

MAESTRÍA EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE CADENAS DE SUMINISTRO

Trabajo de grado previa a la obtención de
título de Magister en Gestión Estratégica
de Cadenas de Suministro.

AUTORES:

Katty Andrea Camas Chochos
Julio Andrés Carrión Fweltán
Doryan Alexander Díaz Moya
Jhon Alexis Pérez España
Yuri Santiago Puente Huera

TUTOR: Oscar Gómez Buchó

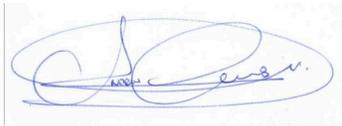
Tema:

Implementación del modelo DDMRP en la planeación de la
demanda y producción en empresa de confitería

CERTIFICACIÓN

Nosotros, **Katty Andrea Camas Chochos, Julio Andrés Carrión Fuiltán, Doryan Alexander Díaz Moya, Jhon Alexis Pérez España, Yuri Santiago Puente Huera**, declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de nuestra sola y exclusiva responsabilidad.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Katty Andrea Camas Chochos



Julio Andrés Carrión Fuiltán



Doryan Alexander Díaz Moya



Jhon Alexis Pérez España



Yuri Santiago Puente Huera

Nosotros Oscar Gómez Buchó y Juan Pablo Villalva, declaramos que, personalmente conocemos que los graduados: **Katty Andrea Camas Chochos, Julio Andrés Carrión Fuiltán, Doryan Alexander Díaz Moya, Jhon Alexis Pérez España, Yuri Santiago Puente Huera**, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.

Oscar Gómez Buchó

Firma del Director del Programa

Oscar Gómez Buchó



Firma de la Directora del Área de Negocios

Andrea Navas

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que participaron en este proceso de formación, por su tiempo y disposición para colaborar y compartir sus conocimientos. A mi universidad, por brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta maestría y por facilitar los recursos necesarios para su desarrollo y a todas las personas que creyeron en nosotros y nos animaron a perseguir nuestros sueños.

¡Gracias por su confianza y por impulsarnos a superarnos cada día!

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
PARTE I.- OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	13
1.1 Objetivo general.....	13
1.2 Objetivos específicos.....	13
CAPITULO 1.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMPAÑÍA.....	13
1.1 Descripción de la compañía.....	13
1.2 Misión.....	14
1.3 Visión.....	14
CAPITULO 2.- ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL DE PLANEACIÓN DE LA DEMANDA Y PRODUCCIÓN DE CONFIDULCES S.A.....	17
PARTE II: ACCIONES DE MEJORA.....	25
CAPITULO 1: IMPLEMENTACIÓN DE DDMRP EN CONFIDULCES S.A.	25
2.2.1 Componente posicionar.....	28
2.2.1.1 Horizonte de pedidos o visibilidad de ventas.....	28
2.2.1.2 Variabilidad externa.....	28
2.2.1.2.1 Variabilidad de la demanda.....	29
2.2.1.2.2 Variabilidad del suministro.....	29
2.2.1.3 Apalancamiento de inventario y flexibilidad.....	29
2.2.2 Componente proteger.....	30
2.2.2.1 Perfil y nivel del amortiguador.....	30
2.2.2.1.1 Configuraciones Grupales (perfiles del buffer).....	31
2.2.2.1.2 Propiedades individuales del SKU.....	31
2.2.2.2 Zona Verde.....	31
2.2.2.2.1 El MOQ (minimum order quantity).....	31
2.2.2.2.2 La frecuencia de orden.....	33
2.2.2.2.3 Factor de lead time.....	36
2.2.2.3 Zona amarilla.....	40

