

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
“MAGÍSTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN LOGÍSTICA”**

**TEMA:
DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DEMAND DRIVEN – MRP, PARA EL
PROCESO DE COMPRAS DE MATERIAS PRIMAS DE UNA EMPRESA DE
INSUMOS ALIMENTICIOS.**

**AUTORA:
MARÍA GABRIELA PÉREZ CASTRO**

Guayaquil- Ecuador

**AÑO
2018**

DEDICATORIA

A Dios, nuestro buen dador de la vida que nos ama y nos llena cada día con infinitos y hermosos regalos.

A nuestra madre del cielo que nos cubre y guía.

A mi hermosa e inmensa familia en especial a mi querida madre Ninfa Castro; mi buen padre Edilberto Pérez y a mi mejor ejemplo terrenal a seguir mi hermano Christian Pérez, que día a día me brindan su amor, apoyo y comprensión.

Al ángel más bello que tengo en el cielo Otilia Duarte, por todas las enseñanzas que dejo marcadas en mi alma durante su presencia en la tierra.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida

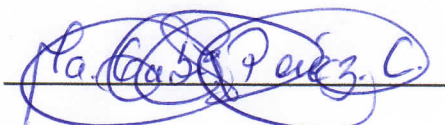
A mi familia por confiar y apoyarme siempre.

A mis amigos que han sido mis ángeles terrenales convirtiéndose en pilares
fundamentales en mi vida.

A mis profesores por transmitirnos sus conocimientos, de manera especial a
mi director de Tesis Víctor Vega por su paciencia, dedicación y apertura.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

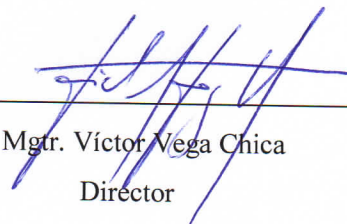


María Gabriela Pérez Castro

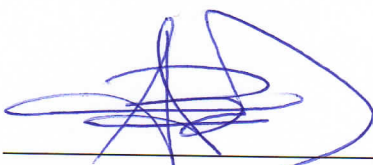
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Sandra García Bustos, Ph.D
Presidente



Mgtr. Víctor Vega Chica
Director



Jorge Abad Morán, Ph.D.
Vocal Principal

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
DECLARACIÓN EXPRESA	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	IV
TABLA DE CONTENIDO	V
CONTENIDO DE LOS GRÁFICOS	VII
CONTENIDO DE FÍGURAS.....	VIII
CONTENIDO DE LAS TABLAS.....	IX
CONTENIDO DE ABREVIATURAS O SIGLAS	XII
OBJETIVOS GENERALES	XIV
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
ANTECEDENTES	XVIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XIX
JUSTIFICACIÓN	XXIV
ESTADO DEL ARTE	XXVII
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Stock.....	1
1.2. Costos de Mantenición de Stock	2
1.3. Administración del Stock.....	3
1.4. Tipos de Stocks	4
1.5. Demanda	5
1.5.1.- Tipos de Demanda:.....	6
1.6.- Material Requirments Planing (MRP)	6
1.7.- Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP).....	14
CAPÍTULO II	18
METODOLOGÍA	18
2.1.- Posicionar	19
2.1.1.- Posicionar Estratégicamente el Inventario. -	19

2.2.- Proteger.....	21
2.2.1.-Perfiles y Niveles de los Buffers	22
2.2.1.2- Atributos de partes individuales	30
2.2.2.- Ajustes Dinámicos.....	31
2.3.- Halar	36
2.3.1.- Planificación Impulsada por la Demanda.....	36
2.3.2.- Ejecución Visible y Colaborativa	38
CAPITULO 3.....	43
IMPLEMENTACIÓN DDMRP	43
3.1. Implementación DDMRP 2017	49
3.2. Resultados de Implementación para el año 2017.....	71
3.3. Implementación DDMRP 2018	76
CAPITULO 4.....	88
CONCLUSIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXO 1	93
Simulación 2017	93
ANEXO 2	110
Simulación 2018	110

CONTENIDO DE LOS GRÁFICOS

Gráfico 3.-1: Buffer de P1	55
Gráfico 3.-2: Buffer de P3	57
Gráfico 3.-3: Buffer de P6	60
Gráfico 3.-4: Resultado de Simulación de P1	62
Gráfico 3.5: Resultado de Simulación de P3	63
Gráfico 3.-6: Resultado de Simulación de P6	64
Gráfico 3.7: Resultado de Simulación de P2	65
Gráfico 3.8: Resultado de Simulación de P4	66
Gráfico 3.-9: Resultado de Simulación de P5	66
Gráfico 3.10: Resultado de Simulación de P7	67
Gráfico 3.11: Resultado de Simulación de P8	68
Gráfico 3.12: Resultados de Simulación de P9	68
Gráfico 3.13: Resultado de Simulación de P10	69
Gráfico 3.-14: Resultado de Simulación de P11	69
Gráfico 3.15: Resultado de Simulación de P12	70
Gráfico 3.16: Resultado de Simulación de P13	70
Gráfico 3.17: Resultado de Simulación de P14	71
Gráfico 3.18: Inventario con Política Actual vs Implementación con DDMRP en el 2017	72
Gráfico 3.19: Inventario Vs. Ventas en USD	73
Gráfico 3.20: Inventario Vs. Ventas en Kg.	73
Gráfico 3.-21: Rotación de Activos con DDMRP	74
Gráfico 3.22: ROA con DDMRP	75
Gráfico 3.23: Rotación del Inventario con DDMRP	76
Gráfico 3.24: Resultado de Simulación de P1 para el 2018	78
Gráfico 3.25: Resultado de Simulación de P2 para el 2018	78
Gráfico 3.26: Resultado de Simulación de P3 para el 2018	79
Gráfico 3.27: Resultado de Simulación de P4 para el 2018	79
Gráfico 3.28: Resultado de Simulación de P5 para el 2018	80
Gráfico 3.29: Resultado de Simulación de P6 para el 2018	80
Gráfico 3.30: Simulación de P7 para el 2018	81
Gráfico 3.31: Resultado de Simulación P8 para el 2018	81
Gráfico 3. 32: Resultados de Simulación P9 para el 2018	82
Gráfico 3.33: Resultado de Simulación P10 para el 2018	82
Gráfico 3.34: Resultado de Simulación P11 para el 2018	83
Gráfico 3.35: Resultado de Simulación P12 para el 2018	83
Gráfico 3.36: Resultado de Simulación P13 para el 2018	84
Gráfico 3.37: Resultado de Simulación P14 para el 2018	84

CONTENIDO DE FÍGURAS

Figura 1.1: Diagrama de Definición del MRP	8
Figura 1.2: Evolución del MRP	9
Figura 1.3: Distribución Bi modal	10
Figura 1.4: Efecto Látigo	11
Figura 1.5: Retorno Sobre los Activos de la Economía de Estados Unidos	13
Figura 1.6: Pilares DDMRP	14
Figura 1.7: Realineación Estratégica	15
Figura 1.8: Pirámide DDMRP	16
Figura 1.9: Flujo	17
Figura 2.1: Componentes del DDMRP	18
Figura 2.2: Propósito de las Zonas de los Buffers	24
Figura 2.3: Múltiples Buffers, diferentes formas y niveles de variabilidad	27

CONTENIDO DE LAS TABLAS

Tabla 3.1: Factores de Posicionamiento Estratégico de Inventario.....	44
Tabla 3.2: Matriz BOM	46
Tabla 3.3: Lead Time y MOQ	47
Tabla 3.4: Factor de Variabilidad – Zona Roja Segura	50
Tabla 3.5: Factor de Lead Time.....	51
Tabla 3.6: CDP y Zona Verde con LT para P1	51
Tabla 3.7: Buffer de P1	53
Tabla 3.8: Topes de Buffer de P1	54
Tabla 3.9: LTD y MOQ de P3	55
Tabla 3.10: CDP y Zona Verde con LT de P3	56
Tabla 3.11: Buffer de P3.....	56
Tabla 3.12: Tope de Buffer de P3.....	57
Tabla 3.13: LTD y MOQ de P6	58
Tabla 3.14: CDP y Zona Verde con LT de P6.....	58
Tabla 3.15: Buffer de P6.....	59
Tabla 3.16: Tope de Buffer de P6.....	59
Tabla 3.17: Flujo de P1:.....	61
Tabla 3.18: Flujo de P3.....	61
Tabla 3.19: Flujo de P6.....	62
Tabla 4.1: Comparación de Simulación.....	89
Tabla A1.1: Perfil del Buffer P2	93
Tabla A1.2: Tope del Buffer P2.....	93
Tabla A1.3: Flujo del Buffer P2	94
Tabla A1.4: Estado del Buffer P2	94
Tabla A1.5: Perfil del Buffer P4	94
Tabla A1.6: Tope del Buffer P4.....	95
Tabla A1.7: Flujo del Buffer P4	95
Tabla A1.8: Estado del Buffer P4	95
Tabla A1.9: Perfil del Buffer P5	96
Tabla A1.10: Tope de Buffer P4.....	96
Tabla A1.11: Flujo del Buffer P5	97
Tabla A1.12: Estado DDMPR P5	97
Tabla A1.13: Perfil del Buffer de P7	97
Tabla A1.14: Tope de Buffer de P7	98
Tabla A1.15: Flujo de Buffer P7	98
Tabla A1.16: Estado DDMRP P7	98
Tabla A1.17: Perfil del Buffer P8	99
Tabla A1.18: Tope de Buffer P8.....	99
Tabla A1.19: Flujo de Buffer P8	100
Tabla A1.20: Estado DDMRP P8	100

Tabla A1.21: Perfil del Buffer P9	100
Tabla A1.22: Tope de Buffer P9	101
Tabla A1.23: Flujo de Buffer P9	101
Tabla A1.24: Estado DDMRP P9	101
Tabla A1.25: Perfil de Buffer de P10	102
Tabla A1.26: Tope de Buffer de P10	102
Tabla A1.27: Flujo de Buffer P10	103
Tabla A1.28: Estado DDMRP P10	103
Tabla A1.29: Perfil de Buffer de P11	103
Tabla A1.30: Tope de Buffer de P11	104
Tabla A1.31: Flujo de Buffer P11	104
Tabla A1.32: Estado DDMRP P11	104
Tabla A1.33: Perfil de Buffer P12	105
Tabla A1.34: Tope de Buffer P12	105
Tabla A1.35: Flujo de Buffer P12	106
Tabla A1.36: Estado DDMRP P12	106
Tabla A1.37: Perfil de Buffer P13	106
Tabla A1.38: Tope de Buffer P13	107
Tabla A1.39: Flujo de Buffer P13	107
Tabla A1.40: Estado DDMRP P13	107
Tabla A1.41: Perfil de Buffer P14	108
Tabla A1.42: Tope de Buffer P14	108
Tabla A1.43: Flujo de Buffer P14	109
Tabla A1.44: Estado DDMRP P14	109
Tabla A2 .1: Proyección de la Demanda del 2018 en R	110
Tabla A2 .2: Requerimiento de Componentes	111
Tabla A2 .3: Proyección de Demanda incluyendo Componentes	112
Tabla A2.4: Perfil de Buffer P1	112
Tabla A2.5: Tope de Buffer P1	113
Tabla A2.6: Estado de Flujo de P1	113
Tabla A2.7: Estado DDMRP P1	113
Tabla A2.8: Perfil de Buffer P2	114
Tabla A2.9: Tope de Buffer P2	114
Tabla A2.10: Flujo de P2	115
Tabla A2.11: Estado DDMRP de P2	115
Tabla A2.12: Perfil de Buffer P3	115
Tabla A.13: Tope de Buffer P3	116
Tabla A2.14: Flujo P3	116
Tabla A2.15: Estado DDMRP P3	116
Tabla A2.16: Perfil de Buffer de P4	117
Tabla A2.17: Tope de P4	117
Tabla A2.18: Flujo de P4	118
Tabla A2.19: Estado DDMRP de P4	118
Tabla A2.20: Perfil de Buffer de P5	118
Tabla A2.21: Tope de Buffer de P5	119
Tabla A2.22: Flujo de P5	119
Tabla A2.23: Estado DDMRP de P5	119
Tabla A2.24: Perfil de Buffer P6	120
Tabla A2.25: Tope de Buffer P6	120
Tabla A2.26: Flujo de P6	121

Tabla A2.27: Estado DDMRP P6	121
Tabla A2.28: Perfil de Buffer de P7	121
Tabla A2.29: Tope de Buffer de P7	122
Tabla A2.30: Flujo de P7	122
Tabla A2.31: Estado DDMRP de P7	122
Tabla A2.32: Perfil del Buffer de P8	123
Tabla A2.33: Tope de Buffer de P8	123
Tabla A2.34: Flujo de P8	124
Tabla A2.35: Estado DDMRP de P8	124
Tabla A2.36: Perfil de Buffer de P9	124
Tabla A2.37: Tope de Buffer de P9	125
Tabla A2.38: Flujo de P9	125
Tabla A2.39: Estado DDMRP de P9	125
Tabla A2.40: Perfil de Buffer de P10	126
Tabla A2.41: Tope Buffer de P10.....	126
Tabla A2.42: Flujo de P10.....	127
Tabla A2.43: Estado DDMRP de P10	127
Tabla A2.44: Perfil de Buffer de P11	127
Tabla A2.45: Tope de Buffer de P11	128
Tabla A2.46: Flujo de P11	128
Tabla A2.47: Estado DDMRP de P11	128
Tabla A2.48: Perfil de Buffer de P12	129
Tabla A2.49: Tope de Buffer de P12	129
Tabla A2.50: Flujo de P12	130
Tabla A2.51: Estado DDMRP de P12	130
Tabla A2.52: Perfil de Buffer de P13	130
Tabla A2.53: Tope de Buffer de P13	131
Tabla A2.54: Flujo de P13	131
Tabla A2.55: Estado DDMRP de P13	131
Tabla A2.56: Perfil de Buffer de P14	132
Tabla A2.57: Tope de Buffer de P14.....	132
Tabla A2.58: Flujo de P14.....	133
Tabla A2.59: Estado DDMRP de P14	133

CONTENIDO DE ABREVIATURAS O SIGLAS

- ADU - Calculating Average Daily Usage - Cálculo de promedio diario
- BOM - Bill of Materials - Lista de materiales
- CPD - Consumo Promedio Diario
- CRM - Customer Relationship Management - Gestiones relacionadas con los clientes
- CRP - Capacity Requirements Planning - Planificación de requerimientos de capacidad
- CoV - Coefficient of Variability - Coeficiente de variabilidad
- DDMRP - Demand Driven Materials Requirement Planning - Planificación de necesidades de material impulsadas por la demanda
- EID - Estado de Inventario Disponible
- ERP - Enterprise Resource Planning - Planificación de recursos de la empresa
- LTD – Lead Time Desacoplado
- MLT - Manufacturing Lead Time - Plazo de ejecución de fabricación
- Min. - Mínimo
- Max. - Máximo
- MSA - Material Synchronization Alert - Alertas de sincronización de material
- MO - Manufacturing Order - Orden de fabricación
- MOQ - Significant Minimum Order Quantity - Cantidad Significativa de Orden Mínima
- MRP - Materials Requirement Planning - Planificación de necesidades de material
- OH - On Hand - A la mano o en el almacén
- OMAX - Over Maximum - Por encima del máximo
- OST - Order Spike Threshold - Orden de pico límite
- PLT - Purchasing Lead Time - Plazo de ejecución de compra
- PO - Purchase Order - Orden de compra
- RO - Replenished Override - Piezas reabastecidas sobre la marcha
- ROI - Return On Invested - Capital Retorno sobre el capital invertido
- SCM - Supply Chain Management - Gestión de la cadena de suministro
- SO - Sell Order - Orden de venta
- SOWD - Stocked Out With Demand - Abastecido con la demanda
- TO - Transfer Order - Orden de Transporte
- TOC - Theory Of Constraints - Teoría de las restricciones
- TOG - Top Of Green - Parte superior del color verde

TOR - Top Of Red - Parte superior de color rojo

TOY - Top Of Yellow - Parte superior de color amarillo

WIP - Work in Process - Trabajo en proceso

OBJETIVOS GENERALES

Diseñar un Modelo de Gestión Demand Driven – MRP (Planificación de Requerimientos de Material Impulsados por la Demanda), para el proceso de Compras de Materias Primas de una Empresa de Insumos Alimenticios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los niveles óptimos de inventario.
- Minimizar Costos de Abastecimiento mediante la aplicación de modelos matemáticos.
- Minimizar los Costos de Reposición.
- Reducir los riesgos del proceso de aprovisionamiento.

INTRODUCCIÓN

El modelo de Gestión DDMRP es considerado una nueva metodología para modelar, planear y gestionar las cadenas de suministro con el fin de proteger y promover el flujo de materiales e información relevantes. DDMRP es la generación de órdenes de reposición y el motor de gestión de un modelo operativo basado en demanda (Patk & Smith, 2016); permite percibir el cambio de la demanda, adaptando la planeación de la compañía y la producción jalando desde los proveedores.

El DDMRP, cuenta con cinco componentes:

- Posicionamiento estratégico del inventario.
- Establecer los niveles y perfiles de los Buffers
- Ajustes Dinámicos de los Buffers
- Planeación Basada en la demanda
- Ejecución visible y colaborativa

(Patk & Smith, 2016)

Dentro del estudio en mención en el Capítulo 2 se realizará una breve descripción de la metodología de DDMRP y en qué se basa cada uno de sus componentes, en el Capítulo 3 se realizará la implantación del modelo en una empresa de insumos alimenticios en dos de las líneas representativas.

Los Buffers y la Ecuación del Flujo neto establecidos en Demand Driven MRP son considerados puntos neurálgicos para el correcto funcionamiento del sistema. La Ecuación del Flujo Neto incluye órdenes abiertas, inventario

físico y pedidos de venta incluyendo órdenes de trabajo asignadas exclusivamente por la demanda, lo cual permite contar con una mejor visibilidad del estado del inventario.

ANTECEDENTES

La empresa objeto de este estudio es una empresa de insumos alimenticios la misma se encuentra enfocada en brindar soluciones nutricionales y de biotecnología aplicadas a alimentos saludables, cuenta con 37 años de presencia en la región de Latinoamérica y con 17 años de presencia en Ecuador siendo una de las empresas líderes en su segmento.

Dado el segmento del mercado en el cual se encuentra trabajando la empresa en estudio, al siguiente año de constituida en Ecuador (año 2002) la misma empezó a facturar cerca de dos cientos mil dólares, logrando triplicar el volumen monetario de facturación en el tercer año de sus ventas y facturando más de un millón de dólares en el cuarto año de operación aumentando de forma progresiva las mismas hasta el año 2008 en el cual facturo cerca de cuatro millones de dólares, en los años 2009 y 2010 las ventas disminuyeron, y a partir del año 2011 la compañía decidió diversificar su mercado con lo cual las ventas volvieron a repuntar en la actualidad la compañía tiene una facturación de más de cinco millones de dólares, cuenta con instalaciones propias y en la misma laboran de forma directa 27 personas.

La empresa objeto de este estudio en Ecuador se especializa en la formulación de mezclas de ingredientes activos que permitan elaborar alimentos saludables, también brinda transferencia tecnológica, es por ello que la organización, cuenta con 5 líneas de negocios: Bakery, Seafood, Bebidas y Vitaminas, Cárnicos y Equipos, por lo cual se Diseñara de Modelo de Gestión Demand Driven – MRP en las dos líneas que tienen mayor rotación: Bakery y Seafood que generan el 65.92% del volumen de ventas anuales.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el campo logístico, un problema está relacionado en el cómo, cuándo y cuánto comprar, lo cual ha generado teorías y políticas de inventarios que repercuten de manera directa en la planeación y la optimización de la cadena de abastecimiento, la cual se encarga de proveer los insumos necesarios para satisfacer las necesidades de Producción (Materia prima y Materiales), cuidando los tiempos de entrega de los proveedores y los niveles de inventario de insumos. Para de esta manera, satisfacer las posibles necesidades de los clientes.

El proceso de abastecimiento de materias primas internacionales de la empresa de insumos alimenticios en mención, es el siguiente: existen varios proveedores de materia prima en distintas partes del mundo, los cuales se ven reflejados en varios puertos de embarque que manejan su respectivo tiempo de tránsito; el puerto de destino es el puerto o el aeropuerto de Guayaquil y todos los productos una vez nacionalizados son direccionados a la fábrica, para continuar con los procesos de producción y comercialización propios del giro de negocio de la organización.

También existen varias materias primas que se compran en las industrias locales, y dado que para ambos casos; se conoce que: los recursos económicos son escasos, los tiempos de respuesta son limitados y las tendencias alimenticias son cambiantes, se desea diseñar un modelo de Gestión Demand Driven – MRP, para el proceso de compras de Materia Primas de una empresa de Insumos Alimenticios.

La compañía cuenta con una política de entrega de 2 días de despacho una vez recibida la orden de compra para productos de línea, y el porcentaje de cumplimiento de la política en mención en el periodo de septiembre del 2016 a diciembre del 2017 se encuentra en el 96%, en el gráfico detallado a continuación se puede encontrar la evolución del porcentaje de cumplimiento según la política ya mencionada:

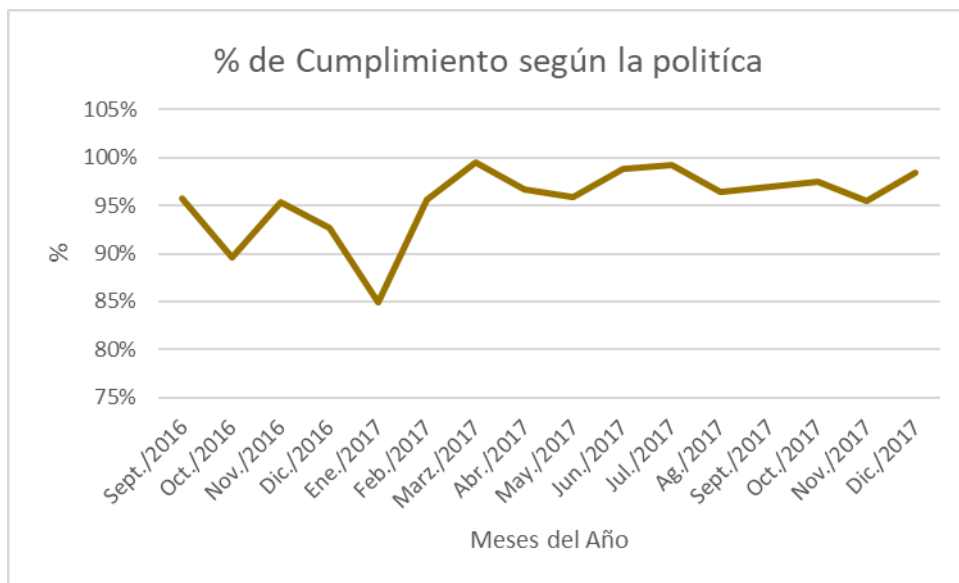


Gráfico 0-1: Porcentaje de Cumplimiento de la Política de Despacho

Sin embargo, cuando se contrasta el valor monetario del inventario y el valor de las ventas se observa que en la bodega se encuentra una gran cantidad de producto almacenado siendo en promedio 2.28 veces lo vendido, esta comparación se la puede observar en el Gráfico 0.2 en el que se compara el nivel de ventas vs. el inventario.

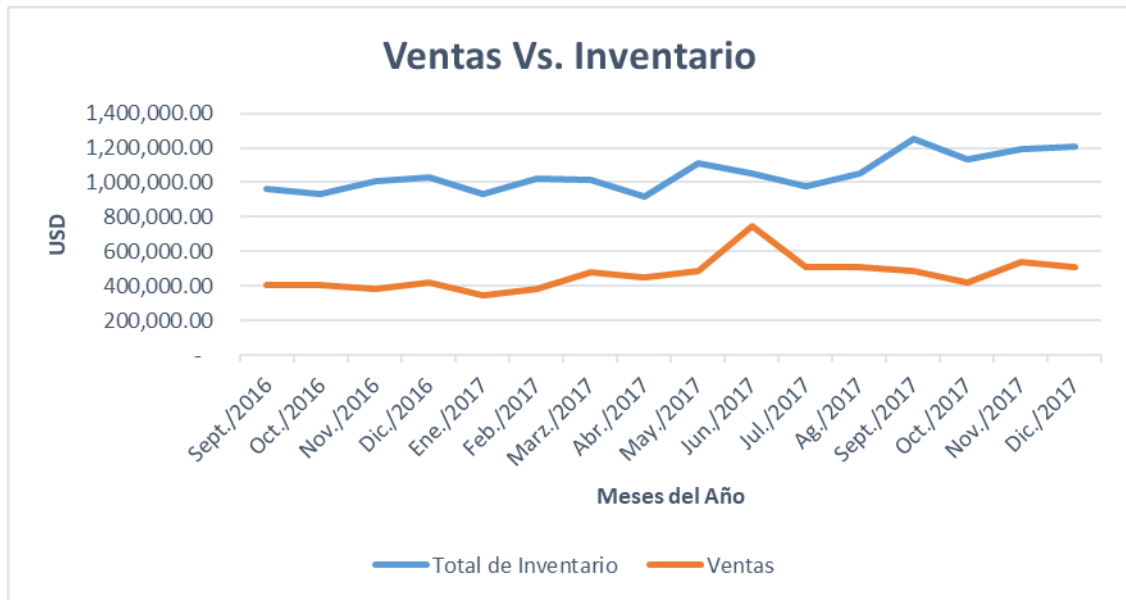


Gráfico 0-2: Nivel de Ventas vs. Inventario

Pese a que la compañía cuenta con alto nivel de inventario almacenado cuando se lo compara frente al cumplimiento de la política de despachos se observa que en algunas ocasiones se cuenta con un bajo porcentaje de cumplimiento esto quiere decir que la compañía puede estar almacenando mucho de lo que no se vende y poco de lo que si vende, la evolución del cumplimiento de pedidos frente al inventario en stock se lo encuentra ilustrado en el Gráfico 0-3, mostrado a continuación:

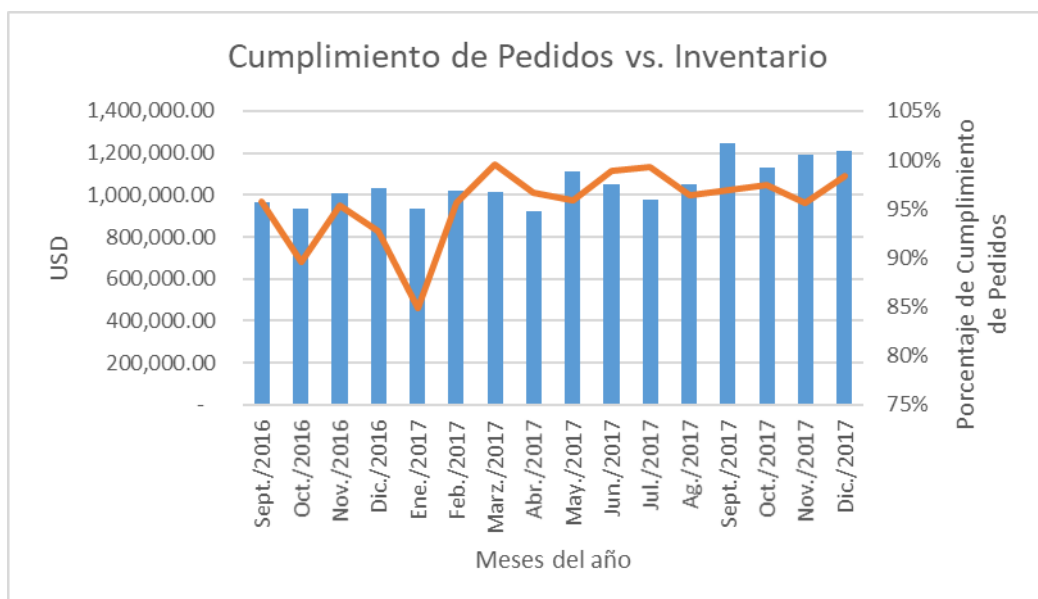


Gráfico 0-3: Cumplimiento de Pedidos vs. Dólares de Inventario

La vida útil de los productos en inventario varía dependiendo del tipo de producto, llegando alguno de ellos a caducarse en las bodegas, en promedio existe una obsolescencia del 2%, la evolución de la vida útil del inventario se encuentra en el Gráfico 0-4 detallado a continuación:

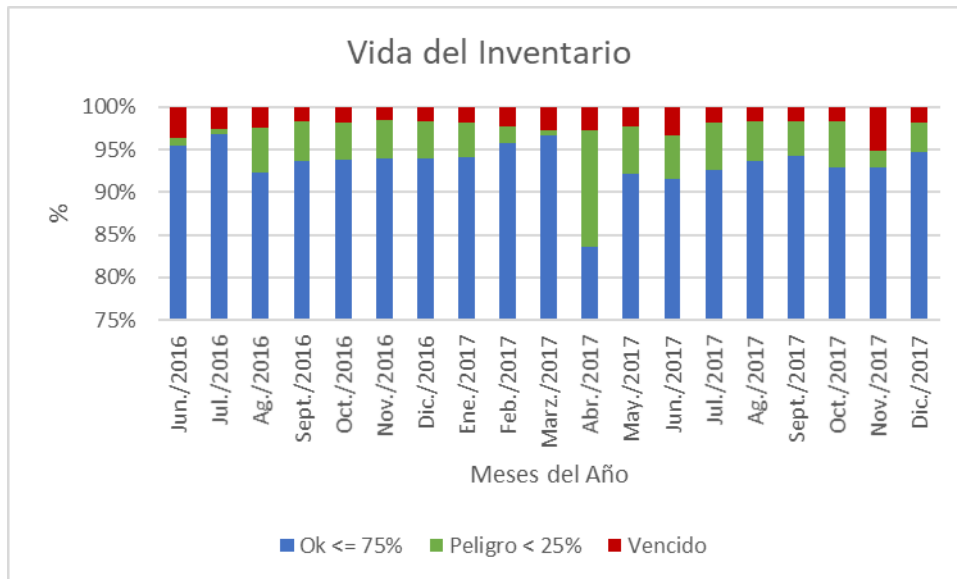


Gráfico 0-4: Vida del Inventario



Gráfico 0-5: Porcentaje de Inventario Vencido

Al ser insumos alimenticios los mismos tienen una vida útil variable y como se menciona el porcentaje de vencimiento es del 2% lo cual significa cerca de \$26.200 USD, la evolución de porcentaje del inventario vencido se encuentra detallado en el Gráfico 0-5.

JUSTIFICACIÓN

Dado el gráfico 0-3 mostrado dentro del planteamiento del problema se puede observar que existe un alto nivel de inventario y se considera que es importante conocer y trabajar de forma orgánica con los clientes para poder integrarlos en la cadena de abastecimiento y reducir la incertidumbre de los stocks en las bodegas, los cuales están causando: sobre stocks, obsolescencias y/o caducidades. El trabajar de la mano con la retroalimentación de los clientes es un input importante en el modelo de Gestión Demand Driven – MRP. Debido a que una gran parte de los activos se encuentran representados en los inventarios es importante analizar la situación, ya que los mismos representan en promedio un 42% de los activos totales, la evolución de los activos vs. inventarios totales se encuentra detallado en el Gráfico 0-6.

