	-3388	710	504204	14
13	ENE2	5839	5530	309	-3079	309	95458	5
14	FEB2	8225	5685	2540	-538	2540	6454047	31
15	MAR2	5148	6955	-1807	-2345	1807	3264379	35
16	ABR2	8875	6051	2824	478	2824	7972832	32
17	MAY2	6484	7463	-979	-501	979	958813	15
18	JUN2	7694	6974	720	220	720	518984	9
19	JUL2	4322	7334	-3012	-2792	3012	9070924	70
20	AGO2	4565	5828	-1263	-4055	1263	1594913	28
21	SEP2		5196			2096	6522612	41,9
						MAD	MSE	MAPE

Se puede notar en la tabla 16 el pronóstico para el mes de septiembre es de 5196 unidades de accesorios a vender, con un error acumulado del MAD, MSE, MAPE del 2096, 6522612, 41,9 correspondientemente.

En la figura 38 se muestra el comportamiento de la demanda vs el pronóstico del Suavizado exponencial con alfa=0,5.

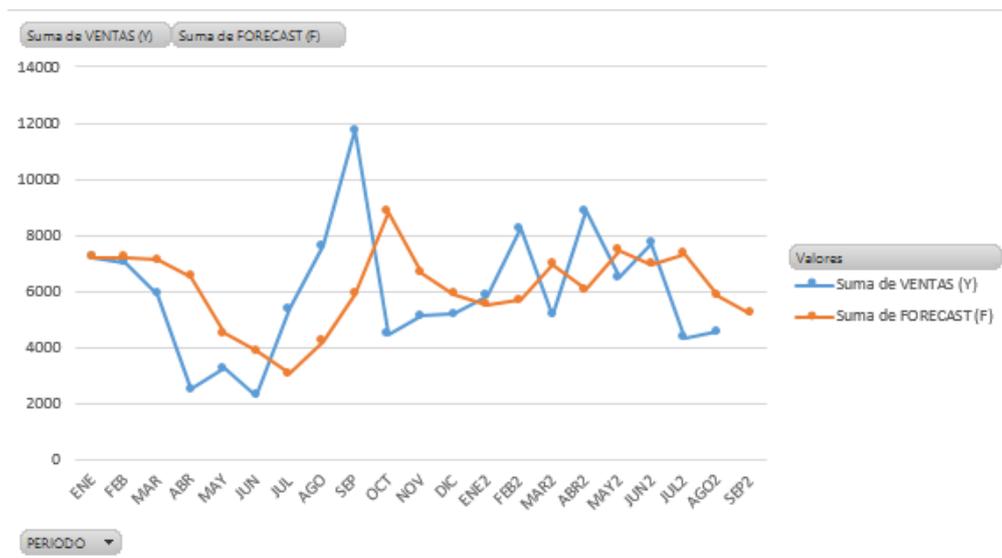


Figura 38. Pronostico suavizado exponencial con un alfa de 0,5

En la figura 38 se puede notar que con un alfa de 0,5, el pronóstico presenta una menor rigidez al momento de seguir al patrón de ventas.

Suavizado exponencial con alfa=0,9

En el siguiente tabla 17 se muestra un resumen de los cálculos del Suavizado exponencial con alfa=0,9.

Tabla 17.

Calculo suavizado exponencial con un alfa de 0,9

<i>Suavizado exponencial (SES)</i>								
PERIODO	VENTAS (Y)	FORECAST (F)	Et	CFE (sesgo)	IEtI	et2	(Et/yt)*100%	
1	ENE	7224	7224	0				
2	FEB	7009	7224	-215	-215	215	46225	3
3	MAR	5899	7031	-1132	-1347	1132	1280292	19
4	ABR	2505	6012	-3507	-4854	3507	12300101	140
5	MAY	3229	2856	373	-4480	373	139342	12
6	JUN	2271	3192	-921	-5401	921	847636	41
7	JUL	5357	2363	2994	-2407	2994	8963634	56
8	AGO	7606	5058	2548	141	2548	6494308	34
9	SEP	11723	7351	4372	4513	4372	19112979	37
10	OCT	4464	11286	-6822	-2309	6822	46537174	153
11	NOV	5130	5146	-16	-2325	16	262	0
12	DIC	5175	5132	43	-2281	43	1882	1
13	ENE2	5839	5171	668	-1613	668	446676	11
14	FEB2	8225	5772	2453	840	2453	6016394	30
15	MAR2	5148	7980	-2832	-1992	2832	8018619	55
16	ABR2	8875	5431	3444	1452	3444	11859954	39
17	MAY2	6484	8531	-2047	-595	2047	4188642	32
18	JUN2	7694	6689	1005	411	1005	1010705	13
19	JUL2	4322	7593	-3271	-2861	3271	10702491	76
20	AGO2	4565	4649	-84	-2945	84	7081	2
21	SEP2		4573			2039	7261810	39,6
						MAD	MSE	MAPE

Se puede apreciar en la tabla 17 el pronóstico para el mes de septiembre es de 4573 unidades de accesorios a vender, con un error acumulado del MAD, MSE, MAPE del 2039, 7261810, 39,6 correspondientemente.

En el siguiente figura 39 se muestra el comportamiento de la demanda vs el pronóstico del Suavizado exponencial con alfa=0,9

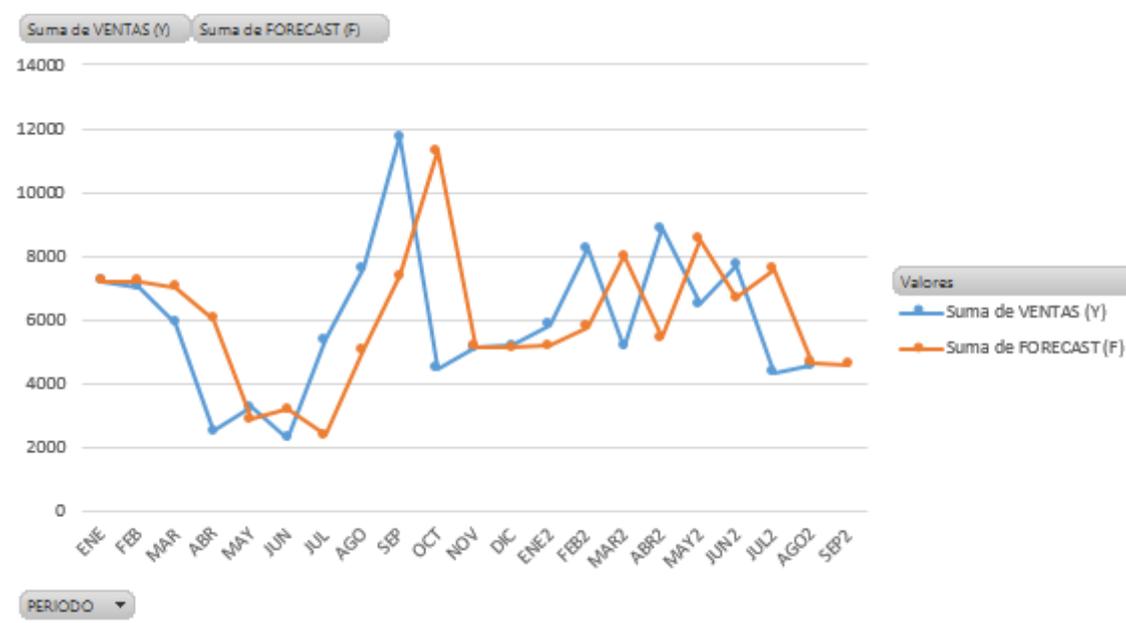


Figura 39. Pronostico suavizado exponencial con un alfa de 0,9.

Con un alfa=0,9 las fluctuaciones son más bruscas al momento de seguir a la demanda.

Con todos los métodos analizados se procede a generar un resumen en la tabla 18 con los errores acumulados que cada pronóstico género.

Tabla 18.

Resumen pronósticos de demanda

MÉTODO	MAD	MSE	MAPE	PRONÓSTICO "SEPTIEMBRE 2016"	SUMA DE ERRORES
PROMEDIO MÓVIL	2576	8767440	51	5527	8770067
PROMEDIO MÓVIL PONDERADO	2409	7899386	48	5118	7901843
SES 0,1	1973	6126006	45	6184	6128023
SES 0,5	2096	6522612	42	5196	6524750
SES 0,9	2039	7261810	40	4573	7263889
MEJOR PRONOSTICO:	Septiembre			6184	

Se puede concluir que el método que presenta una sumatoria menor de los

errores MAD, MSE, MAPE, es el método suavizado exponencial simple (SES) con una alfa=0,1 con un pronóstico de 6184 unidades de accesorios a vender para el mes de septiembre. El método seleccionado será utilizado hacia los niveles de desagregación por cada modelo de la familia de accesorios.

4.2 Diseño del MPS

Debido a la gran cantidad de combinaciones que presente la familia de accesorios alrededor de 68 posibles combinaciones. Véase la tabla 19

Tabla 19.

Productos de la familia de accesorios

SUBFAMILIA	PRODUCTO	CAJA	COMBINACIONES POR COLOR
ADHESIVOS	CS008112	VA	17
ADHESIVOS	CS008803	VA	11
DECO	CS008803	BA	4
DECO	CS008804	BA/BO	7
DECO	CS008812	VA	12
DECO	CS008103	CE	13

Los 6 modelos puede estar combinados en determinados colores entonces el total de combinaciones sería $1 * 17 + 1 * 11 + 1 * 4 + 1 * 7 + 1 * 12 + 1 * 13 = 64$ combinaciones.

En tal situación, se realiza una simulación pero tomando como ejemplo solo un modelo de toda la familia de los accesorios, para que la explicación resulte de una manera más práctica y fácil de comprender para el diseño del MPS. El producto que utilizaremos está codificado por Edesa de la siguiente forma “CS0081121301VA” denominado “JUEGO ACCESORIOS ADHESIVO INST” en color blanco” (figura 40). Nótese que en promedio la venta mensual de la familia de accesorios desde enero del 2015 a agosto del 2016 es de 5937 unidades; dicha cantidad es la suma de todas las ventas de todos los productos que conforman la familia de accesorios en todas sus combinaciones.



Figura 40. Modelo CS0081121301VA

Por lo que el *forecast* desagregado solo para el producto CS0081121301VA acorde al método SES con un $\alpha = 0,1$ es: (Para ver cálculo ver capítulo 4.1)

Tabla 20.

Forecast por modelo CS0081121301VA

MATERIAL	Venta	Forecast															
	Ene	F ENE	Feb	F FEB	Mar	F MAR	Abr	F ABR	May	F MAY	Jun	F JUN	Jul	F JUL	Ago	F AGO	
CS0081121301V	159	159	88	159	137	152	291	150	138	164	112	162	297	157	197	171	173

Es decir, se pronostica vender 173 unidades para el mes de septiembre solo para el producto CS0081121301VA. En semanas sería $173/4 = 43$ unidades, cada semana. Para observar el *forecast* completo desagregado por modelo, colores y cajas, referirse al Anexo 6.

Acorde a lo mencionado en el capítulo 2.2.2.1, las entradas para realizar el plan maestro de producción (MPS) serán: el pronóstico, los pedidos reales, y el inventario inicial.

Pronóstico semanal= 43

Se va asumir que se tiene los siguientes pedidos solo para el modelo CS0081121301VA:

Semana 2 = 1385 unidades

Semana 3 = 2100 unidades

Semana 4 = 2700 unidades

Inventario inicial= 0 unidades

El algoritmo mencionado en el capítulo 2.2.2.1 es:

Si

$$Inv.Inicial_i < Max(Pronóstico_i, Pedidos_i) \text{ (Ecuación 1)}$$

Entonces:

$$MSP \text{ será } > 0 \text{ (Ecuación 2)}$$

$$Inv.Final_i = Inv.Inicial_i + MPS - (Max(Pronósticos_i, Pedidos_i)) \text{ (Ecuación 3)}$$

La naturaleza de los procesos no define un tamaño de lote fijo, sino acorde a la necesidad.

El desarrollo del plan maestro se lo detalla en la tabla 21.

Tabla 21.

Plan maestro de producción (MPS)

CÓDIGO	CS0081121301VA			
MES	SEPTIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4
INV. INICIAL	0	43	0	0
FORECAST	43	43	43	43
PEDIDO	0	1385	2100	2700
INV. FINAL	43	0	0	0
MPS	43	1342	2100	2700

Para observar el plan maestro de producción con pedidos reales, referirse al

Anexo 7

4.3 Diseño del MRP

Una vez ya realizado el plan maestro de producción, el cual nos especifica; que, cuanto y cuando debemos producir. En este caso seguiremos tomando como ejemplo el producto con el código CS0081121301VA.

4.3.1 Árbol de materiales

La lista de materiales esta parametrizada por el ERP de Sap, para el producto escogido está especificado de la siguiente manera:

Tabla 22.

Lista de materiales teórica

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
655937	CAJA CON PAD P/ACCES.COMPLETO (C/VENTANA	1,0
659869	TUBO PARA TOALLERO 50 CM	1,0
SSIQ8131130000	PAPELERA BLANCO Clasificado	1,0
633125	PORTA ROLLO	1,0
SSIQ8121130000	JABONERA BLANCO Clasificado	2,0
SSIQ8162130000	TOALLERO BLANCO Clasificado	2,0
SSIQ8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO INS. QUEMA	3,0
660014	PEGA P/ACCESORIOS 20 ML IMPORTADA	1,0
SSQM8131130000	PAPELERA BLANCO QUEMA	1,0
SSQM8121130000	JABONERA BLANCO QUEMA	1,0
SSQM8162130000	TOALLERO BLANCO QUEMA	1,0
SSQM8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO QUEMA	1,0
SSES8131130000	PAPELERA BLANCO ESMALTADO	1,0
SSES8121130000	JABONERA BLANCO ESMALTADO	1,0
SSES8162130000	TOALLERO BLANCO ESMALTADO	1,0
SSES8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO ESMALTADO	1,0
SSVA8131000000	PAPELERA BLANCO VACIADO	1,0
SSVA8121000000	JABONERA BLANCO VACIADO	1,0
SSVA8162000000	TOALLERO BLANCO VACIADO	1,0
SSVA8812000000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO VACIADO	1,0

Teóricamente la tabla 22, estaría en lo correcto en cuanto a las cantidades de cada componente que conforma el producto CS0081121301VA; pero por la naturaleza de los procesos, siempre se genera pérdidas por no cumplimientos de calidad; por lo cual, sí quiero tener 10 unidades que cumplan los estándares de calidad del componente SSIQ8131130000, tendré que producir 15 unidades de SSIQ8131130000; es decir, si se desea tener una unidad de SSIQ8131130000 tendré que producir 1,5 unidades. En tal situación se realizó una medición de los porcentajes de no calidad por cada ítem de los últimos tres meses de producción, el resumen de las mediciones se lo puede observar en la tabla 23.

Tabla 23.

Lista de materiales corregida.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
655937	CAJA CON PAD P/ACCES.COMPLETO (C/VENTANA	1,0
659869	TUBO PARA TOALLERO 50 CM	1,0
SSIQ8131130000	PAPELERA BLANCO Clasificado	1,0
633125	PORTA ROLLO	1,0
SSIQ8121130000	JABONERA BLANCO Clasificado	2,0
SSIQ8162130000	TOALLERO BLANCO Clasificado	2,0
SSIQ8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO INS. QUEMA	3,0
660014	PEGA P/ACCESORIOS 20 ML IMPORTADA	1,0
SSQM8131130000	PAPELERA BLANCO QUEMA	1,5
SSQM8121130000	JABONERA BLANCO QUEMA	1,1
SSQM8162130000	TOALLERO BLANCO QUEMA	1,0
SSQM8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO QUEMA	1,1
SSES8131130000	PAPELERA BLANCO ESMALTADO	1,1
SSES8121130000	JABONERA BLANCO ESMALTADO	1,1
SSES8162130000	TOALLERO BLANCO ESMALTADO	1,1
SSES8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO ESMALTADO	1,1
SSVA8131000000	PAPELERA BLANCO VACIADO	1,1
SSVA8121000000	JABONERA BLANCO VACIADO	1,0
SSVA8162000000	TOALLERO BLANCO VACIADO	1,0
SSVA8812000000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO VACIADO	1,0

Una vez corregida de la lista de materiales se la puede representar en un árbol

del producto, el cual se lo puede apreciar en la figura 41.