2.2.2.4 Zona roja.....	43
2.2.2.4.1 Zona roja base.....	43
2.2.2.4.2 Zona roja de seguridad.....	45
2.2.2.4.3 Zona roja total.....	48
2.2.2.5 Representación gráfica de las zonas de los amortiguadores.....	50
2.2.2.6 Ajustes dinámicos.....	52
2.2.3 Componente halar.....	53
2.2.3.1 Planeación Demand Driven.....	54
2.2.3.2 Ejecución visible y colaborativa.....	56
2.2.3.2.1 Alerta de inventario físico.....	56
2.2.3.2.2 Alerta de inventario físico proyectado.....	57
CAPITULO 2: GESTIÓN DEL CAMBIO CON LOS RECURSOS HUMANOS.....	59
CAPITULO 3: RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DDMRP.....	61
CAPITULO 4: CONTROL DE MEJORAS.....	66
CONCLUSIONES Y APLICACIONES.....	69
REFERENCIAS.....	71

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Takt time de planeación de la demanda y producción.....	18
Tabla 2. Identificación de desperdicios en el proceso de planeación y producción	19
Tabla 3. Actividades que agregan y que no agregan valor en el proceso de planeación de la demanda y producción	20
Tabla 4. Estado actual vs estado futuro en el proceso de producción (cuello de botella)	20
Tabla 5. Problemas encontrados en el proceso de planeación de la demanda y producción.....	21
Tabla 6. Modelo de Análisis A3 Problema Altos niveles de inventario y bajo nivel de servicio Confidulces S.A.	23
Tabla 7. Diagrama de Implementación del modelo DDMRP en la planeación de la demanda y producción de Confidulces S.A.	24
Tabla 8. 20% del portafolio de 648 SKUs que generan el 80% de la venta de la compañía de producción de confitería (periodo enero 23 – mayo 23).....	26
Tabla 9. Zona verde por MOQ.....	31
Tabla 10. Zona verde por consumo promedio diario y frecuencia de producción o compra	34
Tabla 11. Rangos de factor de lead time DDMRP.....	36
Tabla 12. Rangos de factor de lead time aplicados a Confidulces S.A.	36
Tabla 13. Zona verde por factor del lead time	36
Tabla 14. Zona verde final	38
Tabla 15. Zona amarilla	41
Tabla 16. Zona roja base.....	43
Tabla 17. Rangos de factor de variabilidad	45
Tabla 18. Rangos de factor de variabilidad aplicados a Confidulces S.A.	46
Tabla 19. Zona roja de seguridad.....	46
Tabla 20. Zona roja total.....	48
Tabla 21. Ejecución de DDMRP en Confidulces S.A. el 31 de mayo de 2023	57
Tabla 22. Comparativo de coberturas y niveles de inventarios por SKU al 01 de junio de 2023 entre la metodología actual de planificación y DDMRP	62
Tabla 23. Niveles de inventarios: metodología actual vs DDMRP al 1 de junio de 2023.....	65
Tabla 24. Niveles de coberturas: metodología actual vs DDMRP al 1 de junio de 2023.....	65
Tabla 25. Niveles de servicio esperado con metodología DDMRP.....	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bussiness Model Canvas: Confidulces S.A.....	14
Figura 2. Planificación estratégica: Hosin Kanri, Confidulces S.A.....	16
Figura 3. Mapa de flujo de valor del estado actual de Confidulces S.A.....	17
Figura 4. Gráfica de balance del proceso de planeación de la demanda y producción.....	18
Figura 5. Gráfica de Pareto de los problemas encontrados en el proceso de planeación de la demanda y producción	21
Figura 6. Diagrama de Ishikawa Problema Altos niveles de inventario y bajo nivel de servicio Confidulces S.A.	22
Figura 7. Componentes de DDMRP	25
Figura 8. Posicionamiento estratégico del amortiguador.....	30
Figura 9. Niveles del amortiguador	30
Figura 10. Tamaño de amortiguadores para el SKU Dulce 1, con recalcu de venta diaria.	51
Figura 11. Tamaño de amortiguadores para el SKU Dulce 2, con recalcu de venta diaria.	51
Figura 12. Perfil de amortiguadores del SKU Dulce 1 para el periodo mayo – diciembre de 2023	52
Figura 13. Perfil de amortiguadores del SKU Dulce 2 para el periodo mayo – diciembre de 2023	53
Figura 14. Ecuación de flujo neto del SKU Dulce 1 para mayo de 2023	55
Figura 15. Ecuación de flujo neto del SKU Dulce 2 para mayo de 2023	55
Figura 16. Mapa de flujo de valor después de la implementación de DDMRP en Confidulces S.A.	62
Figura 17. Niveles del amortiguador	67