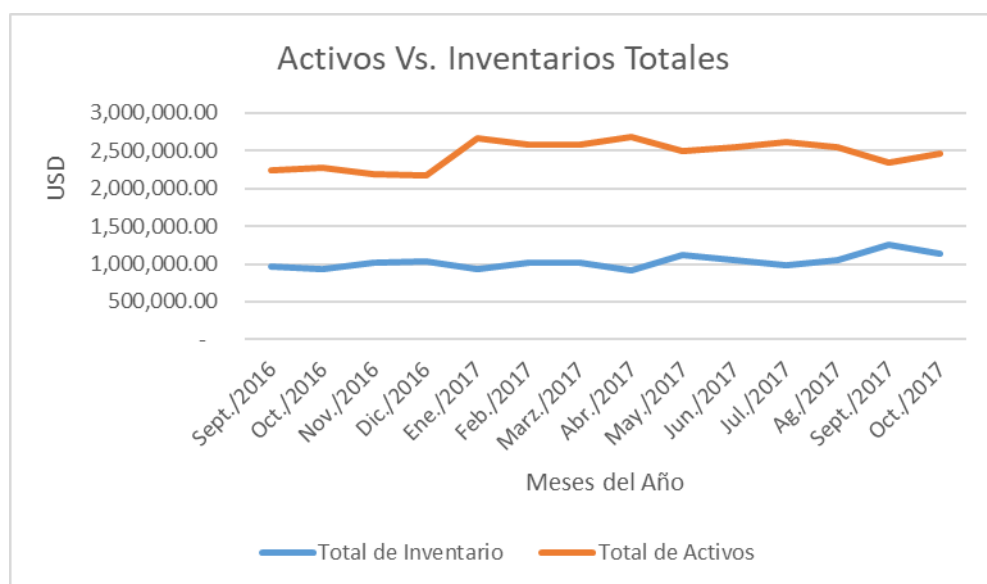


Gráfico 0-6: Activos e Inventarios Totales

El índice de rotación de activos en la compañía es bajo, el promedio de este ratio para el año 2017 fue de 2.28 veces en el año, la evolución del período comprendido entre septiembre del 2016 y diciembre del 2017 es ilustrado en el siguiente gráfico:

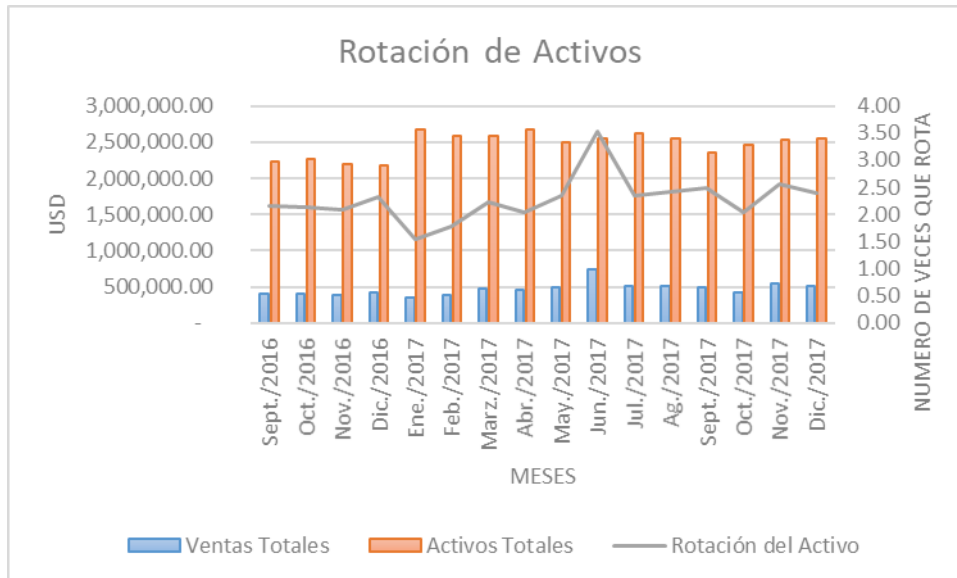


Gráfico 0-7: Rotación de Activos

El ROA que es un ratio que representa el retorno sobre los activos y en el periodo mencionado se obtiene un promedio del 6%.

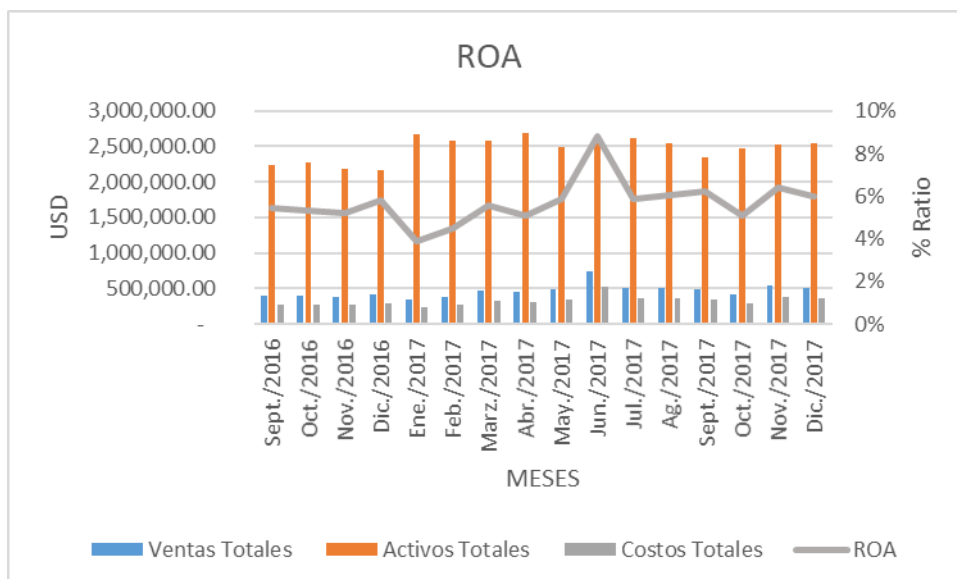


Gráfico 0.8: ROA 2017

Para el período comprendido entre septiembre del 2016 y diciembre del 2017 la rotación del inventario en promedio fue de 3.75 veces en el año, lo cual significa que el tiempo que el inventario se mantuvo en las bodegas por un poco más de tres meses.



Gráfico 0-9: Rotación del Inventario 2017

ESTADO DEL ARTE

Las estrategias de abastecimiento se encargan de establecer políticas para utilizar los recursos de una forma eficiente en el largo plazo, las mismas deben de ser planeadas y organizadas, con el objetivo de que puedan prever futuros requerimientos, asegurando la calidad y los niveles de servicio ofrecidos, los cuales deben de estar alineados a los objetivos de la empresa.

La utilización de ERP, ha sido a través del tiempo una de las soluciones brindadas para la toma de decisiones de la cadena de suministros, sin embargo, en el libro Orlicky's Material Requirements Planning, Carol A. Patk y Chad J. Smith menciona: "Las herramientas estándar de los ERP son demasiado genéricas para afrontar la complejidad que supone gestionar la demanda debido a la complejidad de la lista de materiales, la participación de agentes internos y externos a la organización, las opciones de configuración y las complicaciones relacionadas con procesos externalizados."

Es por ello que surge el modelo Demand Driver – MRP (Planificación de Requerimientos de Material Impulsados por la Demanda), con el objetivo de mitigar los efectos de la variabilidad y volatilidad en las operaciones de producción y en la cadena de suministro; y para fomentar la visibilidad y velocidad, ya que esta metodología es considerada multinivel previendo una visibilidad integrada en la planificación y ejecución de la demanda y del suministro, la cual permite administrar dinámicamente los inventarios, ajustando los mismos de forma periódica y automática dependiendo de la demanda real del producto. También se pueden modificar de forma planeada

para considerar estacionalidades, introducción de nuevos productos o salida del mercado de alguna referencia. (Patk & Smith, 2016)

En el 2012 el comercio de e-books en Estados Unidos desarrolló e implementó el modelo de Demand Driven. Analizando 20.000 registros (libros) Mediante el estudio se encontró que de todos los e-books comprados por el negocio en 2012, solo el 42% se vendió al año siguiente, esto bajo la metodología de inventarios tradicional. Al implementar Demand Driven y hacer reposición de inventario según la venta real de los consumidores, se evita la compra innecesaria de artículos que no son realmente demandados por éstos (Zhang & Downey, 2017)

La compañía Allergan, una empresa farmacéutica, en el año 2016 implemento el modelo Demand Driven – MRP, con los cuales obtuvieron beneficios, al resolver problemas de tiempos de entrega, optimización de la capacidad de la bodega, eficiencia, maximización del inventario, integración de las partes y mejor planeación del inventario.

En la actualidad existen pocas implementaciones de modelos Demand Driven – MRP, y aun el mismo es considerado relativamente nuevo; pero dadas todas las bondades que ofrece se considera que es una buena herramienta que se puede aplicar para soportar las decisiones sobre la adquisición de materias primas en la empresa de insumos alimenticios del estudio en mención.

CAPÍTULO I.

MARCO TEÓRICO

1.1. Stock

El stock de inventario en una compañía está relacionado con la provisión de materiales, que sirven para: disponer de la cantidad necesaria en el momento oportuno, en el lugar preciso y con el mínimo costo con el objetivo de proveer los insumos necesarios para facilitar la producción y satisfacer la demanda de los clientes. (Míguez Pérez & Bastos Boubeta, 2006)

Las principales funciones que desempeña el Stock son:

- Acercar el producto al cliente.
- Absorber las diferencias de la demanda real.
- Evitar roturas de Stocks.

Los principales inconvenientes que presenta la posesión de stock son:

- El Costo
- La Obsolescencia

(Escudero Zambrano, 2011)

1.2. Costos de Manutención de Stock

Los costos asociados al stock son:

- Costo de Ordenar
- Costo de Posesión
- Costo de No posesión

El Costo de Ordenar es el costo asociado que se genera cada vez que se emite una orden o se genera una compra.

El Costo de Posesión también es conocido como el costo de mantener el inventario que se encuentra almacenado, pero aún no vendido, el cual incluye costos de: almacenamiento, seguros, impuestos, pérdidas, obsolescencias; sean estas tecnológicas o por el cambio de la demanda o por caducidad y el costo de oportunidad asociado al capital invertido

El costo de no posesión, es el costo de no tener suficiente inventario para satisfacer la de manda de los clientes sean estos internos (producción) o externos, por lo antes mencionado es el costo asociado a los faltantes y algunos de los problemas que este genera son:

- Pérdida de Ventas.
- Pérdida de Clientes.
- Deterioro de la Imagen.
- Costos de segundo envío, etc.

(Ferrín Gutierrez, 2007)

1.3. Administración del Stock

El Stock forma parte importante de las empresas puesto que es dinero convertido en activos, los principales indicadores son:

- Working Capital
- R.O.I
- R.O.A

Working Capital es el conjunto de recursos necesarios que deben ser utilizados en un proceso de transformación y venta para efectuar el negocio, el working capital es una medida de la capacidad que tiene la empresa para continuar con el desarrollo de las actividades en el corto plazo y por ende un elemento fundamental en el mismo es el Stock, el working capital es considerado un buen indicador para medir la eficiencia del negocio ya que muestra:

- La efectividad de la empresa relacionada con la gestión de sus recursos.
- El tiempo transcurrido desde la inversión de \$1 hasta su recuperación una vez efectuada la venta al cliente.

La forma de calcular el Working Capital es:

$$\text{Working Capital} = \text{Activo Circulante} - \text{Pasivo Circulante}$$

El ROI representa la rentabilidad sobre la inversión y la forma de calcularlo es:

$$\text{ROI} = (\text{Ventas Totales} - \text{Costos Totales}) / \text{Costos Totales}$$

(Rubiro Ferrer & Villaroel Valdemoro, 2012)

El ROA representa el retorno sobre los activos y muestra que tan eficientemente las empresas generan ingresos utilizando los activos.

$$\text{ROA} = (\text{Ventas Totales} - \text{Costos Totales}) / \text{Activos Totales}$$

1.4. Tipos de Stocks

Stock de Maniobra. - Es la cantidad de inventario con el que se cuenta para funcionar habitualmente, tomando en consideración los plazos de entrega de productos de los proveedores y de la fabricación.

Las principales variables del stock de maniobra son:

- Volumen de las ventas
- Estacionalidad de las ventas
- Tamaño mínimo del lote de fabricación

Stock de Seguridad. - Es la cantidad de inventario que permite responder ante contingencias como retrasos en la entrega por parte de proveedores o “amortiguar” fluctuaciones como una demanda mayor al promedio durante

el lead time de reabastecimiento; la principal variable del Stock de Seguridad es el volumen de las ventas. (Muller, 2011)

Stock Estacional. - El objetivo del mismo es poder responder a aquellas ventas que se producen en determinadas épocas o estaciones, debido a factores conocidos con anticipación. (Muller, 2011)

Stock en Tránsito. - Es considerado como el inventario aun no recibido por el almacén o la bodega pero que ya ha sido ordenado y se encuentra en espera de ser recibido.

Stock Muerto. - El inventario que se encuentra obsoleto o dañado y que no puede ser reutilizado y que debe de ser desechado. (Muñoz Negrón, 2009)

1.5. Demanda

La RAE define a la demanda como: “Econ. Cuantía global de las compras de bienes y servicios realizados o previstos por una colectividad.”; en otras palabras, puede ser considerada como el requerimiento de bienes (productos o componentes) y/o servicios.

Se considera que la demanda podría provenir de varias fuentes como: Un requerimiento de un cliente (pedido) o pronóstico de un cliente; una solicitud de requerimiento interno de la misma compañía sea este de otra línea de producción, almacén o sucursal para una parte de servicio o la fabricación

de otro producto. Por lo cual, según esta definición, la demanda puede romperse en dos tipos diferentes: pronosticados y reales. Ambas definiciones provienen del diccionario APICS: El Pronóstico es considerado como una estimación de la demanda futura. Mientras que la demanda real está relacionada con las órdenes de compra puestas en firme.

1.5.1.- Tipos de Demanda:

Demanda determinística es cuando se puede conocer con anticipación el nivel de la misma en diversos períodos de tiempo.

Demanda estocástica es cuando no se puede conocer con anticipación.

Demanda constante o estática es cuando no varía en el tiempo.

Demanda variable o dinámica es cuándo varia en tiempo, por ejemplo: la demanda por temporadas o épocas.

(Cahon & Terwiesch, 2013)

1.6.- Material Requirements Planing (MRP)

La Planificación de Requisitos de Materiales (MRP), es considerada una técnica de planificación que usa información de las listas de materiales, del inventario y del programa maestro de producción para calcular los requisitos de los materiales o la planificación de la producción y de la gestión de stocks, con el objetivo de satisfacer la demanda. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Orlicky fue el primero en introducir la herramienta de planificación de requisitos de material (MRP) en los años 70. (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011).

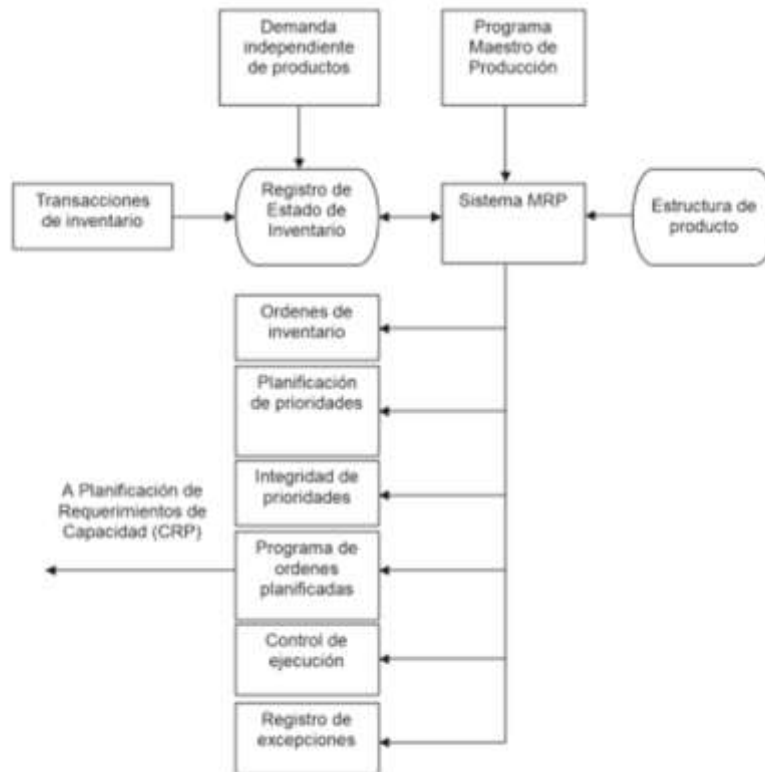
El MRP cuenta con requisitos para ser ejecutado, los cuales son:

- El cronograma maestro debe establecerse en términos de la lista de materiales.
- Existen números de artículo únicos para cada artículo.
- La lista de materiales existe en el momento de la planificación (archivo de estructura del producto).
- Los registros de inventario están disponibles para todos los artículos (archivo de registro de inventario).

Cuando estos requisitos se implementan en el sistema informático, se puede ejecutar el programa por lotes MRP. Sin embargo, para esperar algún tipo de resultado razonable del sistema informático, se hacen las siguientes suposiciones:

- Los datos de archivo son 100% precisos y completos.
- Los tiempos de entrega son fijos y conocidos.
- Cada artículo del inventario entra y sale de existencias.
- Hay una asignación completa; no se inicia ninguna orden a menos que todos los componentes estén disponibles.
- Hay independencia de orden, lo que significa que cada orden puede iniciarse y completarse por sí misma.

Figura 1.1: Diagrama de Definición del MRP



Fuente: (Orlicky, 1975)

Como se observa en la Figura 1.2 que resume la evolución del MRP: en la década de 1980, el MRP se actualizó en la planificación de recursos de fabricación, también conocida como MRP II, donde se agregaron las "funciones de contabilidad y análisis financiero" a la herramienta MRP computarizada. El progreso tecnológico en el poder de cómputo de las computadoras permitió que una mayor cantidad de proveedores de software MRP II ingresaran al mercado y que la herramienta esté disponible comercialmente para la mayoría de las compañías (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011). En la década de los 90, el MRP II se convirtió en una planificación de recursos empresariales (ERP) que

conectaba todos los recursos de diferentes funciones de una empresa bajo el control de uno y el mismo sistema y base de datos centralizados. Hoy es difícil encontrar una empresa sin sistema ERP y según estudio de Aderbeen Group (2006), el 79% de las empresas con sistemas ERP están utilizando el módulo MRP como parte de su sistema ERP. Es razonable generalizar que el MRP es hoy una conocida "herramienta básica" utilizada por la mayoría de las compañías que están ejecutando operaciones de fabricación (Vollmann, Berry, Whybark, & Jacobs, 2005).

Figura 1.2: Evolución del MRP



Fuente: (Yedra, 2017)

El MRP, que fue diseñado en los años 50 luego informatizado y comercializado pese a los cambios y “mejoras” que ha tenido a través del tiempo, esté es considerado que está desactualizado, puesto que la filosofía de aquel entonces era la operación “Push and Promote” y dado a que las situaciones actuales son cada vez más cambiantes y se necesita la velocidad

de la información. Pese a las grandes cantidades de dinero invertido en MRP o ERP, el uso de los mismos ha hecho que el resultado obtenido sea inaceptable teniendo los planeadores que apoyarse en de hojas de cálculo dado que no confían o sub-utilizan los módulos de planificación de los ERP, lo cual ha generado los siguientes problemas:

Inventario. - Uno de los problemas en la planificación puede ser la existencia de mucho o muy poco inventario del necesario o requerido, el mismo que muchas veces es descrito con una distribución Bi-Modal la cual gráficamente puede ser ilustrada en la figura 1.3.

Figura 1.3: Distribución Bi modal



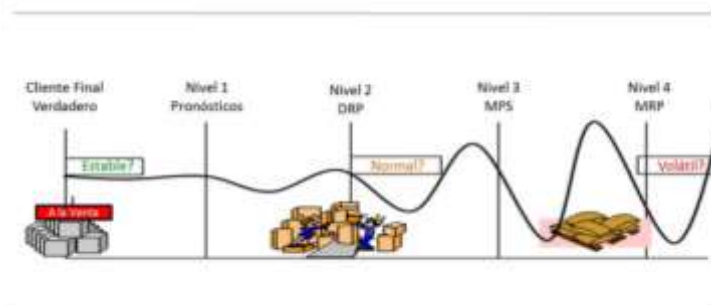
Fuente: (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Pero, si existe muy poco inventario hay un riesgo puesto que se puede caer en stock-out, con lo cual: puede existir perdidas de oportunidades de ventas, que las entregas no puedan ser completas, en algunos casos se considera que existen costos altos por urgencias y los niveles de servicio pueden ser muy bajos e inclusive inaceptables

En cambio, sí existe demasiado inventario hay pérdida de liquidez, costos de mantenimiento de inventario, reducción de espacios en las bodegas, incrementan las probabilidades de obsolescencia, etc.

Efecto Látigo. - El diccionario APICS define al efecto látigo como: “Un cambio extremo en la posición de suministro aguas arriba en una cadena de suministro generada por un pequeño cambio en la demanda aguas abajo en la cadena de suministro. El inventario puede pasar rápidamente de estar en desuso a ser excesivo. Esto se debe a la naturaleza en serie de los pedidos de comunicación en la cadena con los retrasos inherentes al transporte de mover el producto por la cadena. El látigo se puede eliminar sincronizando la cadena de suministro.”

Figura 1.4: Efecto Látigo



Fuente: (Logística, 2017)

Como se puede observar en la figura 1.4 precedente, el efecto látigo genera movimientos exponenciales a través de toda la cadena de suministro, dadas las pequeñas variaciones de la demanda que pudieran existir en los niveles anteriores de la cadena. Lo cual genera que existan dos principales distorsiones:

- Distorsión de la Información Relevante.
- Distorsión de los Materiales Relevantes

La planificación tradicional crea el efecto látigo y las distorsiones relacionadas al flujo de información y de materiales, esto debido a que comúnmente se utiliza: El Pronóstico, el cual incluye cierto nivel de nerviosismo o incertidumbre

Sin embargo, se considera que hay tres verdades sobre los pronósticos:

- 1.- Todos los pronósticos comienzan con cierto nivel inherente de incertidumbre, por lo cual cualquier predicción sobre el futuro conlleva un margen de error.
- 2.- Cuanto más detallado o discreto sea el pronóstico, menos preciso será. Definitivamente hay una disparidad en la precisión entre un pronóstico de nivel agregado (todos los productos o partes), un pronóstico a nivel de categoría (un subgrupo de productos o partes) y un pronóstico de nivel de SKU (producto o parte individual).
- 3.- Cuanto más remotos sean los pronósticos a tiempo o más lejanos, menos precisos serán. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Por antes descrito, las herramientas estándar de los ERP son demasiado genéricas para afrontar la complejidad que supone gestionar la demanda debido a la complejidad de la lista de materiales, la participación de agentes internos y externos a la organización, las opciones de configuración y las complicaciones relacionadas con procesos externalizados. (Ptak & Smith,

Orlicky's Material Requirements Planning, 2011), por lo que se requiere de una herramienta más robusta, y es entonces cuando surge Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), la misma que fue desarrollada e introducida por Chad Smith y Carol Ptak en su libro que fue publicado en el 2011 “Orlicky’s Material Requirement Planning- Third Edition”

La figura 1.5 detallada a continuación muestra la realidad de las empresas y como ha disminuido el retorno de los activos con la evolución del MRP y ERP.

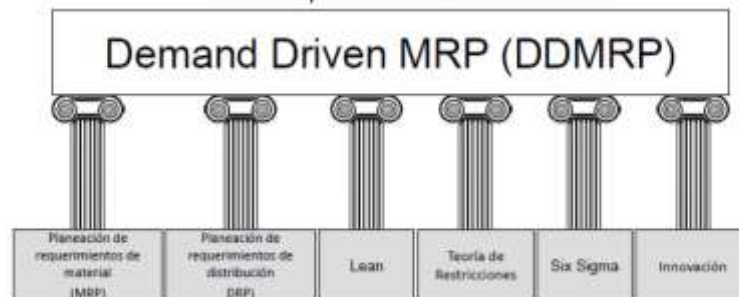
Figura 1.5: Retorno Sobre los Activos de la Economía de Estados Unidos



Fuente: (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

1.7.- Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)

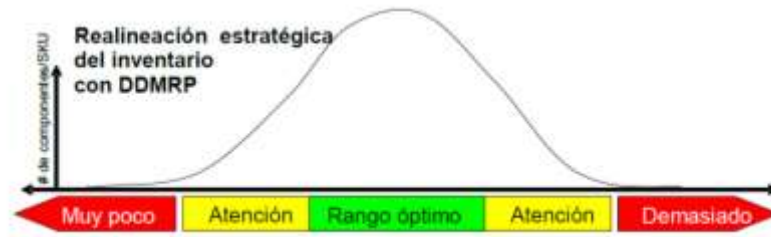
Figura 1.6: Pilares DDMRP



Fuente: (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

DDMRP es una metodología multi-nivel de planificación y ejecución de la demanda y el suministro. Se considera multi-nivel puesto que se aplica en los múltiples escalones (incluyendo la lista de materiales) de la cadena de suministro para proveer a la planificación y ejecución de visibilidad integrada desde el principio hasta el fin de los procesos en la cadena de suministro. DDMRP surgió con el objetivo de mitigar los efectos de la variabilidad y volatilidad en las operaciones de producción y en la cadena de suministro y para fomentar la visibilidad y velocidad. (Smith & Patk, 2017)

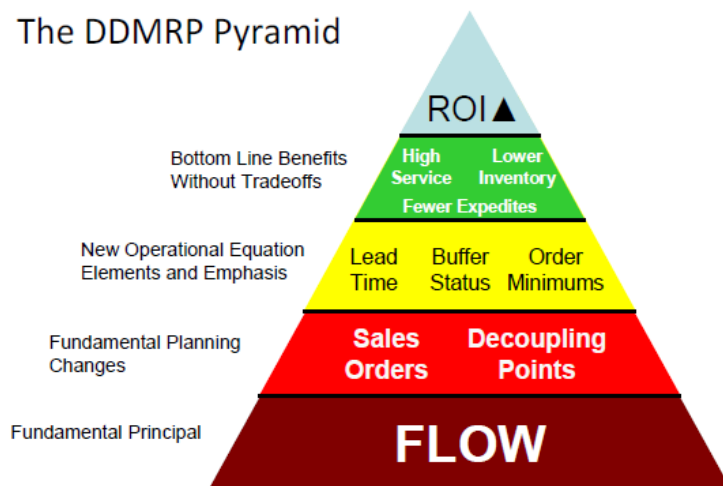
Figura 1.7: Realineación Estratégica



Fuente: (Smith & Patk, 2017)

DDMRP supone una fusión sin precedentes, y sin fricciones, de tácticas de MRP y DRP combinadas con la filosofía ‘pull’ y las señales de Lean y la Teoría de las Limitaciones (TOC), es por ello que estas filosofías son consideradas los pilares de la metodología DDMRP como se encuentra ilustrado en la figura 1.6 ya que se incluye innovaciones en el campo de la planificación y ejecución para obtener mejoras de la visibilidad durante la ejecución y comprimir el lead times de los productos. Asume el foco que Lean pone en la reducción de desperdicio y la visibilidad en la ejecución, y la acompaña de un nuevo conjunto de tácticas de planificación alineadas con la demanda que aporta una nueva dimensión a la visibilidad en planificación en toda la empresa y cadena de suministro. (Smith & Patk, 2017)

Figura 1.8: Pirámide DDMRP



Fuente: (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

DDMRP combina: Órdenes de compra, ajustes planificados, registros de inventario y perfiles de “Buffer” para generar órdenes de suministros recomendadas y alertas para órdenes abiertas, para de esta manera realinear estratégicamente el inventario manteniéndolo en el nivel óptimo (Figura 1.7). Con DDMRP se obtiene un mejor ROI debido a que se logra que existan altos niveles de servicio con bajo inventario, esto debido al énfasis que existe en la creación de los buffers con sus niveles óptimos que incluyen los lead times y los MOQ, basados en las órdenes de compra para poder satisfacer a los clientes y en los puntos de desacoplamiento para poder tener el producto requerido en el momento oportuno todo esto gracias una correcta información entre el flujo de la información y el flujo de los materiales que es la base para el DDMRP (Figura 1.8)

Estar basado en la demanda con DDMRP es notar y anticiparse al cambio de la demanda del cliente, adaptándose a la planeación y a la producción, comunicando y jalando el flujo con los proveedores, esto debido a que el flujo de información y de materiales es importante e involucra a todas las áreas tanto como: planeación, finanzas, ventas, mercadeo, planta u operaciones y calidad, el flujo incluye a todas las áreas de manera transversal en DDMRP, tal como se detalla en la figura 1.9.

Figura 1.9: Flujo



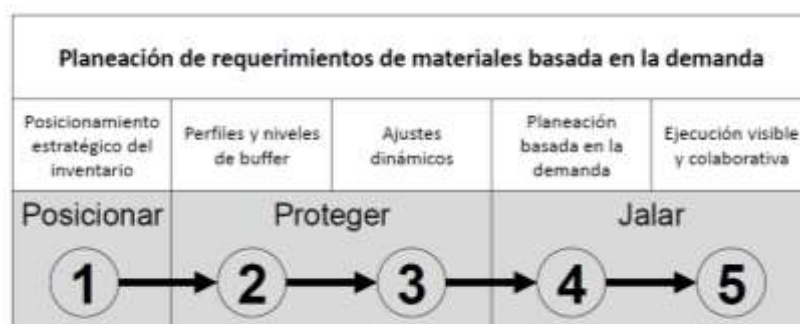
Fuente: (DDI, 2018)

CAPÍTULO II.

METODOLOGÍA

DDMRP requiere un cambio fundamental en la forma de manejar los métodos operativos basados en el suministro y el costo (comúnmente denominados "empujar y promover") a una centralidad de la demanda real basados en el flujo (comúnmente denominado "posicionar, proteger y halar"), por lo cual estos componentes serán las bases DDMRP – Planificación de los Requisitos de Materiales Impulsados por la Demanda que se convertirán en cinco elementos secuenciales. La figura 2.1. detallada a continuación muestra estos componentes, su secuencia y cómo se relacionan "posicionar, proteger y halar" (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Figura 2.1: Componentes del DDMRP



Fuente: (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

2.1.- Posicionar

Se refiere a posicionar estratégicamente el inventario en aquellos lugares donde sea más efectivo luchar contra la variabilidad, llamados puntos de desacople. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

2.1.1.- Posicionar Estratégicamente el Inventario. -

Se considera que la clave para proteger y promover el flujo de información relevante requiere el uso de puntos de desacoplamiento. Los cuales permiten un beneficio bidireccional; ya que mitiga la distorsión de la demanda y la variabilidad (efecto látigo) de los requerimientos de suministro. Es por ello que se debe considerar los factores de posicionamiento que describen dónde deberían colocarse estos puntos de desacoplamiento dentro de una cadena de suministro para maximizar la efectividad; estos factores se encuentran de manera estratégica e incluyen aspectos de la oferta y la demanda tales como: servicio, capital de trabajo, gastos urgentes, flujo de efectivo y rendimiento de la inversión.

Factores de posicionamiento:

Tiempo de Tolerancia del Cliente. - Está relacionada con la cantidad de tiempo que en un cliente está dispuesto a esperar para obtener un producto o servicio antes de buscar otra opción o un sustituto, en este punto es

importante considerar la participación activa de la fuerza de ventas y del servicio al cliente.

Plazo de Entrega Potencial del Mercado. - El tiempo de entrega permitirá manejar los precios lo cual incluye un posible aumento en el precio (márgenes) dada la oportunidad generada o a su vez se podría cubrir nuevos mercados (negocios adicionales); es importante segmentar adecuadamente el mercado para maximizar el posible potencial de ingresos para la empresa y proporcionar un excelente control de crecimiento de los ingresos.

VARIABLES EXTERNAS, LAS CUALES PUEDEN SER: Variabilidad de la demanda y Variabilidad del Suministro.

Variabilidad de la demanda. - El potencial de oscilaciones y picos de demanda que podrían sobrecargar los recursos (capacidad, stock, efectivo, etc.), esta variabilidad normalmente puede calcularse mediante ecuaciones o heurísticas y están descritas:

- Producto de alta variabilidad
- Productor de mediana variabilidad
- Productos de baja variabilidad.

Variabilidad del Suministro. - Está relacionado con las posibles interrupciones o roturas de proveedores de suministros, normalmente se puede encontrar:

- Alta variabilidad de la oferta
- Media variabilidad de la oferta

Baja variabilidad de la oferta.

Aprovechamiento y Flexibilidad del Inventario. - Está relacionado con los lugares en la lista de materiales (BOM) integrada (lista de materiales de la matriz) o la red de distribución que brindan a la empresa las opciones más disponibles y la mejor compresión del tiempo de entrega para satisfacer las necesidades del negocio.