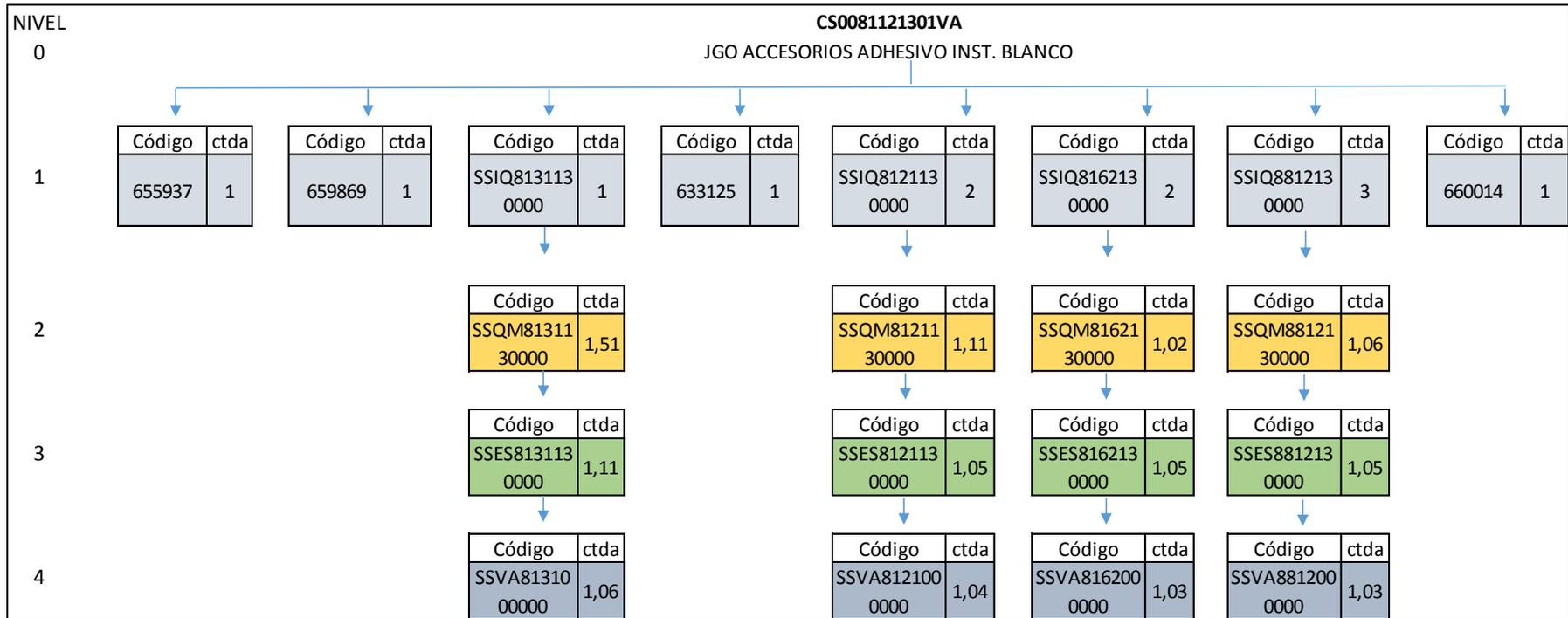


Figura 41. Árbol de materiales del producto CS0081121301VA.

También se genera una tabla con los *lead times* de cada componente que conforman el producto y con sus respectivos lotes

Tabla 24.

Lead times de producción y lotes para la explosión del MRP.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	LEAD TIME (DÍAS)	LOTE
655937	CAJA CON PAD P/ACCES.COMPLETO (C/VENTANA	0	1
659869	TUBO PARA TOALLERO 50 CM	0	1
SSIQ8131130000	PAPELERA BLANCO Clasificado	0	1
633125	PORTA ROLLO	0	1
SSIQ8121130000	JABONERA BLANCO Clasificado	0	1
SSIQ8162130000	TOALLERO BLANCO Clasificado	0	1
SSIQ8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO INS. QUEMA	0	1
660014	PEGA P/ACCESORIOS 20 ML IMPORTADA	0	1
SSQM8131130000	PAPELERA BLANCO QUEMA	1	1
SSQM8121130000	JABONERA BLANCO QUEMA	1	1
SSQM8162130000	TOALLERO BLANCO QUEMA	1	1
SSQM8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO QUEMA	1	1
SSES8131130000	PAPELERA BLANCO ESMALTADO	1	1
SSES8121130000	JABONERA BLANCO ESMALTADO	1	1
SSES8162130000	TOALLERO BLANCO ESMALTADO	1	1
SSES8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO ESMALTADO	1	1
SSVA8131000000	PAPELERA BLANCO VACIADO	1	1
SSVA8121000000	JABONERA BLANCO VACIADO	1	1
SSVA8162000000	TOALLERO BLANCO VACIADO	1	1
SSVA8812000000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO VACIADO	1	1

Nótese que para los componentes 655937, 659869, 633125, 660014, el *lead time* productivo es de cero días, ya que estos productos son suministros para el embalaje, por lo tanto pueden ser aprovisionados de la bodega interna de Edesa el mismo día que se lo requiera, si es que la bodega tuviere disponible el stock requerido. Para los componentes, SSIQ8131130000, SSIQ8121130000, SSIQ8162130000, SSIQ8812130000 el *lead time* también es cero días ya que dichos componentes no pasan por un proceso productivo sino solo de inspección y ensamble, ya que en su unión total junto con los componentes 655937, 659869, 633125, 660014 forman el producto terminado.

Es decir el mismo día que se reciben los componentes del proceso que denominado quema (SSQM) el mismo día son embalados y no se necesita esperar un día para poder realizar el proceso de embalaje. A diferencia de los otros componentes donde el *lead time* es de 1 día, ya que estos productos si pasan por un proceso productivo donde se necesita un día para poder ser fabricados.

4.3.2 Cálculos de puntos de reorden y stock de seguridad

Se genera un resumen del *lead time* de aprovisionamiento de cada elemento que conforma la lista de materiales en la tabla 25.

Plazo de previsión = 1 mes

Tabla 25.

Tiempos de aprovisionamiento solo para el modelo CS0081121301VA

MODELO	CÓDIGO	TIPO	ACTUAL STOCK MÍNIMO	COBERTURA LEAD TIME			MESES (PA)	
				PEDIDO MÍNIMO	APROBA CIÓN	ENTR EGA		
CS0081121301VA	CS0081121301VA	ODUCTO TERMINA	65	1		5	5	0,17
	655937	CAJA	-	2000		30	30	1,00
	659869	TUBO	-	1000		15	15	0,50
	SSIQ8131130000	PAPELERA IQ	-	1		4	4	0,13
	633125	PORTA ROLLO	-	1000		15	15	0,50
	SSIQ8121130000	JABONERA IQ	-	1		4	4	0,13
	SSIQ8162130000	TAOLLERA IQ	-	1		4	4	0,13
	SSIQ8812130000	GANCHO IQ	-	1		4	4	0,13
	660014	PEGA IMPORT	-	48000		120	120	4,00
	SSQM8131130000	PAPELERA QM	-	1		1	1	0,03
	SSQM8121130000	JABONERA QM	-	1		1	1	0,03
	SSQM8162130000	TAOLLERA QM	-	1		1	1	0,03
	SSQM8812130000	GANCHO QM	-	1		1	1	0,03
	SSES8131130000	PAPELERA ES	-	50		1	1	0,03
	SSES8121130000	JABONERA ES	-	50		1	1	0,03
	SSES8162130000	TAOLLERA ES	-	50		1	1	0,03
	SSES8812130000	GANCHO ES	-	50		1	1	0,03
	SSVA8131000000	PAPELERA VA	-	1		1	1	0,03
	SSVA8121000000	JABONERA VA	-	1		1	1	0,03
	SSVA8162000000	TAOLLERA VA	-	1		1	1	0,03
SSVA8812000000	GANCHO VA	-	1		1	1	0,03	

En base a los tiempos de aprovisionamiento se procede a generar los cálculos de stocks de seguridad basándonos en las formulas del capítulo 2.6.3

Donde el stock de seguridad es:

$$SS = Z(p) * \sigma_D \sqrt{\frac{PA}{P_{prev}}} \quad (\text{Ecuación 19})$$

Dónde:

σ_D = Stock de seguridad

σ_D = Desviación de la demanda histórica

$Z(p)$ = Distribución normal de la probabilidad p (nivel de servicio)

PA = Plazo de aprovisionamiento (lead entrega+recepcción)

P_{prev} = Plazo de previsión (tiempo en el que está dado la demanda histórica)

A continuación se detalla el cálculo del stock de seguridad, para este ejemplo se seguirá utilizando el producto terminado CS0081121301VA. Es decir cuánto inventario debería existir en la bodega de producto terminado acorde al histórico de ventas y *lead time* de fabricación.

$\sigma_D = 75 \text{ unidades (meses desde noviembre 2015 hasta agosto 2016)}$

$Z(p) = 1,04 \text{ para un valor de } p = 0,85 \text{ (factor de servicio)}$

$PA = 5 \text{ dias de entrega, en meses sería } \frac{5}{30} = 0,167$

$P_{prev} = 1 \text{ mes (el historico de ventas viene dado en meses)}$

Donde el cálculo del stock de seguridad sería

$$SS = 75 * 1,04 \sqrt{\frac{0,167}{1}} = 31,8 \text{ unidades} \quad (\text{Ecuación 19})$$

Es otras palabras las existencias óptimas en bodega de producto terminado deberían ser de 32 unidades acorde al histórico de ventas del producto. Nótese que para este ejemplo que se viene desarrollando se toma como ejemplo o se asume pedidos semanales de 1385, 2100, 2700 es decir 6185 unidades para el mes de septiembre, pero en la realidad el promedio de ventas del producto CS0081121301VA son en promedio de 166 unidades al mes (véase tabla 26). Por tal motivo el stock de seguridad es 32 unidades ya que está calculado acorde al histórico de ventas reales.

Véase la tabla 26 con el resumen de los cálculos

Tabla 26.

Existencias óptimas para el producto CS0081121301VA

DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE EXISTENCIAS EXCLUSIVAMENTE PARA EL MODELO CS0081121301VA														PLAZO DE PROVISIÓN		1	MES		
				2015 VENTAS										2016 VENTAS SOLO MODELO CS0081121301VA		NIVEL DE SERVICIO		0,85	
MODELO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	Ctda	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	F. SERVICIO (distribución normal inversa)	FACTOR LEAD TIME (PA)	EXISTENCIAS OPTIMAS		
CS0081121301VA	CS0081121301VA	PRODUCTO TERMINADO	1,0	128	101	159	88	137	291	138	112	297	207	75	1	0,167	32		
	655937	CAJA	1,0	128	101	159	88	137	291	138	112	297	207	75	1	1,00	78		
	659869	TUBO	1,0	128	101	159	88	137	291	138	112	297	207	75	1	0,50	55		
	SSIQ8131130000	PAPELERA IQ	1,0	128	101	159	88	137	291	138	112	297	207	75	1	0,13	28		
	633125	PORTA ROLLO	1,0	128	101	159	88	137	291	138	112	297	207	75	1	0,50	55		
	SSIQ8121130000	JABONERA IQ	2,0	256	202	318	176	274	582	276	224	594	414	150	1	0,13	57		
	SSIQ8162130000	TAOLLERA IQ	2,0	256	202	318	176	274	582	276	224	594	414	150	1	0,13	57		
	SSIQ8812130000	GANCHO IQ	3,0	384	303	477	264	411	873	414	336	891	621	225	1	0,13	85		
	660014	PEGA IMPORT	1,0	128	101	159	88	137	291	138	112	297	207	75	1	4,00	156		
	SSQM8131130000	PAPELERA QM	1,5	193	153	240	133	207	439	208	169	448	313	113	1	0,03	21		
	SSQM8121130000	JABONERA QM	1,1	142	112	176	98	152	323	153	124	330	230	83	1	0,03	16		
	SSQM8162130000	TAOLLERA QM	1,0	130	103	162	89	139	296	140	114	302	211	76	1	0,03	14		
	SSQM8812130000	GANCHO QM	1,1	136	107	169	93	145	308	146	119	315	219	80	1	0,03	15		
	SSES8131130000	PAPELERA ES	1,1	142	112	176	98	152	323	153	124	330	230	83	1	0,03	16		
	SSES8121130000	JABONERA ES	1,1	134	106	167	92	144	306	145	118	312	217	79	1	0,03	15		
	SSES8162130000	TAOLLERA ES	1,1	134	106	167	92	144	306	145	118	312	217	79	1	0,03	15		
	SSES8812130000	GANCHO ES	1,1	134	106	167	92	144	306	145	118	312	217	79	1	0,03	15		
	SSVA8131000000	PAPELERA VA	1,1	136	107	169	93	145	308	146	119	315	219	80	1	0,03	15		
	SSVA8121000000	JABONERA VA	1,0	133	105	165	92	142	303	144	116	309	215	78	1	0,03	15		
	SSVA8162000000	TAOLLERA VA	1,0	132	104	164	91	141	300	142	115	306	213	77	1	0,03	15		
SSVA8812000000	GANCHO VA	1,0	132	104	164	91	141	300	142	115	306	213	77	1	0,03	15			

Los puntos de reorden serán calculados solo para aquellos componentes que se aprovisiona por una compra a través de un proveedor. Para lo demás componentes el *lead time* es de un día de fabricación y no tiene razón de lanzar ordenes de pedidos

La fórmula es:

$$R = \bar{d}L + ss \quad (\text{Ecuacion 18})$$

Donde:

R = Punto de reorden en unidades.

\bar{d} = demanda diaria promedio.

L = Tiempo de entrega en días (*lead time*).

ss = Stock de seguridad

En tabla 27 se calcula puntos de reorden productos aprovisionamiento solo para el ejemplo desarrollado con nivel de ventas del producto CS0081121301VA.

Para observar los puntos de reorden para todos los componentes acordes a las ventas totales referirse a la tabla 90.

Tabla 27.

Puntos de reorden solo para el producto CS0081121301VA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	STOCK DE SEGURIDAD	DEMANDA DIARIA PROMEDIO	LEAD TIME APROVISIONAMIENTO (DÍAS)	PUNTO DE REORDEN
655937	CAJA CON PAD P/ACCES.COMPLETO (C/VENTANA)	78	5,5	30	243
659869	TUBO PARA TOALLERO 50 CM	55	5,5	15	138
633125	PORTA ROLLO	55	5,5	15	138
660014	PEGA P/ACCESORIOS 20 ML IMPORTADA	156	5,5	120	816

Tomando como muestra el componente de código 655937, en este caso se debería lanzar un orden de compra hacia el proveedor cuando el inventario se reduzca a 166 unidades, es decir que las 166 unidades que restan en inventario serán capaces de mantener abastecido al producto padre mientras el pedido arriba a la planta solo para el producto CS0081121301VA de tal manera que no pueda generar desabastecimientos para el embalaje del producto terminado.

4.3.3 Explosión MRP

Una vez con la información de:

- Inventarios de seguridad
- Pedidos en firme provenientes del MPS
- Lista de materiales,
- lead time y lotes de producción,
- Inventarios iniciales de cada componente.

Los inventarios iniciales disponibles se detallan en la tabla 28.

Tabla 28.

Inventarios iniciales

CÓDIGO	INVENTARIO INICIAL PARA SEPTIEMBRE
655937	1200
659869	86
SSIQ8131130000	0
633125	516
SSIQ8121130000	0
SSIQ8162130000	0
SSIQ8812130000	0
660014	526
SSQM8131130000	450
SSQM8121130000	510
SSQM8162130000	570
SSQM8812130000	918
SSES8131130000	554
SSES8121130000	1460
SSES8162130000	105
SSES8812130000	0
SSVA8131000000	967
SSVA8121000000	1603
SSVA8162000000	2480
SSVA8812000000	4353

Con toda la información disponible el MRP está listo para pasar a su fase de explosión (Véase el capítulo 2.4.3 sobre cómo se realiza la explosión con sus fórmulas).

A continuación se puede observar la explosión del producto CS00811121301VA

Tabla 29.
Resumen MPS, entrada para el MRP

SEMANA	1	2	3	4																
MPS	43	1342	2100	2700																
DETALLE	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
DÍA	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
MPS						240	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400

Tabla 30.
Explosión CS0081121301VA

Stock seguridad	32																						
Ítem:	CS0081121301VA	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	0	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	0	240	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400
Recepciones programadas																							
Inventario Disponible			0	0	0	0	0	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Inventario de seguridad				32																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	272	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	272	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	272	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0

Tabla 31.
Explosión componente 655937

Stock seguridad	78	ctda	1,0	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	655937	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Nivel:	1	Lead Time:	0																				
Requerimientos brutos				0	0	0	0	272	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			1200	1200	1200	1200	1200	928	678	228	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
Inventario de seguridad				78																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	0	0	10	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	0	0	10	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	0	0	10	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0

Tabla 32.
Explosión componente 659869

Stock seguridad	55	ctda	1,0	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	659869	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Nivel:	1	Lead Time:	0																				
Requerimientos brutos				0	0	0	0	272	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			86	86	86	86	86	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Inventario de seguridad				55																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	241	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	241	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	241	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0

Tabla 33.

Explosión componente SSIQ8131130000

Stock seguridad	28	ctda	1,0																				
Ítem:	SSIQ8131130000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	1	Lead Time:	0	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	272	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			0	0	0	0	0	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Inventario de seguridad				28																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	300	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	300	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	300	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0

Tabla 34.