RESUMEN

Este proyecto busca implementar un nuevo modelo de planeación de la demanda y producción basado en la metodología DDMRP (Demand Driven MRP) en la empresa Confidulces S.A., la cual se dedica a la producción de productos de confitería, gomas de mascar y chocolates. La variabilidad de la demanda, niveles de servicio insuficientes, así como altos niveles de inventario han llevado a la compañía a plantear el cambio del modelo de planeación como uno de sus objetivos estratégicos de corto plazo. Este objetivo tiene como target llegar a un 97% en el nivel de servicio. El análisis de situación actual del proceso de planificación muestra que existe un cuello de botella en la producción, cuyas causas son es el tiempo definido por la compañía para la reposición de los productos -2 semanas- y la burocracia en la planeación de la demanda. DDMRP busca eliminar ese cuello de botella y también procesos adicionales que no aportan valor a la planeación, para acortar el ciclo total de reposición. A su vez, propone herramientas para poder mejorar la gestión de la demanda y optimizar el manejo de inventarios. Los resultados muestran que la metodología le hubiese permitido a la compañía, al 01 de junio de 2023, disminuir los niveles de inventario en 596 mil dólares, en el 20% del total de sus productos del portafolio, y garantizar un incremento un incremento en el fill rate, al pasar de un 95% a 97%.

Palabras claves: **DDMRP, planeación de demanda, Inventarios, nivel de servicio, cuello de botella.**

ABSTRACT

This project seeks to implement a new demand and production planning model based on the DDMRP (Demand Driven MRP) methodology in the company Confidulces S.A., which is dedicated to the production of confectionery, chewing gum and chocolate products. Demand variability, insufficient service levels, as well as high inventory levels have led the company to propose a change in the planning model as one of its short-term strategic objectives. This objective is aimed at reaching a 97% service level. The analysis of the current situation of the planning process shows that there is a bottleneck in production, the causes of which are the time defined by the company for product replenishment - 2 weeks - and the bureaucracy in demand planning. DDMRP seeks to eliminate this bottleneck and also additional processes that do not add value to planning, in order to shorten the total replenishment cycle. At the same time, it proposes tools to improve demand management and optimize inventory management. The results show that the methodology would have allowed the company, as of June 01 2023, to reduce inventory levels by 596 thousand dollars, in 20% of its total product portfolio, and to guarantee an increase in the fill rate, going from 95% to 97%.

Key words: **DDMRP, demand planning, inventories, service level, bottleneck.**

INTRODUCCIÓN

Confidulces S.A. es una empresa que se dedica a la producción de productos de confitería, gomas de mascar y chocolates. La planificación estratégica de la compañía busca en el corto plazo fortalecer sus productos core e incrementar el valor del negocio. A mediano plazo el objetivo es explorar y expandir las fronteras del negocio con el desarrollo de nuevas marcas y productos; y, finalmente en el largo se planea buscar oportunidades totalmente nuevas que permitan reinventar el negocio.

Para incrementar el valor del negocio la compañía se planteó los siguientes objetivos:

1. Incrementar la eficiencia en la producción de marcas core en un 5%.
2. Cambiar el modelo de planificación de la demanda y producción.
3. Mejorar el acompañamiento a la gestión comercial.
4. Buscar eficiencias en el gasto administrativo.
5. Eficiencia en la producción y mantenimiento.