Protección de las Áreas Operativas. - Cuando más grande y compleja sea una estructura, más importante puede ser proteger las áreas clave identificadas. Estos tipos de operaciones incluyen áreas donde hay capacidad limitada, o donde la calidad puede verse comprometida por interrupciones, o donde la variabilidad tiende a acumularse o amplificarse. En Lean, estas áreas podrían denominarse marcapasos. En la Teoría de las Restricciones, se les puede llamar tambores. Cualquiera que sea la metodología de fabricación u operativa que una empresa atribuya, estos recursos típicamente representan puntos de control que tienen un gran impacto en el flujo total o la velocidad que una planta, recurso o área en particular puede mantener o lograr.

2.2.- Proteger

Se refiere a proteger los puntos de desacople definidos, calculando para cada punto un “cortafuegos” de inventario que produzca independencia entre el consumo de dicho material y su suministro (creando un efecto denominado “desacople”), y adaptándolo dinámicamente a los cambios actuales o planeados en la demanda, el suministro y la variabilidad asociada, para que su cálculo nunca se vuelva obsoleto ante las condiciones que enfrenta en el

corto plazo. Esto requerirá que los parámetros con los cuales estos “cortafuegos” son calculados no solo provengan del comportamiento de dichos parámetros en el presente, sino que exista un proceso que conecte estos parámetros con el direccionamiento estratégico y el plan de negocios establecido por la alta dirección en el rango estratégico de toma de decisiones.

2.2.1.-Perfiles y Niveles de los Buffers

Los Buffers son los niveles de stock cuidadosamente analizados y mantenidos, se consideran que el corazón de un sistema DDMRP y tienen tres propósitos:

Absorber los impactos al amortiguar la variabilidad de la oferta y de la demanda logrando reducir o eliminar significativamente la transferencia de variabilidad que crea nerviosismo y el efecto látigo.

Compresión del tiempo de entrega. Al desacoplar los plazos de entrega los tiempos se comprimen instantáneamente desde el lado de consumo del buffer.

Generación de órdenes de suministro. Toda la información de la demanda se combina en el buffer para producir una ecuación de "flujo neto" que determina la generación de orden de suministro.

Los perfiles de buffer son familias o grupo de artículos (SKU), que se podría decir que son similares esto puede ser porque compartan reglas, directrices o procedimientos que pueden ser aplicados de la misma forma para todos los

miembros de un perfil de un buffer determinado, estos perfiles permiten una gestión practica y efectiva de las cantidades de artículos desacoplados de manera estratégica puesto que sería abrumador realizarlo de forma individual. Por su puesto hay muchos materiales, partes y artículos que se comportan de manera diferente.

El modelo DDMRP utiliza tres tipos de métodos de almacenamiento en el buffer en los puntos de desacoplamiento. El tipo de método utilizado depende si el artículo es clasificado como "reabastecida", "sustituida reemplazada" o "min-max". Los niveles de buffer se determinan sumando las zonas que los componen; la clasificación de reabastecida y la de sustituida reemplazada utilizan tres zonas mientras que el método de buffer de min-max utiliza dos. Las zonas son estratificaciones o capas en el buffer que sirven para propósitos específicos y tienen cálculos únicos.

Existen tres zonas de los Buffers tal como se ilustra en la figura

La Zona Verde. - Es considera el corazón del proceso de generación de orden de suministro incrustado en el buffer. Debido a que determina la frecuencia de orden promedio y el tamaño de orden típico. La zona verde está determinada por uno de tres factores. Cualquiera que sea el factor que produzca el mayor número, determina el tamaño de la zona verde. De esta manera, representa una visión conservadora con respecto a la frecuencia de orden recomendada y promedio.

La Zona Amarilla. - Es considera el corazón de la cobertura de inventario en el buffer. La zona amarilla siempre se calcula como el cien por ciento de uso diario promedio (ADU) x tiempo de entrega desacoplado (DLT).

La Zona Roja. - es considerada la seguridad integrada en el buffer. Cuanto mayor sea la variabilidad asociada con la pieza o SKU, mayor será la zona roja. El cálculo de la zona roja se realiza con tres ecuaciones secuenciales.

Figura 2.2: Propósito de las Zonas de los Buffers



Fuente: (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Existen tres factores específicos para los perfiles de los Buffer:

Factor 1: Tipo de Artículo

La primera división que existe es la procedencia para la administración de las familias de los tipos de artículos, así se tiene que se clasifican en: elaborados (M), comprados (P) o distribuidos (D); las razones para agruparlas de esta manera son:

- Responsabilidad, quienes son los encargados de gestionar o administrar estos tipos de artículos, comúnmente en las organizaciones son varias.
- Intuición, está relacionado con la administración de los diferentes tipos de artículos y sobre el conocimiento del tratamiento del mismo.
- Control Organizacional, está relacionado en el tratamiento y control de los diferentes tipos de artículos antes mencionados por la organización, normalmente las compañías generan un mayor control sobre los artículos que se encuentran dentro de su control físico (instalaciones), también se considera que este control depende de la integración vertical que tenga la empresa.
- Diferencias Categóricas, el tiempo de entrega de los artículos antes diferenciados pueden tener comportamientos completamente distintos, puesto que se puede llegar a obtener artículos comprados al día siguiente de generada la orden de compra como se puede obtener un artículo en dos meses si hay que fabricarlo.

Factor 2: Tiempo de Espera

El tiempo de entrega puede ser clasificado en: corto, medio y largo. Dado que existen diferentes criterios para identificar los parámetros que definen corto, mediano y largo, la clasificación de los artículos dentro de los parámetros antes citados dependerá de la o las personas a cargo de realizar las reposiciones.

Factor 3: Variabilidad

Generalmente se puede dividir la variabilidad de los SKU en: alta, mediana y baja; con dos dimensiones que son: la de la oferta y la de la demanda.

La variabilidad de la demanda (lado derecho de la figura 2.3) está relacionada con los picos de requerimientos de un producto (SKU) o servicio, es importante poder determinarlo y ser previsible con el objetivo de brindar un mejor servicio. Las compañías suelen usar la siguiente segmentación para la variabilidad de la demanda:

Alta variabilidad de la demanda: Se encuentra relacionado a cuando existe picos frecuentes en la demanda.

Media variabilidad de la demanda: Se encuentra relacionado a cuando existen picos ocasionales en la demanda.

Baja variabilidad de la demanda: Está relacionado a cuando la demanda es relativamente estable y existen pocos picos en la misma.

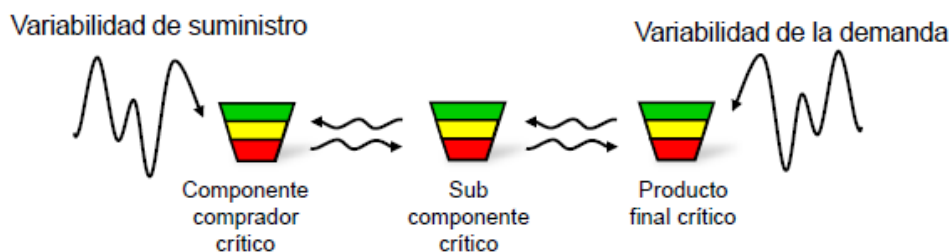
La variabilidad de la oferta (lado izquierdo de la figura 2.3) es importante poderla controlar puesto que puede ser grave al momento de generar interrupción en la provisión de insumos o suministros (requerimientos) lo cual a su vez también puede afectar el nivel de servicio ofrecido. Las compañías suelen usar la siguiente segmentación para la variabilidad de la oferta:

Alta variabilidad de la oferta: Se encuentra relacionado a cuando existe interrupciones en el suministro.

Media variabilidad de la oferta: Se encuentra relacionado a cuando interrupciones ocasionales en la oferta.

Baja variabilidad de la oferta: Está relacionado a cuando la oferta es relativamente estable y existen pocos picos en la misma; en estos casos se considera que el suministro es confiable.

Figura 2.3: Múltiples Buffers, diferentes formas y niveles de variabilidad



Fuente: (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Como se puede observar en la figura 2.3 precedente un mismo insumo fabricado puede estar sujeto a la variabilidad de la oferta y la demanda en función de cómo se formule el modelo de posicionamiento. Los insumos o piezas manufacturadas están menos sujetas a la variabilidad de la demanda si el artículo fabricado alimenta otro nivel de componente amortiguado o artículo final. Estas partes están menos sujetas a la variabilidad de la oferta si consumen partes críticas que se reponen estratégicamente. Esto se debe a la naturaleza amortiguadora de la ruptura del buffer. Sin embargo, en muchos casos puede haber una combinación de tipos de demanda experimentada por una posición de buffer. Un ejemplo de este tipo de pieza fabricada es aquella que se usa en subconjuntos o en los artículos finales (algunos de los cuales pueden almacenarse en buffer) pero también es una parte del servicio (que puede ir directamente al cliente). Este tipo de pieza fabricada probablemente

estaría sujeta a una mayor variabilidad de la demanda que una parte que alimenta solo algunos subconjuntos amortiguados o elementos finales. Por lo tanto, es importante que se apliquen cuidadosamente los factores de posicionamiento y la combinación del tiempo de entrega y las categorías de variabilidad para las piezas fabricadas del ejemplo anterior. Las piezas distribuidas o SKUs tienden a verse afectadas por un tipo de variabilidad dependiendo de sus ubicaciones respectivas en la cadena de suministro interna. Las piezas o códigos de artículo distribuidos en los buffers centrales pueden ser inmune en gran medida a la gran variabilidad de la demanda si las posiciones aguas abajo que alimentan están dimensionadas y gestionadas adecuadamente. Los almacenamientos intermedios de piezas o SKU en ubicaciones aguas abajo se verán afectados casi exclusivamente por la variabilidad de la demanda porque están protegidos por el almacenamiento intermedio central en el lado de la oferta.

El tipo de producto o servicio, el tiempo de entrega y la asignación de categoría de variabilidad son los tres parámetros básicos de los perfiles de los buffers. Los cuáles deberían ser adaptables a lo largo plazo. Pero los perfiles del buffer son solo la mitad de los requisitos necesarios para calcular los buffers. Hay 36 perfiles básicos de buffer o combinaciones mencionados en la figura 2.4. Dependiendo del entorno de fabricación, se conoce que podría haber aún más derivaciones y permutaciones que esto. Si hay un determinado atributo que tiene sentido por qué partes se deben agrupar y que no está relacionado con la variabilidad, el tiempo de entrega o el tipo de parte, se debe explorar y posiblemente agregar otro tipo de perfil de memoria intermedia.

Figura 2.4: Combinaciones básicas de los perfiles de los Buffers

		Tipo de artículo				
		Comprado	Producido	Distribuido	Intermedio	
Categoría de lead time	Corto	CCB	PCB	DCB	ICB	Baja
		CCM	PCM	DCM	ICM	Media
		CCA	PCA	DCA	ICA	Alta
	Medio	CMB	PMB	DMB	IMB	Baja
		CMM	PMM	DMM	IMM	Media
		CMA	PMA	DMA	IMA	Alta
	Largo	CLB	PLB	DLB	ILB	Baja
		CLM	PLM	DLM	ILM	Media
		CLA	PLA	DLA	ILA	Alta

Fuente: (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Las 36 combinaciones diferentes de perfil de buffer básico. Cada perfil de buffer ha sido designado con un código basado en su combinación de atributos. Dentro de ese código de denominación, la primera letra significa el tipo de parte: "P" para comprar, "M" para fabricado, "D" para distribuido e "I" para componentes intermedios. A continuación está la categoría de tiempo de entrega: "S" para abreviar, "M" para medio, y "L" para largo. La tercera letra representa la categoría de variabilidad: "L" para bajo, "M" para medio y "H" para alto. Por ejemplo, una parte distribuida con tiempo de entrega mediano y baja variabilidad se codifica como "DML". Una parte comprada con un tiempo de entrega largo y alta variabilidad se encuentra en el perfil de buffer conocido como "PLH".

2.2.1.2- Atributos de partes individuales

Los atributos de parte individuales son propiedades o valores numéricos que son específicos de la parte en sí. Muchas de estas propiedades o valores se encontrarán o calcularán a partir de la información maestra de la parte actual. En DDMRP hay tres atributos de parte específicos que determinarán los niveles de buffer para artículos almacenados intermedios y manufacturados, y cuatro atributos de parte específicos que tendrán en cuenta los elementos almacenados en buffer distribuidos.

Parte Uso diario promedio El uso diario promedio es una tasa de uso calculada para cada parte específica. Los cambios significativos en la parte de uso diario promedio (ADU) de la pieza a menudo producirán impactos significativos en las zonas de buffer. Hay cuatro consideraciones importantes en el cálculo de ADU para cada parte. Estas consideraciones pueden requerir que los planificadores, los compradores y el personal de distribución consulten con otras áreas de la organización para su validación. Es importante considerar la duración del período tomado, la frecuencia de actualización y considerar la información del pasado, la futura.

El Tiempo de entrega es considerada otra entrada de parte individual crítica en la ecuación de buffer es el tiempo de entrega único de la pieza medido en unidades de tiempo discretas (la mayoría de las veces en días). Para cualquier artículo fabricado o intermedio, este tiempo de entrega debe ser el tiempo de entrega desacoplado de la pieza. Para las piezas compradas, se debe utilizar el tiempo de entrega de compra del maestro de piezas. Para las piezas

distribuidas, se debe utilizar el tiempo de transporte desde la unidad de abastecimiento o el centro. En algunos casos, se puede agregar tiempo adicional para la preparación o recepción necesaria, si corresponde. Si el aseguramiento de la calidad o el tiempo de inspección entrante es significativo, entonces como mínimo debe incluirse este tiempo.

Otro factor crítico es el MOQ (Cantidad de orden mínima) debido a que las políticas de pedidos (mínimos, máximos y múltiples) complican los escenarios de planificación y suministro. Las cantidades mínimas de pedido (MOQ) pueden afectar los niveles de almacenamiento intermedio, especialmente cuando son grandes en relación con la tasa de uso. Estos se denominan MOQ "significativos" y tendrán un impacto directo en el dimensionamiento del buffer a través de la zona verde.

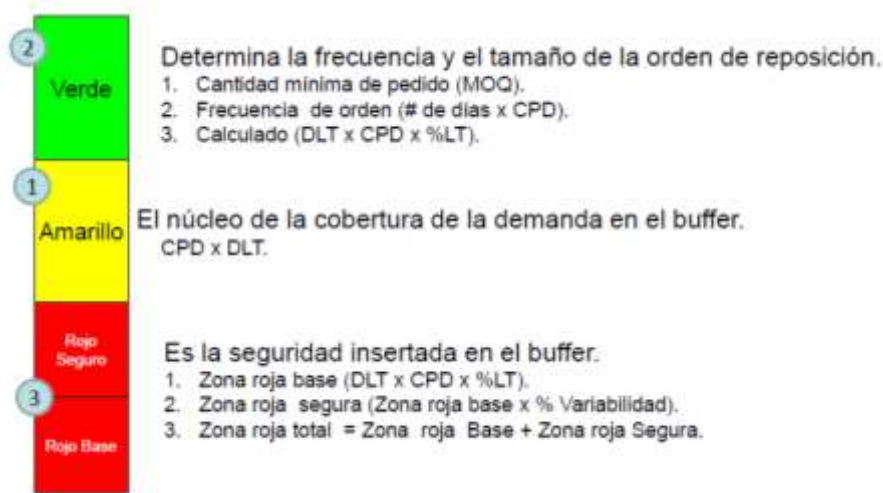
Como último factor está la ubicación o almacenamiento de la parte y el mismo se encuentra relacionado con la distribución para los casos en los que las empresas cuentan con más de un lugar de almacenamiento o bodega con el objetivo de poder tener un mejor nivel de servicio y acerca más los productos a los puntos de consumo.

2.2.2.- Ajustes Dinámicos

Como las cadenas de suministro actuales son muy dinámicas, estas deben ajustarse y adaptarse a las condiciones cambiantes. Debido a que existen factores para poder establecer los buffers, también se entienden los factores que pueden cambiar en el transcurso del tiempo. Estos cambios pueden provenir de cambios de atributos de parte o cambios de perfil de buffer.

Cada zona de buffer tiene un propósito y elementos de medición por lo cual cada zona puede ser ajustada, a continuación: se encuentra un resumen de las zonas y elementos:

Figura 2.5: Propósito del Buffer



Fuente: (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

2.2.2.1.- Ajustes Recalculados

Los ajustes recalculados son ajustes automatizados de los niveles del buffer en función de los cambios en los atributos de las partes individuales o los ajustes del perfil del buffer. Existen tres factores críticos para todas las partes amortiguadas que tienen un impacto directo en las ecuaciones del buffer: ADU (promedio diario), tiempo de entrega y cantidad mínima de pedido. El ADU y el tiempo de entrega tienden a tener el impacto más dramático porque están involucrados en las tres determinaciones de zona. La cantidad mínima

de pedido solo está involucrada en la determinación de zona verde. El atributo de parte más dinámico es el ADU, ya que se está recalculando constantemente. En un sistema DDMRP, ADU siempre cambiará, ya que se vuelve a calcular con frecuencia. Dentro de algunos períodos de tiempo, el nivel de cambio podría ser relativamente pequeño, pero está cambiando de todos modos.

2.2.2.2.-Factores de Ajustes Planificados

Los Buffers también se pueden manipular a través de ajustes planificados. Los ajustes planificados se basan en ciertos factores estratégicos, históricos y de inteligencia empresarial. Estos ajustes planificados son manipulaciones de la ecuación de buffer que afectan las posiciones de inventario aumentando o disminuyendo los niveles de buffer y sus zonas correspondientes en determinados momentos. Estas manipulaciones tienden a limitarse a la demanda de manipulaciones de entrada, manipulaciones zonales o manipulaciones de tiempo de entrega. Los ajustes recalculados permiten que los buffers recalculen sus respectivos niveles en función de los cambios clave de los atributos.

El factor de ajuste de demanda (DAF) es una manipulación de la entrada de ADU dentro de un período de tiempo específico. Esta manipulación se produce ajustando la ADU a una posición históricamente probada o planificada basada en un caso comercial aprobado o como una reacción a los cambios rápidos en la demanda dentro de cortos períodos de tiempo. Los factores de ajuste de la demanda no deben utilizarse indiscriminadamente.

Los buffers son robustos y están diseñados para absorber la variabilidad. Cuanto mayor sea el factor de variabilidad incorporado en los buffers, más sólido será el rendimiento de los buffers para una mayor variabilidad, aunque con la penalización de un inventario adicional. Cuanto más largo sea el horizonte para ver los picos, más robusto será el rendimiento de los amortiguadores para una mayor variabilidad. Dicho esto, los buffers solo están diseñados para absorber la variabilidad en cierta medida. A menudo puede darse el caso de que la variabilidad hacia arriba o hacia abajo pueda amenazar la efectividad del buffer para proteger ese punto de desacoplamiento. Se deben emplear factores de ajuste de la demanda cuando la variabilidad amenaza con abrumar a los buffers. En este caso, el ajuste debe estar arriba. Cuando la variabilidad causará grandes cantidades de exceso de inventario prolongado, el ajuste debe ser menor.

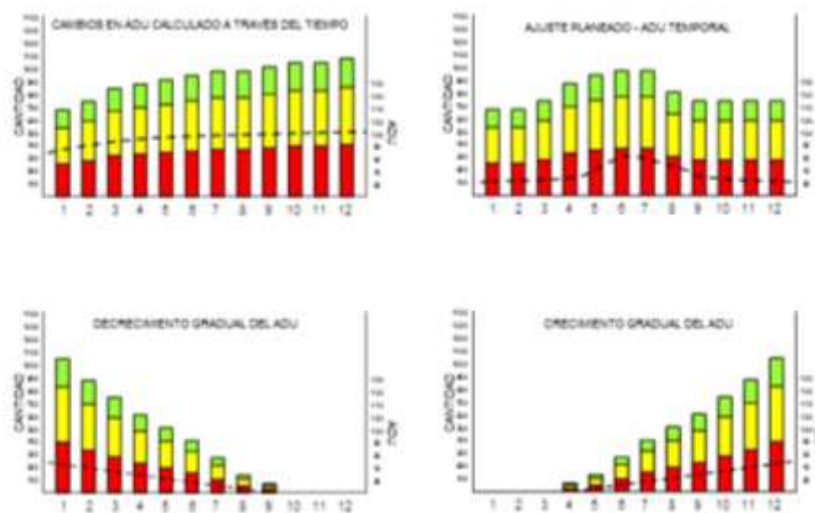
Los ajustes de demanda se utilizan para situaciones comunes, como: cambios rápidos en la demanda, introducción o eliminación de productos o servicios, transición de productos, estacionalidad, campañas promocionales. Estos ajustes planificados separan lo que se conoce, el patrón de demanda, de lo que se desconoce, el nivel de demanda real que se experimentará.

Factor de Ajustes de Zona, se conoce que los buffers tienen tres partes por lo cual se podría aplicar un factor para ajustar las mismas. Esto podría aplicarse a la parte individual o a un grupo de partes afectadas de la misma manera por el ajuste (no necesariamente partes en el mismo perfil de buffer). Las zonas del buffer sirven para diferentes propósitos, por lo que el factor de

ajuste de zona debe aplicarse a la zona apropiada en función del fundamento del ajuste.

Dependiendo del tipo de ajuste que se realice la figura del buffer cambia, tal como se puede observar en la figura detallada a continuación:

Figura 2.6: Ajuste de los Buffer



Fuente: (MRP, 2013)

Factor de Ajuste del Tiempo de Entrega, un factor de ajuste de tiempo de entrega podría aplicarse a una parte individual o a un grupo de partes afectadas de la misma manera por lo que está impulsando el ajuste (no necesariamente partes en el mismo perfil de Buffer). El uso de un factor de ajuste de tiempo de entrega coincide con una expansión planificada o conocida de los plazos de entrega de un grupo de artículos.

2.3.- Halar

Es considera la parte operacional del DDMRP y se encuentra basado en la demanda real e información relevante en el corto plazo, generando las órdenes que se requieran para defender estos “cortafuegos” llamados buffers como posición primaria de planeación, y no como posición suplementaria, con el fin de evitar que la planeación sufra contantes reprocesos y la variabilidad entre al sistema.

2.3.1.- Planificación Impulsada por la Demanda

El cuarto componente del DDMPR es la Planificación impulsada por la demanda y es una forma simple, intuitiva y altamente visible de generar pedidos de suministros ya que es un método que incluye la compresión del tiempo de entrega y la amortiguación de la variabilidad. Los buffers colocados en los puntos de desacoplamiento son el corazón de la generación de orden de suministro para MRP con demanda y se convierten en un punto focal para crear, promover, proteger y determinar información y materiales relevantes.

La planificación impulsada por la demanda crea la oportunidad de una forma más elegante y visible de generar pedidos de suministros ya que comienza con la consideración de lo que realmente es información relevante desde una perspectiva de demanda y con el uso de órdenes de venta calificadas lo cual significa que todos los componentes de la ecuación de generación de suministros (en orden, en mano y órdenes de venta calificadas) son

conocidos y contienen relativamente poca variabilidad, esto combinado con el posicionamiento del punto de desacoplamiento y los amortiguadores; hacen que el nerviosismo, la variabilidad de la continuidad del suministro y el efecto de látigo mitiguen la ecuación de flujo neto y la posición del flujo neto permiten vistas rápidas, intuitivas e informativas a través de grupos de elementos, dando un sentido real de prioridad relativa y cómo manejar mejor esa prioridad relativa.

2.3.1.1.- La Ecuación del Flujo Neto

La ecuación de flujo neto ayuda a generar la orden de suministro (tiempo y cantidad) para el reabastecimiento de almacenamiento intermedio. Es un aspecto clave y único de DDMRP y se debe realizar a diario en todas las posiciones desacopladas. La ecuación de flujo neto abarca todos los rangos de planificación con respecto a la generación de órdenes de suministro, la cual es:

Flujo Neto = Productos disponible + Productos ordenados (en tránsito) - demanda de orden de venta calificada.

Los *productos disponibles o en mano* (On-Hand) es la cantidad de stock disponible físicamente en la bodega y que puede ser utilizada inmediatamente.

Los *productos ordenados o en orden* (On-Order) es la cantidad de

stock que se ha pedido, pero no recibido y que se encuentra en tránsito sin importar el tiempo que se demore en llegar a nuestra bodega o que pueda ser utilizado.

La **demanda calificada de orden de venta**, es la suma de las órdenes de venta vencidas, las órdenes de venta por vencer en el corto plazo que incluyan (los picos calificados).

La ecuación de flujo neto ayuda a responder preguntas relacionadas con la planificación, como son:

¿Qué tengo? Lo cual está relacionado con los productos disponibles y su valor.

¿Qué viene a mí? Está relacionado con los productos ordenados y su valor.

¿Qué demanda debo cumplir de inmediato? Pedidos de ventas vencidos y vencidos en el corto plazo.

¿Qué demanda futura es relevante? Picos futuros calificados.

2.3.2.- Ejecución Visible y Colaborativa

En DDMRP, la planificación es el proceso de generar requisitos de orden de suministro utilizando la ecuación de flujo neto y los elementos de explosión disociada, la planificación finaliza una vez que la recomendación ha sido aprobada y se convierte en una orden de suministro abierta (orden de compra, orden de fabricación u orden de transferencia); y la ejecución es la gestión de las órdenes de suministro abiertas contra los criterios pertinentes. Estos

criterios se definen en dos categorías básicas necesarias para proteger y promover el flujo: estado del buffer y sincronización.

Las alertas de estado del buffer están diseñadas para mostrar el estado actual y proyectado de las posiciones del punto de desacoplamiento (puntos independientes) en todo el modelo operativo impulsado por la demanda. Estas alertas usan la posición actual y proyectada disponible en lugar de la posición de flujo neto. Las alertas de sincronización están diseñadas para resaltar los problemas relacionados con las dependencias. Estas dependencias se refieren a requisitos de demanda conocidos frente a la disponibilidad de suministro prevista. Mientras que los buffers mitigan la transferencia de variabilidad hacia arriba y hacia abajo de la cadena, la sincronización sigue siendo importante en DDMRP entre los puntos de desacoplamiento y particularmente entre un punto de desacoplamiento y el cliente. Cuanto mejor sea la visibilidad de los problemas de sincronización, menos variabilidad se transfiere a los buffers y al cliente.

Las alertas de ejecución de DDMRP se dividen en dos grupos donde las alertas de estado del buffer se utilizan para supervisar partes almacenadas y las alertas de sincronización se utilizan principalmente en partes no almacenadas, con la excepción de que las alertas de sincronización de materiales también se pueden utilizar para piezas almacenadas.

Las alertas de estado del buffer contienen dos tipos de alertas:

- Alerta actual disponible
- Alerta de estado del buffer proyectado.

Como su nombre indica, la alerta actual se usa para monitorear el estado real del inventario disponible de los artículos almacenados reubicados con el propósito de identificar qué órdenes de suministro abiertas requerirían agilizar el proceso utilizando códigos de color basados en la prioridad de agilización.

La alerta de estado del buffer proyectado se utiliza para el monitoreo proactivo del estado del buffer de las piezas reabastecidas utilizando el uso diario promedio, la demanda real y los suministros abiertos para obtener visibilidad sobre un tiempo de espera de reabastecimiento activo sincronizado en posibles alertas futuras disponibles. La diferencia entre estas dos alertas es que la alerta actual proporciona advertencia y visibilidad sobre las situaciones de desabastecimiento reales, mientras que la alerta de estado de la memoria intermedia proyectada trata de evitar situaciones de alerta disponibles al proporcionar proactivamente la visibilidad del estado del buffer en el futuro y por lo tanto genera sugerencias de que las órdenes de suministro corren el riesgo de causar situaciones de desabastecimiento. (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

Las alertas de sincronización constan de dos tipos de alertas diferentes:

- Alertas de sincronización de materiales que se utilizan para artículos no almacenados y almacenados.
- Alertas de tiempo de entrega que se utilizan para artículos no almacenados. Estas alertas se basan en fechas de vencimiento con el

propósito de evitar retrasos potenciales causados por la dependencia entre partes del subsistema y el sistema mismo.

Las alertas de sincronización de materiales, se usan para todos los tipos de piezas y su propósito es mostrar la posición negativa más temprana disponible dentro de un mínimo de un horizonte de tiempo futuro tiempo de espera de reabastecimiento activo sincronizado si la orden de suministro abierto no se entregada va a llegar después de la fecha de demanda que crea posición de la mano. En caso de que el planificador de la alerta sincronizada de material tenga que considerar si la orden de suministro puede ser acelerada y no lo es, entonces podría posponerse el artículo principal para evitar demoras causadas por el stock con demanda. Si el artículo principal está amortiguado con el tiempo, entonces pedidos menores podrían ser posibles si el pedido de suministro no puede ser acelerado. Estas situaciones de stock con demanda generalmente son causadas por un fuerte aumento brusco en la demanda, el pedido de suministros se ha confirmado para una fecha posterior a la que se ordenó o el artículo de nivel principal se agiliza a una fecha de vencimiento anterior a la planeada previamente cuando se lanzó la orden de suministro.

(Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

Con los artículos almacenados, parte de la variación en la oferta y la demanda se previene a través del almacenamiento en buffer con el inventario, pero cuando el inventario no es factible o posible, el almacenamiento temporal con el tiempo se convierte en una solución alternativa frente a la variabilidad.

En DDMRP, estos elementos no almacenados temporalmente se denominan partes gestionadas por tiempo de entrega y para estas partes se utilizan alertas de tiempo de entrega para supervisar el sistema y para obtener visibilidad sobre posibles problemas con las fechas de vencimiento de las piezas. El propósito de las alertas de tiempo de entrega es monitorear proactivamente los posibles problemas antes de que se conviertan en entregas tardías y, por lo tanto, el uso de estas alertas conduce a un mejor rendimiento de la fecha de vencimiento con los artículos no almacenados críticos.

(Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

CAPITULO 3

IMPLEMENTACIÓN DDMRP

El DDMRP es un método para modelar, planear y gestionar las cadenas de suministro con el fin de proteger y promover el flujo de materiales e información relevantes. DDMRP es la generación de órdenes de reposición y el motor de gestión de un modelo operativo basado en demanda. (Patk & Smith, 2016)

Para implementar el DDMRP, se utilizará los componentes ya descritos en el Capítulo 2 de: Posicionar, Proteger y Jalar e ilustrados en la Figura 2.1

Los parámetros claves del modelo operativo de Demand Driven se establecen a través del proceso de planeación de ventas y operaciones, para cumplir con los objetivos establecidos del negocio y del mercado, reduciendo al mínimo el capital de trabajo y los gastos relacionados con urgencias.

Para la implementación del DDMRP se consideraron las dos líneas de mayor volumen en ventas: las líneas de Bakery y Seafood (65.92% del valor total en USD), se toma como referencia inicial las ventas y consumos que se realizaron en el período comprendido entre enero y diciembre del 2017, luego se efectuó un análisis ABC de los productos en base a la facturación y se seleccionaron los productos con categoría A que representan el 80.42% (53.01% de ventas totales en USD) con lo cual se segmentó el análisis en 14

productos entre ambas líneas, dentro de los 14 productos en mención existen: 5 productos que son producidos en las instalaciones de la empresa en análisis y 9 que son comercializados en las mismas condiciones en las que son comprados (importados y distribuidos).

Para posicionar estratégicamente el inventario se debe tomar en consideración los seis factores del mismo y se han resumido en la siguiente tabla:

Tabla 3.1: Factores de Posicionamiento Estratégico de Inventario.

Factores de posicionamiento estratégico de inventario	
<i>Tiempo de tolerancia del cliente</i>	Para la empresa de insumos alimenticios objeto de este estudio se ha observado que los productos ofertados tienen un alto nivel de especialización, por lo cual en las primeras compras los clientes toleran tiempos de tránsitos largos, sin embargo, para compras recurrentes desean que los despachos se los realicen de 24 a 48 horas una vez emitida su OC.
<i>Tiempo del mercado potencial</i>	Está relacionado con el lead time que permitirá un aumento del precio o la captación de nuevos negocios a través de clientes existentes o nuevos canales de clientes.