Explosión componente 633125

Stock seguridad	55	ctda	1,0																				
Ítem:	633125	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	1	Lead Time:	0	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	272	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			516	516	516	516	516	244	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Inventario de seguridad				55																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	61	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	61	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	61	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0

Tabla 35.
Explosión componente SSIQ8121130000

Stock seguridad	57	ctda	2,0																				
Ítem:	SSIQ8121130000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	1	Lead Time:	0	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	544	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			0	0	0	0	0	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Inventario de seguridad				57																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	600	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	600	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	600	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0

Tabla 36.
Explosión componente SSIQ8162130000

Stock seguridad	57	ctda	2,0																				
Ítem:	SSIQ8162130000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	1	Lead Time:	0	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	544	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			0	0	0	0	0	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Inventario de seguridad				57																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	600	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	600	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	600	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0

Tabla 37.
Explosión componente SSIQ8812130000

Stock seguridad	85	ctda	3,0																				
Ítem:	SSIQ8812130000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	1	Lead Time:	0	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	815	750	1350	480	855	900	1800	1800	900	900	1800	1500	1800	1800	1200	0
Recepciones programadas																							
Inventario Disponible			0	0	0	0	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	
Inventario de seguridad				85																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	901	750	1350	480	855	900	1800	1800	900	900	1800	1500	1800	1800	1200	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	901	750	1350	480	855	900	1800	1800	900	900	1800	1500	1800	1800	1200	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	901	750	1350	480	855	900	1800	1800	900	900	1800	1500	1800	1800	1200	0

Tabla 38.
Explosión componente 660014

Stock seguridad	156	ctda	1,0																				
Ítem:	660014	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	1	Lead Time:	0	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	272	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones programadas																							
Inventario Disponible			526	526	526	526	526	254	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
Inventario de seguridad				156																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	152	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	152	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	152	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0

Tabla 39.
Explosión componente SSQM8131130000

Stock seguridad	21	ctda	1,5	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	SSQM8131130000	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	453	378	680	242	430	453	906	906	453	453	906	755	906	906	604	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible	450			450	450	450	450	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Inventario de seguridad				21																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	25	378	680	242	430	453	906	906	453	453	906	755	906	906	604	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	25	378	680	242	430	453	906	906	453	453	906	755	906	906	604	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	25	378	680	242	430	453	906	906	453	453	906	755	906	906	604	0	0

Tabla 40.
Explosión componente SSQM8121130000

Stock seguridad	16	ctda	1,1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	SSQM8121130000	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	667	555	999	355	633	666	1332	1332	666	666	1332	1110	1332	1332	888	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible	510			510	510	510	510	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Inventario de seguridad				16																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	172	555	999	355	633	666	1332	1332	666	666	1332	1110	1332	1332	888	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	172	555	999	355	633	666	1332	1332	666	666	1332	1110	1332	1332	888	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	172	555	999	355	633	666	1332	1332	666	666	1332	1110	1332	1332	888	0	0

Tabla 41.
Explosión componente SSQM8162130000

Stock seguridad	14	ctda	1,0																				
Ítem:	SSQM8162130000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	2	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	611	508	915	325	580	610	1220	1220	610	610	1220	1017	1220	1220	814	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			570	570	570	570	570	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Inventario de seguridad				14																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	55	508	915	325	580	610	1220	1220	610	610	1220	1017	1220	1220	814	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	55	508	915	325	580	610	1220	1220	610	610	1220	1017	1220	1220	814	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	55	508	915	325	580	610	1220	1220	610	610	1220	1017	1220	1220	814	0	0

Tabla 42.
Explosión componente SSQM8812130000

Stock seguridad	15	ctda	1,1																				
Ítem:	SSQM8812130000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	2	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	955	795	1431	509	906	954	1908	1908	954	954	1908	1590	1908	1908	1272	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			918	918	918	918	918	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad				15																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	52	795	1431	509	906	954	1908	1908	954	954	1908	1590	1908	1908	1272	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	52	795	1431	509	906	954	1908	1908	954	954	1908	1590	1908	1908	1272	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	52	795	1431	509	906	954	1908	1908	954	954	1908	1590	1908	1908	1272	0	0

Tabla 43.
Explosión componente SSES8131130000

Stock seguridad	16	ctda	1,1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	SSES8131130000	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Nivel:	3	Lead Time:	1																				
Requerimientos brutos				0	0	0	28	419	754	268	478	503	1006	1006	503	503	1006	838	1006	1006	670	0	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			554	554	554	554	526	107	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Inventario de seguridad				16																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	663	268	478	503	1006	1006	503	503	1006	838	1006	1006	670	0	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	663	268	478	503	1006	1006	503	503	1006	838	1006	1006	670	0	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	663	268	478	503	1006	1006	503	503	1006	838	1006	1006	670	0	0	0

Tabla 44.
Explosión componente SSES8121130000

Stock seguridad	15	ctda	1,1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	SSES8121130000	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Nivel:	3	Lead Time:	1																				
Requerimientos brutos				0	0	0	181	583	1049	373	664	699	1399	1399	699	699	1399	1166	1399	1399	932	0	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			1460	1460	1460	1460	1279	696	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad				15																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	368	373	664	699	1399	1399	699	699	1399	1166	1399	1399	932	0	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	368	373	664	699	1399	1399	699	699	1399	1166	1399	1399	932	0	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	368	373	664	699	1399	1399	699	699	1399	1166	1399	1399	932	0	0	0

Tabla 45.
Explosión componente SSES8162130000

Stock seguridad	15	ctda	1,1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	SSES8162130000	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Nivel:	3	Lead Time:	1																				
Requerimientos brutos				0	0	0	58	534	961	342	609	641	1281	1281	641	641	1281	1068	1281	1281	854	0	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			105	105	105	105	47	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad				15																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	502	961	342	609	641	1281	1281	641	641	1281	1068	1281	1281	854	0	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	502	961	342	609	641	1281	1281	641	641	1281	1068	1281	1281	854	0	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	502	961	342	609	641	1281	1281	641	641	1281	1068	1281	1281	854	0	0	0

Tabla 46.
Explosión componente SSES8812130000

Stock seguridad	15	ctda	1,1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	SSES8812130000	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Nivel:	3	Lead Time:	1																				
Requerimientos brutos				0	0	0	54	835	1503	534	952	1002	2003	2003	1002	1002	2003	1670	2003	2003	1336	0	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			0	0	0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad				15																			
Requerimientos netos				0	0	0	69	835	1503	534	952	1002	2003	2003	1002	1002	2003	1670	2003	2003	1336	0	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	69	835	1503	534	952	1002	2003	2003	1002	1002	2003	1670	2003	2003	1336	0	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	69	835	1503	534	952	1002	2003	2003	1002	1002	2003	1670	2003	2003	1336	0	0	0

Tabla 47.
Explosión componente SSVA8131000000

Stock seguridad	15	ctda	1,1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	SSVA813100000	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	702	284	506	533	1066	1066	533	533	1066	888	1066	1066	711	0	0	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			967	967	967	967	967	265	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Inventario de seguridad				15																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	35	506	533	1066	1066	533	533	1066	888	1066	1066	711	0	0	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	35	506	533	1066	1066	533	533	1066	888	1066	1066	711	0	0	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	35	506	533	1066	1066	533	533	1066	888	1066	1066	711	0	0	0	0

Tabla 48.
Explosión componente SSVA8121000000

Stock seguridad	15	ctda	1,0	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Ítem:	SSVA812100000	Tamaño lote:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	0	382	388	691	727	1455	1455	727	727	1455	1212	1455	1455	970	0	0	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			1603	1603	1603	1603	1603	1221	833	142	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Inventario de seguridad				15																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	0	0	600	1455	1455	727	727	1455	1212	1455	1455	970	0	0	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	0	0	600	1455	1455	727	727	1455	1212	1455	1455	970	0	0	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	0	600	1455	1455	727	727	1455	1212	1455	1455	970	0	0	0	0

Tabla 49.
Explosión componente SSVA8162000000

Stock seguridad	15	ctda	1,0																				
Ítem:	SSVA816200000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	4	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	0	517	990	352	627	660	1320	1320	660	660	1320	1100	1320	1320	880	0	0	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			2480	2480	2480	2480	1963	973	621	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad				15																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	0	20	660	1320	1320	660	660	1320	1100	1320	1320	880	0	0	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	0	20	660	1320	1320	660	660	1320	1100	1320	1320	880	0	0	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	20	660	1320	1320	660	660	1320	1100	1320	1320	880	0	0	0	0

Tabla 50.
Explosión componente SSVA8812000000

Stock seguridad	15	ctda	1,0																				
Ítem:	SSVA881200000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
Nivel:	4	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
Requerimientos brutos				0	0	71	860	1548	550	980	1032	2064	2064	1032	1032	2064	1720	2064	2064	1376	0	0	0
Recepciones programas																							
Inventario Disponible			4353	4353	4353	4282	3422	1874	1324	344	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Inventario de seguridad				15																			
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	0	0	703	2064	2064	1032	1032	2064	1720	2064	2064	1376	0	0	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	0	0	703	2064	2064	1032	1032	2064	1720	2064	2064	1376	0	0	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	0	703	2064	2064	1032	1032	2064	1720	2064	2064	1376	0	0	0	0

En la tabla 51 se puede resumir los resultados del MRP en una orden de fabricación o requerimientos.

Tabla 51.

Resultados requerimientos netos MRP

RESULTADOS EXPLOSIÓN MRP		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA	DÍA
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
655937	CAJA CON PAD P/ACCES.COMPLETO (C/VENTANA)	0	0	0	0	0	0	0	10	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
659869	TUBO PARA TOALLERO 50 CM	0	0	0	0	241	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
SSIQ8131130000	PAPELERA BLANCO Clasificado	0	0	0	0	300	250	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
633125	PORTA ROLLO	0	0	0	0	0	61	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
SSIQ8121130000	JABONERA BLANCO Clasificado	0	0	0	0	600	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0
SSIQ8162130000	TOALLERO BLANCO Clasificado	0	0	0	0	600	500	900	320	570	600	1200	1200	600	600	1200	1000	1200	1200	800	0
SSIQ8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO INS. QUEMA	0	0	0	0	901	750	1350	480	855	900	1800	1800	900	900	1800	1500	1800	1800	1200	0
660014	PEGA P/ACCESORIOS 20 ML IMPORTADA	0	0	0	0	0	152	450	160	285	300	600	600	300	300	600	500	600	600	400	0
SSQM8131130000	PAPELERA BLANCO QUEMA	0	0	0	25	378	680	242	430	453	906	906	453	453	906	755	906	906	604	0	0
SSQM8121130000	JABONERA BLANCO QUEMA	0	0	0	172	555	999	355	633	666	1332	1332	666	666	1332	1110	1332	1332	888	0	0
SSQM8162130000	TOALLERO BLANCO QUEMA	0	0	0	55	508	915	325	580	610	1220	1220	610	610	1220	1017	1220	1220	814	0	0
SSQM8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO QUEMA	0	0	0	52	795	1431	509	906	954	1908	1908	954	954	1908	1590	1908	1908	1272	0	0
SSES8131130000	PAPELERA BLANCO ESMALTADO	0	0	0	0	663	268	478	503	1006	1006	503	503	1006	838	1006	1006	670	0	0	0
SSES8121130000	JABONERA BLANCO ESMALTADO	0	0	0	0	368	373	664	699	1399	1399	699	699	1399	1166	1399	1399	932	0	0	0
SSES8162130000	TOALLERO BLANCO ESMALTADO	0	0	0	502	961	342	609	641	1281	1281	641	641	1281	1068	1281	1281	854	0	0	0
SSES8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO ESMALTADO	0	0	69	835	1503	534	952	1002	2003	2003	1002	1002	2003	1670	2003	2003	1336	0	0	0
SSVA8131000000	PAPELERA VACIADO	0	0	0	0	35	506	533	1066	1066	533	533	1066	888	1066	1066	711	0	0	0	0
SSVA8121000000	JABONERA VACIADO	0	0	0	0	0	0	600	1455	1455	727	727	1455	1212	1455	1455	970	0	0	0	0
SSVA8162000000	TOALLERO VACIADO	0	0	0	0	0	20	660	1320	1320	660	660	1320	1100	1320	1320	880	0	0	0	0
SSVA8812000000	GANCHO SENCILLO DECCO VACIADO	0	0	0	0	0	0	703	2064	2064	1032	1032	2064	1720	2064	1376	0	0	0	0	0

4.4 Planificación de requerimientos capacidad

Nótese que se ha seguido la estructura del MRP II, acorde a la figura 11. Una vez obtenido los requerimientos de materiales (MRP), el siguiente paso es realizar un CRP, es decir convertir los requerimientos de unidades de productos en necesidades de capacidad. Por lo cual se debe plantear la siguiente pregunta: ¿La capacidad está ajustada?, si la respuesta es positiva entonces el resultado es un plan detallado de producción. Pero si es negativa, entonces se debe plantear dos cuestiones, las cuales son: trabajar con capacidad finita o capacidad infinita (véase el capítulo 2.5.4). Si se trabaja con capacidad finita, es decir, si los requerimientos de producto superan nuestra capacidad se deberá modificar el MPS (retrasar los pedidos). Si la decisión fuere trabajar con capacidad infinita, entonces se deberá analizar cuantas horas extras se deberán realizar y el que coste que generan.

En tal situación se analizarán las dos posibilidades. Los pasos son los siguientes

- 1) El primer paso es elaborar la hoja de ruta, la misma fue desarrollada acorde a información proporcionada por la empresa, con sus capacidades y tiempos estándares de operación ya definidos.

En la tabla 52, se puede observar la hoja de ruta.

Nótese que para los componentes 655937, 659869, 633125, 660014, SSIQ8131130000, SSIQ8121130000, SSIQ8162130000, SSIQ8812130000 los cuales están en el nivel 1 del MRP, son los que se acoplan y en su conjunto completo dan como resultado el producto CS0081121301VA, por lo que sus tiempos de embalaje están englobados en el tiempo estándar de embalaje del producto terminado.

Tabla 52.

Hoja de ruta producto CS0081121301VA

NÚM. OPERACIÓN	PRODUCTO	CENTRO DE TRABAJO	MÁQUINAS POR TURNO	SET UP (min)	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	OPERARIOS POR TURNO
1	CS0081121301VA	INSPECCIÓN FINAL Y EMBALAJE	-	-	1,58	2
2	SSQM8131130000	QUEMA	1 (GLOBAL)	-	0,37	-
2	SSQM8121130000	QUEMA		-	0,37	-
2	SSQM8162130000	QUEMA		-	0,33	-
2	SSQM8812130000	QUEMA		-	0,30	-
3	SSES8131130000	ESMALTADO	1	-	0,44	1
3	SSES8121130000	ESMALTADO		-	0,44	1
3	SSES8162130000	ESMALTADO		-	0,41	1
3	SSES8812130000	ESMALTADO		-	0,30	1
4	SSVA8131130000	VACIADO	1 (EVG1M019)	-	1,32	1
4	SSVA8121130000	VACIADO	1 (EVG1M018)	-	1,06	1
4	SSVA8162130000	VACIADO	2 (EVG1M012 /EVG1M016)	-	0,98	2
4	SSVA8812130000	VACIADO		-	0,36	

2) El segundo paso, es calcular las capacidades en unidades de tiempo (minutos).

La fórmula es:

Capacidad= (número de máquinas/operadores) x (número de turnos) x (tiempo turno) x (%utilización) x (%eficiencia) (Ecuación 17)

Para ello se necesita calcular la eficiencia y la utilización (ver capítulo 2.5.3)

$$\%Utilización: \frac{Capacidad\ real}{Capacidad\ de\ diseño} \times 100 \quad (\text{Ecuación 15})$$

$$\%Eficiencia: \frac{Capacidad\ real}{Capacidad\ efectiva} \times 100 \quad (\text{Ecuación 16})$$

En la siguiente tabla se puede observar un cuadro de las capacidades de tiempo de un turno de trabajo

Tabla 53.

Capacidades de tiempo de un turno de trabajo

TIPO DE CAPACIDAD	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO PARAS PROGRAMADAS (min)	TIEMPO MUERTO (min)
Capacidad de diseño	480	0	0
Capacidad efectiva	435	45	
Capacidad real	380	45	10

$$\% Utilización = 79,2\%$$

$$\% Eficiencia = 87,4\%$$

Una vez realizado los cálculos y eficiencia se puede desarrollar la siguiente tabla 54, donde se puede notar las capacidades por centro de trabajo.

Tabla 54.

Capacidades por centro de trabajo

ÁREA	MÁQUINAS	COMPONENTE	TURNOS	TIEMPO TURNO (MIN)	UTILIZACIÓN	EFICIENCIA	CÁLCULO CAPACIDAD
Inspección final y embalaje	1	CS0081121301V A	1	480	79,2%	87,4%	332
Quema (global)	1	SSQM813113000	3	480	79,2%	87,4%	996
		SSQM812113000					
		SSQM816213000					
		SSQM881213000					
Esmaltado	1	SSES8131130000	2	480	79,2%	87,4%	664
		SSES8121130000					
		SSES8162130000					
		SSES8812130000					
Vaciado (máquinas que fabrican solo adhesivo)	EVG1M016	SSVA881200000	1	480	79,2%	87,4%	332
		SSVA816210000					
	EVG1M012	SSVA881200000	1	480	79,2%	87,4%	332
	EVG1M018	SSVA812100000	1	480	79,2%	87,4%	332
EVG1M019	SSVA813100000	1	480	79,2%	87,4%	332	

3) El tercer paso es tomar los requerimientos de producción provenientes de la explosión del MRP y representar en unidades de capacidad. Los cuales están detallados en la tabla 51.

Ahora se debe expresar los requerimientos en expresiones de tiempo, acorde a los tiempos estándares (ver tabla 52). Nótese cómo en la tabla 52 se representan los requerimientos en unidades de tiempos por centro de trabajo. El cálculo simplemente se lo realiza al multiplicar el número de unidades por su tiempo estándar.

Por ejemplo, para los componentes SSES8131130000, SSES8121130000, SSES8162130000, SSES8812130000, para el día 5 de la semana 1 el centro de trabajo de esmaltado, se necesitará, 268, 373, 342, 534 unidades correspondientemente (ver tabla 55). Por lo que acorde a los tiempos estándares de cada componente, las necesidades serían $(268 \cdot 0,44 + 373 \cdot 0,44 + 342 \cdot 0,41 + 534 \cdot 0,30) = 583$ minutos.

En la tabla 55 se puede observar todos los cálculos y en las figuras 42, 43, 44, 45, 46 y 47 se puede observar los gráficos que representan los requerimientos netos del MRP versus la capacidad.