<i>Horizonte de los pedidos de venta</i>	Dependiendo de los clientes y del producto se logra tener una visibilidad de 2 días a 30 días, información que es considerada para cada uno de los Ítems tomados en consideración
<i>Variabilidad externa</i>	Se ha tomado en consideración la variabilidad de la demanda; y se considera que no existe Variabilidad del suministro, debido a que en el histórico de compras no se ha evidenciado que exista incumplimiento de órdenes por parte del proveedor.
<i>Apalancamiento y flexibilidad del inventario</i>	Se determinó los lugares en la estructura de lista de materiales integrada (la matriz BOM), que proporcionan a la compañía las mejores opciones disponibles de Ítems.
<i>Protección de operaciones críticas</i>	Minimización de la propagación de la variabilidad a través de puntos de control.

Se ha elaborado la matriz BOM para los ítems analizados en el proyecto y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 3.2: Matriz BOM

		Componentes																					
		P5	P11	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	
Productos	P1																						
	P2																						
	P3																						
	P4																						
	P5																						
	P6						12,0%	1,2%	20,0%	0,2%	0,1%	4,0%	61,6%	0,1%	0,8%	0,1%							
	P7																						
	P8			97,35%	2,01%	0,64%																	
	P9																						
	P10																						
	P11																						
	P12	17%					0%						28%				4%	27%	23%	0%	0%		
	P13			2,5%			25,0%				5,0%	12,5%	53,9%			1,1%							
	P14	17%	4%				10%						30%					27%	4%	0%	0%	8%	

Los buffer cumplen 3 propósitos y son: Amortiguar, Disminuir el Lead time y Generar las Ordenes de reposición. (DDI, 2018)

Los productos comprados son: P1, P2, P3, P4, P5, P7, P9, P10, P11 y los productos producidos son: P6, P8, P12, P13 y P14; para la descripción de la implementación se tomará de los productos comprados P1 y P3 (dado que este último es un producto importante para la empresa) y de los productos producidos P6.

Para poder realizar el cálculo de los buffer es necesario conocer el Lead Time desacoplado de cada uno de los Ítems y el MOQ, es por ello que en base a la información histórica de la compañía y de la información remitida por lo

proveedores se elabora la siguiente tabla, en la que se detalla lo mencionado para cada uno de los Ítems:

Tabla 3.3: Lead Time y MOQ

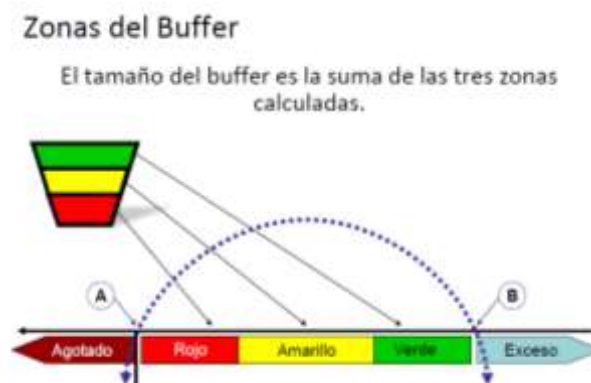
Productos	Lead Time	MOQ (Kg.)
P1	45	1680
P2	45	25
P3	75	15000
P4	90	22000
P5	90	11250
P6	62	25
P7	40	25
P8	47	25
P9	60	25
P10	40	25
P11	45	20000
P12	92	25
P13	47	25
P14	92	25

Para los ítems producidos el Lead Time Desacoplado se lo ha obtenido de la lista de materiales BOM con sus respectivos Lead Time, en lo relacionado al MOQ es información proporcionada por los proveedores en caso de productos comprados o por la cantidad de empaque en caso de productos producidos y no cambia a lo largo del tiempo.

Como se mencionó en el capítulo 2 las zonas de los buffer están compuestas por: Zona Roja (que a su vez contiene rojo base y rojo de seguridad), Zona Amarilla y Zona Verde, tal como también se muestra en la figura 3.1, y se considera que todo lo que este por fuera de la Zona verde es considerado

exceso de inventario para la implementación se utilizaran los buffer por reposición ya que son estratégicos y dinámicos.

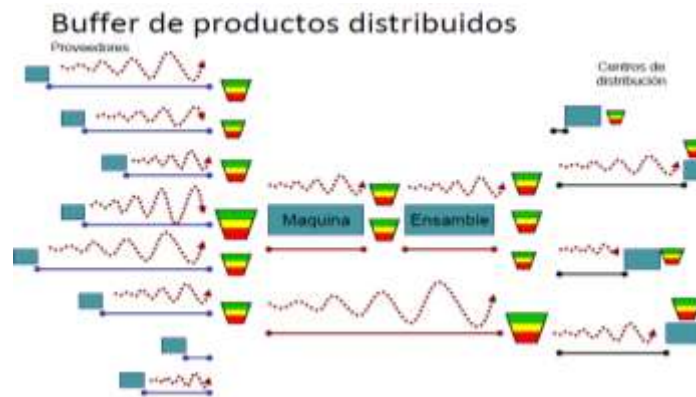
Figura 3.1: Zonas del Buffer



Fuente: (DDI, 2018)

A continuación, se puede observar cómo se establecen los Buffer, para el caso de productos distribuidos se considera que cada uno de los productos comprados representa 1 buffer, dependiendo del tipo de proceso y actividad puede existir un buffer entre las operaciones máquina y ensamblé y dicho producto al finalizar se convierte en un buffer, puede existir el caso de que no modificación o transformación entre un artículo comprado y distribuido y es por ello que este tiene un buffer también. En la siguiente figura se detalla la posición de los buffers de los productos distribuidos

Figura 3.2: Buffer de Productos Distribuidos.



Fuente: (DDI, 2018)

3.1. Implementación DDMRP 2017

Para realizar la implantación y poder comparar DDMRP con la situación actual de la compañía se tomarán datos históricos de la misma, la implementación detallada a continuación está basada en que hubiera pasado si en el 2017 se manejaba el inventario bajo la metodología DDMRP.

Como se menciona en la figura 2.5 la Zona Verde sirve para determinar la frecuencia y el tamaño de la orden de reposición, existen 3 formas de calcularlo:

- a) Mediante el MOQ
- b) Frecuencia de orden (# de días X CPD)
- c) Calculado o con Factor de Lead Time (DLT x CPD x %LT)

En la implementación del modelo se utilizará las opciones A y C; siendo el ganador el mayor de ambos, se descarta el de la frecuencia de orden debido

a que es determinado por cada cuanto se desean generar las nuevas oc. y para la empresa en estudio no es aplicable.

La Zona Amarilla es calculada mediante el $CPD \times DLT$ y se considera que es el núcleo de los buffer es en esta zona donde debe fluctuar el inventario físico.

La Zona Roja está compuesta por el Rojo de Seguridad que está determinado por $DLT \times CPD \times \%LT$ y el Rojo Basé que está determinado por el Rojo de Seguridad $\times \% Variabilidad$.

El Demand Driven Institute sugiere utilizar los parámetros citados en la tabla 3.4 para establecer los porcentajes de variabilidad.

Tabla 3.4: Factor de Variabilidad – Zona Roja Segura

Categoría de variabilidad	Rango factor de variabilidad
Variabilidad alta	61% a 100%
Variabilidad media	41% a 60%
Variabilidad baja	0% a 40%

Fuente: (DDI, 2018)

El factor del Lead Time se aplica a la demanda promedio de un Ítem con el fin de suministrar las cantidades utilizadas para determinar la zona verde y la zona roja, el Demand Driven Institute sugiere utilizar los parámetros que se mencionan en la tabla detallada a continuación:

Tabla 3.5: Factor de Lead Time

Categoría de lead time	% de lead time
Largo	20% - 40%
Medio	41% - 60%
Corto	61% - 100%

Fuente: (DDI, 2018)

El ajuste dinámico de los buffer obtiene de la variación que existe en cada uno de los Ítems en CDP en el plazo estudiado (1 año)

A continuación, se citan algunos ejemplos de los aplicados:

Tabla 3.6: CDP y Zona Verde con LT para P1

P1	Consumo Promedio Diario (CDP)	Zona Verde con factor de Lead Time
Enero	55	616
Febrero	42	478
Marzo	43	488
Abril	42	475
Mayo	54	613
Junio	61	683
Julio	60	670
Agosto	50	560
Septiembre	34	378
Octubre	59	665
Noviembre	53	601
Diciembre	87	975

Para poder establecer la Zona Verde se compara el MOQ frente a la Zona Verde con factor de Lead Time y se toma el mayor considerando la presentación de venta o fabricación.

Se realiza el cálculo de la Zona Verde según la formula ya antes mencionada, con un valor de 25% establecido como Factor de Lead Time.

$$\text{MOQ de P1} = 1680 \text{ Kg.}$$

$$\text{Zona Verde con factor de Lead Time para Enero} = 616 \text{ Kg (45 días x 55 Kg. /días x 0.25)}$$

Es por ello que para el mes de enero del producto P1 detallado en la Tabla 3.6 la zona verde con factor de Lead Time es 616, la misma fórmula se aplica para los siguientes meses.

Para el P1 el mayor es el MOQ es por ello que se establece esta cantidad en la Zona Verde.

Para el cálculo de Zona Amarilla en el caso de P1 para el mes de enero al aplicar la fórmula $55 \text{ Kg. / días x 45 días}$ se obtiene 2463 Kg. y completa la tabla 3.7 de la zona amarilla del Buffer de P1 para los siguientes meses.

En el caso de la Zona Roja, al aplicar la fórmula para P1 en el mes de enero se obtiene:

$$\text{Zona Roja Base} = 55 \text{ Kg. / días x 45 días x 0.25} = 616 \text{ Kg.}$$

$$\text{Zona Roja de Seguridad} = 616 \text{ Kg. x 0.25} = 154 \text{ Kg.}$$

$$\text{Zona Roja} = 616 \text{ Kg.} + 154 \text{ Kg.} = 770 \text{ Kg.}$$

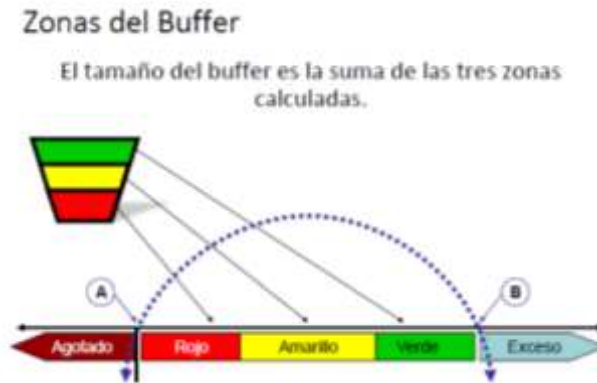
Para los siguientes meses se realizan los **ajustes correspondientes** conforme a la **planeación que está basada en la demanda**

Tabla 3.7: Buffer de P1

P1	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
Enero	1680	2463	616	154	770
Febrero	1680	1911	478	119	597
Marzo	1680	1951	488	122	610
Abril	1680	1900	475	119	594
Mayo	1680	2450	613	153	766
Junio	1680	2730	683	171	853
Julio	1680	2680	670	168	838
Agosto	1680	2240	560	140	700
Septiembre	1680	1511	378	94	472
Octubre	1680	2661	665	166	832
Noviembre	1680	2402	601	150	751
Diciembre	1680	3901	975	244	1219

Los Topes de cada zona esta representados por hasta que cantidad deben de llegar es así que para el mes de enero en el caso del P1 la Zona Roja llega hasta 770 Kg., la Zona Amarilla hasta 3232 Kg. (cantidad de zona roja + zona amarilla) y la Zona Verde hasta 4919 Kg. (cantidad de zona roja + zona amarilla + zona verde).

Figura 3.3: Zonas de Buffer



Fuente: (DDI, 2018)

A continuación, se procede con la aplicación de las fórmulas antes mencionadas para establecer los topes de las zonas:

Tabla 3..8: Topes de Buffer de P1

P1	Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
Enero	770	3232	4912
Febrero	597	2508	4188
Marzo	610	2561	4241
Abril	594	2494	4174
Mayo	766	3216	4896
Junio	853	3583	5263
Julio	838	3518	5198
Agosto	700	2940	4620
Septiembre	472	1983	3663
Octubre	832	3493	5173
Noviembre	751	3153	4833
Diciembre	1219	5120	6800

A continuación, se encuentra la forma gráfica de cómo evoluciona el perfil del buffer:

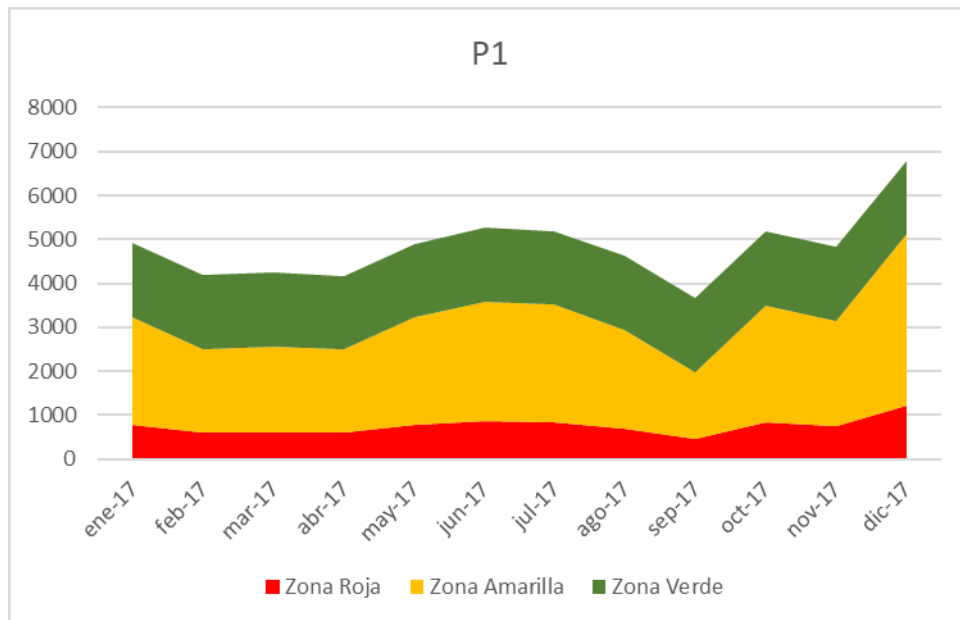


Gráfico 3.-1: Buffer de P1

A continuación, se muestra la creación de los buffer y sus ajustes respectivos para otro producto comprado:

Tabla 3.9: LTD y MOQ de P3

Productos	Lead Time Desacoplado (días)	MOQ (Kg.)
P3	75	15000

Tabla 3.10: CDP y Zona Verde con LT de P3

P3	Consumo Promedio Diario (CDP)	Zona Verde con factor de Lead Time
ene-17	1,253	23501
feb-17	1,255	23532
mar-17	1,435	26902
abr-17	1,638	30709
may-17	1,698	31834
jun-17	1,596	29922
jul-17	1,376	25807
ago-17	1,305	24469
sep-17	1,311	24574
oct-17	1,299	24350
nov-17	1,347	25255
dic-17	1,358	25469

Tabla 3.11: Buffer de P3

P3	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
ene-17	30000	94005	23501	5875	29377
feb-17	30000	94129	23532	5883	29415
mar-17	30000	107608	26902	6725	33627
abr-17	45000	122836	30709	7677	38386
may-17	45000	127337	31834	7959	39793
jun-17	30000	119687	29922	7480	37402
jul-17	30000	103228	25807	6452	32259
ago-17	30000	97875	24469	6117	30586
sep-17	30000	98294	24574	6143	30717
oct-17	30000	97398	24350	6087	30437
nov-17	30000	101021	25255	6314	31569
dic-17	30000	101875	25469	6367	31836

Tabla 3.12: Tope de Buffer de P3

P3	Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
ene-17	29377	123382	153382
feb-17	29415	123544	153544
mar-17	33627	141235	171235
abr-17	38386	161222	206222
may-17	39793	167130	212130
jun-17	37402	157089	187089
jul-17	32259	135487	165487
ago-17	30586	128461	158461
sep-17	30717	129011	159011
oct-17	30437	127835	157835
nov-17	31569	132590	162590
dic-17	31836	133711	163711

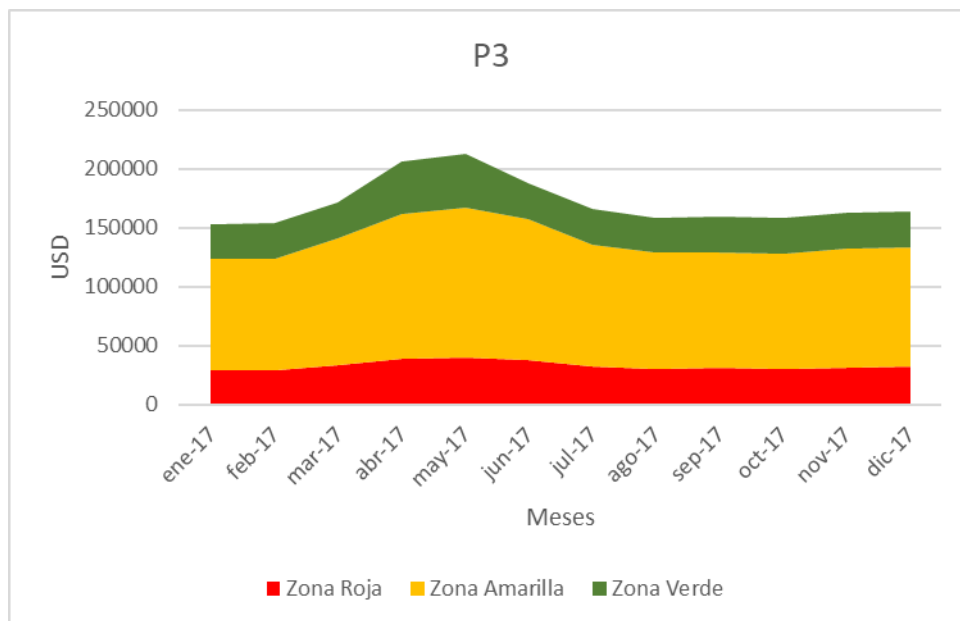


Gráfico 3.-2: Buffer de P3

A continuación, se muestra la creación de los buffer y sus ajustes respectivos para un producto producido:

Tabla 3.13: LDT y MOQ de P6

Productos	Lead Time Desacoplado (días)	MOQ (Kg.)
P6	62	25

Tabla 3.14: CDP y Zona Verde con LT de P6

P6	Consumo Promedio Diario (CDP)	Zona Verde con factor de Lead Time
ene-17	63	982
feb-17	68	1059
mar-17	80	1240
abr-17	86	1326
may-17	97	1507
jun-17	86	1326
jul-17	81	1257
ago-17	68	1059
sep-17	84	1300
oct-17	106	1645
nov-17	113	1757
dic-17	133	2067

Tabla 3..15: Buffer de P6

P6	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
ene-17	1000	3927	982	245	1227
feb-17	1075	4237	1059	265	1324
mar-17	1250	4960	1240	310	1550
abr-17	1350	5304	1326	332	1658
may-17	1525	6028	1507	377	1884
jun-17	1350	5304	1326	332	1658
jul-17	1275	5029	1257	314	1572
ago-17	1075	4237	1059	265	1324
sep-17	1325	5201	1300	325	1625
oct-17	1650	6579	1645	411	2056
nov-17	1775	7027	1757	439	2196
dic-17	2075	8267	2067	517	2583

Tabla 3.16: Tope de Buffer de P6

P6	Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
ene-17	1227	5154	6154
feb-17	1324	5561	6636
mar-17	1550	6510	7760
abr-17	1658	6962	8312
may-17	1884	7911	9436
jun-17	1658	6962	8312
jul-17	1572	6600	7875
ago-17	1324	5561	6636
sep-17	1625	6826	8151
oct-17	2056	8635	10285
nov-17	2196	9223	10998
dic-17	2583	10850	12925

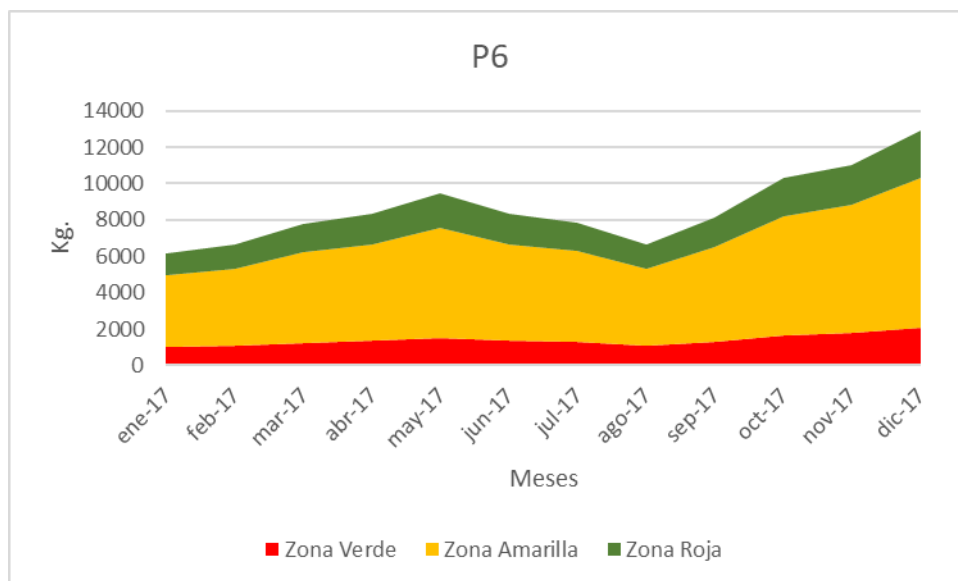


Gráfico 3.-3: Buffer de P6

El componente de Jalar, se refiere a que la planeación basada en la demanda que ya fue considerado en los CDP, se debe considerar que la generación de las órdenes de reposición de la hace aplicando la Ecuación de Flujo Neto la cual consiste en: $\text{Inventario Físico} + \text{Inventario en Tránsito} - \text{Demanda Calificada}$.

Las ordenes de reposición son generadas cada vez que la ecuación del flujo neto se encuentre por debajo de la zona verde es decir en la zona amarilla y se debe pedir hasta el máximo de la zona verde, para generar la reposición se toma en consideración lo determinado en el perfil del buffer es decir el MOQ y la presentación de cada producto

Manteniendo la ejecución de P1, P3 y P6; y tomando en consideración que la demanda calificada es igual a las ventas realizadas en el 2017, se obtiene:

Para el caso de P1 se observa que el MOQ era 1680 Kg. es por ello que cada nueva reposición debe de ser de mínimo de 1680 Kg. (en caso de que aplique realizar un pedido); en el caso de enero tomando en consideración el inventario inicial del 2017: 4423 Kg. y que existe una demanda calificada de 2003 Kg. y ninguna orden en tránsito por recibir se obtiene que el flujo neto es 2420 Kg. como esta cantidad es inferior al tope de la zona amarilla (3232 Kg.) se decide pedir 1680 Kg. (1 pedido) con lo cual se obtiene como flujo neto 4100 Kg. y como inventario físico al final del mes se obtiene 2420 Kg.; para el mes de febrero se tomará como inventario inicial el inventario final de enero para este periodo ya llegarán a la bodega los 1680 Kg. pedidos en el mes de enero y dado que la demanda calificada es 1420 Kg. con lo cual da un flujo neto de 2680 Kg. lo cual es superior al tope de la zona amarilla por lo cual en ese mes no se debe generar un nuevo pedido, con lo antes mencionado el flujo neto es de 2680 Kg. y el inventario físico al finalizar el mes es de 2680 Kg., la formula se repite para los siguientes meses:

Tabla 3.17: Flujo de P1:

P1	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico Inicial	4423	2420	2680	1178	1958	2138	2418	2098	1718	2098	2658	3736
Inventario en Tránsito (órdenes emitidas)	1680		1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	3360
Inventario en Tránsito (órdenes recibidas)		1680	0	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680
Demanda Calificada	2003	1420	1502	900	1500	1400	2000	2060	1300	1120	602	3600
Flujo Neto	4100	2680	2858	3638	3818	4098	3778	3398	3778	4338	5416	5176
Inventario Físico Final	2420	2680	1178	1958	2138	2418	2098	1718	2098	2658	3736	1816

Para el caso del P3 aplica la misma forma de cálculo, tomando en consideración que para este caso el MOQ es de 15000 Kg.

Tabla 3.18: Flujo de P3

P3	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	67948	75670	88443	60142	52716	64314	62739	64912	85690	58865	52462	57737
Inventario en Tránsito (órdenes emitidas en)	15000	30000	60000	60000	45000	60000	15000	30000	45000	30000	45000	45000
Inventario en Tránsito (órdenes antiguas)	45000	15000	30000	60000	60000	45000	60000	15000	30000	45000	30000	45000
Inventario en Tránsito (órdenes recibidas)	45000	45000	15000	30000	60000	60000	45000	60000	15000	30000	45000	30000
Demanda Calificada	37278	32227	43301	37426	48402	61575	42827	39222	41825	36403	39725	40750
Flujo Neto	135670	133443	150142	172716	169314	167739	139912	130690	133865	127462	132737	136987
Inventario Físico Final	75670	88443	60142	52716	64314	62739	64912	85690	58865	52462	57737	46987

Para el caso del P6 (producto producido), aplica el mismo criterio para realizar el cálculo:

Tabla 3.19: Flujo de P6

P6	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	2675	2875	3475	1475	1725	2275	1975	2175	2775	3175	1925	2625
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	500	2500	3000	2700	3500	2000	3000	900	3500	4800	1800	6225
Inventario en Transito (ordenes antiguas)	2000	500	2500	3000	2700	3500	2000	3000	900	3500	4800	1800
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	2000	2000	500	2500	3000	2700	3500	2000	3000	900	3500	4800
Demanda Calificada	1800	1400	2500	2250	2450	3000	3300	1400	2600	2150	2800	4600
Flujo Neto	5375	6475	6975	7425	8475	7475	7175	6675	7575	10225	9225	10850
Inventario Físico Final	2875	3475	1475	1725	2275	1975	2175	2775	3175	1925	2625	2825

De esta manera se obtiene:

Tabla 3.20: Estado DDMRP P1

P1	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	770	597	610	594	766	853	838	700	472	832	751	1219
Zona Amarilla	2463	1911	1951	1900	2450	2730	2680	2240	1511	2661	2402	3901
Zona Verde	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680
Flujo Neto	4100	2680	2858	3638	3818	4098	3778	3398	3778	4338	5416	5176
Inventario Físico Final	2420	2680	1178	1958	2138	2418	2098	1718	2098	2658	3736	1816

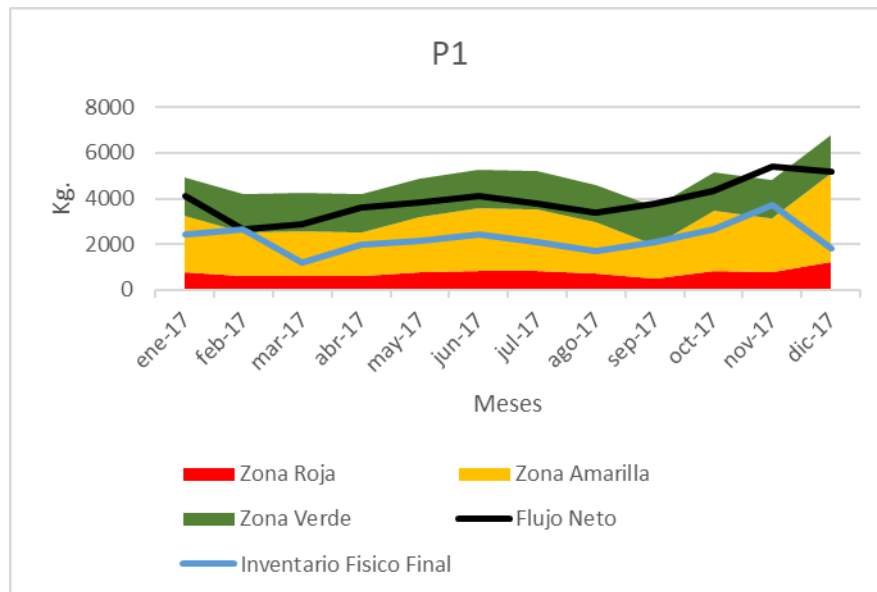


Gráfico 3.-4: Resultado de Simulación de P1

Como resultado de la simulación de P1 se observa que el nivel del inventario físico casi siempre se encontrara en el rango amarillo del Buffer y el flujo del inventario en el rango verde, logrando que nunca caiga a la zona roja.

Dado que el lead time de P1 es largo existe un punto donde el flujo neto es igual al inventario físico y es en el límite de la zona amarilla y la zona verde y justo es un punto de reabastecimiento es por ello que en los siguientes meses varían las líneas.

Tabla 3.21: Estado DDMRP P3

P3	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	29377	29415	33627	38386	39793	37402	32259	30586	30717	30437	31569	31836
Zona Amarilla	94005	94129	107608	122836	127337	119687	103228	97875	98294	97398	101021	101875
Zona Verde	30000	30000	30000	45000	45000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Flujo Neto	135670	133443	150142	172716	169314	167739	139912	130690	133865	127462	132737	136987
Inventario Físico Final	75670	88443	60142	52716	64314	62739	64912	85690	58865	52462	57737	46987

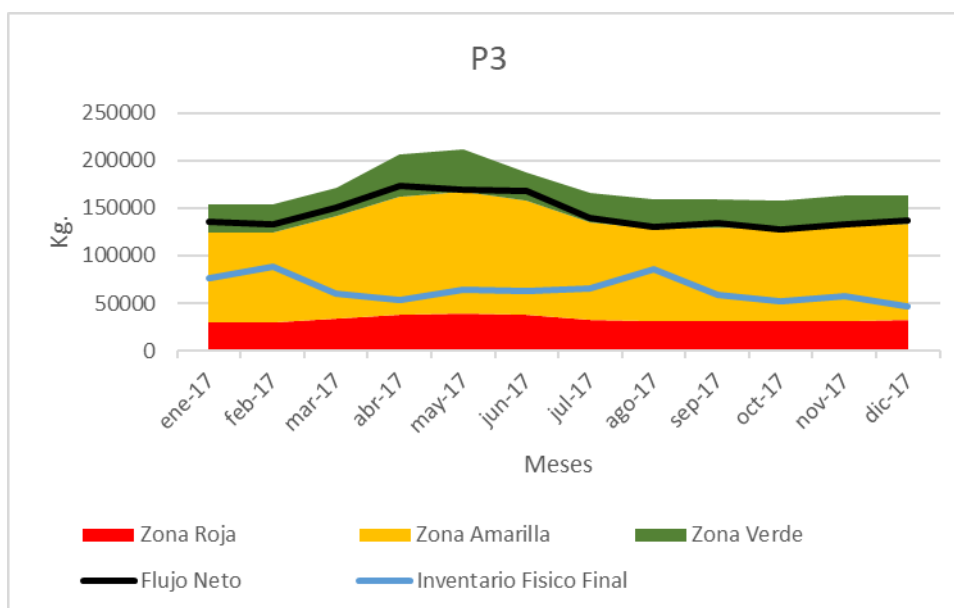


Gráfico 3.5: Resultado de Simulación de P3

Para el caso de P3 es un ejemplo donde se puede observar que cada vez que el flujo neto llega al tope de la zona amarilla se debe generar una nueva orden de compra es por ello que el inventario físico nunca llega a la zona roja, con lo cual se lograría tener siempre producto para los clientes.