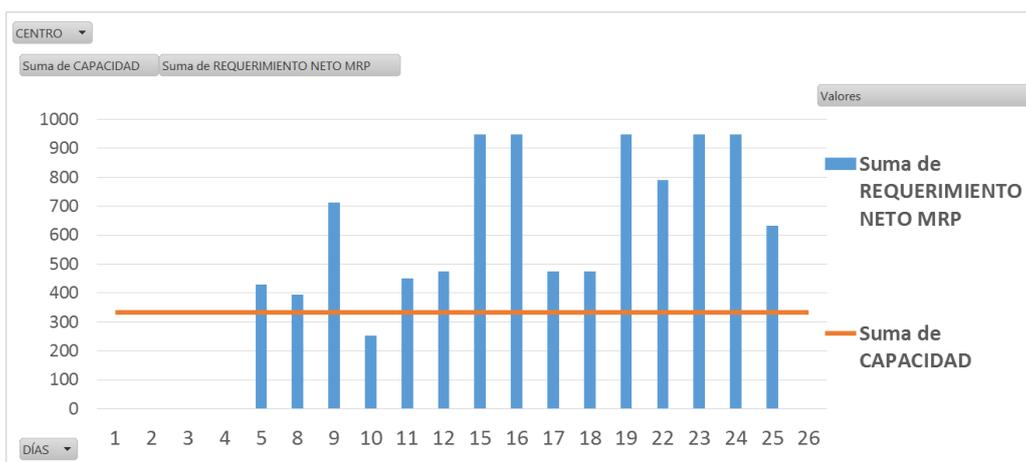


Figura 42. Capacidad vs requerimiento inspección y embalaje

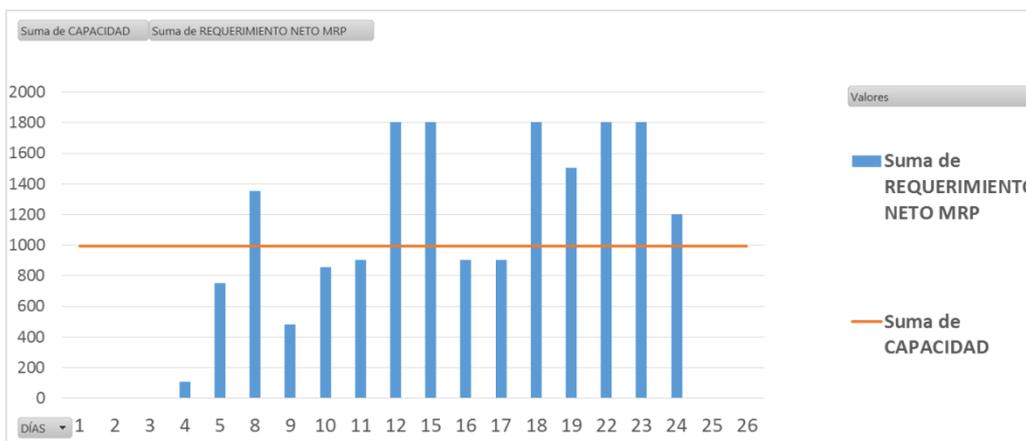


Figura 43. Capacidad vs requerimiento quema.

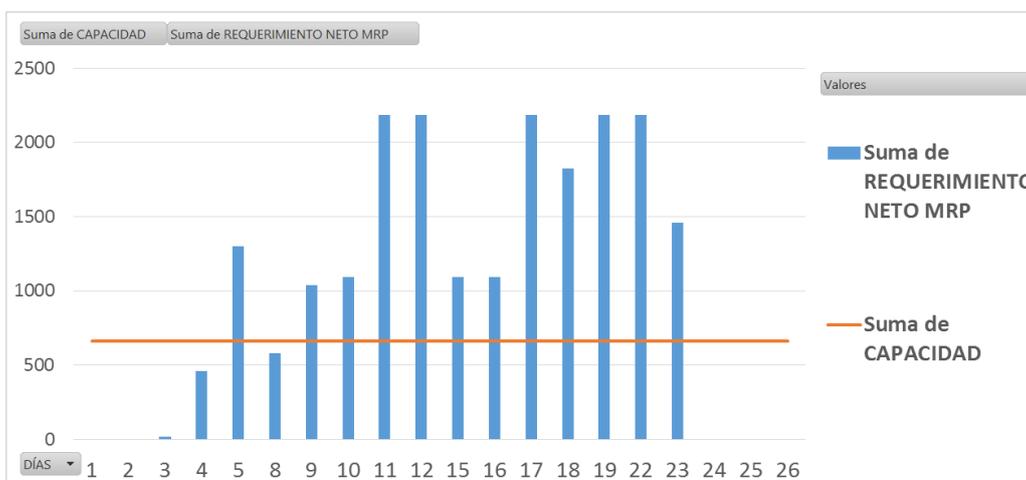


Figura 44. Capacidad vs requerimiento esmaltado.

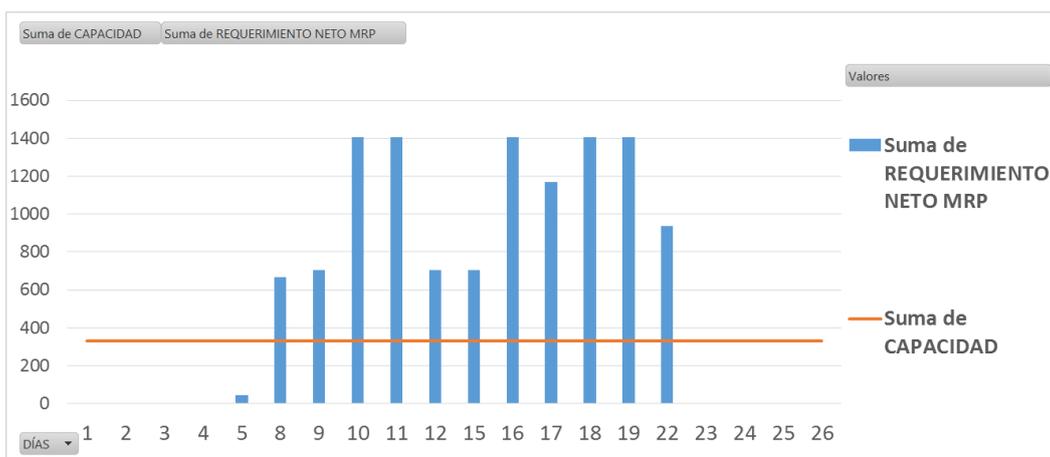


Figura 45. Capacidad vs requerimiento vaciado - EVG1M019

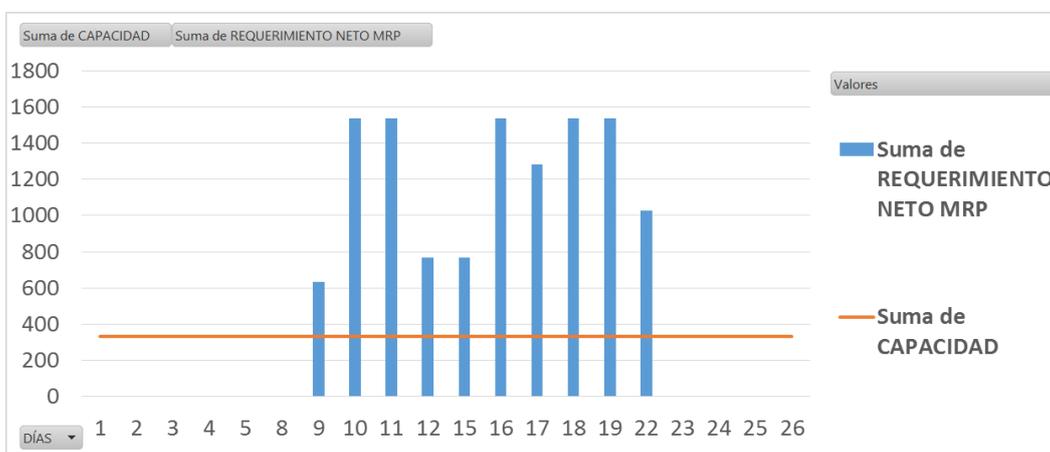


Figura 46. Capacidad vs requerimiento vaciado - EVG1M018

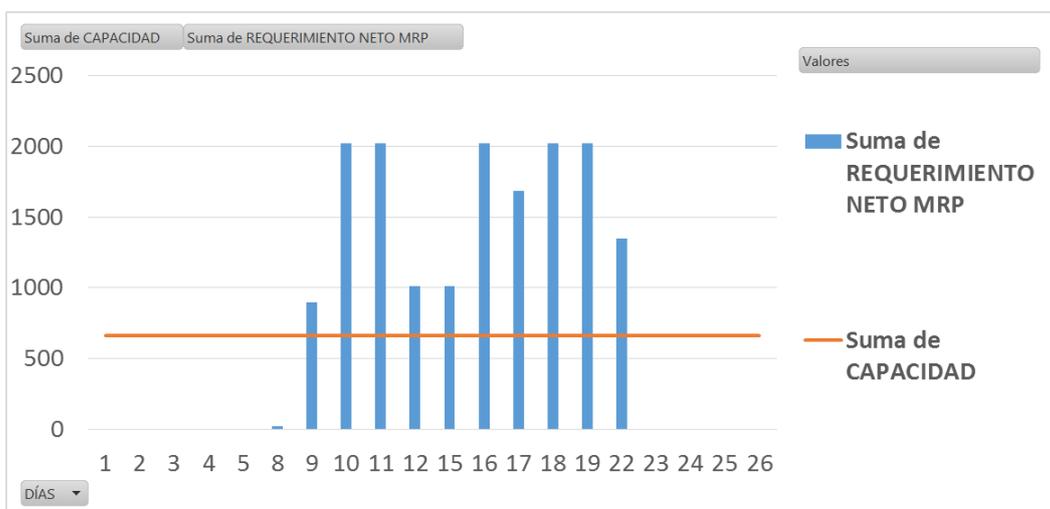


Figura 47. Capacidad vs requerimiento vaciado - EVG1M016 / EVG1M012

En las figuras 42, 43, 44, 45, 46 y 47 se puede observar el desbalance de los requerimientos netos del MRP y la capacidad. Estas cargas de trabajo son ineficientes, ya que están asignados días con escasa carga de trabajo y otros con sobre carga. Dado esta problema la empresa debe plantearse si trabajar con una capacidad finita o infinita la cual implique el menor costo posible.

Capacidad Infinita

En capacidad infinita la prioridad es cumplir los requerimientos netos sin tomar en cuenta las capacidades, es decir emplear horas extras o maquinaria extra. Se debe tener claro que en este tipo de capacidad se puede adelantar los requerimientos netos (órdenes de trabajo), si es que existiere capacidad e inventario disponible para adelantar. Pero no se los puede retrasar, ya que si se los retrasa se deberá modificar el MPS. En tal situación se realiza un balance de carga de trabajo, de tal forma que el MRP no pueda afectar la cadena de requerimientos secuenciales. Se adelanta las cargas de trabajo con el fin de aprovechar la capacidad libre que posee cada centro de trabajo como se observa en los figuras 48, 49, 50, 51, 52 y 53.

En la tabla 56 se puede apreciar los resultados de requerimientos de capacidad acorde al balance de cargas de realizado. En las figuras 48, 49, 50, 51, 52 y 53 se puede observar los requerimientos netos iniciales del MRP versus los requerimientos balanceados en capacidad infinita.