Tabla 3.22: Estado DDMRP P6

P6	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	1227	1324	1550	1658	1884	1658	1572	1324	1625	2056	2196	2583
Zona Amarilla	3927	4237	4960	5304	6028	5304	5029	4237	5201	6579	7027	8267
Zona Verde	1000	1075	1250	1350	1525	1350	1275	1075	1325	1650	1775	2075
Flujo Neto	5375	6475	6975	7425	8475	7475	7175	6675	7575	10225	9225	10850
Inventario Físico Final	2875	3475	1475	1725	2275	1975	2175	2775	3175	1925	2625	2825

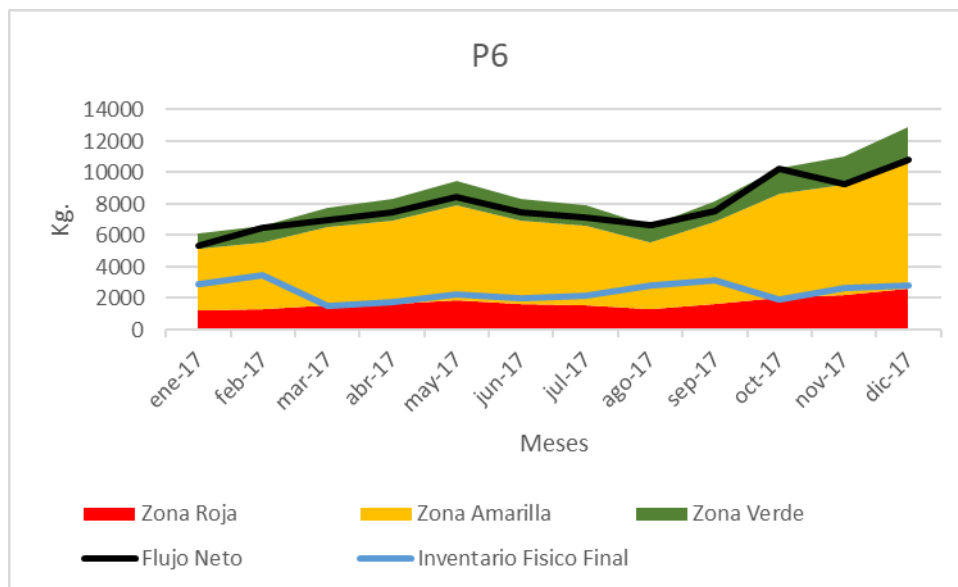


Gráfico 3.-6: Resultado de Simulación de P6

Para el caso de P6 el flujo neto siempre se encuentra en el tope de la zona verde y el inventario físico en la parte de la zona amarilla.

La implementación del modelo DDMRP incluye la ejecución visible y colaborativa ya que la ejecución es la gestión de las órdenes de suministro

abiertas contra los criterios pertinentes; y tanto para la planeación (generación de órdenes de reposición) y la ejecución (gestión de ordenes abiertas), una posición de buffer debe proporcionar la prioridad para la posición en sí misma, así como la relación de la prioridad con otras posiciones de buffer.

El comportamiento para cada uno de P2, P4, P5, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13 y P14 productos luego de aplicar DDMRP es:

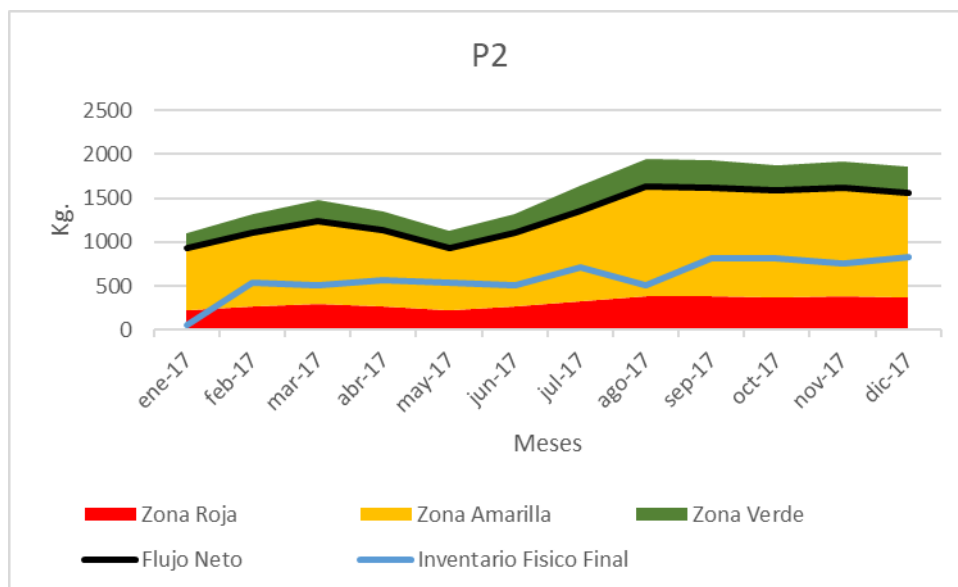


Gráfico 3.7: Resultado de Simulación de P2

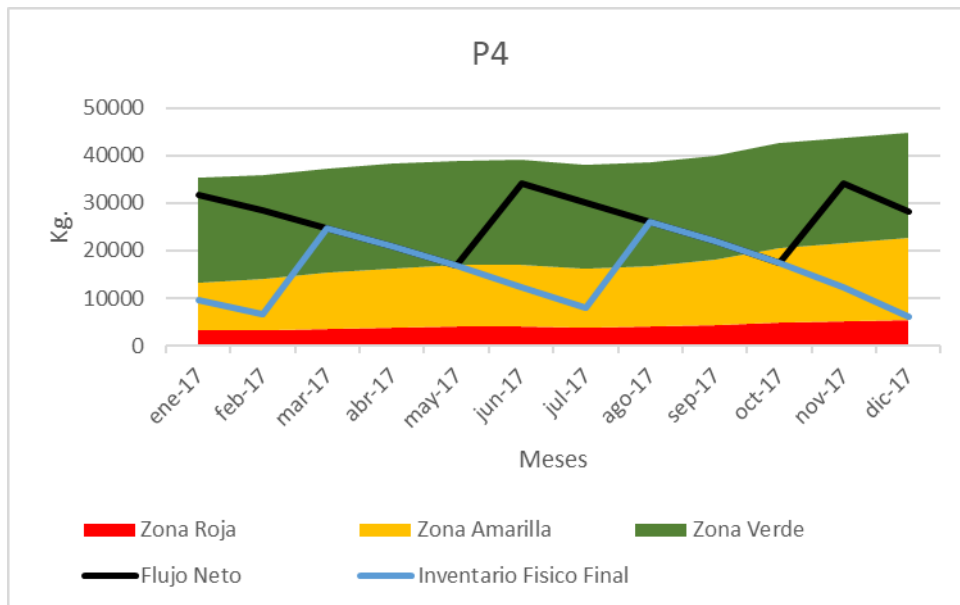


Gráfico 3.8: Resultado de Simulación de P4

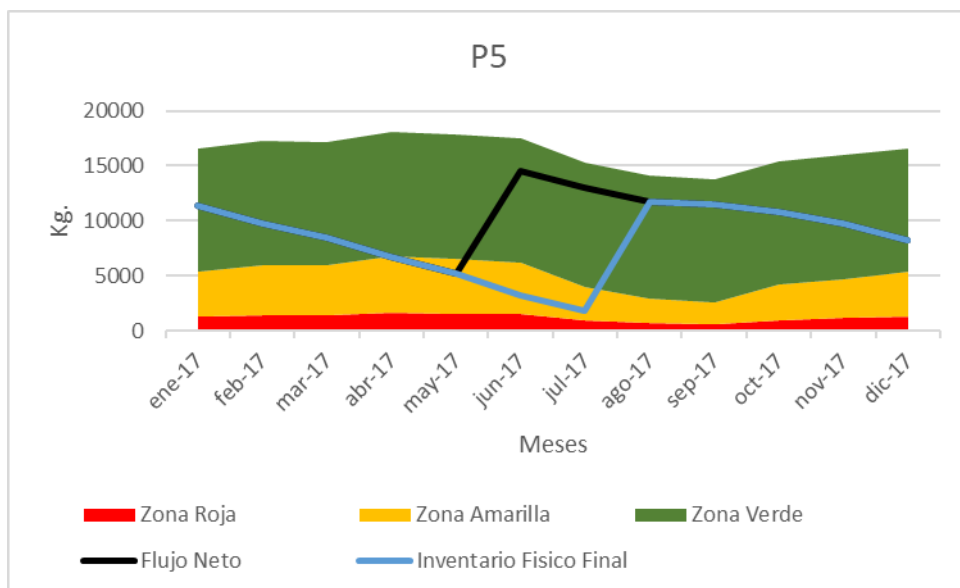


Gráfico 3.-9: Resultado de Simulación de P5

Para los casos de P4 (Gráfico 3.8), P5 (Gráfico 3.9) y P11 (Gráfico 3.14) se conoce que el lead time es largo y el MOQ es una cantidad significativa por lo cual en gran parte de la gráfica 3.9 el flujo neto es igual al inventario físico, sin embargo se aplica la misma regla cuando el flujo neto llega al tope de la zona amarilla se debe reabastecer el producto y es en los puntos de reabastecimiento donde se separan las líneas antes mencionadas.

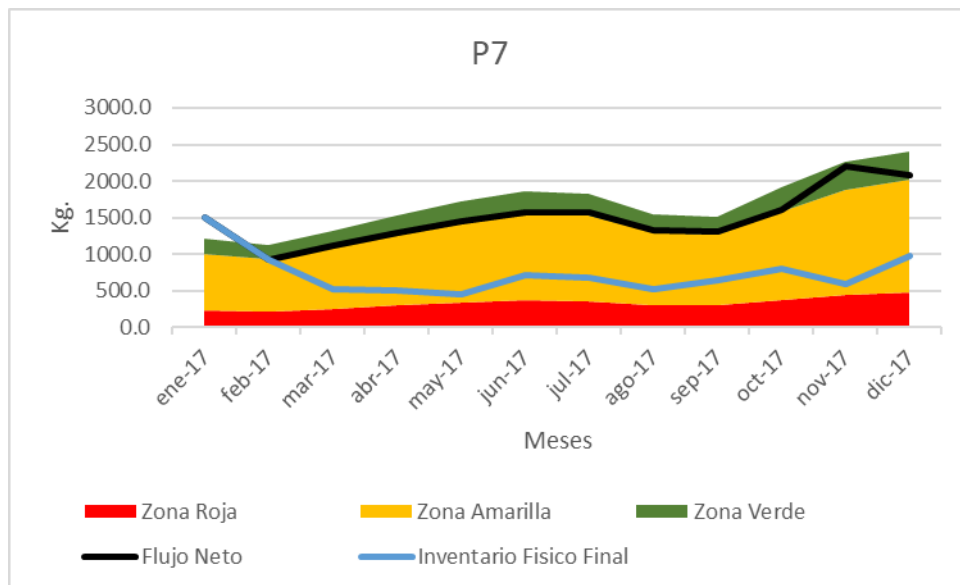


Gráfico 3.10: Resultado de Simulación de P7

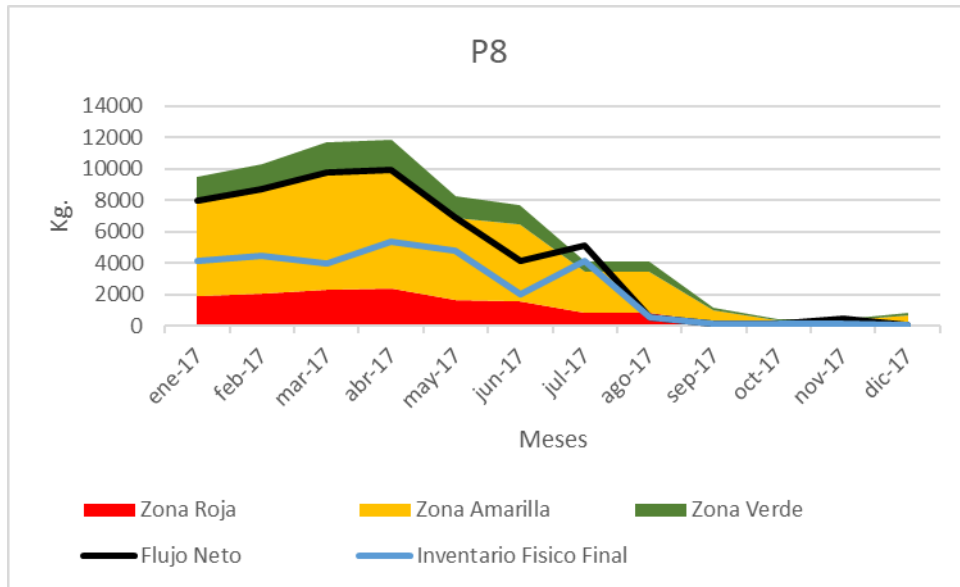


Gráfico 3.11: Resultado de Simulación de P8

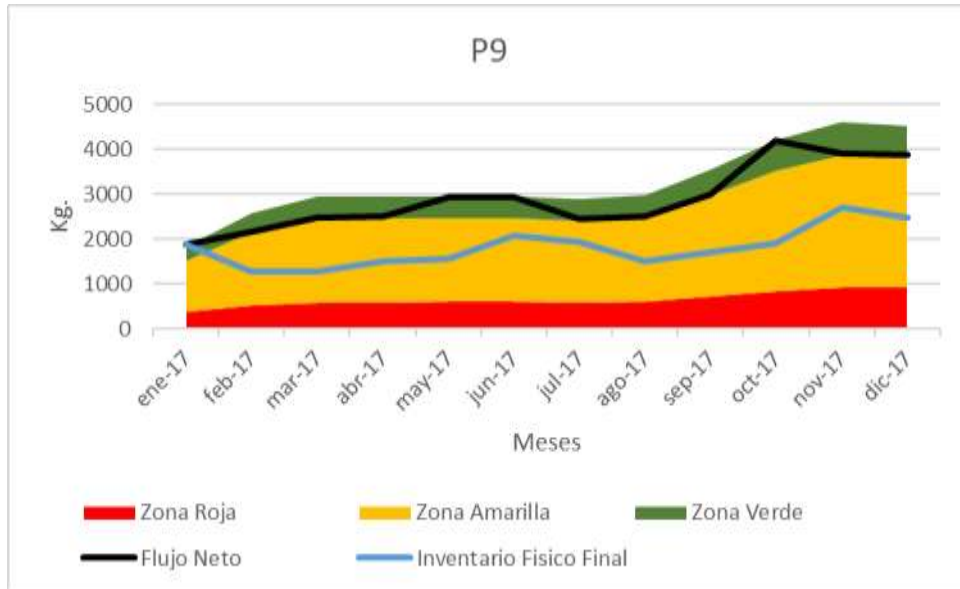


Gráfico 3.12: Resultados de Simulación de P9

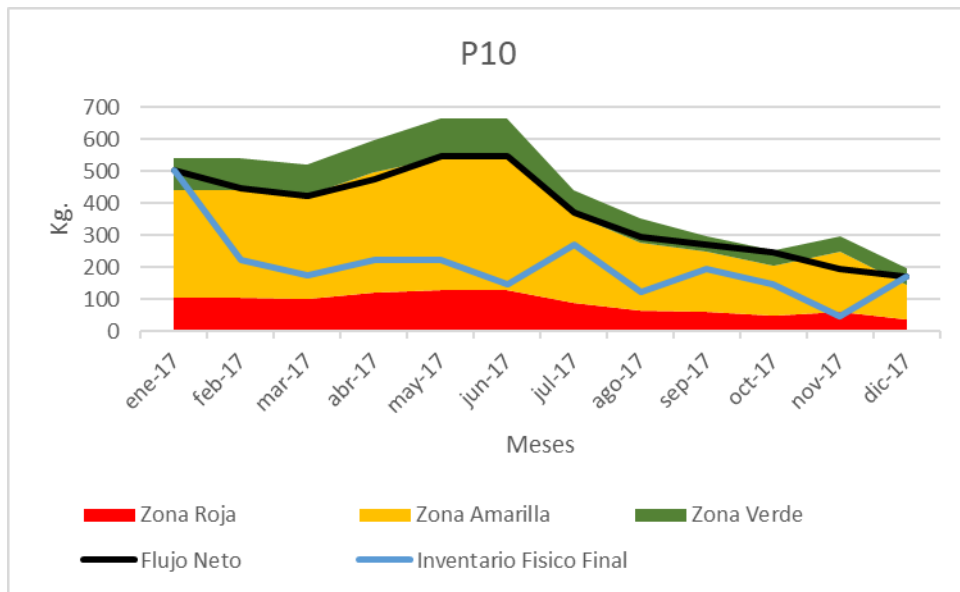


Gráfico 3.13: Resultado de Simulación de P10

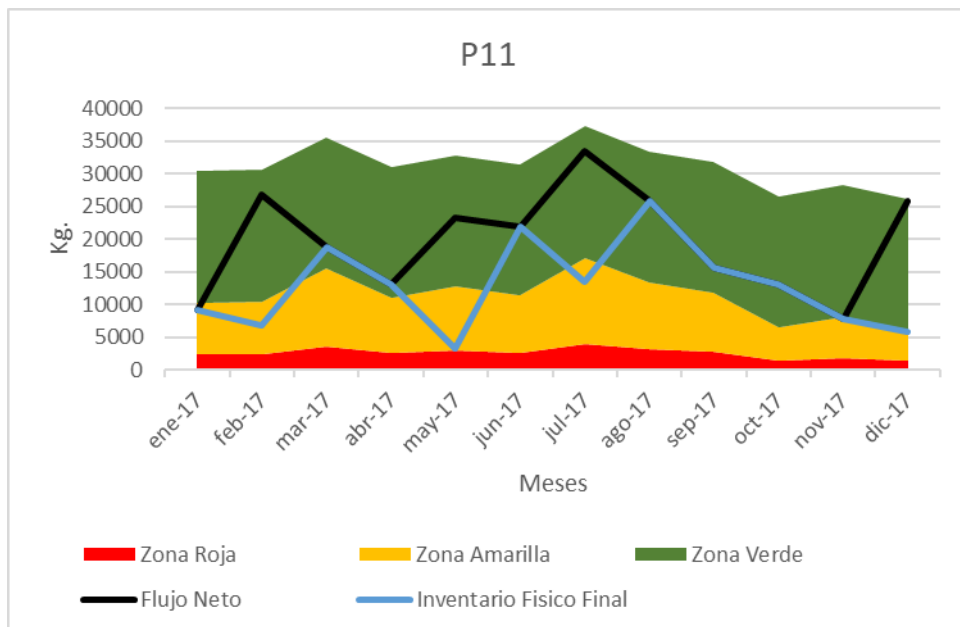


Gráfico 3.-14: Resultado de Simulación de P11

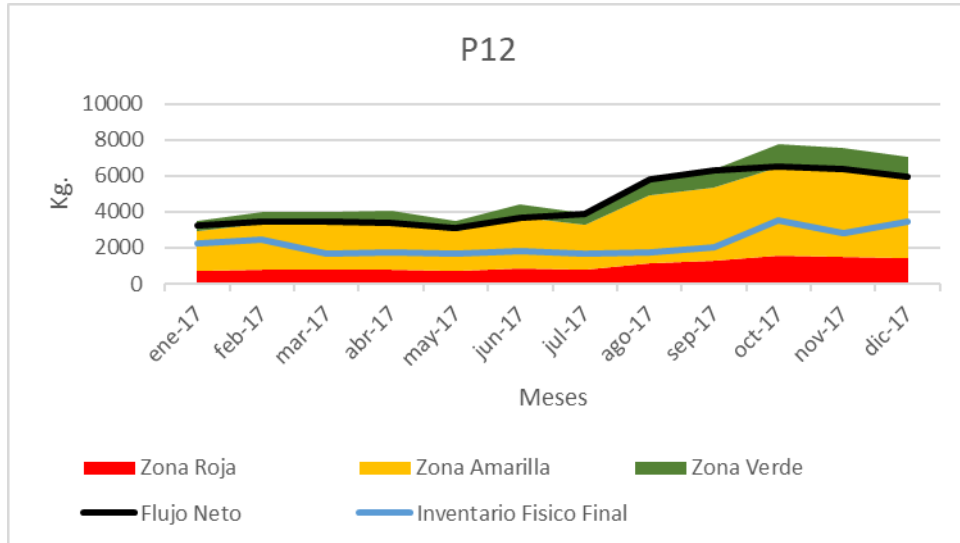


Gráfico 3.15: Resultado de Simulación de P12

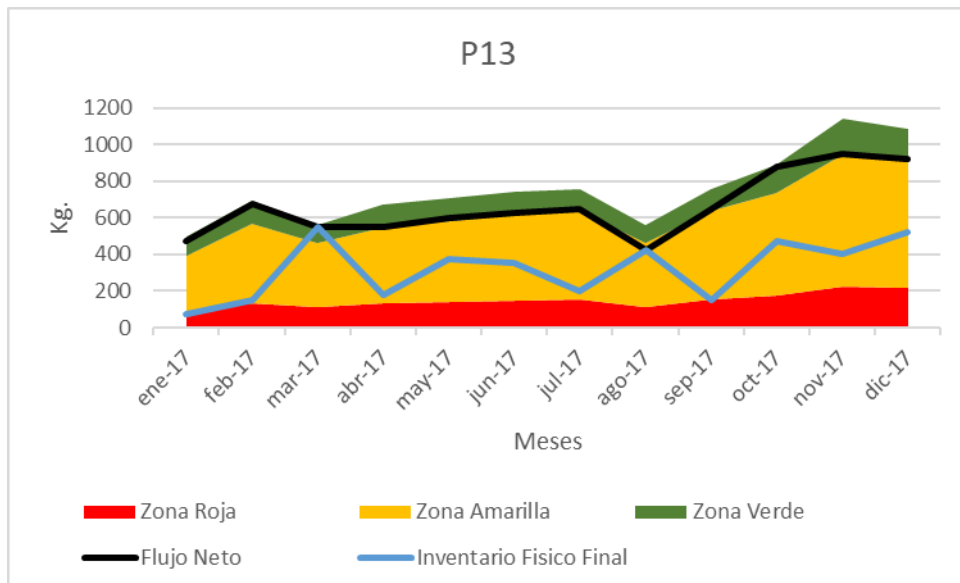


Gráfico 3.16: Resultado de Simulación de P13

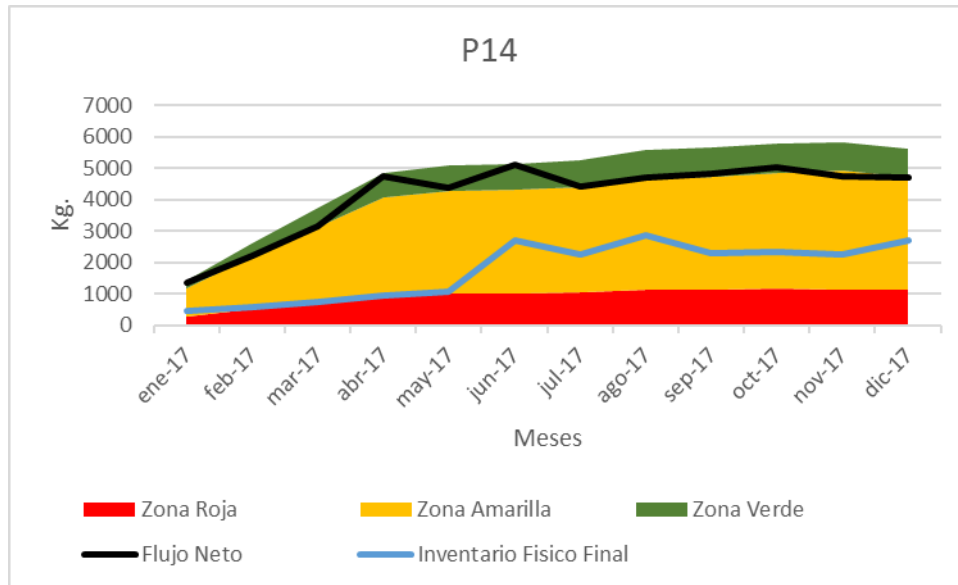


Gráfico 3.17: Resultado de Simulación de P14

Las tablas de los buffers se encuentran detalladas en el anexo 1.

3.2. Resultados de Implementación para el año 2017.

Luego de realizar la implementación del modelo DDMRP se obtuvo un correcto dimensionamiento del inventario y se logra una reducción del mismo en el período de comparación que es el 2017 del 59% lo cual representa un valor aproximado de ahorro de \$641.000,00; al dimensionar de forma correcta el inventario se logra que exista un mayor flujo de caja.

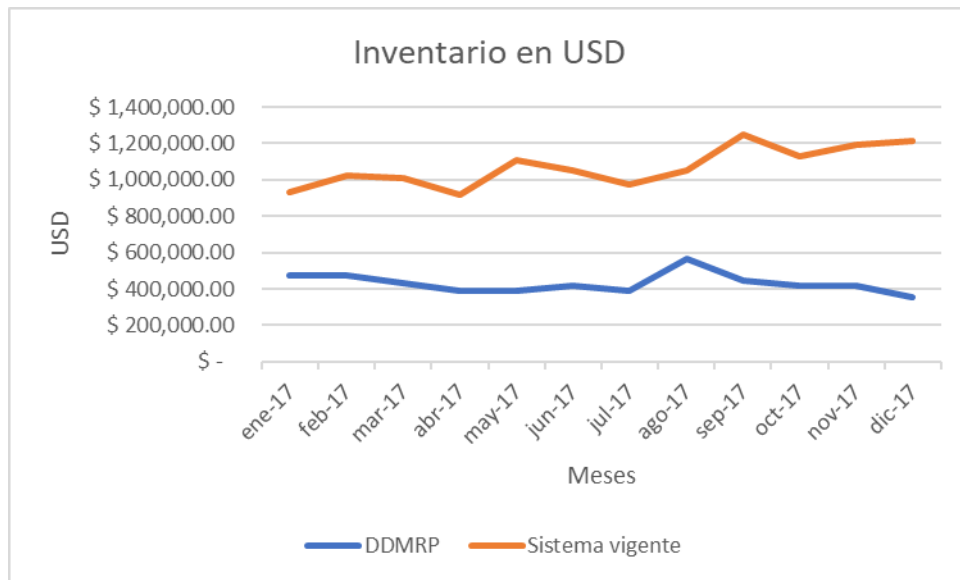


Gráfico 3.18: Inventario con Política Actual vs Implementación con DDMRP en el 2017

Como se puede observar en la gráfica precedente se puede notar que bajo el sistema actual que la compañía maneja existe un exceso de inventario que corta la liquidez, con lo cual la rotación de activos es baja. Al implementar DDMRP simultáneamente se mejora el servicio al cliente, ya que durante el periodo de análisis no existe stock-out gracias a la planeación basada en la demanda y se cumple el 100% de todos los pedidos ya que en ninguno de los productos detallados en la implementación de los buffer caen de forma prolongada en la zona roja y como se puede observar en el gráfico 4.1 la línea que representa las ventas en dólares es superior al inventario almacenado en dólares, es posible lograr lo mencionado debido a que se tiene más stock en tránsito y en el punto más cercano hacia la venta.

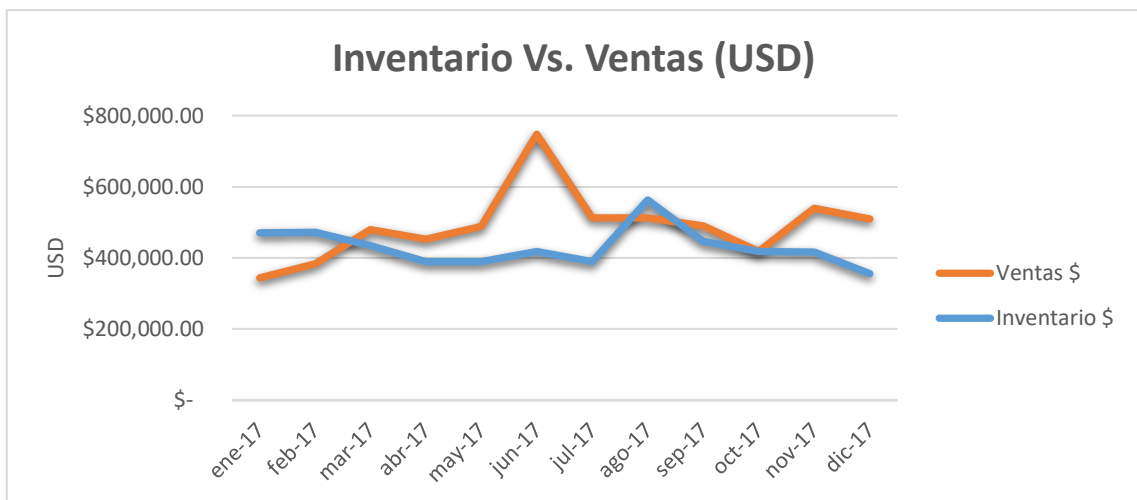


Gráfico 3.19: Inventario Vs. Ventas en USD

En el gráfico de ventas vs. inventario expresado en Kg. se puede observar que toda la venta está cubierta por el stock existente en la bodega.



Gráfico 3.20: Inventario Vs. Ventas en Kg.

También se mejora la rotación de los activos, ya que los mismos son utilizados de manera más efectiva para generar ingresos, y en el periodo de

comparación al implementar DDMRP la rotación de los activos mejora a 3.33 veces en el año (sin la aplicación de DDMRP era 2.28 veces al año)

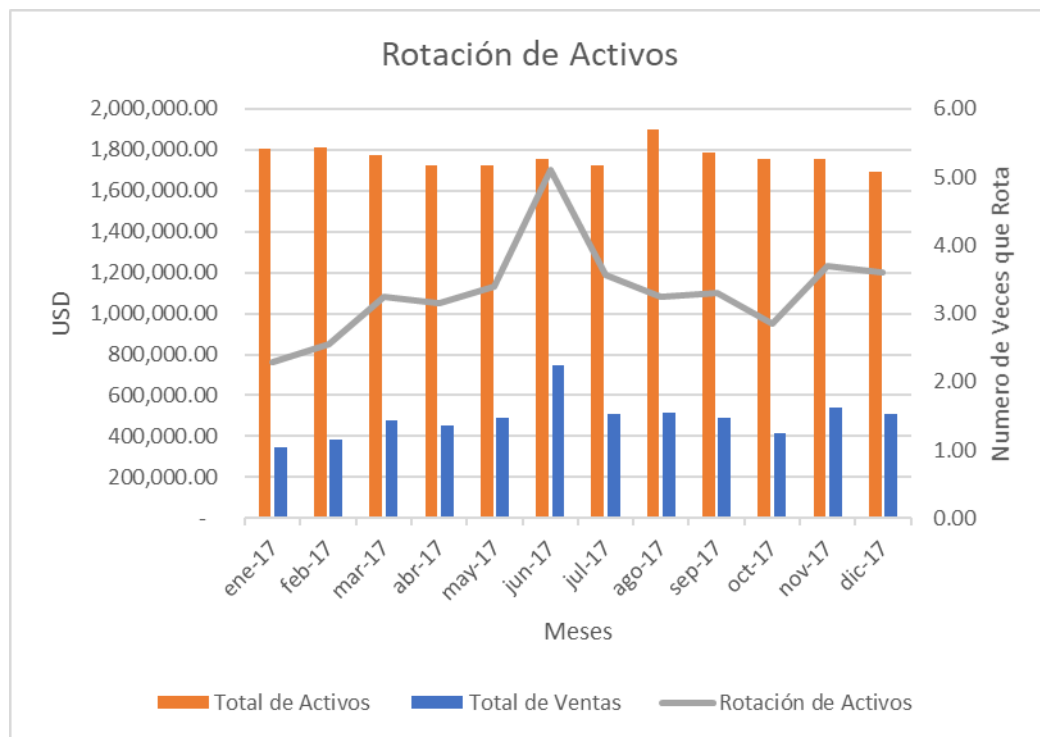


Gráfico 3.-21: Rotación de Activos con DDMRP

Se elimina la distribución “bi-modal” de inventario. “Mucho de lo que no se vende – y poco de lo que si se vende”, adicional se elimina las obsolescencias al contar con los buffer y todo el inventario cuenta en con menos del 75% de recorrido de su vida útil.

Al implementar el DDMRP desaparecen los costos relacionados por urgencias, debido a que ahora la planeación se la realiza basada en la demanda.

Si en el 2017 se hubiera implementado DDMRP el ROA obtenido hubiera sido en el año en mención 8% lo cual representa un 3% que la situación real que vivió la compañía en el año en mención.

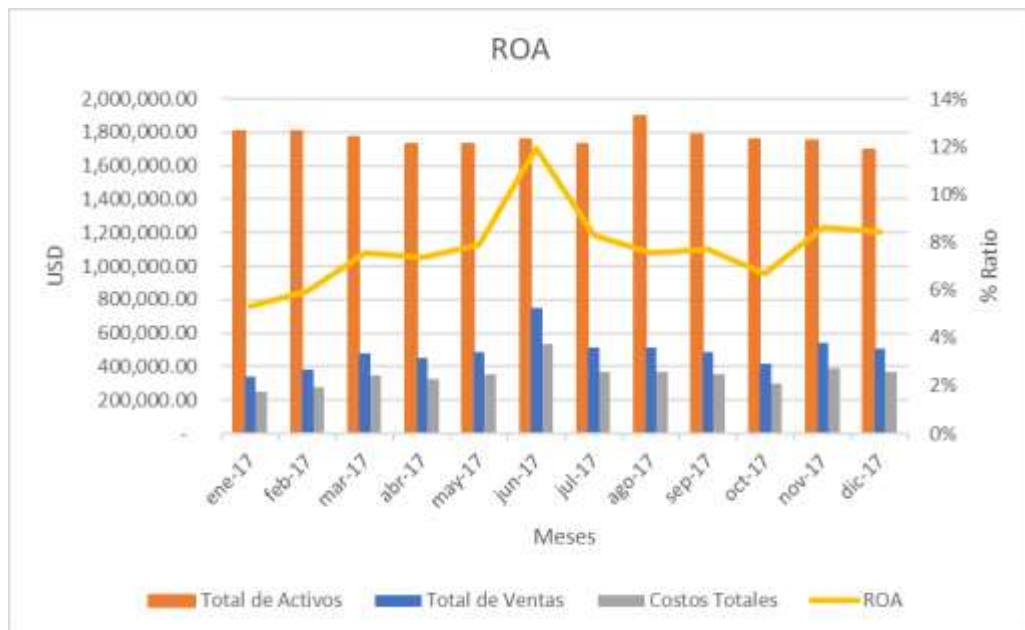


Gráfico 3.22: ROA con DDMRP

El inventario con la aplicación de DDMRP rota más veces lo que significa que los productos permanecen menos tiempo en la bodega. Se obtiene que si en el 2017 se hubiera aplicado la metodología en promedio el inventario hubiera rotado 10.1 veces en el año frente a la no aplicación que es 3.75. Con DDMRP el inventario se encuentra almacenado un poco más de un mes.



Gráfico 3.23: Rotación del Inventario con DDMRP

3.3. Implementación DDMRP 2018

Como se pudo observar la metodología DDMRP presenta múltiples beneficios dentro de ellos: permite un mejor nivel de servicio con un menor costo de inventario, el ROA y los activos rotan más veces, es por ello el escenario de aplicar DDMRP para el 2018 tiene las siguientes consideraciones:

- Se considera como inventario inicial el inventario real con el que cerró la compañía en el diciembre 2017 (no con él es el escenario de aplicación DDMRP puesto que este último era hipotético).

- Se analizarán los mismos 14 productos del 2017 puesto que son los más representativos para la compañía, el lead time y el MOQ de los productos en mención se mantienen.
- Los factores de posicionamiento estratégico son los mismos establecidos para el 2017.
- Las fórmulas para calcular los buffers y los topes de las zonas de los buffers se encuentra detallada en el Capítulo 2 en el que se describe la metodología, en la implementación del 2017 se encuentra detallado con ejemplos como se realizarán los cálculos en mención, en el anexo 2 encontraremos las tablas para cada uno de los buffers de los 14 productos mencionado.

Luego de realizar el análisis del flujo (las tablas se encuentran en el Anexo 2) de cada uno de los productos se obtiene como resultado de la implementación DDMRP para el 2018:

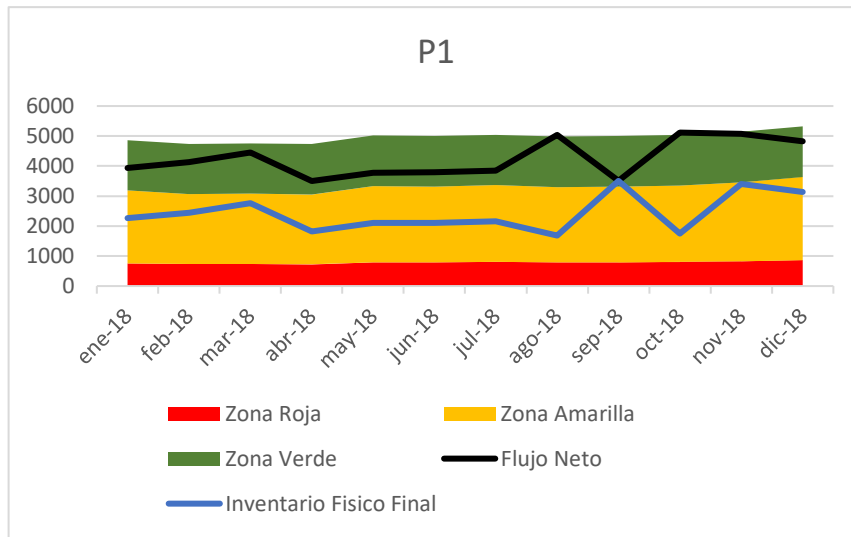


Gráfico 324: Resultado de Simulación de P1 para el 2018

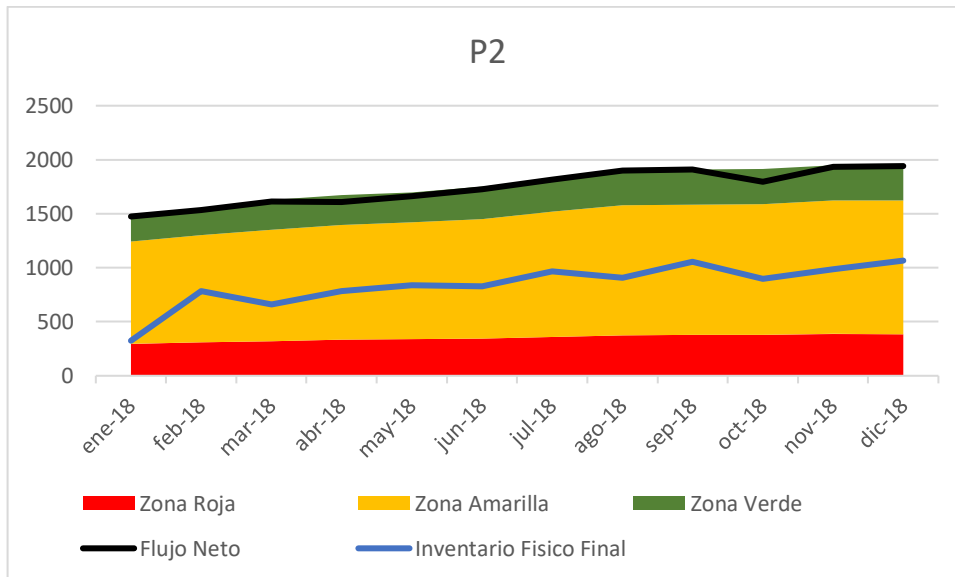


Gráfico 3.25: Resultado de Simulación de P2 para el 2018

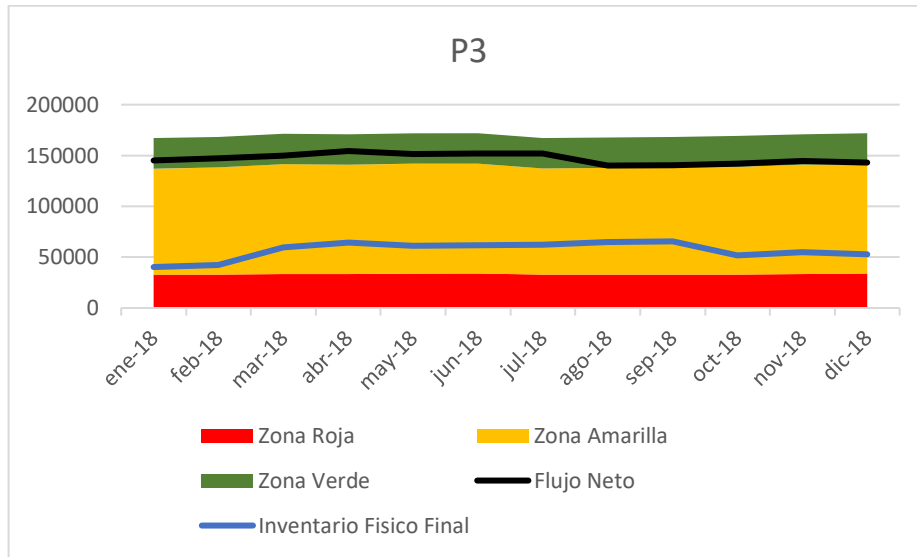


Gráfico 3.26: Resultado de Simulación de P3 para el 2018

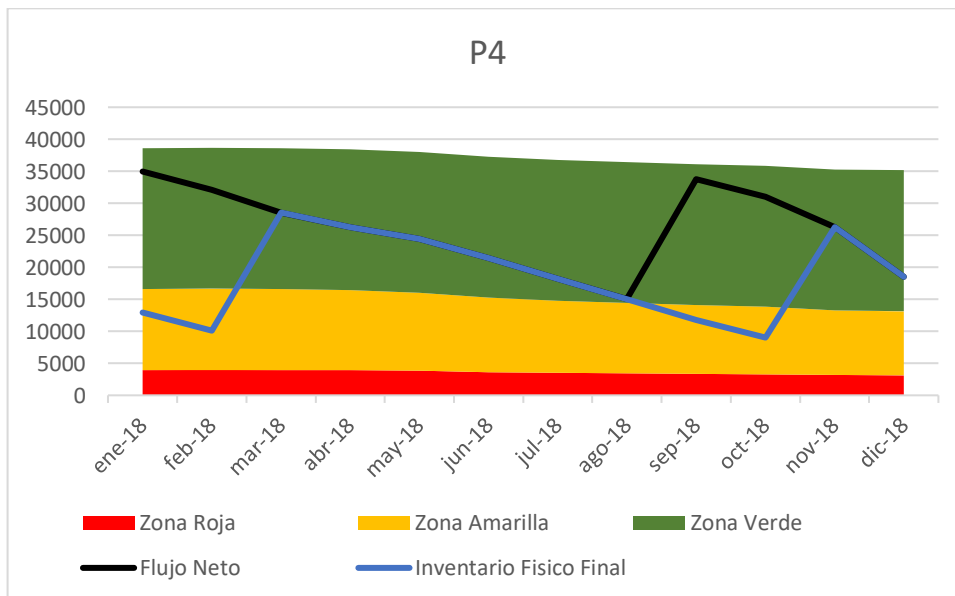


Gráfico 3.27: Resultado de Simulación de P4 para el 2018

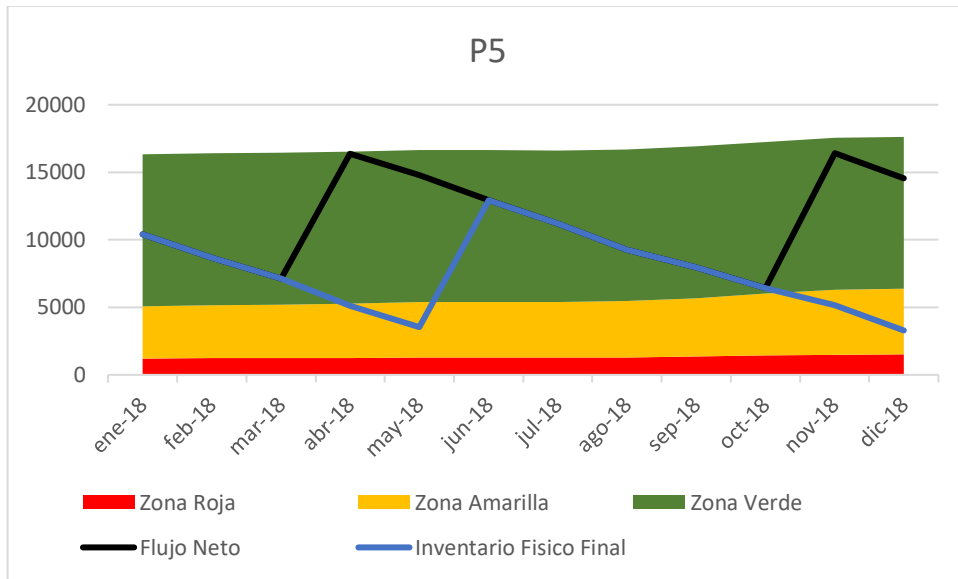


Gráfico 3.28: Resultado de Simulación de P5 para el 2018

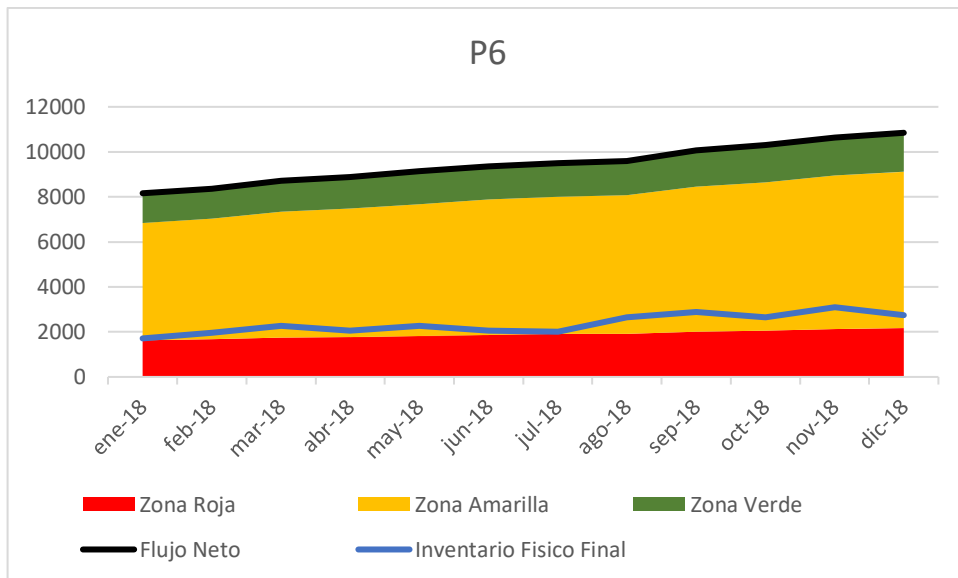


Gráfico 3.29: Resultado de Simulación de P6 para el 2018

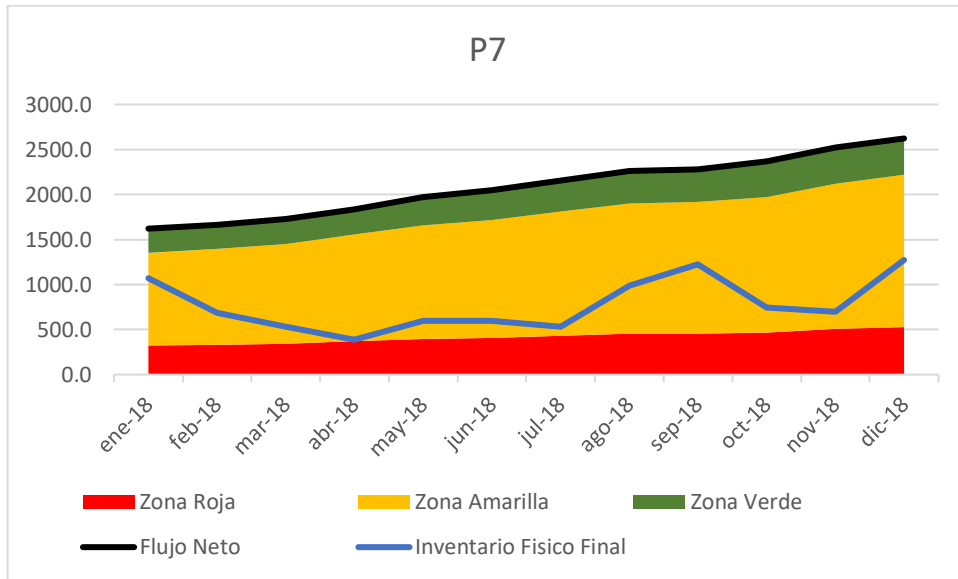


Gráfico 3.30: Simulación de P7 para el 2018

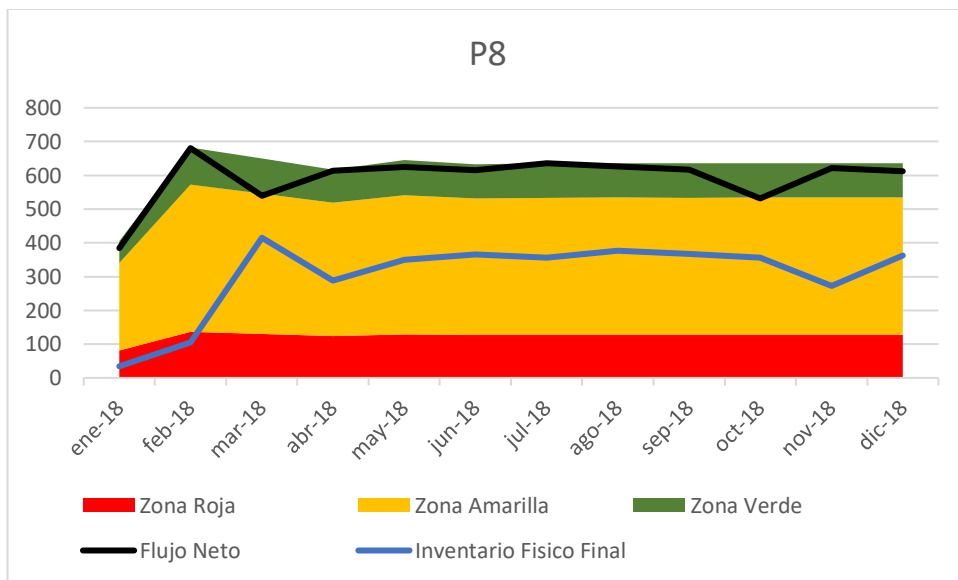


Gráfico 3.31: Resultado de Simulación P8 para el 2018

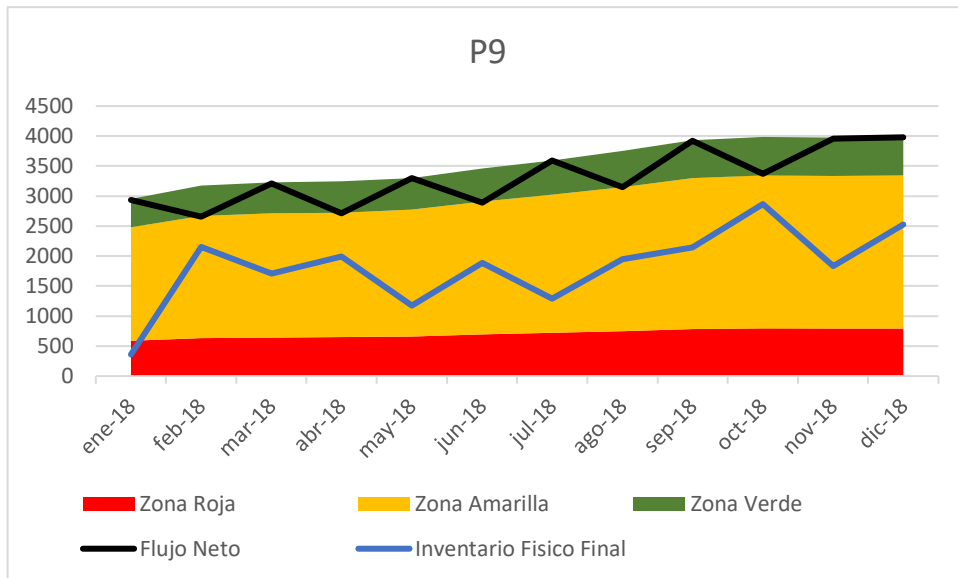


Gráfico 3.32: Resultados de Simulación P9 para el 2018

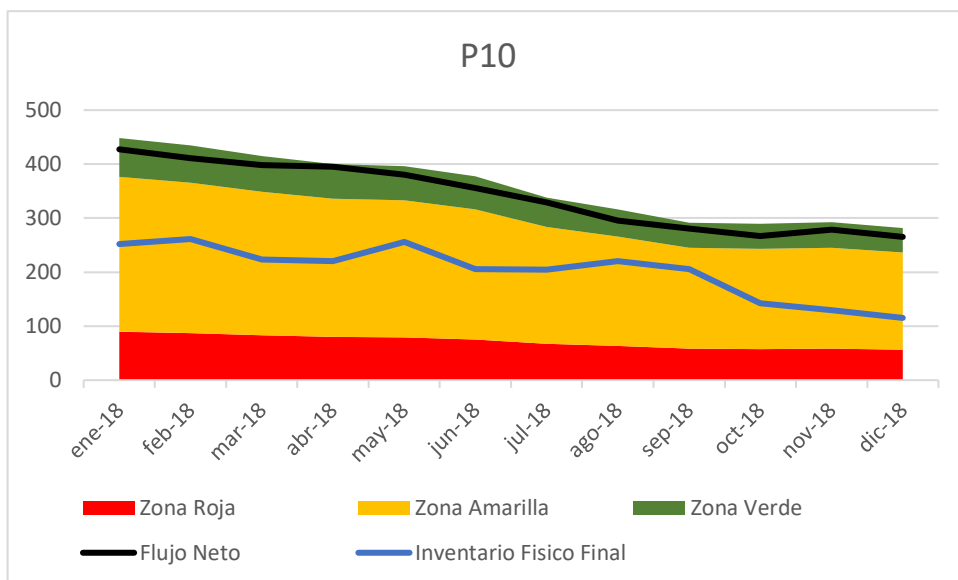


Gráfico 3.33: Resultado de Simulación P10 para el 2018

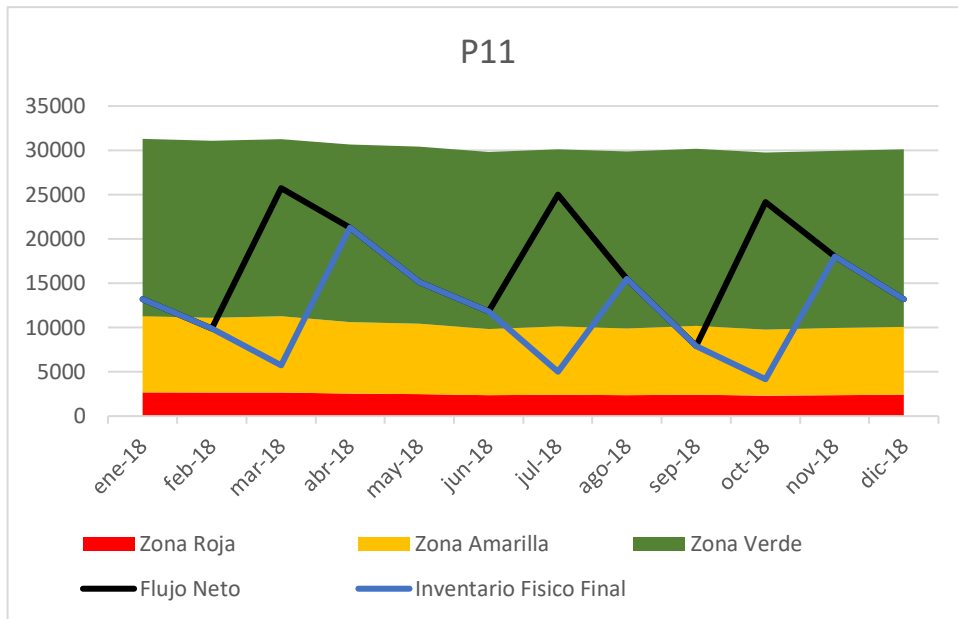


Gráfico 3.34: Resultado de Simulación P11 para el 2018

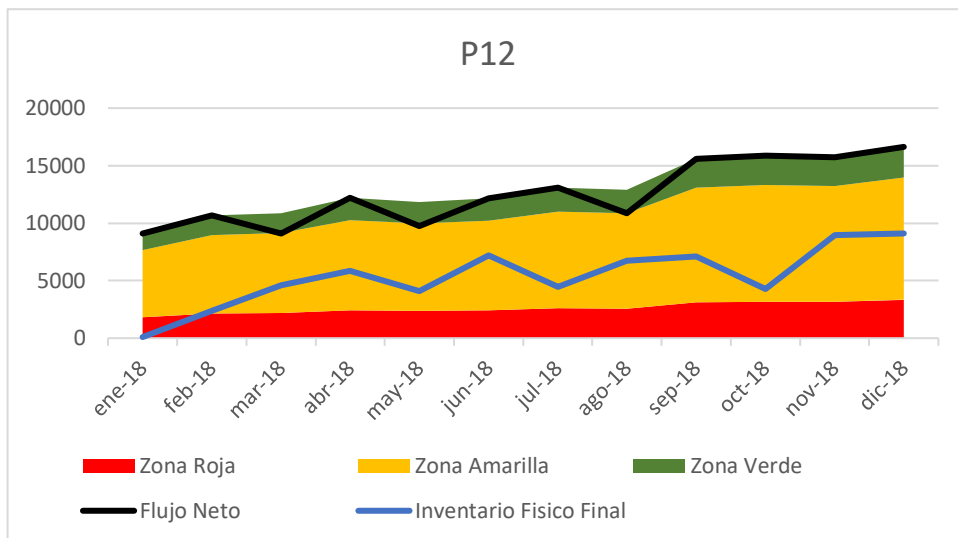


Gráfico 3.35: Resultado de Simulación P12 para el 2018

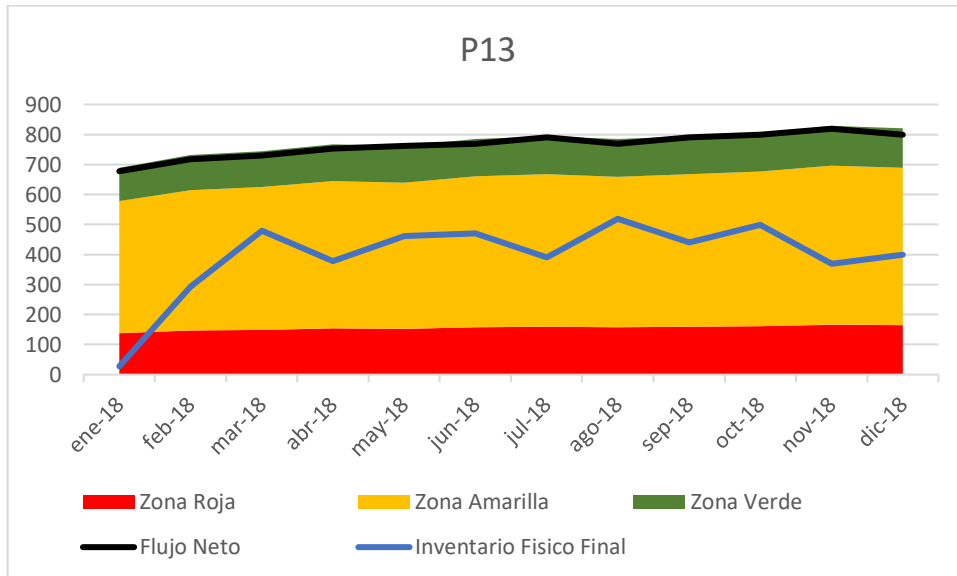


Gráfico 3.36: Resultado de Simulación P13 para el 2018

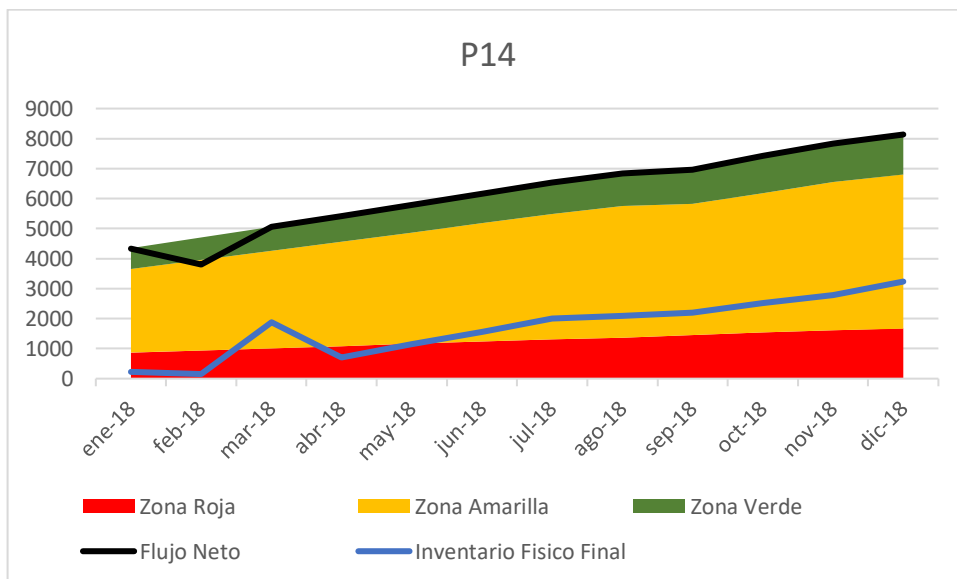


Gráfico 3.37: Resultado de Simulación P14 para el 2018

Si en el año 2018 se implementa el modelo de Gestión Demand Driven MRP, los resultados serían:

- Disminución del inventario almacenado con respecto al año 2017, existiría una reducción entre el 48% y el 52% que representa cerca de \$600.000,00 USD.

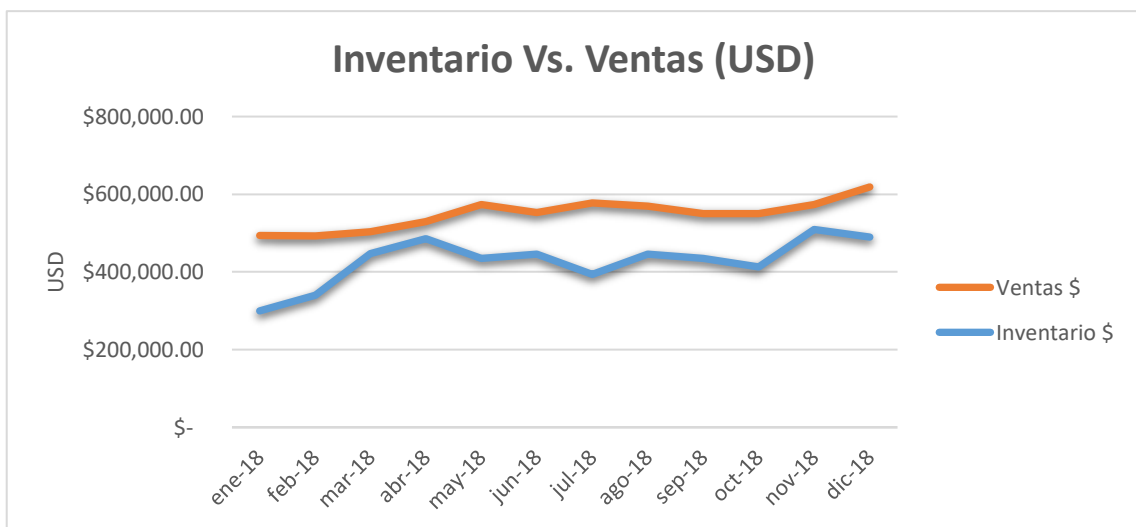


Gráfico 3.38: Inventario Vs. Ventas en USD 2018

- Mejor nivel de servicio, pudiendo cumplir a cabalidad la política de despachos ya que se cuenta con suficiente stock para poder cubrir la demanda.