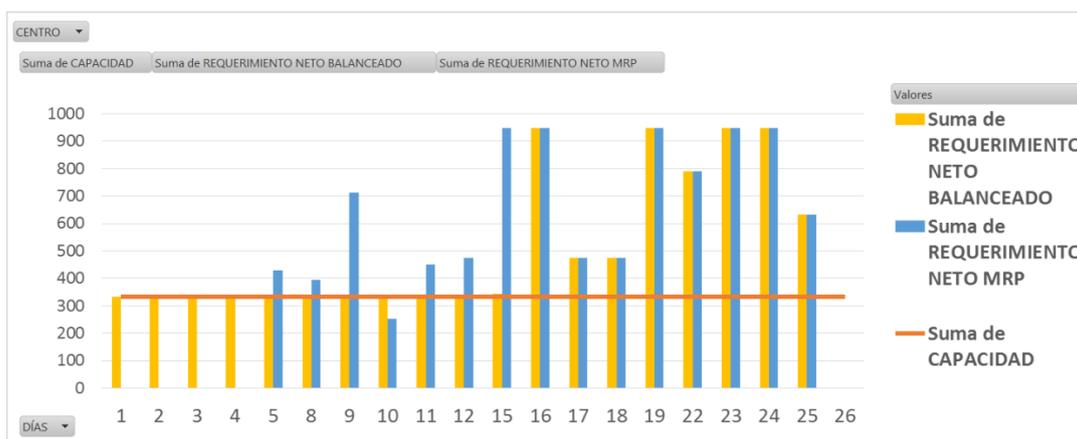


Figura 48. Capacidad infinita vs requerimiento inspección y embalaje

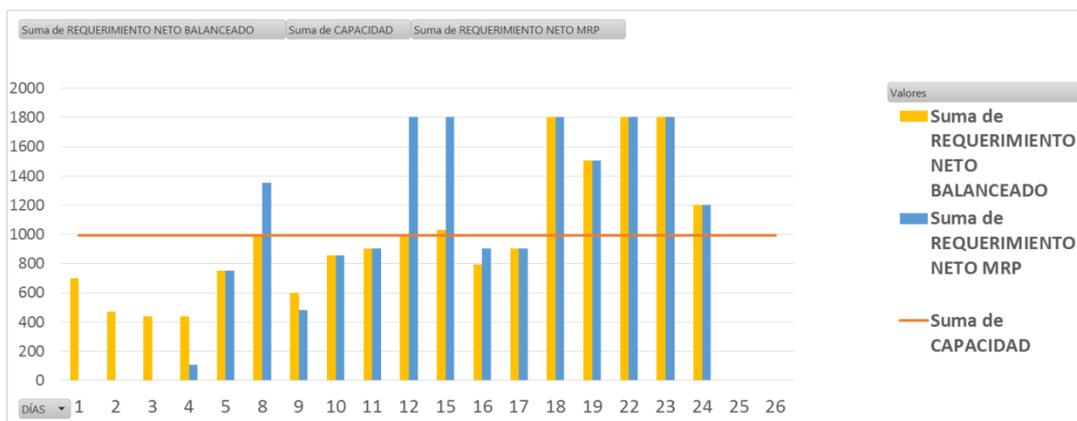


Figura 49. Capacidad infinita vs requerimiento quema

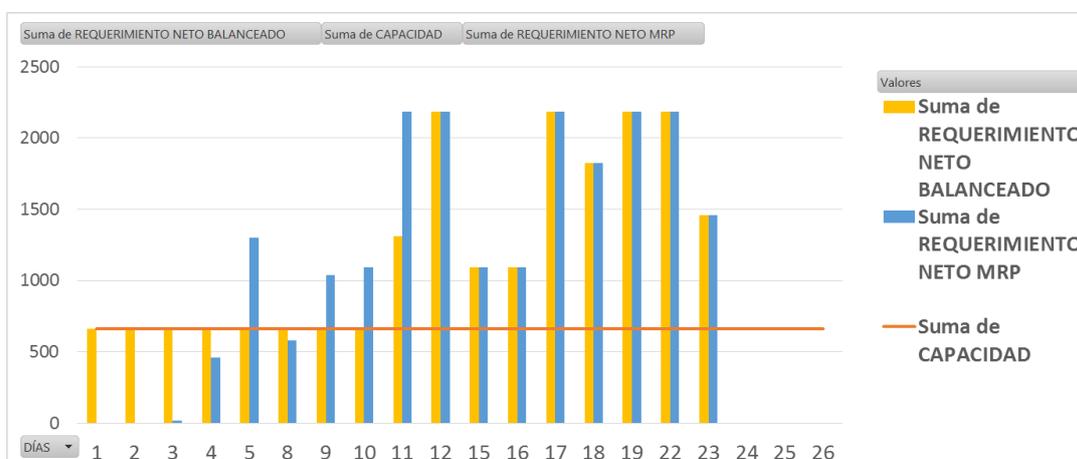


Figura 50. Capacidad infinita vs requerimiento esmaltado

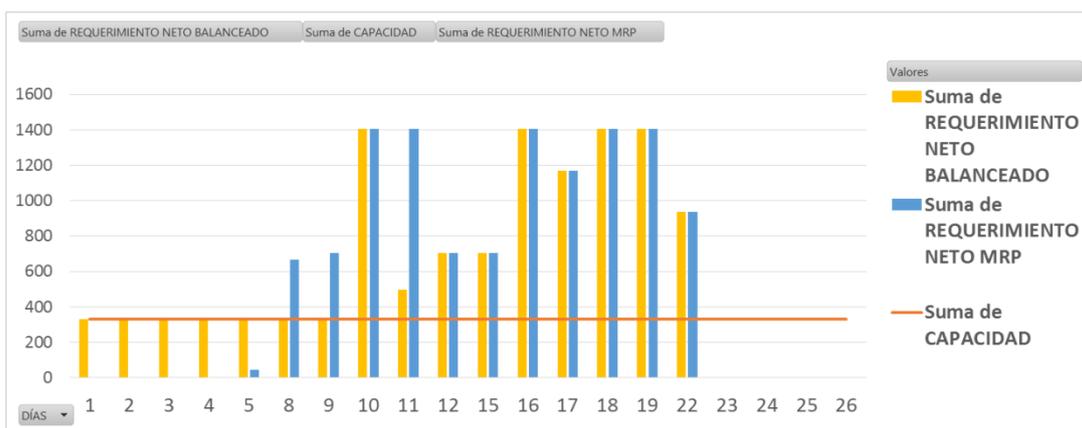


Figura 51. Capacidad infinita vs requerimiento vaciado - EVG1M019

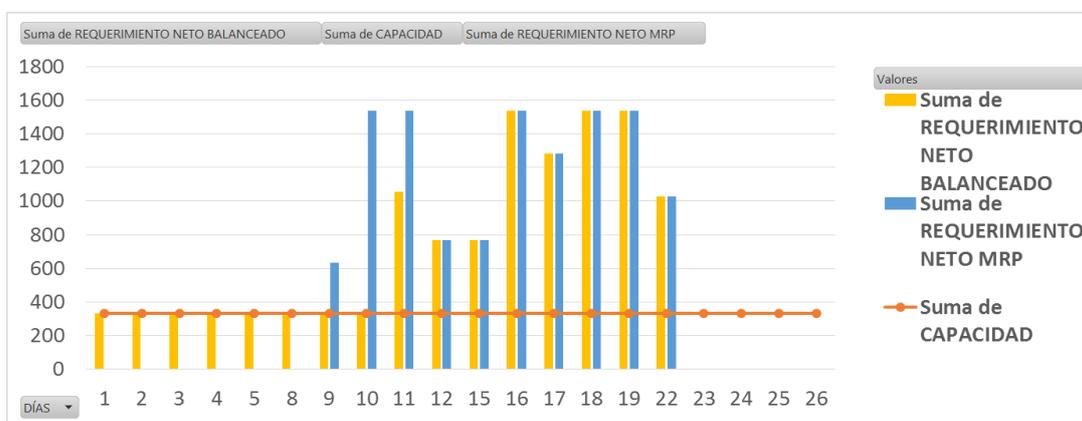


Figura 52. Capacidad infinita vs requerimiento vaciado - EVG1M018

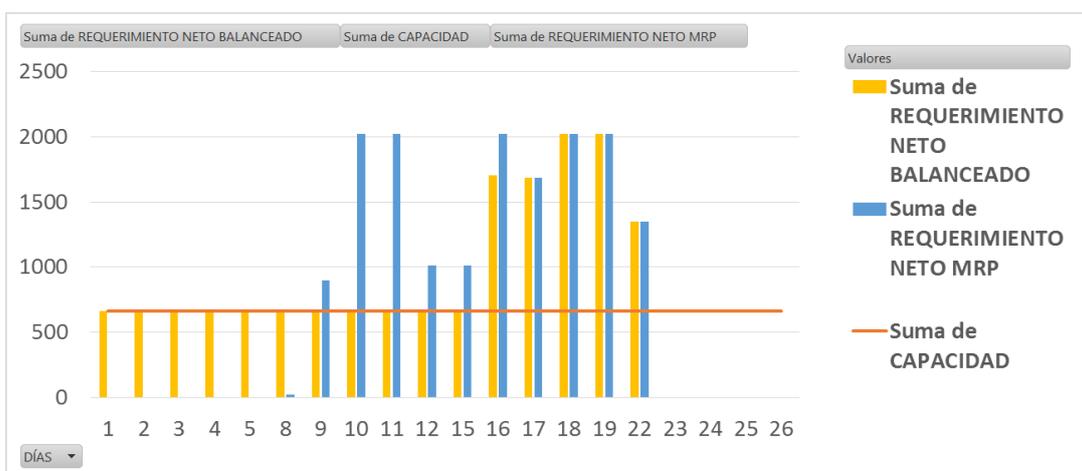


Figura 53. Capacidad infinita vs requerimiento vaciado - EVG1M016 / EVG1M012

En las figuras 48, 49, 50, 51, 52 y 53 nótese que los requerimientos netos no fueron retrasados sino solo adelantados, por lo que el MPS no se ve alterado. Es importante detallar que se logró adelantar los pedidos en el centro de inspección final y embalajes ya que todos los centros productivos contaban con suficiente inventario para poder proveer al inicio del periodo. Especialmente en el proceso de “quema” ya que si no hubiera existido inventario en este centro al comenzar la producción, entonces el embalaje habría empezado a partir del día 2.

Como es de naturaleza en la capacidad infinita en algunos días se deberán emplear horas extras para poder cumplir con el requerimiento neto del MRP.

Análisis de resultados capacidad infinita

Si la empresa decidiera trabajar con capacidad infinita, en donde cambiar las fechas de los pedidos del cliente no es una opción. Entonces en la tabla 57 presenta las horas extras que se generaran en cada centro de trabajo. Nótese que para el centro de trabajo “quema”, no existe trabajadores para los accesorios, ya que en este proceso solo se coloca las piezas en el horno y los trabajadores que ejecutan este tipo de trabajo son grupos de trabajo que lo realizan en forma general para toda la producción, por lo que los accesorios están incluidos y no generan un carga de trabajo exagerada que amerite tener trabajadores solo para los accesorios.

Tabla 57.

Horas extras CRP (capacidad finita)

DÍA	INSPECCIÓN FINAL Y EMBALAJE			QUEMA			ESMALTADO			VACIADO - EVG1M019			VACIADO - EVG1M018			VACIADO - EVG1M016 / EVG1M012		
	REQUERIMIENTO NETO BALANCEADO	CAPACIDAD	TIEMPO EXTRA (min)	REQUERIMIENT O NETO BALANCEADO	CAPACIDAD	TIEMPO EXTRA (min)	REQUERIMIENT O NETO BALANCEADO	CAPACIDAD	TIEMPO EXTRA (min)									
1	332	332	0	701	996	-295	664	664	0	332	332	0	332	332	0	664	664	0
2	332	332	0	471	996	-525	673	664	9	332	332	0	332	332	0	664	664	0
3	332	332	0	440	996	-556	673	664	9	332	332	0	332	332	0	664	664	0
4	332	332	0	440	996	-556	673	664	9	332	332	0	332	332	0	664	664	0
5	332	332	0	753	996	-243	673	664	9	332	332	0	332	332	0	664	664	0
8	332	332	0	998	996	2	673	664	9	332	332	0	332	332	0	664	664	0
9	332	332	0	600	996	-396	673	664	9	332	332	0	332	332	0	664	664	0
10	332	332	0	858	996	-138	670	664	6	1404	332	1072	332	332	0	664	664	0
11	332	332	0	903	996	-93	1311	664	647	495	332	163	1055	332	723	666	664	2
12	332	332	0	986	996	-10	2186	664	1522	702	332	370	769	332	437	666	664	2
15	343	332	11	1029	996	33	1093	664	429	702	332	370	769	332	437	666	664	2
16	948	332	616	794	996	-202	1093	664	429	1404	332	1072	1538	332	1206	1707	664	1043
17	474	332	142	903	996	-93	2186	664	1522	1170	332	838	1281	332	949	1688	664	1024
18	474	332	142	1806	996	810	1822	664	1158	1404	332	1072	1538	332	1206	2025	664	1361
19	948	332	616	1505	996	509	2186	664	1522	1404	332	1072	1538	332	1206	2025	664	1361
22	790	332	458	1806	996	810	2186	664	1522	936	332	604	1025	332	693	1350	664	686
23	948	332	616	1806	996	810	1458	664	794	0	332	0	0	332	0	0	664	0
24	948	332	616	1204	996	208	0	664	0	0	332	0	0	332	0	0	664	0
25	632	332	300	0	996	0	0	664	0	0	332	0	0	332	0	0	664	0
26	0	332	0	0	996	0	0	664	0	0	332	0	0	332	0	0	664	0
Total (minutos)			3520			79			9609			6635	0	0	6856	0	0	5481
Total (horas)			59			1			160			111	0	0	114	0	0	91

En la tabla 58 se presenta un resumen de costos generados por cada centro.

Para ello el Código de Trabajo ecuatoriano, determina en los artículos 81 y 117 que el salario mínimo a pagar a un trabajador no será menor a los mínimos legales establecidos por el Consejo Nacional de Trabajo y Salarios.

Sueldo básico de un trabajador: \$ 366

Costo hora normal; \$ 2,28

Recargo hora extra: 50%

Costo hora extra jornada día: \$ 3,43

Tabla 58.

Resumen de costos por horas extras (capacidad infinita)

CENTRO DE TRABAJO	TURNOS POR DÍA	TURNOS TOTALES POR MES	TURNOS OCUPADOS POR MES	% UTILIZACIÓN DE TURNOS AL MES	NÚMERO DE TRABAJADORES	HORAS EXTRA MES	HORAS EXTRA TOTALES	COSTO TOTAL HORA EXTRA
Inspección y embalaje	1	20	14	70%	2	59	117	\$ 402,6
Quema	2	40	32	80%	-	-	-	-
Esmaltado	2	40	30	75%	2	160	320	\$ 1.099,1
Vaciado (EVG1M019)	1	20	16	80%	1	111	111	\$ 379,4
Vaciado (EVG1M018)	1	20	16	80%	1	114	114	\$ 392,1
Vaciado (EVG1M016 / EVG1M012)	1	20	16	80%	2	91	183	\$ 626,8
Total costo horas extras								\$ 2.900,1

Si la empresa optara por esta tipo de capacidad, le generaría un costo por horas extras de \$ 2900,1. Con este indicador económico la gerencia de producción deberá analizar si es rentable optar por tal decisión de capacidad.

Capacidad finita

En la capacidad finita, las necesidades se rigen a la capacidad que posee cada centro de trabajo. En tal situación se debe reprogramar el MPS y realizar una nueva explosión del MRP. Además de realizar un nuevo balance del CRP

acorde la nueva explosión del MRP, para de esa forma balancear las cargas de trabajo eficientemente. En la tabla 59 se puede observar la reprogramación del MPS acorde a la capacidad finita.

Tabla 59.

Reprogramación MPS acorde a capacidad finita

CÓDIGO:	CS0081121301VA						
MES:	SEPTIEMBRE				OCTUBRE		
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3
INV. INICIAL	0	0	0	0	0	0	0
FORECAST	43	43	43	43	43	43	43
PEDIDO	415	1050	1025	1025	1025	1025	620
INV. FINAL	0	0	0	0	0	0	0
MPS	415	1050	1025	1025	1025	1025	620

Para apreciar la nueva explosión del MRP acorde a la capacidad finita referirse al Anexo 8.

La tabla 60 muestra la nueva explosión del MRP.

En las figuras 54, 55, 56, 57, 58, 59 se puede apreciar el contraste entre: los requerimientos netos iniciales del MRP, los requerimientos netos del MRP en capacidad finita y el balance de los requerimientos de netos en capacidad finita.

Tabla 60.

Resultados nueva Explosión MRP acorde a capacidad finita

RESULTADOS EXPLOSIÓN MRP CAPACIDAD FINITA		SEPTIEMBRE																				OCTUBRE																	
		SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 1					SEMANA 2				SEMANA 3								
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8
655937	CAJA CON PAD P/ACCES.COMPLETO (C/	0	0	0	0	0	0	0	165	210	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	210	0
659869	TUBO PARA TOALLERO 50 CM	0	0	206	210	210	210	210	210	210	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	210	0
SSIQ8131130000	PAPELERA BLANCO Clasificado	0	0	265	210	210	210	210	210	210	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	210	0
633125	PORTA ROLLO	0	0	0	0	196	210	210	210	210	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	210	0
SSIQ8121130000	JABONERA BLANCO Clasificado	0	0	530	420	420	420	420	420	420	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	420	0
SSIQ8162130000	TOALLERO BLANCO Clasificado	0	0	530	420	420	420	420	420	420	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	420	0
SSIQ8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO INS.	0	0	796	630	630	630	630	630	630	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	615	630	0
660014	PEGA P/ACCESORIOS 20 ML IMPORTADA	0	0	0	77	210	210	210	210	210	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	210	0
SSQM8131130000	PAPELERA BLANCO QUEMA	0	0	289	317	317	317	317	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	317	0
SSQM8121130000	JABONERA BLANCO QUEMA	0	95	466	466	466	466	466	466	466	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	466	0	
SSQM8162130000	TOALLERO BLANCO QUEMA	0	0	411	427	427	427	427	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	427	0
SSQM8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO	0	0	608	668	668	668	668	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	668	0
SSES8131130000	PAPELERA BLANCO ESMALTADO	0	0	135	352	352	352	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	352	0	0
SSES8121130000	JABONERA BLANCO ESMALTADO	0	0	0	123	490	490	490	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	490	0	0
SSES8162130000	TOALLERO BLANCO ESMALTADO	0	342	448	448	448	448	448	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	448	0	0
SSES8812130000	GANCHO SENCILLO DECCO BLANCO ESMALTADO	0	654	701	701	701	701	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	701	0	0
SSVA8131000000	PAPELERA VACIADO	0	0	0	0	310	373	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	364	373	0	0
SSVA8121000000	JABONERA VACIADO	0	0	0	0	0	67	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	497	509	0	0
SSVA8162000000	TOALLERO VACIADO	0	0	0	0	0	196	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	451	462	0	0
SSVA8812000000	GANCHO SENCILLO DECCO VACIADO	0	0	0	0	0	0	651	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	722	0	0