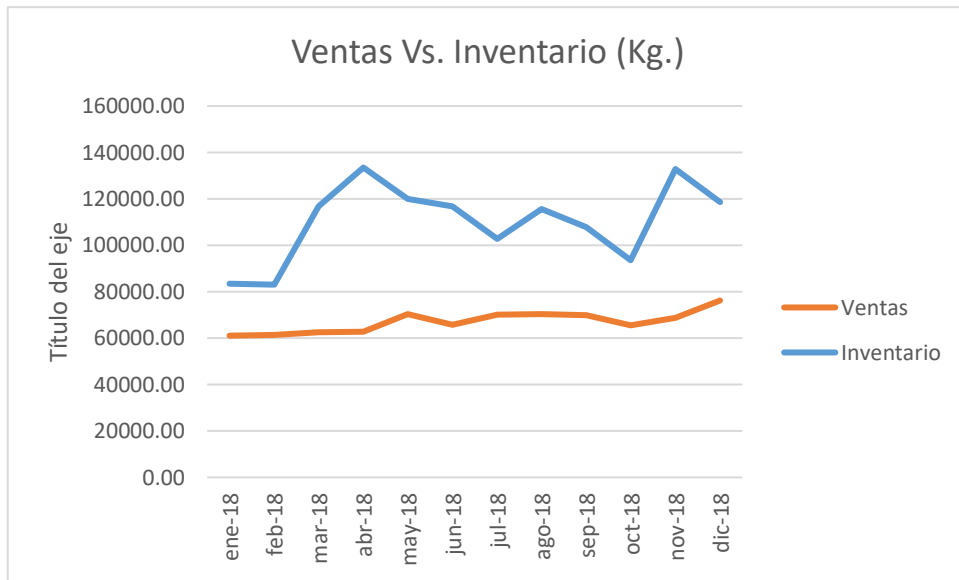


Gráfico 3.39: Inventario Vs. Ventas en Kg.

- Mejora la Rotación de los Activos, ya que para el 2018 rotarán 3.74 veces en el año.



Gráfico 3.40: Rotación de Activos

- Mejora el Retorno sobre los activos, ya que el ratio ahora se ubicaría en un 9% lo significa que se aprovecha de mejor forma los activos con los que cuenta la compañía.

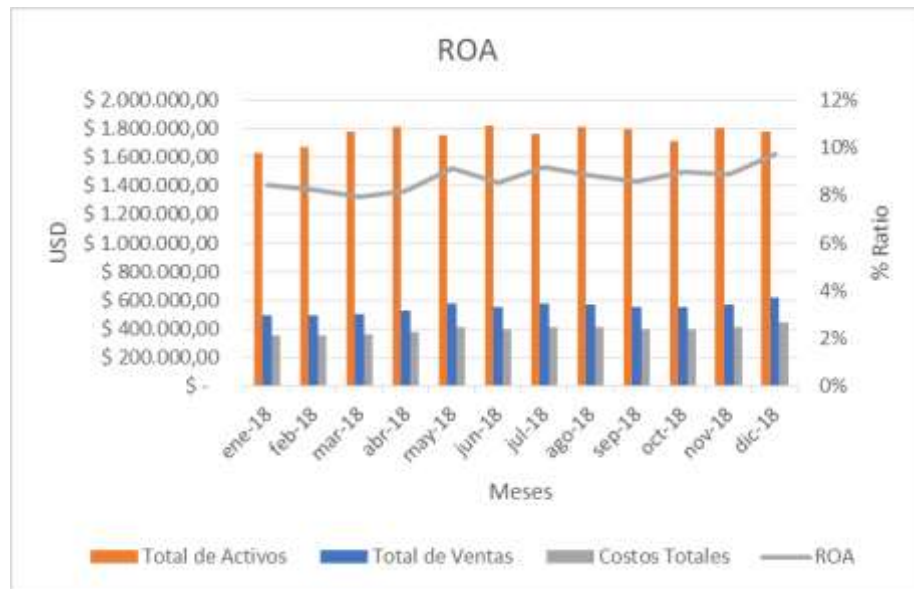


Gráfico 3.41: Rotación de Activos 2018

- Mejora la rotación del inventario, ya que en el 2018 el promedio del año es de 11.36, lo cual significa que el inventario rota casi cada mes.



Gráfico 3.42: Rotación de Activos 2018

CAPITULO 4

CONCLUSIONES

El modelo DDMRP se construye teniendo en cuenta el flujo de materiales e información relevante, el buffer es el principal mecanismo de planeación y todas las señales de órdenes de reposición de artículos en buffer deben ser generadas a través o desde el mismo buffer, para los artículos que son considerados buffer estratégico, se debe contar con la información relevante como: demanda, inventario físico e inventario en tránsito, que se combina en el buffer para planearlo, el objetivo de los buffers es:

- Desacopla el lead time de reposición.
- Proporciona beneficios para ambos lados del buffer.
- Es independiente de los pedidos.
- Es el principal mecanismo de planeación.
- Tiene prioridad relativa.
- Se ajusta dinámicamente con base en la tasa de cambio del consumo a través de un horizonte de tiempo definido por el usuario.

El DDMRP cuenta con una metodología ya establecida que se basa en posicionar, proteger y halar.

Una vez realizada la simulación de la implementación en la compañía se observa que la metodología es una buena herramienta para optimizar el manejo del inventario, permite que se mejore el nivel de servicio gracias al input de la planeación de las ventas (demanda calificada), permite una mejor dimensión del inventario, ayuda a que aumente la rotación del inventario y el ROA mejora en un 2% para el 2017 y un 3% para el 2018.

Tal como se menciona en el capítulo de 3 con la implementación del DDMRP si en el 2017 se hubiera trabajado bajo la metodología en mención se hubiera adquirido aproximadamente 641.000,00 USD menos frente a las compras en efecto realizadas y si se lo aplica en el 2018 el ahorro aproximado es de 600.000,00 frente al inventario del 2017 inclusive incrementando las ventas. A continuación, se presenta una tabla comparativa de los escenarios de la situación actual del 2017 y de las simulaciones del 2017 y 2018.

Tabla 4.1: Comparación de Simulación

	Resultados Reales del 2017	Simulación DDMRP 2017	Simulación DDMRP 2018
ROA	6%	8%	9%
Rotación de Activos	2.28 veces al año	3.33 veces al año	3.74 veces al año
Rotación de Inventarios	3.75 veces al año	10.01 veces al año	11.36 veces al año
Inventario en USD	\$1'049.912,39	\$ 430.247,36	\$ 423.805,69

Una oportunidad de mejora es en la planeación y creación de los buffers, en los cuales se puede incluir el tipo de productos relacionado a proveedores para poder optimizar los costos de envíos desde una misma fabrica y que este criterio se encuentre relacionado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cahon, G., & Terwiesch, C. (2013). *Matching Supply with Demand: An Introduction to Operational Management*. NY: McGraw-Hill Irwin.
- DDI. (2018). Demand Driven Planner Program.
- Escudero Zambrano, M. J. (2011). *Gestión de Aprovisionamiento*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Ferrín Gutierrez, A. (2007). *Gestión en la Logística de Almacenes*. Madrid: Graficas Marcar, S.A.
- Hietikko, J. (2014). SUPPLY CHAIN INTEGRATION WITH DEMAND DRIVEN MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING SYSTEM
Case: Wärtsilä 4-Stroke. VAASA, FINLANDIA.
- Logística, A. P. (6 de Mayo de 2017). *APPROLOG*. Obtenido de <http://approlog.org>
- Míguez Pérez, M., & Bastos Boubeta, A. I. (2006). *Introducción a la Gestión de Stocks. El proceso de control, valoración y gestión de stocks*. Ideaspropias editorial Vigo.
- MRP, D. D. (2013). *Conceptos Básicos de Demand Driven MRP*.
- Muller, M. (2011). *Essentials of Inventory Management*. NY.
- Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios*. México: Cengage Learning Editores.
- Orlicky, J. (1975). *MRP, The New Way of Life in Production and Inventory*. McGraw-Hill.
- Patk, C. A., & Smith, C. J. (2016). *Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)*. Industrial Press Inc.

- Ptak, C. (2016). *Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)*. South Norwalk, Connecticut: Industrial Press.
- Ptak, C., & Smith, C. (2011). *Orlicky's Material Requirements Planning* (3rd ed.). USA: McGraw-Hill.
- Rubiro Ferrer, J., & Villaroel Valdemoro, S. (2012). *Gestión de Pedidos y Stocks*.
- Smith, C., & Patk, C. (2017). Lean encuentra un socio en Demand Driven MRP (DDMRP). *Demand Driven Institute (DDI)*, 9.
- Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, F. R. (2005). *Manufacturing Planning & Control Systems for Supply Chain Management*. USA: McGraw-Hill.
- Yedra, Y. (28 de Marzo de 2017). *Sistema de Planificación de Recursos Empresariales ERP*. Obtenido de <https://www.slideshare.net>
- Zhang, Y., & Downey, K. (31 de 20 de 2017). *infoday*. Obtenido de <http://www.infoday.com/cilmag/jun17/Zhang-Downey--Ebook-ROI.shtml>

ANEXO 1

Simulación 2017

Para P2:

Tabla A1.1: Perfil del Buffer P2

P2	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	175	700	219
feb-17	225	838	262
mar-17	250	938	293
abr-17	225	850	266
may-17	200	713	223
jun-17	225	838	262
jul-17	275	1038	324
ago-17	325	1238	387
sep-17	325	1225	383
oct-17	300	1200	375
nov-17	325	1213	379
dic-17	300	1188	371

Tabla A1.2: Tope del Buffer P2

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
219	919	1094
262	1099	1324
293	1230	1480
266	1116	1341
223	935	1135
262	1099	1324
324	1362	1637
387	1624	1949
383	1608	1933
375	1575	1875
379	1591	1916
371	1559	1859

Tabla A1.3: Flujo del Buffer P2

P2	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	262,00	62,00	537,00	512,00	562,00	537,00	512,00	712,00	512,00	812,00	812,00	762,00
Inventario en Tránsito (órdenes emitidas)	875,00	575,00	725,00	575,00	400,00	600,00	650,00	1125,00	800,00	775,00	850,00	725,00
Inventario en Tránsito (órdenes recibidas)	200	875,00	575,00	725,00	575,00	400,00	600,00	650,00	1125,00	800,00	775,00	850,00
Demanda Calificada	400	400	600	675	600	425	400	850	825	800	825	775
Flujo Neto	937,00	1112,00	1237,00	1137,00	937,00	1112,00	1362,00	1637,00	1612,00	1587,00	1612,00	1562,00
Inventario Físico Final	62,00	537,00	512,00	562,00	537,00	512,00	712,00	512,00	812,00	812,00	762,00	837,00

Tabla A1.4: Estado del Buffer P2

P2	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	219	262	293	266	223	262	324	387	383	375	379	371
Zona Amarilla	700	838	938	850	713	838	1038	1238	1225	1200	1213	1188
Zona Verde	175	225	250	225	200	225	275	325	325	300	325	300
Flujo Neto	937	1112	1237	1137	937	1112	1362	1637	1612	1587	1612	1562
Inventario Físico Final	62	537	512	562	537	512	712	512	812	812	762	837

Para P4:

Tabla A1.5: Perfil del Buffer P4

P4	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	22000	10127	3165
feb-17	22000	10652	3329
mar-17	22000	11675	3648
abr-17	22000	12425	3883
may-17	22000	12878	4024
jun-17	22000	12966	4052
jul-17	22000	12292	3841
ago-17	22000	12644	3951
sep-17	22000	13740	4294
oct-17	22000	15714	4911
nov-17	22000	16518	5162
dic-17	22000	17259	5394

Tabla A1.6: Tope del Buffer P4

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
3165	13291	35291
3329	13980	35980
3648	15323	37323
3883	16308	38308
4024	16903	38903
4052	17018	39018
3841	16133	38133
3951	16595	38595
4294	18034	40034
4911	20625	42625
5162	21680	43680
5394	22653	44653

Tabla A1.7: Flujo del Buffer P4

P4	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	12741	9616	6564	24614	20964	16889	12189	8086	25923	21897	17442	12183
Inventario en Transito (ordenes emitidas en)	22000					22000					22000	
Inventario en Transito (ordenes antiguas)		22000	0	0	0	0	22000	0	0	0	0	22000
Inventario en Transito (ordenes recibidas)		0	22000	0	0	0	0	22000	0	0	0	0
Demanda Calificada	3125	3052	3950	3650	4075	4700	4103	4163	4026	4455	5259	6000
Flujo Neto	31616	28564	24614	20964	16889	34189	30086	25923	21897	17442	34183	28183
Inventario Físico Final	9616	6564	24614	20964	16889	12189	8086	25923	21897	17442	12183	6183

Tabla A1.8: Estado del Buffer P4

P4	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	3165	3329	3648	3883	4024	4052	3841	3951	4294	4911	5162	5394
Zona Amarilla	10127	10652	11675	12425	12878	12966	12292	12644	13740	15714	16518	17259
Zona Verde	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000
Flujo Neto	31616	28564	24614	20964	16889	34189	30086	25923	21897	17442	34183	28183
Inventario Físico Final	9616	6564	24614	20964	16889	12189	8086	25923	21897	17442	12183	6183

Para P5:

Tabla A1.9: Perfil del Buffer P5

P5	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	11250	4075	1273
feb-17	11250	4575	1430
mar-17	11250	4500	1406
abr-17	11250	5175	1617
may-17	11250	5000	1563
jun-17	11250	4725	1477
jul-17	11250	3050	953
ago-17	11250	2200	688
sep-17	11250	1950	609
oct-17	11250	3175	992
nov-17	11250	3600	1125
dic-17	11250	4050	1266

Tabla A1.10: Tope de Buffer P4

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
1273	5348	16598
1430	6005	17255
1406	5906	17156
1617	6792	18042
1563	6563	17813
1477	6202	17452
953	4003	15253
688	2888	14138
609	2559	13809
992	4167	15417
1125	4725	15975
1266	5316	16566

Tabla A1.11: Flujo del Buffer P5

P5	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	1240	11340	9690	8415	6765	5190	3240	1765	11715	11440	10815	9765
Inventario en Tránsito (órdenes emitidas en el período)						11250						
Inventario en Tránsito (órdenes antiguas)		0	0	0	0	0	11250	0	0	0	0	0
Inventario en Tránsito (órdenes recibidas)	11250	0	0	0	0	0	0	11250	0	0	0	0
Demanda Calificada	1150	1650	1275	1650	1575	1950	1475	1300	275	625	1050	1500
Flujo Neto	11340	9690	8415	6765	5190	14490	13015	11715	11440	10815	9765	8265
Inventario Físico Final	11340	9690	8415	6765	5190	3240	1765	11715	11440	10815	9765	8265

Tabla A1.12: Estado DDMPR P5

P5	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	1273	1430	1406	1617	1563	1477	953	688	609	992	1125	1266
Zona Amarilla	4075	4575	4500	5175	5000	4725	3050	2200	1950	3175	3600	4050
Zona Verde	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250
Flujo Neto	11340	9690	8415	6765	5190	14490	13015	11715	11440	10815	9765	8265
Inventario Físico Final	11340	9690	8415	6765	5190	3240	1765	11715	11440	10815	9765	8265

Para P7:

Tabla A1.13: Perfil del Buffer de P7

P7	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	200	767	240
feb-17	200	711	222
mar-17	225	833	260
abr-17	250	978	306
may-17	275	1099	343
jun-17	300	1188	371
jul-17	300	1165	364
ago-17	250	989	309
sep-17	250	967	302
oct-17	325	1211	378
nov-17	375	1433	448
dic-17	400	1533	479

Tabla A1..14: Tope de Buffer de P7

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
240	1006	1206
222	933	1133
260	1094	1319
306	1283	1533
343	1442	1717
371	1559	1859
364	1530	1830
309	1298	1548
302	1269	1519
378	1590	1915
448	1881	2256
479	2013	2413

Tabla A1.15: Flujo de Buffer P7

P7	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	2249,00	1499,00	924,00	524,00	498,90	448,90	723,90	676,90	526,90	651,90	801,90	601,90
Inventario en Transito (ordenes emitidas)			600,00	800,00	1000,00	850,00	900,00	800,00	650,00	800,00	1600,00	1100,00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)		0,00	0,00	600,00	800,00	1000,00	850,00	900,00	800,00	650,00	800,00	1600,00
Demanda Calificada	750	575	400	625	850	725	897	1050	675	500	1000	1225
Flujo Neto	1499	924	1124	1299	1449	1574	1577	1327	1302	1602	2202	2077
Inventario Físico Final	1499	924	524	499	449	724	677	527	652	802	602	977

Tabla A1..16: Estado DDMRP P7

P7	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	239,6	222,2	260,4	305,6	343,3	371,1	364,2	309,0	302,1	378,5	447,9	479,2
Zona Amarilla	766,7	711,2	833,4	977,8	1098,7	1187,6	1165,3	988,9	966,7	1211,1	1433,3	1533,3
Zona Verde	200	200	225	250	275	300	300	250	250	325	375	400
Flujo Neto	1499	924	1124	1299	1449	1574	1577	1327	1302	1602	2202	2077
Inventario Físico Final	1499	924	524	499	449	724	677	527	652	802	602	977

Tabla A1.17: Perfil del Buffer P8

P8	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	1525	6037	1887
feb-17	1650	6559	2050
mar-17	1875	7447	2327
abr-17	1900	7551	2360
may-17	1325	5254	1642
jun-17	1250	4919	1537
jul-17	675	2611	816
ago-17	675	2611	816
sep-17	200	752	235
oct-17	75	251	78
nov-17	75	251	78
dic-17	150	501	157

Tabla A1.18: Tope de Buffer P8

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
1887	7923	9448
2050	8609	10259
2327	9774	11649
2360	9911	11811
1642	6895	8220
1537	6457	7707
816	3427	4102
816	3427	4102
235	987	1187
78	329	404
78	329	404
157	658	808

Tabla A1.19: Flujo de Buffer P8

P8	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	2540,00	4140,00	4480,00	3980,00	5380,00	4770,00	1995,00	4095,00	575,00	95,00	95,00	95,00
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	3800,00	4200,00	5800,00	4550,00	2125,00	2100,00	1000,00				400,00	
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	5000	3800,00	4200,00	5800,00	4550,00	2125,00	2100,00	1000,00	0,00	0,00	0,00	400,00
Demanda Calificada	3400	3460	4700	4400	5160	4900	0	4520	480	0	0	480
Flujo Neto	7940	8680	9780	9930	6895	4095	5095	575	95	95	495	15
Inventario Físico Final	4140	4480	3980	5380	4770	1995	4095	575	95	95	95	15

Tabla A1.20: Estado DDMRP P8

P8	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	1887	2050	2327	2360	1642	1537	816	816	235	78	78	157
Zona Amarilla	6037	6559	7447	7551	5254	4919	2611	2611	752	251	251	501
Zona Verde	1525	1650	1875	1900	1325	1250	675	675	200	75	75	150
Flujo Neto	7940	8680	9780	9930	6895	4095	5095	575	95	95	495	15
Inventario Físico Final	4140	4480	3980	5380	4770	1995	4095	575	95	95	95	15

Tabla A1.21: Perfil del Buffer P9

P9	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	300	1167	365
feb-17	425	1643	513
mar-17	475	1876	586
abr-17	475	1876	586
may-17	475	1883	589
jun-17	475	1883	589
jul-17	475	1833	573
ago-17	475	1900	594
sep-17	575	2267	708
oct-17	675	2683	839
nov-17	750	2950	922
dic-17	725	2900	906

Tabla A1.22: Tope de Buffer P9

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
365	1531	1831
513	2156	2581
586	2462	2937
586	2462	2937
589	2472	2947
589	2472	2947
573	2406	2881
594	2494	2969
708	2975	3550
839	3522	4197
922	3872	4622
906	3806	4531

Tabla A1.23: Flujo de Buffer P9

P9	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	660,00	1885,00	1285,00	1285,00	1496,00	1546,00	2071,00	1946,00	1496,00	1696,00	1896,00	2696,00
Inventario en Transito (ordenes emitidas)		875,00	1200,00	1000,00	1400,00	875,00	500,00	1000,00	1300,00	2300,00	1200,00	1400,00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	1500	0,00	875,00	1200,00	1000,00	1400,00	875,00	500,00	1000,00	1300,00	2300,00	1200,00
Demanda Calificada	275	600	875	989	950	875	1000	950	800	1100	1500	1425
Flujo Neto	1885	2160	2485	2496	2946	2946	2446	2496	2996	4196	3896	3871
Inventario Físico Final	1885	1285	1285	1496	1546	2071	1946	1496	1696	1896	2696	2471

Tabla A1.24: Estado DDMRP P9

P9	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	365	513	586	586	589	589	573	594	708	839	922	906
Zona Amarilla	1167	1643	1876	1876	1883	1883	1833	1900	2267	2683	2950	2900
Zona Verde	300	425	475	475	475	475	475	475	575	675	750	725
Flujo Neto	1885	2160	2485	2496	2946	2946	2446	2496	2996	4196	3896	3871
Inventario Físico Final	1885	1285	1285	1496	1546	2071	1946	1496	1696	1896	2696	2471

Tabla A1.25: Perfil de Buffer de P10

P10	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	100	336	105
feb-17	100	336	105
mar-17	100	322	101
abr-17	100	379	118
may-17	125	412	129
jun-17	125	412	129
jul-17	75	278	87
ago-17	75	211	66
sep-17	50	189	59
oct-17	50	156	49
nov-17	50	189	59
dic-17	50	111	35

Tabla A1.26: Tope de Buffer de P10

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
105	440	540
105	440	540
101	423	523
118	497	597
129	541	666
129	541	666
87	365	440
66	277	352
59	248	298
49	204	254
59	248	298
35	146	196

Tabla A1.27: Flujo de Buffer P10

P10	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	353,00	503,00	223,00	173,00	223,00	223,00	146,00	271,00	121,00	196,00	146,00	46,00
Inventario en Transito (ordenes emitidas)		225,00	250,00	250,00	325,00	400,00	100,00	175,00	75,00	100,00	150,00	
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	350	0,00	225,00	250,00	250,00	325,00	400,00	100,00	175,00	75,00	100,00	150,00
Demanda Calificada	200	280	275	200	250	402	275	250	100	125	200	25
Flujo Neto	503	448	423	473	548	546	371	296	271	246	196	171
Inventario Físico Final	503	223	173	223	223	146	271	121	196	146	46	171

Tabla A1..28: Estado DDMRP P10

P10	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	105	105	101	118	129	129	87	66	59	49	59	35
Zona Amarilla	336	336	322	379	412	412	278	211	189	156	189	111
Zona Verde	100	100	100	100	125	125	75	75	50	50	50	50
Flujo Neto	503	448	423	473	548	546	371	296	271	246	196	171
Inventario Físico Final	503	223	173	223	223	146	271	121	196	146	46	171

Tabla A1.29: Perfil de Buffer de P11

P11	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	20000	7902	2469
feb-17	20000	8040	2512
mar-17	20000	11801	3688
abr-17	20000	8463	2645
may-17	20000	9751	3047
jun-17	20000	8750	2734
jul-17	20000	13113	4098
ago-17	20000	10263	3207
sep-17	20000	8988	2809
oct-17	20000	4951	1547
nov-17	20000	6250	1953
dic-17	20000	4625	1445

Tabla A1.30: Tope de Buffer de P11

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
2469	10371	30371
2512	10552	30552
3688	15488	35488
2645	11108	31108
3047	12798	32798
2734	11485	31485
4098	17210	37210
3207	13470	33470
2809	11797	31797
1547	6498	26498
1953	8203	28203
1445	6070	26070

Tabla A1.31: Flujo de Buffer P11

P11	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	14642	9142	6863	18838	13063	3262	21912	13561	25761	15686	13035	7785
Inventario en Transito (ordenes emitidas)		20000			20000		20000					20000
Inventario en Transito (ordenes recibidas)			20000	0	0	20000	0	20000	0	0	0	0
Demanda Calificada	5500	2279	8025	5775	9801	1350	8351	7800	10075	2651	5250	2000
Flujo Neto	9142	26863	18838	13063	23262	21912	33561	25761	15686	13035	7785	25785
Inventario Físico Final	9142	6863	18838	13063	3262	21912	13561	25761	15686	13035	7785	5785

Tabla A1.32: Estado DDMRP P11

P11	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	2469	2512	3688	2645	3047	2734	4098	3207	2809	1547	1953	1445
Zona Amarilla	7902	8040	11801	8463	9751	8750	13113	10263	8988	4951	6250	4625
Zona Verde	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Flujo Neto	9142	26863	18838	13063	23262	21912	33561	25761	15686	13035	7785	25785
Inventario Físico Final	9142	6863	18838	13063	3262	21912	13561	25761	15686	13035	7785	5785

Tabla A1.33: Perfil de Buffer P12

P12	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	575	2223	695
feb-17	650	2556	799
mar-17	650	2530	791
abr-17	650	2581	807
may-17	575	2249	703
jun-17	725	2811	878
jul-17	650	2504	783
ago-17	950	3731	1166
sep-17	1025	4063	1270
oct-17	1250	4958	1549
nov-17	1225	4830	1509
dic-17	1150	4523	1414

Tabla A1..34: Tope de Buffer P12

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
695	2918	3493
799	3354	4004
791	3321	3971
807	3388	4038
703	2952	3527
878	3690	4415
783	3287	3937
1166	4897	5847
1270	5333	6358
1549	6507	7757
1509	6339	7564
1414	5937	7087

Tabla A1.35: Flujo de Buffer P12

P12	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	850,00	2250,00	2425,00	1675,00	1750,00	1700,00	1800,00	1700,00	1750,00	2050,00	3525,00	2850,00
Inventario en Transito (ordenes emitidas)		1000,00	750,00	900,00	500,00	1400,00	800,00	3275,00	1000,00	2000,00	1500,00	1000,00
Inventario en Transito (Transito)	1000,00	0,00	1000,00	750,00	900,00	500,00	1400,00	800,00	3275,00	1000,00	2000,00	1500,00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	2000	1000,00	0,00	1000,00	750,00	900,00	500,00	1400,00	800,00	3275,00	1000,00	2000,00
Demanda Calificada	600	825	750	925	800	800	600	1350	500	1800	1675	1375
Flujo Neto	3250	3425	3425	3400	3100	3700	3900	5825	6325	6525	6350	5975
Inventario Físico Final	2250	2425	1675	1750	1700	1800	1700	1750	2050	3525	2850	3475

Tabla A1..36: Estado DDMRP P12

P12	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	695	799	791	807	703	878	783	1166	1270	1549	1509	1414
Zona Amarilla	2223	2556	2530	2581	2249	2811	2504	3731	4063	4958	4830	4523
Zona Verde	575	650	650	650	575	725	650	950	1025	1250	1225	1150
Flujo Neto	3250	3425	3425	3400	3100	3700	3900	5825	6325	6525	6350	5975
Inventario Físico Final	2250	2425	1675	1750	1700	1800	1700	1750	2050	3525	2850	3475

Tabla A1..37: Perfil de Buffer P13

P13	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	100	300	94
feb-17	125	431	135
mar-17	100	353	110
abr-17	125	418	131
may-17	125	444	139
jun-17	125	470	147
jul-17	125	483	151
ago-17	100	353	110
sep-17	125	483	151
oct-17	150	561	175
nov-17	200	718	224
dic-17	175	692	216

Tabla A1.38: Tope de Buffer P13

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
94	394	494
135	565	690
110	463	563
131	548	673
139	583	708
147	617	742
151	634	759
110	463	563
151	634	759
175	737	887
224	942	1142
216	908	1083

Tabla A1.39: Flujo de Buffer P13

P13	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	201	76	151	551	176	376	351	201	426	151	476	401
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	400	525		375	225	275	450		500	400	545	400
Inventario en Transito (ordenes recibidas)		400	525	0	375	225	275	450	0	500	400	545
Demanda Calificada	125	325	125	375	175	250	425	225	275	175	475	425
Flujo Neto	476	676	551	551	601	626	651	426	651	876	946	921
Inventario Físico Final	76	151	551	176	376	351	201	426	151	476	401	521

Tabla A1.40: Estado DDMRP P13

P13	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	94	135	110	131	139	147	151	110	151	175	224	216
Zona Amarilla	300	431	353	418	444	470	483	353	483	561	718	692
Zona Verde	100	125	100	125	125	125	125	100	125	150	200	175
Flujo Neto	476	676	551	551	601	626	651	426	651	876	946	921
Inventario Físico Final	76	151	551	176	376	351	201	426	151	476	401	521

Tabla A1.41: Perfil de Buffer P14

P14	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-17	225	900	281
feb-17	425	1666	521
mar-17	600	2387	746
abr-17	775	3097	968
may-17	825	3251	1016
jun-17	825	3271	1022
jul-17	850	3348	1046
ago-17	900	3578	1118
sep-17	925	3665	1145
oct-17	950	3792	1185
nov-17	900	3598	1124
dic-17	900	3562	1113

Tabla A1..42: Tope de Buffer P14

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
281	1181	1406
521	2187	2612
746	3133	3733
968	4065	4840
1016	4267	5092
1022	4293	5118
1046	4394	5244
1118	4696	5596
1145	4810	5735
1185	4978	5928
1124	4723	5623
1113	4676	5576

Tabla A1..43: Flujo de Buffer P14

P14	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Inventario Físico	221	471	596	741	941	1061	2711	2261	2861	2286	2311	2251
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	400	1200	1200	2600	700	1700	450	1400	1125	1600	900	1100
Inventario en Transito (Transito)	500	400	1200	1200	2600	700	1700	450	1400	1125	1600	900
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	500	500	400	1200	1200	2600	700	1700	450	1400	1125	1600
Demanda Calificada	250	375	255	1000	1080	950	1150	1100	1025	1375	1185	1150
Flujo Neto	1371	2196	3141	4741	4361	5111	4411	4711	4811	5036	4751	4701
Inventario Físico Final	471	596	741	941	1061	2711	2261	2861	2286	2311	2251	2701

Tabla A1..44: Estado DDMRP P14

P14	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17
Zona Roja	281	521	746	968	1016	1022	1046	1118	1145	1185	1124	1113
Zona Amarilla	900	1666	2387	3097	3251	3271	3348	3578	3578	3665	3792	3598
Zona Verde	225	425	600	775	825	825	850	900	925	950	900	900
Flujo Neto	1371	2196	3141	4741	4361	5111	4411	4711	4811	5036	4751	4701
Inventario Físico Final	471	596	741	941	1061	2711	2261	2861	2286	2311	2251	2701

ANEXO 2

Simulación 2018

Para poder elaborar el modelo de gestión DDMRP, en la sección de ajustes dinámicos y ejecución visible se deben tomar los datos reales de las OC.; con el objetivo de poder realizar la simulación se tomaron los datos históricos de ventas desde el año 2010 y se realizó una proyección de para las ventas del año 2018, la cual fue realizada en el software estadístico R, según modelos Arima y HoltWinters, se analizó cuál de los modelos se ajustaba más se los comparo y el que obtuvo menor error fue considerado como “modelo más ajustado” la información obtenida en Kg. fue:

Tabla A2 .1: Proyección de la Demanda del 2018 en R

Producto	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
P1	1262.534	1495.188	1352.181	2629.231	1400.449	1675.851	1624.691	2157.616	1537.858	1748.983	1717.677	1937.06
P2	775.545	690.7998	872.0873	825.9053	774.3574	834.6455	761.7269	905.5056	842.1143	1012.3864	808.5247	870.2714
P3	41994.19	43110.72	42343.83	40437.53	48162.42	44417.75	44637.1	42078.86	44576.63	43668.28	42099.2	46869.81
P4	3337.368	2850.504	3565.47	2238.669	1851.736	3035.37	3210.191	3168.65	3293.341	2726.538	4762.647	7726.342
P5	925.8365	1154.1264	947.9155	1259.8494	846.3153	1124.1663	945.8747	1117.3445	429.7286	607.6869	365.4576	945.1405
P6	2638.933	2746.62	3154.24	3145.713	3298.146	3532.484	3611.804	3105.309	3499.461	3438.932	3532.137	4024.69
P7	1053.7849	934.9259	1130.0641	1343.8882	1238.3163	1376.212	1516.4407	1167.067	1036.4198	1532.5113	1670.4631	1251.9013
P8	165.5734	278.7811	265.3861	252.2834	263.455	258.6691	259.6452	259.9306	259.555	259.7459	259.6935	259.6909
P9	1139.5676	778.6577	948.0519	1219.5934	1541.2037	1409.6205	1593.6321	1644.0251	1005.2644	1053.8559	1530.0271	1432.537
P10	122.60199	166.07917	188.3517	177.78594	139.52928	175.31485	150.88403	109.10433	90.05908	138.05803	138.10231	163.81517
P11	4266.99	3295.479	4087.775	4387.697	6058.84	3250.292	6712.705	9436.185	7483.232	3674.985	6078.884	4737.252
P12	1901.87	2227.823	2266.377	2549.49	2473.558	2535.821	2726.961	2694.175	3250.09	3310.521	3288.54	3470.725
P13	335.5358	384.3701	239.0362	351.5731	291.0966	291.6031	378.9649	271.8961	328.8286	290.8268	430.2612	419.4102
P14	1148.635	1273.068	1169.933	1918.832	1991.377	1864.383	1930.808	2140.974	2191.835	2118.645	2068.624	2117.41

Una vez realizada la explosión de la lista de materiales, se obtiene que los componentes requeridos en Kg. para poder cumplir con las ventas son:

Tabla A2 .2: Requerimiento de Componentes

	Requerimiento de Componente											
	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
P5	509	585	574	746	746	735	778	807	909	907	895	933
P11	46	51	47	77	80	75	77	86	88	85	83	85
C1	170	281	264	254	264	259	262	260	261	260	264	263
C2	3	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
C3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C4	528	568	570	675	685	701	740	674	743	719	760	823
C5	32	33	38	38	40	42	43	37	42	41	42	48
C6	528	549	631	629	660	706	722	621	700	688	706	805
C7	4	4	5	5	5	6	6	5	6	6	6	6
C8	20	23	16	21	19	19	23	17	21	19	26	26
C9	148	158	156	170	168	178	192	158	181	174	195	213
C10	2670	2890	3042	3398	3459	3583	3752	3435	3877	3814	3926	4288
C11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
C12	20	21	24	24	25	26	27	23	26	26	26	30
C13	7	8	7	8	8	8	9	7	8	8	10	10
C14	76	89	91	102	99	101	109	108	130	132	132	139
C15	833	956	938	1220	1219	1201	1271	1320	1486	1482	1462	933
C16	489	570	575	671	656	665	713	713	845	856	849	1525
C17	15	17	16	21	21	21	22	23	26	26	26	893
C18	4	5	5	6	6	6	7	7	8	8	8	27
C19	86	96	88	144	149	140	145	161	164	159	155	8

Dado que algunos productos a su vez son considerados materias primas para otros productos la tabla de demanda con la que se realizó la implementación del DDMRP basado en Kg. es:

Tabla A2 .3: Proyección de Demanda incluyendo Componentes

ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
1262.534	1495.188	1352.181	2629.231	1400.449	1675.851	1624.691	2157.616	1537.858	1748.983	1717.677	1937.06
775.545	690.7998	872.0873	825.9053	774.3574	834.6455	761.7269	905.5056	842.1143	1012.3864	808.5247	870.2714
41994.19	43110.72	42343.83	40437.53	48162.42	44417.75	44637.1	42078.86	44576.63	43668.28	42099.2	46869.81
3337.368	2850.504	3565.47	2238.669	1851.736	3035.37	3210.191	3168.65	3293.341	2726.538	4762.647	7726.342
1435.21903	1738.71574	1521.72091	2005.98329	1591.88362	1858.92564	1723.64302	1924.73227	1338.43765	1514.26542	1260.01301	1878.26414
2638.933	2746.62	3154.24	3145.713	3298.146	3532.484	3611.804	3105.309	3499.461	3438.932	3532.137	4024.69
1053.7849	934.9259	1130.0641	1343.8882	1238.3163	1376.212	1516.4407	1167.067	1036.4198	1532.5113	1670.4631	1251.9013
165.5734	278.7811	265.3861	252.2834	263.455	258.6691	259.6452	259.9306	259.555	259.7459	259.6935	259.6909
1139.5676	778.6577	948.0519	1219.5934	1541.2037	1409.6205	1593.6321	1644.0251	1005.2644	1053.8559	1530.0271	1432.537
122.60199	166.07917	188.3517	177.78594	139.52928	175.31485	150.88403	109.10433	90.05908	138.05803	138.10231	163.81517
4312.94687	3346.41444	4134.58401	4464.46945	6138.51497	3324.88595	6789.95661	9521.84535	7570.9273	3759.75197	6161.64963	4821.96955
1901.87	2227.823	2266.377	2549.49	2473.558	2535.821	2726.961	2694.175	3250.09	3310.521	3288.54	3470.725
335.5358	384.3701	239.0362	351.5731	291.0966	291.6031	378.9649	271.8961	328.8286	290.8268	430.2612	419.4102
1148.635	1273.068	1169.933	1918.832	1991.377	1864.383	1930.808	2140.974	2191.835	2118.645	2068.624	2117.41

Aplicación de DDMRP expresada en Kg.:

Para P1:

Tabla A2.4: Perfil de Buffer P1

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
1680	2426	606	152	758
1680	2333	583	146	729
1680	2343	586	146	732
1680	2324	581	145	726
1680	2540	635	159	794
1680	2528	632	158	790
1680	2562	641	160	801
1680	2515	629	157	786
1680	2527	632	158	790
1680	2557	639	160	799
1680	2636	659	165	824
1680	2775	694	173	867

Tabla A2.5: Tope de Buffer P1

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
758	3184	4864
729	3062	4742
732	3075	4755
726	3050	4730
794	3334	5014
790	3318	4998
801	3363	5043
786	3301	4981
790	3317	4997
799	3356	5036
824	3460	5140
867	3643	5323

Tabla A2.6: Estado de Flujo de P1

P1	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico Inicial	3520,73	2258,20	2443,01	2770,83	1821,60	2101,15	2105,30	2160,61	1682,99	3505,13	1756,15	3398,47
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	3360		3360	1680	1680
Inventario en Transito (ordenes recibidas)		1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	3360	0	3360	1680
Demanda Calificada	1262,534	1495,188	1352,181	2629,231	1400,449	1675,851	1624,691	2157,616	1537,858	1748,983	1717,677	1937,06
Flujo Neto	3938,20	4123,01	4450,83	3501,60	3781,15	3785,30	3840,61	5042,99	3505,13	5116,15	5078,47	4821,41
Inventario Físico Final	2258,20	2443,01	2770,83	1821,60	2101,15	2105,30	2160,61	1682,99	3505,13	1756,15	3398,47	3141,41

Tabla A2.7: Estado DDMRP P1

P1	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	758	729	732	726	794	790	801	786	790	799	824	867
Zona Amarilla	2426	2333	2343	2324	2540	2528	2562	2515	2527	2557	2636	2775
Zona Verde	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680
Flujo Neto	3938	4123	4451	3502	3781	3785	3841	5043	3505	5116	5078	4821
Inventario Físico Final	2258	2443	2771	1822	2101	2105	2161	1683	3505	1756	3398	3141

Tabla A2.8: Perfil de Buffer P2

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
250	947	237	59	296
250	994	248	62	311
275	1030	258	64	322
275	1064	266	67	333
275	1083	271	68	338
300	1105	276	69	345
300	1156	289	72	361
325	1201	300	75	375
325	1208	302	76	378
325	1210	303	76	378
325	1237	309	77	387
325	1235	309	77	386

Tabla A2.9: Tope de Buffer P2

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
296	1243	1493
311	1304	1554
322	1352	1627
333	1397	1672
338	1421	1696
345	1450	1750
361	1517	1817
375	1577	1902
378	1586	1911
378	1589	1914
387	1623	1948
386	1621	1946

Tabla A2.10: Flujo de P2

P2	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	100.00	324.46	783.66	661.57	785.66	836.31	826.66	964.93	909.43	1057.31	894.93	986.40
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	1150.00	750.00	950.00	825.00	825.00	900.00	850.00	990.00	850.00	900.00	950.00	875.00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	1000	1150.00	750.00	950.00	825.00	825.00	900.00	850.00	990.00	850.00	900.00	950.00
Demanda Calificada	775.545	690.7998	872.0873	825.9053	774.3574	834.6455	761.7269	905.5056	842.1143	1012.3864	808.5247	870.2714
Flujo Neto	1474.46	1533.66	1611.57	1610.66	1661.31	1726.66	1814.93	1899.43	1907.31	1794.93	1936.40	1941.13
Inventario Físico Final	324.46	783.66	661.57	785.66	836.31	826.66	964.93	909.43	1057.31	894.93	986.40	1066.13

Tabla A2.11: Estado DDMRP de P2

P2	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	296	311	322	333	338	345	361	375	378	378	387	386
Zona Amarilla	947	994	1030	1064	1083	1105	1156	1201	1208	1210	1237	1235
Zona Verde	250	250	275	275	275	300	300	325	325	325	325	325
Flujo Neto	1474	1534	1612	1611	1661	1727	1815	1899	1907	1795	1936	1941
Inventario Físico Final	324	784	662	786	836	827	965	909	1057	895	986	1066

Para P3:

Tabla A2.12: Perfil de Buffer P3

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
30000	104367	26092	6523	32615
30000	105350	26337	6584	32922
30000	107617	26904	6726	33630
30000	107417	26854	6714	33568
30000	108045	27011	6753	33764
30000	107995	26999	6750	33748
30000	104420	26105	6526	32631
30000	104798	26199	6550	32749
30000	105393	26348	6587	32935
30000	105966	26492	6623	33114
30000	107480	26870	6717	33587
30000	107974	26994	6748	33742

Tabla A.13: Tope de Buffer P3

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
32615	136982	166982
32922	138271	168271
33630	141247	171247
33568	140985	170985
33764	141809	171809
33748	141743	171743
32631	137052	167052
32749	137547	167547
32935	138328	168328
33114	139080	169080
33587	141067	171067
33742	141716	171716

Tabla A2.14: Flujo P3

P3	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	37271	40277	42166	59822	64385	61222	61804	62167	65088	65512	51843	54744
Inventario en Transito (ordenes emitidas en el mes)	60000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	30000	45000	45000	45000	45000
Inventario en Transito (ordenes antiguas)	45000	60000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	30000	45000	45000	45000
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	45000	45000	60000	45000	45000	45000	45000	45000	45000	30000	45000	45000
Demanda Calificada	41994	43111	42344	40438	48162	44418	44637	42079	44577	43668	42099	46870
Flujo Neto	145277	147166	149822	154385	151222	151804	152167	140088	140512	141843	144744	142874
Inventario Físico Final	40277	42166	59822	64385	61222	61804	62167	65088	65512	51843	54744	52874

Tabla A2.15: Estado DDMRP P3

P3	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	32615	32922	33630	33568	33764	33748	32631	32749	32935	33114	33587	33742
Zona Amarilla	104367	105350	107617	107417	108045	107995	104420	104798	105393	105966	107480	107974
Zona Verde	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
Flujo Neto	145277	147166	149822	154385	151222	151804	152167	140088	140512	141843	144744	142874
Inventario Físico Final	40277	42166	59822	64385	61222	61804	62167	65088	65512	51843	54744	52874

Para P4:

Tabla A2..16: Perfil de Buffer de P4

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
22000	12639	3160	790	3950
22000	12693	3173	793	3966
22000	12642	3161	790	3951
22000	12546	3137	784	3921
22000	12193	3048	762	3810
22000	11638	2909	727	3637
22000	11221	2805	701	3507
22000	10998	2750	687	3437
22000	10750	2687	672	3359
22000	10566	2642	660	3302
22000	10134	2534	633	3167
22000	10010	2503	626	3128

Tabla A2.17: Tope de P4

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
3950	16589	38589
3966	16659	38659
3951	16593	38593
3921	16467	38467
3810	16004	38004
3637	15274	37274
3507	14728	36728
3437	14435	36435
3359	14109	36109
3302	13868	35868
3167	13301	35301
3128	13138	35138

Tabla A2.18: Flujo de P4

P4	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	16297.06	12959.69	10109.19	28543.72	26305.05	24453.31	21417.94	18207.75	15039.10	11746	9019	26257
Inventario en Transito (ordenes emitidas en el mes)	22000.00								22000.00			
Inventario en Transito (ordenes antiguas)		22000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22000.00	0.00	0.00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)		0.00	22000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22000.00	0.00
Demanda Calificada	3337	2851	3565	2239	1852	3035	3210	3169	3293	2727	4763	7726
Flujo Neto	34960	32109	28544	26305	24453	21418	18208	15039	33746	31019	26257	18530
Inventario Físico Final	12960	10109	28544	26305	24453	21418	18208	15039	11746	9019	26257	18530

Tabla A2.19: Estado DDMRP de P4

P4	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	3950	3966	3951	3921	3810	3637	3507	3437	3359	3302	3167	3128
Zona Amarilla	12639	12693	12642	12546	12193	11638	11221	10998	10750	10566	10134	10010
Zona Verde	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000	22000
Flujo Neto	34960	32109	28544	26305	24453	21418	18208	15039	33746	31019	26257	18530
Inventario Físico Final	12960	10109	28544	26305	24453	21418	18208	15039	11746	9019	26257	18530

Para P5:

Tabla A2.20: Perfil de Buffer de P5

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
11250	3869	967	242	1209
11250	3940	985	246	1231
11250	3962	991	248	1238
11250	4024	1006	251	1257
11250	4113	1028	257	1285
11250	4117	1029	257	1287
11250	4094	1024	256	1279
11250	4157	1039	260	1299
11250	4313	1078	270	1348
11250	4579	1145	286	1431
11250	4801	1200	300	1500
11250	4853	1213	303	1517

Tabla A2.21: Tope de Buffer de P5

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
1209	5078	16328
1231	5171	16421
1238	5200	16450
1257	5281	16531
1285	5398	16648
1287	5404	16654
1279	5374	16624
1299	5455	16705
1348	5660	16910
1431	6009	17259
1500	6301	17551
1517	6370	17620

Tabla A2.22: Flujo de P5

P5	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	580	10394	8656	7134	5128	3536	12927	11203	9279	7940	6426	5166
Inventario en Transito (ordenes emitidas en el periodo)				11250							11250	
Inventario en Transito (ordenes antiguas)		0	0	0	11250	0	0	0	0	0	0	11250
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	11250					11250			0	0	0	0
Demanda Calificada	1435	1739	1522	2006	1592	1859	1724	1925	1338	1514	1260	1878
Flujo Neto	10394	8656	7134	16378	14786	12927	11203	9279	7940	6426	16416	14538
Inventario Físico Final	10394	8656	7134	5128	3536	12927	11203	9279	7940	6426	5166	3288

Tabla A2.23: Estado DDMRP de P5

P5	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	1209	1231	1238	1257	1285	1287	1279	1299	1348	1431	1500	1517
Zona Amarilla	3869	3940	3962	4024	4113	4117	4094	4157	4313	4579	4801	4853
Zona Verde	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250	11250
Flujo Neto	10394	8656	7134	16378	14786	12927	11203	9279	7940	6426	16416	14538
Inventario Físico Final	10394	8656	7134	5128	3536	12927	11203	9279	7940	6426	5166	3288

Para P6:

Tabla A2.24: Perfil de Buffer P6

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
1325	5210	1302	326	1628
1350	5354	1339	335	1673
1400	5586	1397	349	1746
1425	5699	1425	356	1781
1475	5853	1463	366	1829
1500	5999	1500	375	1875
1525	6091	1523	381	1903
1550	6145	1536	384	1920
1625	6438	1610	402	2012
1650	6593	1648	412	2060
1725	6815	1704	426	2130
1750	6941	1735	434	2169

Tabla A2.25: Tope de Buffer P6

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
1628	6838	8163
1673	7027	8377
1746	7332	8732
1781	7480	8905
1829	7682	9157
1875	7874	9374
1903	7994	9519
1920	8065	9615
2012	8450	10075
2060	8653	10303
2130	8945	10670
2169	9110	10860

Tabla A2.26: Flujo de P6

P6	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	1350	1711	1964	2260	2064	2266	2059	1997	2642	2892	2653	3096
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	3450	2950	3500	3325	3550	3750	3750	3200	3975	3675	3875	4225
Inventario en Transito (ordenes antiguas)	3000	3450	2950	3500	3325	3550	3750	3750	3200	3975	3675	3875
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	3000	3000	3450	2950	3500	3325	3550	3750	3750	3200	3975	3675
Demanda Calificada	2639	2747	3154	3146	3298	3532	3612	3105	3499	3439	3532	4025
Flujo Neto	8161	8364	8710	8889	9141	9359	9497	9592	10067	10303	10646	10847
Inventario Físico Final	1711	1964	2260	2064	2266	2059	1997	2642	2892	2653	3096	2747

Tabla A2.27: Estado DDMRP P6

P6	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	1628	1673	1746	1781	1829	1875	1903	1920	2012	2060	2130	2169
Zona Amarilla	5210	5354	5586	5699	5853	5999	6091	6145	6438	6593	6815	6941
Zona Verde	1325	1350	1400	1425	1475	1500	1525	1550	1625	1650	1725	1750
Flujo Neto	8161	8364	8710	8889	9141	9359	9497	9592	10067	10303	10646	10847
Inventario Físico Final	1711	1964	2260	2064	2266	2059	1997	2642	2892	2653	3096	2747

Para P7:

Tabla A2.28: Perfil de Buffer de P7

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
275	1030	258	64	322
275	1064	266	66	332
300	1104	276	69	345
300	1185	296	74	370
325	1265	316	79	395
350	1308	327	82	409
350	1380	345	86	431
375	1449	362	91	453
375	1462	366	91	457
400	1502	376	94	470
425	1617	404	101	505
425	1692	423	106	529

Tabla A2.29: Tope de Buffer de P7

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
322	1352	1627
332	1396	1671
345	1449	1749
370	1555	1855
395	1660	1985
409	1717	2067
431	1812	2162
453	1902	2277
457	1919	2294
470	1972	2372
505	2123	2548
529	2220	2645

Tabla A2.30: Flujo de P7

P7	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	2125.00	1071.22	686.29	531.23	387.34	599.02	597.81	531.37	989.30	1227.88	745.37	699.91
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	550.00	975.00	1200.00	1450.00	1375.00	1450.00	1625.00	1275.00	1050.00	1625.00	1825.00	1350.00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)		550.00	975.00	1200.00	1450.00	1375.00	1450.00	1625.00	1275.00	1050.00	1625.00	1825.00
Demanda Calificada	1054	935	1130	1344	1238	1376	1516	1167	1036	1533	1670	1252
Flujo Neto	1621	1661	1731	1837	1974	2048	2156	2264	2278	2370	2525	2623
Inventario Físico Final	1071	686	531	387	599	598	531	989	1228	745	700	1273

Tabla A2.31: Estado DDMRP de P7

P7	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	321.9	332.5	345.0	370.3	395.3	408.8	431.4	452.9	457.0	469.5	505.4	528.6
Zona Amarilla	1030.2	1064.0	1104.0	1185.1	1265.0	1308.1	1380.5	1449.3	1462.3	1502.5	1617.2	1691.7
Zona Verde	275	275	300	300	325	350	350	375	375	400	425	425
Flujo Neto	1621	1661	1731	1837	1974	2048	2156	2264	2278	2370	2525	2623
Inventario Físico Final	1071	686	531	387	599	598	531	989	1228	745	700	1273

Para P8:

Tabla A2.32: Perfil del Buffer de P8

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
65	259	65	16	81
109	437	109	27	136
104	416	104	26	130
99	395	99	25	124
103	413	103	26	129
101	405	101	25	127
102	407	102	25	127
102	407	102	25	127
102	407	102	25	127
102	407	102	25	127
102	407	102	25	127
102	407	102	25	127

Tabla A2.33: Tope de Buffer de P8

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
81	340	405
136	573	682
130	546	650
124	519	618
129	542	645
127	532	633
127	534	636
127	534	636
127	534	635
127	534	636
127	534	636
127	534	636

Tabla A2.34: Flujo de P8

P8	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	0.00	34.43	105.65	415.26	287.98	349.52	365.85	356.21	376.28	366.72	356.98	272.28
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	350.00	575.00	125.00	325.00	275.00	250.00	280.00	250.00	250.00	175.00	350.00	250.00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	200	350.00	575.00	125.00	325.00	275.00	250.00	280.00	250.00	250.00	175.00	350.00
Demanda Calificada	165.5734	278.7811	265.3861	252.2834	263.455	258.6691	259.6452	259.9306	259.555	259.7459	259.6935	259.6909
Flujo Neto	384	681	540	613	625	616	636	626	617	532	622	613
Inventario Físico Final	34	106	415	288	350	366	356	376	367	357	272	363

Tabla A2..35: Estado DDMRP de P8

P8	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	81	136	130	124	129	127	127	127	127	127	127	127
Zona Amarilla	259	437	416	395	413	405	407	407	407	407	407	407
Zona Verde	65	109	104	99	103	101	102	102	102	102	102	102
Flujo Neto	384	681	540	613	625	616	636	626	617	532	622	613
Inventario Físico Final	34	106	415	288	350	366	356	376	367	357	272	363

Para P9:

Tabla A2.36: Perfil de Buffer de P9

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
472	1890	472	118	591
508	2034	508	127	636
516	2064	516	129	645
519	2076	519	130	649
529	2114	529	132	661
553	2213	553	138	692
575	2302	575	144	719
600	2401	600	150	750
629	2517	629	157	786
638	2551	638	159	797
636	2543	636	159	795
637	2548	637	159	796

Tabla A2.37: Tope de Buffer de P9

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
591	2480	2953
636	2670	3178
645	2709	3225
649	2725	3244
661	2775	3304
692	2904	3458
719	3021	3597
750	3151	3751
786	3303	3932
797	3348	3986
795	3338	3974
796	3344	3981

Tabla A2.38: Flujo de P9

P9	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	0.00	360.43	2156.77	1708.72	1989.13	1172.93	1888.31	1294.67	1950.65	2145.38	2866.53	1836.50
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	2575.00	500.00	1500.00	725.00	2125.00	1000.00	2300.00	1200.00	1775.00	500.00	2125.00	1450.00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	1500	2575.00	500.00	1500.00	725.00	2125.00	1000.00	2300.00	1200.00	1775.00	500.00	2125.00
Demanda Calificada	1139.5676	778.6577	948.0519	1219.5934	1541.2037	1409.6205	1593.6321	1644.0251	1005.2644	1053.8559	1530.0271	1432.537
Flujo Neto	2935	2657	3209	2714	3298	2888	3595	3151	3920	3367	3962	3979
Inventario Físico Final	360	2157	1709	1989	1173	1888	1295	1951	2145	2867	1837	2529

Tabla A2.39: Estado DDMRP de P9

P9	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	591	636	645	649	661	692	719	750	786	797	795	796
Zona Amarilla	1890	2034	2064	2076	2114	2213	2302	2401	2517	2551	2543	2548
Zona Verde	472	508	516	519	529	553	575	600	629	638	636	637
Flujo Neto	2935	2657	3209	2714	3298	2888	3595	3151	3920	3367	3962	3979
Inventario Físico Final	360	2157	1709	1989	1173	1888	1295	1951	2145	2867	1837	2529

Para P10:

Tabla A2.40: Perfil de Buffer de P10

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
72	287	72	18	90
70	278	70	17	87
66	266	66	17	83
64	256	64	16	80
63	254	63	16	79
60	241	60	15	75
54	216	54	14	68
51	202	51	13	63
47	187	47	12	58
46	186	46	12	58
47	187	47	12	58
45	180	45	11	56

Tabla A2.41: Tope Buffer de P10

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
90	377	448
87	365	435
83	349	415
80	336	400
79	333	396
75	317	377
68	284	338
63	265	316
58	245	292
58	243	290
58	245	292
56	236	281

Tabla A2.42: Flujo de P10

P10	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	225.00	252.40	261.32	222.97	220.18	255.65	205.34	204.45	220.35	205.29	142.23	129.13
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	175.00	150.00	175.00	175.00	125.00	150.00	125.00	75.00	75.00	125.00	150.00	150.00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	150	175.00	150.00	175.00	175.00	125.00	150.00	125.00	75.00	75.00	125.00	150.00
Demanda Calificada	123	166	188	178	140	175	151	109	90	138	138	164
Flujo Neto	427	411	398	395	381	355	329	295	280	267	279	265
Inventario Físico Final	252	261	223	220	256	205	204	220	205	142	129	115

Tabla A2.43: Estado DDMRP de P10

P10	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	90	87	83	80	79	75	68	63	58	58	58	56
Zona Amarilla	287	278	266	256	254	241	216	202	187	186	187	180
Zona Verde	72	70	66	64	63	60	54	51	47	46	47	45
Flujo Neto	427	411	398	395	381	355	329	295	280	267	279	265
Inventario Físico Final	252	261	223	220	256	205	204	220	205	142	129	115

Para P11:

Tabla A2.44: Perfil de Buffer de P11

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
20000	8607	2152	538	2690
20000	8459	2115	529	2643
20000	8592	2148	537	2685
20000	8106	2026	507	2533
20000	7942	1986	496	2482
20000	7484	1871	468	2339
20000	7731	1933	483	2416
20000	7536	1884	471	2355
20000	7751	1938	484	2422
20000	7438	1860	465	2324
20000	7577	1894	474	2368
20000	7691	1923	481	2403

Tabla A2.45: Tope de Buffer de P11

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
2690	11297	31297
2643	11102	31102
2685	11277	31277
2533	10639	30639
2482	10424	30424
2339	9823	29823
2416	10147	30147
2355	9891	29891
2422	10173	30173
2324	9763	29763
2368	9945	29945
2403	10094	30094

Tabla A2.46: Flujo de P11

P11	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	17528	13215	9869	5734	21270	15131	11806	5016	15495	7924	4164	18002
Inventario en Transito (ordenes emitidas)			20000				20000			20000		
Inventario en Transito (ordenes recibidas)			0	20000	0	0	0	20000	0	0	20000	0
Demanda Calificada	4313	3346	4135	4464	6139	3325	6790	9522	7571	3760	6162	4822
Flujo Neto	13215	9869	25734	21270	15131	11806	25016	15495	7924	24164	18002	13180
Inventario Físico Final	13215	9869	5734	21270	15131	11806	5016	15495	7924	4164	18002	13180

Tabla A2.47: Estado DDMRP de P11

P11	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	2690	2643	2685	2533	2482	2339	2416	2355	2422	2324	2368	2403
Zona Amarilla	8607	8459	8592	8106	7942	7484	7731	7536	7751	7438	7577	7691
Zona Verde	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Flujo Neto	13215	9869	25734	21270	15131	11806	25016	15495	7924	24164	18002	13180
Inventario Físico Final	13215	9869	5734	21270	15131	11806	5016	15495	7924	4164	18002	13180

Para P12:

Tabla A2.48: Perfil de Buffer de P12

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
1458	5832	1458	365	1823
1708	6832	1708	427	2135
1738	6950	1738	434	2172
1955	7818	1955	489	2443
1896	7586	1896	474	2370
1944	7777	1944	486	2430
2091	8363	2091	523	2613
2066	8262	2066	516	2582
2492	9967	2492	623	3115
2538	10152	2538	635	3173
2521	10085	2521	630	3152
2661	10644	2661	665	3326

Tabla A2.49: Tope de Buffer de P12

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
1823	7655	9113
2135	8967	10675
2172	9122	10860
2443	10262	12216
2370	9956	11852
2430	10207	12151
2613	10976	13067
2582	10844	12910
3115	13082	15573
3173	13325	15863
3152	13236	15758
3326	13970	16631

Tabla A2.50: Flujo de P12

P12	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	0.00	98.13	2370.31	4603.93	5859.44	4085.88	7200.06	4473.10	6728.93	7122.84	4287.31	8973.77
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	4500.00	3805.00	700.00	5650.00		4950.00	3644.00	475.00	7975.00	3600.00	3175.00	4350.00
Inventario en Transito (Transito)	4500.00	4500.00	3805.00	700.00	5650.00	0.00	4950.00	3644.00	475.00	7975.00	3600.00	3175.00
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	2000	4500.00	4500.00	3805.00	700.00	5650.00	0.00	4950.00	3644.00	475.00	7975.00	3600.00
Demanda Calificada	1902	2228	2266	2549	2474	2536	2727	2694	3250	3311	3289	3471
Flujo Neto	9098	10675	9109	12209	9736	12150	13067	10848	15573	15862	15749	16628
Inventario Físico Final	98	2370	4604	5859	4086	7200	4473	6729	7123	4287	8974	9103

Tabla A2.51: Estado DDMRP de P12

P12	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	1823	2135	2172	2443	2370	2430	2613	2582	3115	3173	3152	3326
Zona Amarilla	5832	6832	6950	7818	7586	7777	8363	8262	9967	10152	10085	10644
Zona Verde	1458	1708	1738	1955	1896	1944	2091	2066	2492	2538	2521	2661
Flujo Neto	9098	10675	9109	12209	9736	12150	13067	10848	15573	15862	15749	16628
Inventario Físico Final	98	2370	4604	5859	4086	7200	4473	6729	7123	4287	8974	9103

Para P13:

Tabla A2.52: Perfil de Buffer de P13

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
110	441	110	28	138
117	468	117	29	146
119	476	119	30	149
123	491	123	31	153
122	488	122	30	152
126	503	126	31	157
127	508	127	32	159
126	502	126	31	157
127	508	127	32	159
129	515	129	32	161
133	531	133	33	166
131	525	131	33	164

Tabla A2.53: Tope de Buffer de P13

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
138	578	689
146	614	731
149	625	744
153	644	767
152	640	762
157	660	786
159	667	794
157	659	785
159	667	794
161	676	805
166	696	829
164	689	820

Tabla A2.54: Flujo de P13

P13	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	363	28	293	479	378	462	470	391	519	440	500	369
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	650	425	250	375	300	300	400	250	350	300	450	400
Inventario en Transito (ordenes recibidas)		650	425	250	375	300	300	400	250	350	300	450
Demanda Calificada	336	384	239	352	291	292	379	272	329	291	430	419
Flujo Neto	678	718	729	753	762	770	791	769	790	800	819	800
Inventario Físico Final	28	293	479	378	462	470	391	519	440	500	369	400

Tabla A2.55: Estado DDMRP de P13

P13	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	138	146	149	153	152	157	159	157	159	161	166	164
Zona Amarilla	441	468	476	491	488	503	508	502	508	515	531	525
Zona Verde	110	117	119	123	122	126	127	126	127	129	133	131
Flujo Neto	678	718	729	753	762	770	791	769	790	800	819	800
Inventario Físico Final	28	293	479	378	462	470	391	519	440	500	369	400

Para P14:

Tabla A2.56: Perfil de Buffer de P14

Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Rojo de Seguridad	Zona Roja
110	441	110	28	138
117	468	117	29	146
119	476	119	30	149
123	491	123	31	153
122	488	122	30	152
126	503	126	31	157
127	508	127	32	159
126	502	126	31	157
127	508	127	32	159
129	515	129	32	161
133	531	133	33	166
131	525	131	33	164

Tabla A2.57: Tope de Buffer de P14

Tope de Zona Roja	Tope de Zona Amarilla	Tope de Zona Verde
138	578	689
146	614	731
149	625	744
153	644	767
152	640	762
157	660	786
159	667	794
157	659	785
159	667	794
161	676	805
166	696	829
164	689	820

Tabla A2.58: Flujo de P14

P14	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico	375	226	153	1883	715	1148	1559	2003	2087	2195	2527	2783
Inventario en Transito (ordenes emitidas)	2900	750	2425	2275	2375	2225	2300	2450	2325	2570	2475	2425
Inventario en Transito (Transito)	1200	2900	750	2425	2275	2375	2225	2300	2450	2325	2570	2475
Inventario en Transito (ordenes recibidas)	1000	1200	2900	750	2425	2275	2375	2225	2300	2450	2325	2570
Demanda Calificada	1149	1273	1170	1919	1991	1864	1931	2141	2192	2119	2069	2117
Flujo Neto	4326	3803	5058	5415	5798	6159	6528	6837	6970	7422	7828	8135
Inventario Físico Final	226	153	1883	715	1148	1559	2003	2087	2195	2527	2783	3235

Tabla A2.59: Estado DDMRP de P14

P14	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	870	942	1014	1087	1160	1233	1306	1368	1451	1545	1604	1674
Zona Amarilla	2784	3014	3243	3477	3712	3945	4179	4378	4378	4644	4942	5132
Zona Verde	696	753	811	869	928	986	1045	1095	1161	1236	1283	1340
Flujo Neto	4326	3803	5058	5415	5798	6159	6528	6837	6970	7422	7828	8135
Inventario Físico Final	226	153	1883	715	1148	1559	2003	2087	2195	2527	2783	3235