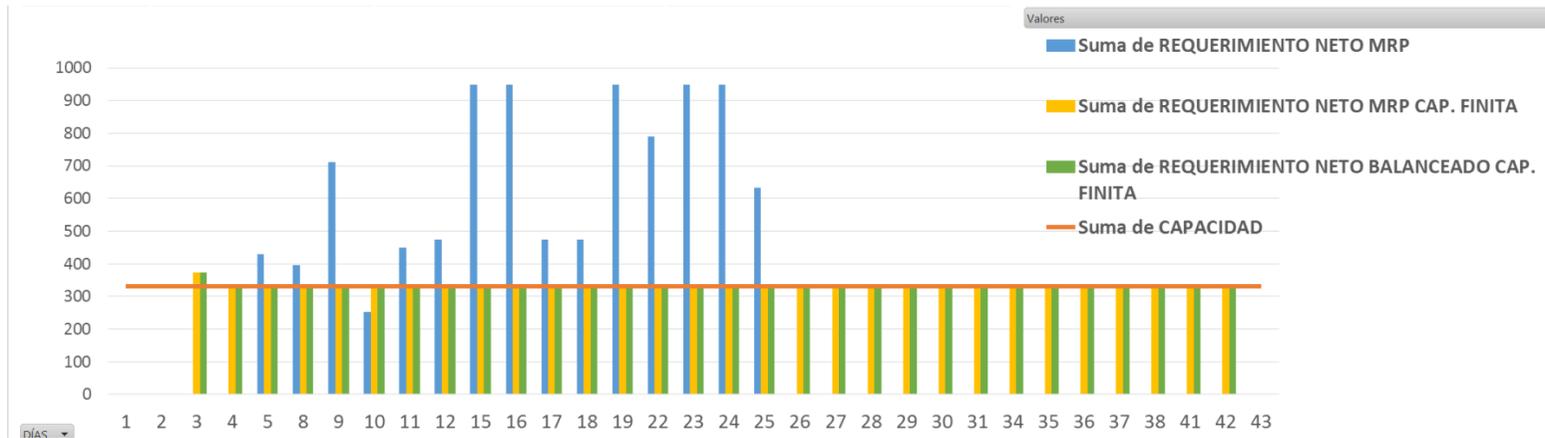


Figura 54. Capacidad finita vs requerimiento inspección final y embalaje

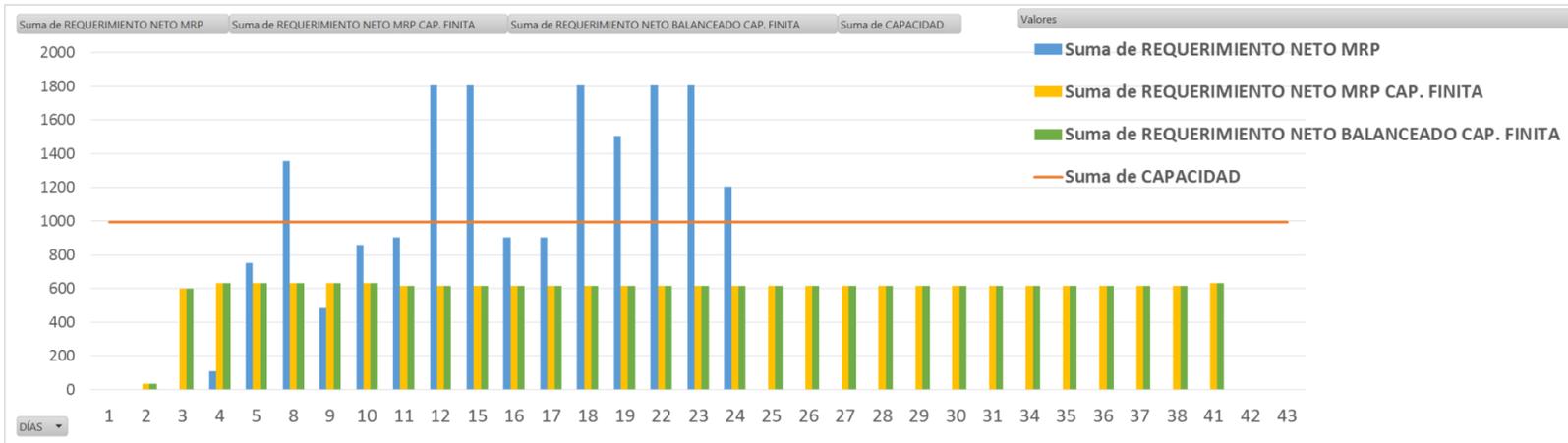


Figura 55. Capacidad finita vs requerimiento quema

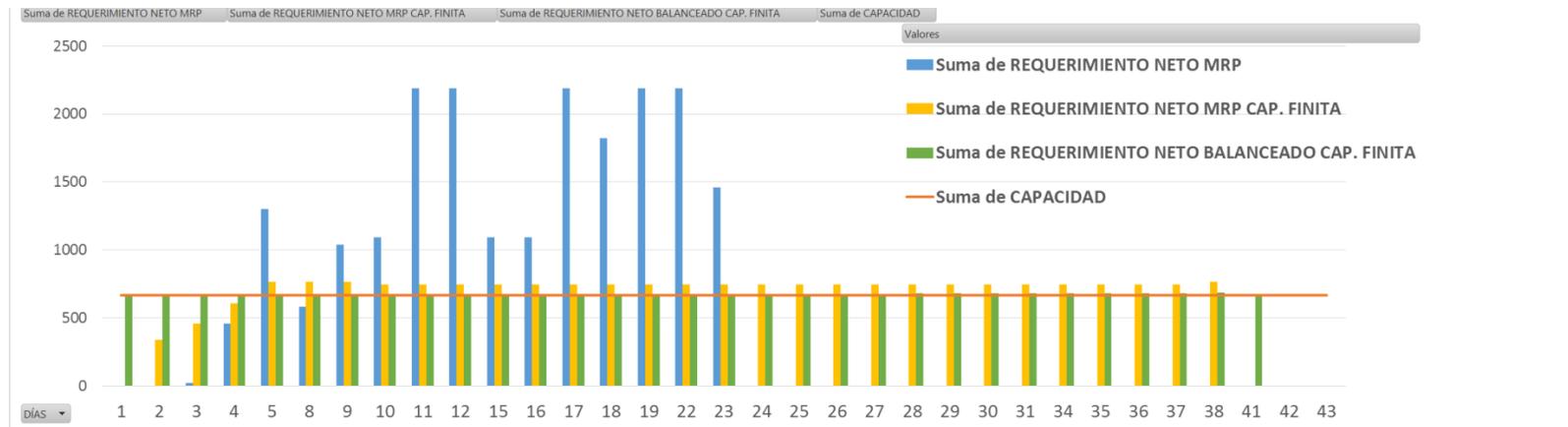


Figura 56. Capacidad finita vs requerimiento esmaltado

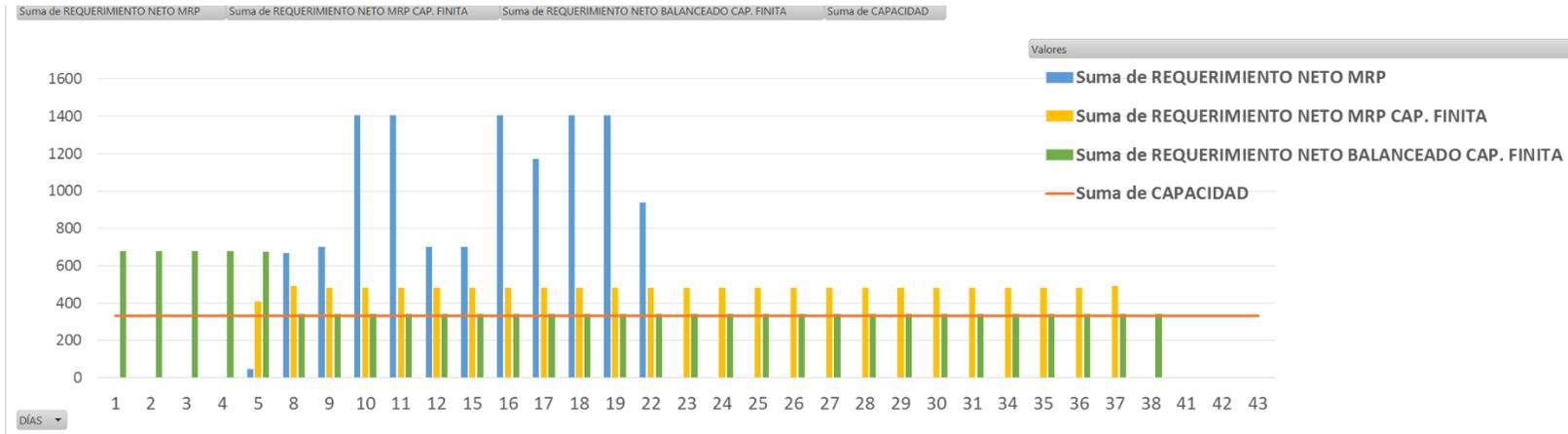


Figura 57. Capacidad finita vs requerimiento vaciado EVG1M019

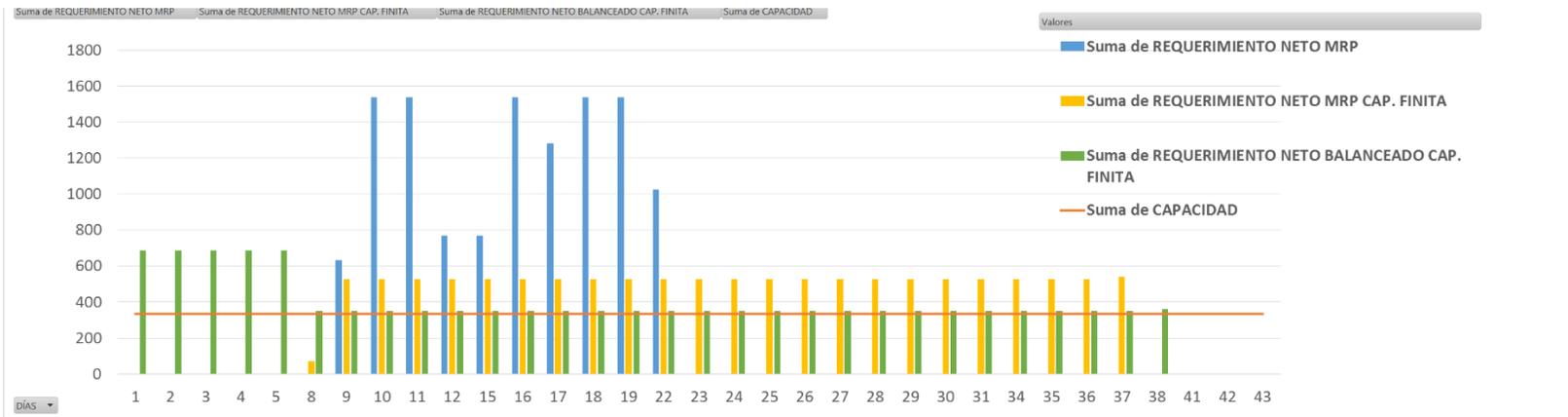


Figura 58. Capacidad finita vs requerimiento vaciado EVG1M018

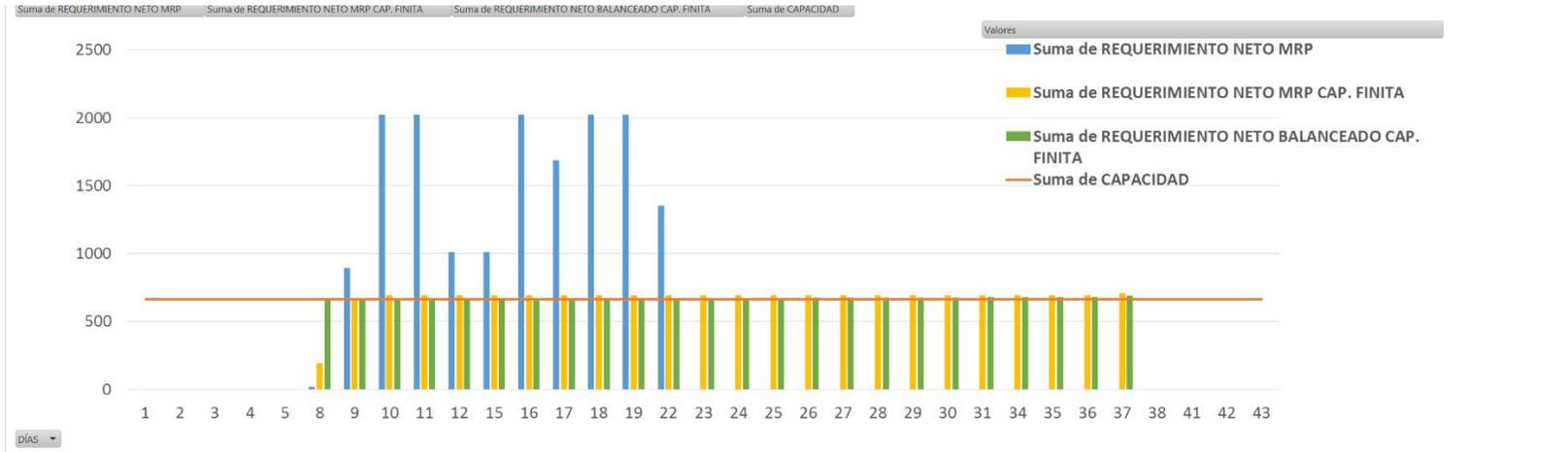


Figura 59. Capacidad finita vs requerimiento vaciado EVG1M016 /12

Nótese en la figura 59, las máquinas EVG1M016 / EVG1M012 con un operador por máquina no tienen carga de trabajo en los días 1, 2, 3, 4, 5, es decir 5 días libres, ya que se posee el suficiente inventario para recién comenzar a producir a partir del día 8. También se observa que en las figuras 57 y 58 en los primeros 5 días existe un exceso de capacidad de un turno extra por máquina (EVG1M016 / EVG1M012). En tal escenario para explotar los recursos de mano de obra, un operador de las máquinas EVG1M016 / EVG1M012 deberá ir a trabajar un turno en la máquina EVG1M018 y el otro deberá ir a la EVG1M019, ambos por cinco días, para que juntamente el día 8 regresen a trabajar a su centro de trabajo de la figura 59.

Análisis de resultados capacidad finita

Si trabajar con horas extras no fuere una opción rentable, entonces escoger la opción de capacidad finita sería lo mejor. Cabe recalcar que en esta decisión se modificara el MPS (véase tabla 59), donde tal decisión puede ser ejecutada dependiendo del poder de negociación que tenga el área de ventas hacia sus clientes. Si se llegare a una negociación óptima para Edesa de poder retrasar pedidos, entonces trabajar con capacidad finita sería la elección más eficiente y eficaz.

4.5 Flujograma del sistema que simule una planificación eficiente y eficaz

A través de los procesos del MRP II, se ha podido apreciar el desarrollo de un sistema de planificación que pueda administrar los recursos de tal forma que pueda explotarlos al menor costo posible. Para ello el saber responder correctamente las siguientes preguntas como; ¿Qué producir?, ¿Cuánto producir?, ¿Cuándo producir? ¿Qué recursos se dispone para producir?, y ¿De qué se debe abastecer para poder producir? Si la empresa es capaz de responder las preguntas mencionadas entonces se permitirá:

- Fabricar lo que realmente nuestro cliente demanda en las fechas y en

cantidades correctas. (MPS – MRP)

- No acumular excesos de inventario, lo cual disminuye los costos revisados en el capítulo 2.6.2. (Calculo óptimos de inventario)
- Colocar órdenes de compra con correcta previsión de tiempo para no detener el flujo de embalaje. (Puntos de reorden)
- No derrochar recursos (mano de obra, maquinaria, materia prima, energía, tiempo) por fabricar productos que no son necesarios pero si explotarlos al máximo en fabricar productos que si son necesarios acorde al *forecast*. (MPS – CRP – MRP)
- Explotar las capacidades de los centros trabajo acorde las necesidades y poder estimar horas extras. (CRP)
- Simular escenarios de ciclo completo de la planificación de los recursos de manufactura que permita tomar decisiones rentables para la empresa. (MRP II)

En la figura 60, se propone un flujograma que simule un sistema de planificación eficiente y eficaz. Para ello se propone algunos documentos que necesitan ser generados:

Tabla 62.

Codificación nuevos documentos

CÓDIGO	TIPO	CONCEPTO
FF01	FORECAST POR FAMILIA	Permite alimentar de información al PAP, para estimar las necesidades de recursos. Se debe generar acorde a los conceptos visto en el capítulo 4.1
FI01	FORECAST POR Ítem	Permite alimentar de información al MPS, aun nivel de detalle por ítem. Se debe generar acorde a los conceptos visto en el capítulo 4.1
PR01	PEDIDOS REALES	Permite alimentar de información al MPS con los pedidos en firme de los clientes.
SPT1	REPORTE SAP DE INVENTARIO PRODUCTO TERMINADO	Permite al planificador saber cuánto debe producir acorde al inventario existente en bodegas de producto terminado
SPP1	REPORTE SAP CONTEO FÍSICO DE LOS COMPONENTES EN PROCESO	Permite al planificador saber cuánto debe producir acorde al inventario existente en los centros de trabajo

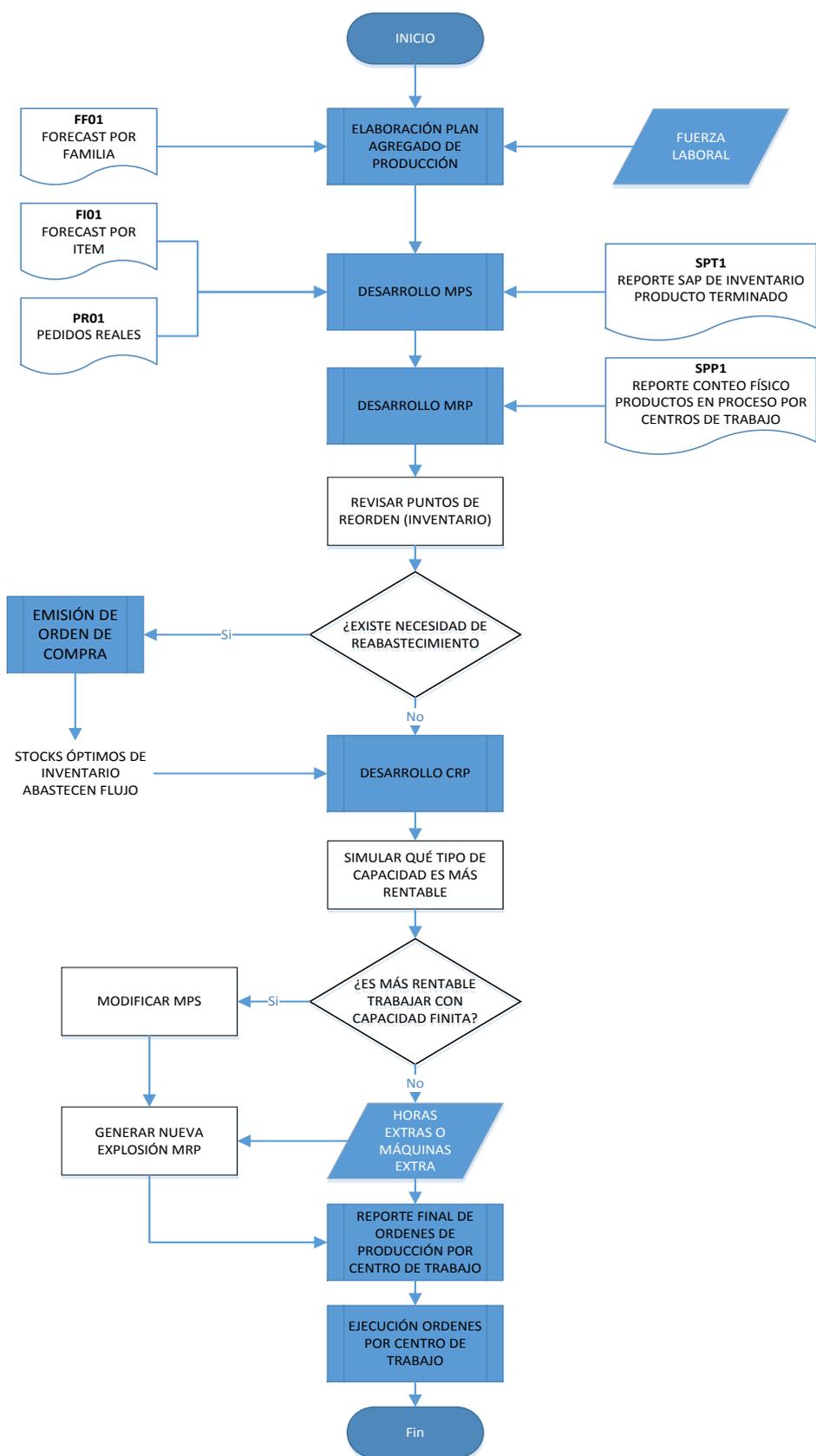


Figura 60. Propuesta flujograma MRP II

5. Capítulo V. Beneficios económicos

Los beneficios económicos se plantearan y proyectaran acorde a las mejoras que produce el planificar los recursos de la empresa mediante el MRP II para la línea de accesorios cerámicos.

5.1 Reducción de capital de trabajo

Tener inventarios en proceso en exceso se puede traducir como tener dinero congelado u ocioso. Por eso se debe plantear el siguiente objetivo: reducir el nivel de inventario sin reducir el nivel de servicio actual y por el contrario aumentar el nivel de servicio. Para lograr este enunciado las diferentes herramientas desarrolladas en el trabajo titulación permiten lograrlo. Es decir tener un pronóstico de ventas más asertivo que pueda generar un refinamiento en la información de entrada al MPS y poder ende realizar cálculos de niveles óptimos de inventario tomando en cuenta los tiempos de aprovisionamiento (*lead time*) de los suministros.

Por lo tanto se debe reducir los niveles de inventarios excesivos y aumentar los niveles demasiados bajos ya que pueden generar desabastecimientos y por lo tanto disminución del nivel de servicio

Para el desarrollo del capítulo 4 solo se usó el modelo CS0081121301VA, pero para el análisis de reducción de inventario se toma las dos subfamilias ADHESIVOS y DECCO.

El análisis esta realizado con ventas global en los componentes 660014, 633125, SSES8812130000, SSQM8812130000, SSVA8812000000, ya que todos los modelos de accesorios llevan al menos un componente de los mencionados en sus listas de materiales (ver tabla 63).

Tabla 63 Componentes que se usan en todos los modelos en sus listas de materiales

Tabla 63.

Componentes que se utilizan en todos los modelos

MODELO	UTILIZACIÓN EN LISTA DE MATERIALES			TIPO DE ANÁLISIS
	660014	SSIQ8812130000	633125	
CS008103__1CE	1	1	1	VENTAS GLOBALES
CS008112__1VA	1	3	1	VENTAS GLOBALES
CS008803__1BA	1	1	1	VENTAS GLOBALES
CS008803__1VA	1	1	1	VENTAS GLOBALES
CS008804__1BA	1	1	1	VENTAS GLOBALES
CS008804__1BO	1	1	1	VENTAS GLOBALES
CS008812__1VA	1	2	1	VENTAS GLOBALES
Total	7	10	7	

Para los demás componentes el análisis esta realizado para todos los modelos de los accesorios pero solo en color blanco, ya que es el color más demandado y para que el análisis resulte fácil de comprender.

A continuación en la tabla 64, se presentan los productos en procesos que deberían reducir sus niveles de inventario y los productos que se deberían aumentar los niveles de para no generar desabastecimientos. Para ello se realizó un promedio de los niveles de existencias con que la empresa finalizaba cada mes desde enero del 2016 hasta agosto del mismo año (ver tabla 11).

En la siguiente tabla se puede apreciar los componentes que se deberían reducir sus niveles de inventario.

Tabla 64.

Reducción del nivel en inventarios

SUB-FAMILIA	MODELO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	INVENTARIO PROMEDIO EN PROCESO (ACTUAL)	COSTO UNITARIO	CAPITAL DE TRABAJO PROMEDIO (ACTUAL)	INVENTARIO MÍNIMO (STOCK DE SEGURIDAD - PROPUESTA)	INVENTARIO MÁXIMO (PROPUESTA)	PUNTO DE REORDEN (PROPUESTA)	CAPITAL DE TRABAJO PROPUESTA (PROPUESTA)	DIFERENCIA (NIVEL INVENTARIO ACTUAL vs INVENTARIO MÁXIMO)	REDUCCIÓN O AUMENTO TOTAL \$	OBSERVACIÓN	
GLOBAL	TODOS	660014	PEGA P/ACCESORIOS 20 ML IMPORTADA	76852	\$ 0,4	\$ 29.178,4	3570	39070	29136	\$ 14.833,9	-37781	-\$ 14.344,5	REDUCIR INVENTARIO	
	TODOS	SSES8812130000	GANCHO ESMALTADO	572	\$ 0,2	\$ 124,7	454	1197	975	\$ 261,1	625	\$ 136,4	AUMENTAR INVENTARIO	
	TODOS	SSQM8812130000	GANCHO QUEMA	1993	\$ 0,2	\$ 429,3	556	1670	1337	\$ 359,8	-323	-\$ 69,5	REDUCIR INVENTARIO	
	TODOS	SSVA8812000000	GANCHO VACIADO	3150	\$ 0,1	\$ 376,0	321	692	581	\$ 82,7	-2457	-\$ 293,4	REDUCIR INVENTARIO	
	TODOS	633125	PORTA ROLLO	5791	\$ 0,2	\$ 1.135,0	1262	5700	4458	\$ 1.117,1	-91	-\$ 17,9	REDUCIR INVENTARIO	
GLOBAL	CS0088031301VA / CS0088031301BA / CS0081031301CE	659867	TUBO PARA TOALLERO 25 CM	4116	\$ 0,1	\$ 493,9	966	2811	1836	\$ 337,3	-1305	-\$ 156,6	REDUCIR INVENTARIO	
GLOBAL	CS0081121301VA / CS0088121301VA	659869	TUBO PARA TOALLERO 50 CM	1277	\$ 0,2	\$ 293,8	60	257	185	\$ 59,1	-1020	-\$ 234,7	REDUCIR INVENTARIO	
ADHESIVOS	CS0081121301VA	655937	CAJA CON PAD P/ACCES.COMPLETO (C/VE)	932	\$ 1,5	\$ 1.388,3	82	379	259	\$ 564,1	-553	-\$ 824,2	REDUCIR INVENTARIO	
	CS0088031301VA	659382	CAJA P/ACCESORIOS DECCO PEQUEÑA (VE)	2559	\$ 1,1	\$ 2.907,6	1293	4573	2756	\$ 5.196,6	2014	\$ 2.289,0	AUMENTAR INVENTARIO	
	CS0081121301VA / CS0088031301VA	SSES8121130000	JABONERA BLANCO ESMALTADO	47	\$ 0,5	\$ 24,8	51	108	83	\$ 56,5	60	\$ 31,6	AUMENTAR INVENTARIO	
		SSES8131130000	PAPELERA BLANCO ESMALTADO	69	\$ 0,6	\$ 39,8	34	72	55	\$ 41,4	3	\$ 1,6	AUMENTAR INVENTARIO	
		SSES8162130000	TOALLERO BLANCO ESMALTADO	12	\$ 0,4	\$ 4,2	69	143	109	\$ 50,7	131	\$ 46,5	AUMENTAR INVENTARIO	
		SSQM8121130000	JABONERA BLANCO QUEMA	889	\$ 0,6	\$ 505,4	62	148	110	\$ 83,9	-741	-\$ 421,5	REDUCIR INVENTARIO	
		SSQM8131130000	PAPELERA BLANCO QUEMA	355	\$ 0,8	\$ 266,8	42	98	72	\$ 73,7	-257	-\$ 193,1	REDUCIR INVENTARIO	
		SSQM8162130000	TOALLERO BLANCO QUEMA	547	\$ 0,4	\$ 241,0	84	196	145	\$ 86,4	-351	-\$ 154,6	REDUCIR INVENTARIO	
		SSVA8121000000	JABONERA BLANCO VACIADO	1042	\$ 0,3	\$ 273,6	36	64	52	\$ 16,9	-977	-\$ 256,7	REDUCIR INVENTARIO	
		SSVA8131000000	PAPELERA BLANCO VACIADO	848	\$ 0,3	\$ 282,7	24	43	34	\$ 14,3	-805	-\$ 268,4	REDUCIR INVENTARIO	
		SSVA8162000000	TOALLERO BLANCO VACIADO	2040	\$ 0,2	\$ 415,5	48	86	69	\$ 17,5	-1954	-\$ 398,1	REDUCIR INVENTARIO	
		CS0088121301VA	659383	CAJA P/ACCESORIOS DECCO GRANDE (VE)	436	\$ 1,3	\$ 566,2	25	131	96	\$ 169,8	-305	-\$ 396,4	REDUCIR INVENTARIO
CS0088041301BO	659862	FUNDA EDESA ACCESORIOS DECCO 8804	5108	\$ 0,1	\$ 533,7	379	1486	1062	\$ 155,2	-3623	-\$ 378,5	REDUCIR INVENTARIO		
CS0088041301BO	659930	CAJA ACCES. DECCO 8804 EDESA CARTOPEL	117	\$ 0,3	\$ 29,7	30	119	85	\$ 30,2	2	\$ 0,5	AUMENTAR INVENTARIO		
DECCO	CS0088031301BA	659933	FUNDA ALFA ACCESORIOS DECCO 8803	4579	\$ 0,1	\$ 490,7	170	465	245	\$ 49,8	-4114	-\$ 440,8	REDUCIR INVENTARIO	
	CS0088041301BA	660010	FUNDA ALFA ACCESORIOS DECCO 8804	3638	\$ 0,1	\$ 310,1	844	2654	1512	\$ 226,2	-984	-\$ 83,9	REDUCIR INVENTARIO	
	CS0088041301BA	660145	CAJA ACCES. DECCO 8804 ALFA CARTOPEL	142	\$ 0,2	\$ 35,3	68	212	121	\$ 52,7	70	\$ 17,4	AUMENTAR INVENTARIO	
	CS0088031301BA	660210	CAJA ACCES. DECCO 8803 ALFA CARTOPEL	188	\$ 0,4	\$ 67,0	17	46	24	\$ 16,6	-141	-\$ 50,4	REDUCIR INVENTARIO	
	SSES8821130000	JABONERA DECCO BLANCO ESMALTADO	341	\$ 0,3	\$ 104,7	317	543	465	\$ 166,7	202	\$ 62,0	AUMENTAR INVENTARIO		
		SSES8886130000	PAPELERA BLANCO ESMALTADO	507	\$ 0,2	\$ 118,8	1036	1690	1441	\$ 396,1	1183	\$ 277,3	AUMENTAR INVENTARIO	
	CS0088041301BA / CS0088041301BO / CS0088121301VA / CS0081031301CE	SSQM8821130000	JABONERA DECCO BLANCO QUEMA	1609	\$ 0,4	\$ 576,4	317	543	465	\$ 194,4	-1067	-\$ 382,0	REDUCIR INVENTARIO	
		SSQM8886130000	PAPELERA BLANCO QUEMA	5531	\$ 0,2	\$ 1.154,6	1036	1690	1441	\$ 352,7	-3842	-\$ 801,9	REDUCIR INVENTARIO	
	SSVA8821000000	JABONERA DECCO BLANCO VACIADO	1528	\$ 0,2	\$ 302,3	317	543	465	\$ 107,4	465	\$ 107,4	-985	-\$ 194,9	REDUCIR INVENTARIO
		SSVA8886000000	PAPELERA BLANCO VACIADO	4262	\$ 0,1	\$ 519,0	1036	1690	1441	\$ 205,8	-2572	-\$ 313,2	REDUCIR INVENTARIO	
TOTAL						\$ 43.189,59				\$ 25.376,64		-\$ 17.812,95		

Si se suma el costo de reducir y aumentar inventario, tendríamos -\$ 17.812,95 dólares en reducción o liberación de capital de trabajo. En la siguiente tabla se presenta un resumen del ahorro del costo en reducción a niveles óptimos de inventario.

Tabla 65.

Reducción de capital de trabajo

Capital de trabajo promedio (ACTUAL)	\$ 43.189,59
Capital de trabajo promedio (PROPUESTA)	\$ 25.376,64
Reducción capital de trabajo	\$ 17.812,95
Porcentaje de reducción capital de trabajo	41%

Tabla 66.

Resumen costos reducción de inventarios

Descripción	Tipo ahorro	Ahorro Mes	Ahorro Anual
Reducción de capital de trabajo	Inventario	\$ 17.812,95	\$ 17.812,95
Ahorro de espacios (\$ 5 por cada metro)	30 m" (espacio en planta y bodegas)	\$ 150,00	\$ 1.800,00
Ahorro por seguros, perdidas, otros.	0,5%	\$ 89,06	\$ 1.068,78
Total ahorro		\$ 18.052,0	\$ 20.681,7

La cantidad de \$ 20.681,7 representan la reducción anual de capital de trabajo, lo cual libera el flujo de efectivo y permite tener mayor liquidez de efectivo para la empresa.

5.2 Aumento del nivel de servicio

El trabajo de titulación propone un nivel de servicio de entrega a la bodega de

un 85% sobre el 67% con el que se maneja actualmente para los accesorios cerámicos.

Con la propuesta, se aumentará el nivel de servicio en un 18%, lo cual implica aumentos de ingresos mensuales a la bodega de producto terminado, es decir, tener mayor capacidad de respuestas a requerimiento del cliente. En este caso el nivel de servicio actual se lo puede ejemplificar de la siguiente manera; si la bodega de producto terminado requiere un 6000 unidades en fechas exactas de distintos modelos y colores para un determinado mes, con el nivel de servicio actual, la planificación de la producción tan solo será capaz de entregarle 4020 unidades en el tiempo correcto, ya sea porque durante ese periodo sufrió desabastecimientos, o invierte recursos en fabricar productos que la bodega no necesitaba. En el caso de la propuesta de la planificación a través del MRP II, se estará en la capacidad de poder entregar 5100 unidades en la fecha exacta requerida, ya que en este caso producción fabricará productos en la fecha y cantidad correcta, y no sufrirá desabastecimientos ya que hay cálculos niveles óptimos de inventarios y puntos de reorden. En la siguiente tabla 67, se puede apreciar un análisis de los beneficios.

Tabla 67.

Ingresos teóricos por aumento de nivel servicio

PRECIO DE VENTA PROMEDIO PRODUCTO TERMINADO	\$ 12,00	INGRESOS A BODEGA A ACORDE NIVEL DE SERVICIO (UNIDADES)	INGRESOS
PRONOSTICO GLOBAL - MES SEPTIEMBRE (UNIDADES)	6184		
NIVEL DE SERVICIO (ACTUAL)	67%	4144	\$ 49.722,2
NIVEL DE SERVICIO (PROPUESTA)	85%	5257	\$ 63.080,4
INGRESOS TEÓRICOS MENSUALES POR CAPACIDAD DE RESPUESTA AL CLIENTE		1113	\$ 13.356
INGRESOS TEÓRICOS ANUALES POR CAPACIDAD DE RESPUESTA AL CLIENTE		13356	\$ 160.272

En este caso la empresa tendrá disponibles 1113 unidades en bodega de producto terminado para potencialmente poder ser ofertado al cliente y por ende poder generar ingresos de \$ 13.356 por mes y \$ 160.272 por año,

5.3 Aumento del porcentaje de utilidad

En la tabla 68, se representa un análisis de los ahorros que implican reducir inventarios a niveles óptimos. Si reducimos inventarios, entonces también implicará reducir espacio en planta y en bodega de suministros. Además habrá menos producto por el cual pagar seguros, por robos, perdidas, etc. Se proyectó que el ahorro de reducir espacio es de \$ 5 por cada m².

Nótese que el ahorro de reducción de \$ 17.812,95 en inventario es la misma cantidad tanto para el mes como el año, ya que si se llegase a implementar el sistema propuesto dicho ahorro solo generaría impacto en el primer mes de implementación, ya que en los demás meses se mantendría el nivel de stock propuesto. El total de ahorro es de \$ 20.681,7 en un año.

Tabla 68.

Descripción ahorros por reducción de inventarios

Descripción ahorros	Tipo de ahorro	Cantidad \$	Proyección
Reducción de capital de trabajo	Inventario	\$ 17.812,95	anual
Ahorro de espacios (\$ 5 por cada metro)	30 m ² (espacio en planta y bodegas)	\$ 1.800,00	anual
Gasto, seguros, perdidas, otros.	0,5%	\$ 1.068,78	Anual
Total ahorro		\$ 20.681,7	Anual

En la tabla 69, se representa los ingresos potenciales en ventas por aumento del nivel del servicio en un 18%.

%Utilidad venta (sin mejoras) = 9%

Tabla 69.

Descripción ingresos potenciales por aumento del nivel de servicio

Descripción ingresos	Facturación anual \$	% Aumento nivel ventas	% Utilidad en ventas \$
Ingreso por ventas (inicial)	\$ 596.666,40		\$ 53.699,98
Ingreso teórico adicional ventas por nuevo nivel de servicio 18%	\$ 160.272,00		\$ 14.424,48
Ingresos totales	\$ 756.938,40	27%	\$ 68.124,46

En la tabla 70, se detalla el cálculo del nuevo porcentaje de utilidad, ya que invertí menos en producir (menos inventario) y a la vez aumento producto terminado en bodega para poder ser potencialmente ofertado a los clientes.

Tabla 70.

Cálculo nuevo porcentaje de utilidad

Análisis nuevo porcentaje de utilidad	
Total ahorro	\$ 20.681,73
Total utilidad por ventas (nuevo nivel de servicio)	\$ 68.124,46
Total beneficios económicos (utilidad neta)	\$ 88.806,19
Total ventas (nuevo nivel de servicio)	\$ 756.938,40
Nuevo % de utilidad operacional (utilidad/ventas)	12%

Finalmente se proyecta la tabla 71, donde se detalla la cantidad de dinero extra de ganancia por cada unidad vendida, acorde al nuevo porcentaje de utilidad.

Tabla 71.

Ganancia extra por unidad en ventas.

Precio de venta promedio unitario	\$ 12,00	Utilidad (%)
Ganancia por unidad (actual)	\$ 1,08	9%
Ganancia por unidad (propuesta)	\$ 1,44	12%
Ganancia extra por unidad	\$ 0,36	

Con la propuesta se proyectara una ganancia extra de \$ 0,36 centavos de dólar por cada unidad vendida. Nótese que el promedio de unidades de ventas en los accesorios cerámicos es de más menos 5900 unidades en promedio mensual.

6. Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

El objetivo general del presente trabajo de titulación fue poder plantear una propuesta mediante la metodología MRP II que pueda simular una planificación eficiente y eficaz de los distintos recursos que emplea Edesa para poder fabricar los accesorios cerámicos al menor coste posible. A través del trabajo realizado se logró desarrollar un *forecast técnico*, un programa maestro de producción, una planificación de requerimientos de materiales, una correcta gestión de inventarios y una planificación de requerimientos de capacidad.

En base al análisis técnico realizado de la demanda, el mejor método para pronosticar los accesorios cerámicos es el suavizado exponencial simple con una alfa (α) de 0,1. Donde se contribuye a un refinamiento de la entrada de información para poder realizar un plan maestro de producto real.

Se logra entablar un plan maestro de producción (MPS) que puede representar y ordenar los pedidos y pronósticos en forma técnica. Dicho de otra manera el MPS da la facultada de producir lo que realmente se necesita en cantidad y fechas correctas que satisfaga al cliente. Esto se puede alcanzar a través de poder explotar al máximo los recursos disponibles en producir lo que realmente

el cliente demanda y por ende no derrochar recursos en producir componentes en algunos casos en exceso, y en otros muy poco. Esta correcta entrada de información permitirá poder planificar los recursos (CRP), y por lo tanto contribuye a alcanzar el nivel del servicio propuesto del 85% versus el 67% que actualmente maneja Edesa en los accesorios cerámicos.

También se consiguió establecer existencias óptimas acorde a la demanda y tiempos de aprovisionamiento de tal forma que no se genere desabastecimientos. Es decir se propone una reducción de capital de trabajo en inventarios en proceso de \$ 20.681,9 dólares en el año, y por lo tanto lograr liberar dicho flujo de efectivo que pasa de estar de un estado ocioso a un estado aprovechable. Es decir en el estado ocioso el dinero invertido en la producción y acumulación de inventario no genera valor ya que no se puede vender producto en proceso, pero en el estado aprovechable la empresa reduce dicha cantidad de dinero invertido en inventarios exagerados para poder emplearlos en inversiones o usos que la empresa crea rentable.

A través de los cálculos de punto de reorden se permite lanzar órdenes de compra, acorde un nivel de inventario óptimo que no ocasione desabastecimientos mientras los materiales están en tránsito hacia la empresa (*lead time*), especialmente para los elementos que se adquieren a través de un proveedor. Ya que actualmente se lanza órdenes de compra, simplemente cuando el stock llega a cero.

Se logra proponer una planificación de requerimientos de materiales (MRP) de tal forma que se pueda explotar los requerimientos de producto terminado hacia los niveles de componentes necesarios a producir y/o aprovisionar en cada centro de trabajo, en cantidad y fecha correcta para que no se genere desabastecimiento hacia el área de embalaje de producto terminado y pueda cumplir con el MPS. En la planificación actual el área de embalaje aunque pretenda cumplir con los requerimientos de bodega de producto terminado no lo puede realizar en su totalidad, ya que en algunos casos algún centro de trabajo no realiza la producción y/o aprovisionamientos correctos para poder

proveer de los componentes necesarios para el embalaje. Es decir la herramienta del MRP propuesta corrige este problema y por lo tanto contribuye al índice de nivel de servicio propuesto del 85%.

La planificación de los requerimientos de capacidad (CRP) propuestos permite cumplir los requerimientos provenientes del MRP, en la que se transforma las necesidades de producto en valores de capacidad expresados en tiempo. En este caso se consigue entablar dos formas de poder cumplir con el MRP, las cuales son trabajar con capacidad infinita o capacidad finita. En capacidad infinita los requerimientos son más importantes que la capacidad, en este escenario acorde a los cálculos CRP, las faltantes de capacidad son expresadas en horas extras que deberán ser ejecutadas por cada centro de trabajo, lo cual lograra estimar cuando dinero extra se deberá cubrir para determinado periodo. En capacidad finita los requerimientos respetan la capacidad de cada centro de trabajo, en este escenario se propone una reprogramación del MPS y del MRP. Dichas tipos de capacidades facilitan realizar simulaciones de escenarios que permita que la empresa pueda tomar la decisión más rentable.

Con las diferentes herramientas desarrolladas en el trabajo de titulación la propuesta alcanza un nivel de servicio del 85% versus el 67% actual. Tal situación implica un aumento del 18% de ingresos mensuales de producto terminado a la bodega tan solo con administrar eficiente y eficazmente los recursos que se emplean en los accesorios. En otras palabras la empresa tendrá disponible producto terminado que puede ser ofertado al cliente inmediatamente y por ende generar más ventas. El trabajo de titulación proyecta unos ingresos teóricos por producto potencialmente disponible para ser vendido de más menos \$ 13.356 dólares por mes acorde a la mejora del nivel de servicio planteado.

Se logra poder aumentar el porcentaje de utilidad en un 3% extra, es decir se proyecta pasar del 9% a 12%, donde como resultados ganar \$ 0,36 centavos de dólar extra por cada unidad vendida

6.2 Recomendaciones

Para que el sistema resulte óptimo se sugiere realizar una revisión periódica del pronóstico de ventas, y de esa forma poder tomar decisiones cuando el pronóstico tenga que enfrentarse con escenarios en los que el área de ventas proyecte realizar futuras campañas de marketing, promociones o descuentos de tal forma que el pronóstico pueda verse afectado. Dado que el pronóstico de series de tiempos solo se basa en hechos pasados y no en tácticas futuras que la fuerza de ventas puede ejercer en la demanda, ya que simplemente esos datos aun no son parte del pasado.

El trabajo de titulación realizado brinda los conocimientos y herramientas necesarias para poder implementar el MRP II para la línea de accesorios cerámicos, pero si Edesa desea implementarlo a toda la planta se debería plantear la posibilidad de poder adquirir el módulo de planificación del ERP de SAP, tomando en cuenta el costo beneficio que representaría. Ya que cuando la información sobrepasa los límites de capacidad del programa Excel, es altamente conveniente poder contar un sistema informático más sofisticado.

Se deberían elaborar métodos sistemáticos de control de cumplimientos de las órdenes de producción para cada centro de trabajo. Aunque el CRP planificara la capacidad de cada centro acorde a su capacidad, es importante ejercer el control ya que en algunas circunstancias puede presentarse imprevistos como falla de maquinaria, ausentismo laboral, etc.

Se recomienda poder implementar una herramienta denominada TPM (mantenimiento total productivo), la cual planifica los procesos de mantenimiento para que la maquinaria pueda estar en óptimas condiciones para la producción, y reducir al mínimo paras de producción por averías de maquinaria. Nótese que esté sistema propone trabajar con inventarios óptimos de seguridad acorde netamente a la demanda, pero no se está tomando en cuenta aspectos como fallas de maquinaria. Es decir para que los stocks funcionen correctamente y se pueda reducir el capital de trabajo. Se debería

trabajar en sincronía con la herramienta TPM.

REFERENCIAS

- ADSI, (s.f.). Como elaborar un diagrama de flujos. Recuperado el 21 de septiembre del 2016 de <http://adsiandmendez.blogspot.com/2015/03/como-elaborar-un-diagrama-de-flujos.html>
- Aswathappa, K., & Shridharabhat, K. (2008). *Production and Operations Management*. Mumbai, India: Himalaya Publishing House.
- Bryan, S. (s.f). *Ingenieriaindustrialonline.com*. Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/plan-maestro-de-producci%C3%B3n-mps/>
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción* (Primera ed.). Mexico: Pearson Education.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2009). *Administración de Operaciones producción y cadena de suministro*. (Decimotercera ed.). Mexico: Mc Graw Hill.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministro* (Duodecima ed.). (McGraw-Hill, Ed.) Mexico.
- Companys, R., & Fonollosa, J. (1999). *Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT*. (Marcombo, Ed.) España.
- Cruelles, J. (2012). *Stocks, Procesos y Dirección de operaciones conoce y gestiona tu fábrica* (Primera ed.). (Marcombo, Ed.) Barcelona, España.
- Edesa. (s.f.). *Historia Edesa*. Recuperado el 26 de octubre de 2016 de http://www.edesa.com.ec/129_historia-edesa.html
- Fernández, M., & Navarro, M. (2014). *Sistema de Gestión Integrada para las Empresas (ERP)*. Alcalá de Henares, España: Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá.
- Gestiopolis. (s.f.). Qué es MRP II, Planificación de los Recursos de Manufactura. Recuperado el 2 de noviembre de 2016 de <http://www.gestiopolis.com/que-es-mrp-ii-planificaciIn-de-los-recursos-de-manufactura/>
- Ingenieriaindustrialonline.com. (s.f). Plan maestro de producción – MPS.

Recuperado el 28 de junio de 2016 de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/plan-maestro-de-producci%C3%B3n-mps/>

Ingenioempresa. (s.f.). Medición del error en pronósticos de demanda. Recuperado el 2 de noviembre de 2016 de <http://ingenioempresa.com/medicion-error-pronostico/>

Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones. Procesos y cadena de valor* (Octava ed.). México D.F, México: Pearson Education.

Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2013). *Administración de operaciones. Procesos y cadena de suministro* (Decima ed.). Mexico D.F.: Pearson Educación.

Lexis, (s.f.). Código del Trabajo. Recuperado el 08 de diciembre de 2016 de http://www.silec.com.ec/Webtools/LexisFinder/DocumentVisualizer/DocumentVisualizer.aspx?id=LABORAL-CODIGO_DEL_TRABAJO&query=CODIGO%20TRABAJO#I_DXDataRow89

Morán, R. (s.f). *Mejoramiento Continuo*. Quito, Ecuador. Universidad de las Américas.

Oltra Badenes, R. F., Gil Gómez, H., & Bellver López, R. (Julio de 2011). Factores diferenciales entre los ERP de software libre (FSw ERP) y los ERP propietarios. *Dirección y Organización*(44), 64-73.

Pardo, J. (2012). *Configuración y uso de mapas de procesos*. Madrid, España: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.

Schroeder, R., Meyer, S., & Rungtusanatham, M. (2005). *Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos* (Quinta ed.). Mexico, D.F: McGRAW-HILL.

Sipper, D., & Bulfin, R. (1998). *Planeación y control de la producción*. Mexico D.F: McGraw-Hill Interamericana.

Velasco, J., & Campins, J. (2013). *Gestión de la producción en la empresa: planificación, programación y control*. Madrid, España: Larousse - Ediciones Pirámide.

ANEXOS

Anexo 1. Preparación pasta



Anexo 2. Centro de trabajo – Vaciado



Anexo 3. Centro de trabajo – Esmaltado



Anexo 4. Quema



Anexo 5. Centro de trabajo – Inspección Final y Embalaje



Anexo 7. MPS pedidos reales

MODELO	SES (alfa = 0,1)	PEDIDOS MES	INVENTARIO INICIAL	SEPTIEMBRE												Total MPS MES
	FORECAST SEMANAL		BODEGA PT01	PEDIDO SEMANA 1	STOCK (INICIAL S2)	MPS	PEDIDO SEMANA 2	STOCK (FINAL S2 / INICIAL S3)	MPS	PEDIDO SEMANA 3	STOCK FINAL (S3 / INICIAL S4)	MPS	PEDIDO SEMANA 4	STOCK (FINAL S4)	MPS	
CS0081030171CE	2	15	0	15	0	15	0	2	2	0	2	0	0	2	0	17
CS0081030541CE	2	0	1	0	2	1	0	2	0	0	2	0	0	2	0	1
CS0081030611CE	0	10	0	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
CS0081037331CE	21	0	18	0	21	3	0	21	0	0	21	0	0	21	0	3
CS0081031301CE	34	0	0	0	34	34	0	34	0	0	34	0	0	34	0	34
CS0081120161VA	2	10	0	10	0	10	0	2	2	0	2	0	0	2	0	12
CS0081120171VA	6	8	6	8	0	2	0	6	6	0	6	0	0	6	0	8
CS0081121301VA	43	30	0	30	13	43	0	43	30	0	43	0	0	43	0	73
CS0081127331VA	35	30	0	30	5	35	0	35	30	0	35	0	0	35	0	65
CS0081120911VA	8	10	0	10	0	10	0	8	8	0	8	0	0	8	0	18
CS0081120901VA	15	123	1	123	0	122	0	15	15	0	15	0	0	15	0	137
CS0088040541BO	62	200	12	200	0	188	0	62	62	0	62	0	0	62	0	250
CS0088041301BA	181	1411	96	1411	0	1315	0	181	181	0	181	0	0	181	0	1496
CS0088041301BO	288	1429	0	0	288	288	1429	0	1141	0	288	288	0	288	0	1717
CS0088047221BO	99	100	18	0	99	81	100	0	1	0	99	99	0	99	0	181
CS0088047331BO	86	150	38	0	86	48	150	0	64	0	86	86	0	86	0	198
CS0088031301BA	19	2000	41	0	41	0	0	41	0	2000	0	1959	0	19	19	1978
CS0088037221BA	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
CS0088037331BA	4	0	0	0	4	4	0	4	0	0	4	0	0	4	0	4
CS0088030161VA	0	24	0	0	0	0	0	0	0	24	0	24	0	0	0	24
CS0088030171VA	14	26	2	0	14	12	0	14	0	26	0	12	0	14	14	38
CS0088030541VA	13	0	0	0	13	13	0	13	0	0	13	0	0	13	0	13
CS0088030651VA	2	12	0	0	2	2	0	2	0	12	0	10	0	2	2	14
CS0088031301VA	289	60	173	0	289	116	0	289	0	60	229	0	0	289	60	176
CS0088038501VA	6	24	0	0	6	6	0	6	0	24	0	18	0	6	6	30
CS0088120611VA	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
CS0088127221VA	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
CS0088127331VA	17	0	0	0	17	17	0	17	0	0	17	0	0	17	0	17
SS008121130100	3	-	0	0	3	3	0	3	0	0	3	0	0	3	0	3
CS008131130100	1	-	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
CS008162130100	1	-	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
TOTAL				1847	944	2385	1679	808	1544	2146	1157	2495	0	1260	103	6526

Stock seguridad	156	ctda	1,0	SEPTIEMBRE																OCTUBRE																
Ítem:	660014	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2				Semana 3			
Nivel:	1	Lead Time:	0	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
Requerimientos brutos				0	0	237	210	210	210	210	210	210	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	210	0	
Recepciones programas																																				
Inventario Disponible	526	526	526	289	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156		
Inventario de seguridad		156																																		
Requerimientos netos		0	0	0	77	210	210	210	210	210	210	210	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	210	0			
Recepciones de ordenes planificadas		0	0	0	77	210	210	210	210	210	210	210	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	210	0			
Emisión de ordenes planificadas		0	0	0	77	210	210	210	210	210	210	210	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	205	210	0				

Stock seguridad	21	ctda	1,5	SEPTIEMBRE																OCTUBRE																
Ítem:	SSQM81311 30000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2				Semana 3			
Nivel:	2	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
Requerimientos brutos				0	0	400	317	317	317	317	317	317	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	317	0		
Recepciones programas																																				
Inventario Disponible	450	450	450	50	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21		
Inventario de seguridad		21																																		
Requerimientos netos		0	0	0	289	317	317	317	317	317	317	317	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	317	0			
Recepciones de ordenes planificadas		0	0	0	289	317	317	317	317	317	317	317	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	317	0			
Emisión de ordenes planificadas		0	0	289	317	317	317	317	317	317	317	317	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	317	0	0			

Stock seguridad	16	ctda	1,1	SEPTIEMBRE																OCTUBRE																
Ítem:	SSQM81211 30000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2				Semana 3			
Nivel:	2	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
Requerimientos brutos				0	0	589	466	466	466	466	466	466	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	466	0			
Recepciones programas																																				
Inventario Disponible	510	510	510	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16		
Inventario de seguridad		16																																		
Requerimientos netos		0	0	95	466	466	466	466	466	466	466	466	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	466	0			
Recepciones de ordenes planificadas		0	0	95	466	466	466	466	466	466	466	466	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	466	0			
Emisión de ordenes planificadas		0	95	466	466	466	466	466	466	466	466	466	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	466	0	0			

Stock seguridad	14	ctda	1,0	SEPTIEMBRE																	OCTUBRE															
Ítem:	SSQM81621 30000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2					Semana 3		
Nivel:	2	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
Requerimientos brutos				0	0	539	427	427	427	427	427	427	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	427	0
Recepciones programas																																				
Inventario Disponible	570			570	570	31	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Inventario de seguridad				14																																
Requerimientos netos				0	0	0	411	427	427	427	427	427	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	427	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	411	427	427	427	427	427	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	427	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	411	427	427	427	427	427	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	427	0	0	

Stock seguridad	15	ctda	1,1	SEPTIEMBRE																	OCTUBRE															
Ítem:	SSQM88121 30000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2					Semana 3		
Nivel:	2	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
Requerimientos brutos				0	0	843	668	668	668	668	668	668	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	668	0
Recepciones programas																																				
Inventario Disponible	918			918	918	75	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad				15																																
Requerimientos netos				0	0	0	608	668	668	668	668	668	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	668	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	608	668	668	668	668	668	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	668	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	608	668	668	668	668	668	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	652	668	0	0	

Stock seguridad	16	ctda	1,1	SEPTIEMBRE																	OCTUBRE															
Ítem:	SSES813113 0000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2					Semana 3		
Nivel:	3	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
Requerimientos brutos				0	0	321	352	352	352	352	352	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	352	0	0
Recepciones programas																																				
Inventario Disponible	554			554	554	233	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Inventario de seguridad				16																																
Requerimientos netos				0	0	0	135	352	352	352	352	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	352	0	0
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	135	352	352	352	352	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	352	0	0
Emisión de ordenes planificadas				0	0	135	352	352	352	352	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	344	352	0	0

Stock seguridad	15	ctda	1,1	SEPTIEMBRE																				OCTUBRE												
Ítem:	SSES812113 0000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2					Semana 3		
Nivel:	3	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
Requerimientos brutos				0	99	490	490	490	490	490	490	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	490	0	0
Recepciones programas																																				
Inventario Disponible	1460	1460	1361	871	382	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad	15																																			
Requerimientos netos	0	0	0	0	123	490	490	490	490	490	490	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	490	0	0
Recepciones de ordenes planificadas	0	0	0	0	123	490	490	490	490	490	490	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	490	0	0
Emisión de ordenes planificadas	0	0	0	123	490	490	490	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	490	0	0

Stock seguridad	15	ctda	1,1	SEPTIEMBRE																				OCTUBRE												
Ítem:	SSES816213 0000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2					Semana 3		
Nivel:	3	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
Requerimientos brutos				0	0	432	448	448	448	448	448	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	448	0	0
Recepciones programas																																				
Inventario Disponible	105	105	105	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad	15																																			
Requerimientos netos	0	0	342	448	448	448	448	448	448	448	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	448	0	0
Recepciones de ordenes planificadas	0	0	342	448	448	448	448	448	448	448	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	448	0	0
Emisión de ordenes planificadas	0	342	448	448	448	448	448	448	448	448	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	448	0	0

Stock seguridad	15	ctda	1,1	SEPTIEMBRE																				OCTUBRE												
Ítem:	SSES881213 0000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2					Semana 3		
Nivel:	3	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
Requerimientos brutos				0	0	639	701	701	701	701	701	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	701	0	0
Recepciones programas																																				
Inventario Disponible	0	0	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad	15																																			
Requerimientos netos	0	0	654	701	701	701	701	701	701	701	701	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	701	0	0
Recepciones de ordenes planificadas	0	0	654	701	701	701	701	701	701	701	701	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	701	0	0
Emisión de ordenes planificadas	0	654	701	701	701	701	701	701	701	701	701	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684	701	0	0

Stock seguridad	15	ctda	1,0	SEPTIEMBRE																				OCTUBRE													
Ítem:	SSVA88120 00000	Tamaño lote:	1	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 1					Semana 2				Semana 3				
Nivel:	4	Lead Time:	1	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	DÍA 9	DÍA 10	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	
Requerimientos brutos				0	673	722	722	722	722	722	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	
Recepciones programadas																																					
Inventario Disponible				4353	4353	3680	2958	2235	1513	791	69	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Inventario de seguridad				15																																	
Requerimientos netos				0	0	0	0	0	0	0	651	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	
Recepciones de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	0	0	651	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	
Emisión de ordenes planificadas				0	0	0	0	0	0	651	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	705	