Cambiar el modelo de planificación de la demanda y producción es uno de los objetivos estratégicos clave de la compañía para lograr el fortalecimiento del valor del negocio, el mismo que será el objeto de estudio de este proyecto. El propósito es proporcionar herramientas que permitan a las áreas de producción y planificación estar preparadas para enfrentar la incertidumbre de la demanda. La mayoría de los productos (SKUs) de Confidulces S.A. presentan una alta variabilidad, lo cual dificulta su manejo durante los picos de estacionalidad. A pesar de que

actualmente la planeación de la demanda y producción se la realiza con un modelo tradicional de S&OP, no han sido suficiente para poder garantizar niveles de inventario y servicio adecuados.

Por lo tanto, es necesario encontrar una nueva metodología que organicen la interacción entre departamentos y al mismo tiempo, minimicen la variabilidad y la inversión de tiempo en la gestión de la demanda y la producción. El modelo Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP) se propone como una alternativa para cambiar el modelo de planificación y producción actual.

PARTE I.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.1 Objetivo general

Implementar la metodología DDMRP (Demand Driven MRP) en el proceso de planeación de la demanda y producción de la empresa Confidulces S.A.

1.2 Objetivos específicos

1. Evaluar y analizar la situación actual de la cadena de suministro de la empresa para identificar áreas de oportunidades para la implementación de DDMRP.
2. Diseñar e implementar un modelo de planificación y gestión de inventarios basado en la metodología DDMRP, que permita optimizar la respuesta a la demanda, minimizar los niveles de inventario e incrementar el nivel de servicio al cliente.

CAPITULO 1.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMPAÑÍA

1.1 Descripción de la compañía

Confidulces S.A. es una empresa multinacional ecuatoriana dedicada a la producción de dulces, chicles, chocolates, gomitas, entre otros tipos de dulces, con presencia en más de 35 países alrededor del mundo. Cuenta con una fuerte participación en el mercado nacional y es líder en las categorías de chicles y chupetes, superando a empresas como Mondelez, Colombina y La Universal. Su estrategia de constante innovación y posicionamiento de marcas la ha llevado a convertirse en una de las 100 mayores productoras de confites a nivel mundial. La compañía se destaca por su enfoque en la excelencia operativa y por la búsqueda de una cadena de suministro

eficiente. Confidulces S.A. actualmente se encuentra en un proceso de transformación cultural y digital con el objetivo incrementar el valor de su negocio actual.

1.2 Misión

Creemos en un mundo en el que exista la felicidad para todos.

1.3 Visión

Somos una multinacional innovadora, ágil y eficiente; cercana al consumidor, con las marcas preferidas y una sólida posición en el mercado.

Confidulces S.A. enfoca su estrategia de ventas para atender canales de venta que le permita, por un lado, llegar al mercado de consumidores jóvenes y adultos con productos como chicles y, por otro lado, participar en el segmento de niños y adolescentes con productos como caramelos, chupetes y chocolates. El valor y la presencia de sus marcas se destacan por entregar sensaciones y emociones únicas a sus consumidores. La figura 1 muestra los componentes de la cadena de valor de la compañía.

Figura 1. Bussiness Model Canvas: Confidulces S.A.

ALIADOS CLAVE	ACTIVIDADES CLAVE	PROPUESTA DE VALOR	RELACIÓN CON CLIENTES	SEGMENTO DE CLIENTES
Proveedores nacionales Proveedores internacionales Instituciones Financieras	Negociación con proveedores regionales Abastecer y distribuir oportunamente los productos a los canales de venta Elaborar una planificación de la demanda adecuado a las necesidades del mercadeo Mantener, mejorar e incrementar el portafolio de productos Prever las necesidades del mercado	Producción, almacenamiento, distribución y transporte de productos Servicio de calidad y oportuno Satisfacción de los clientes Calidad de los productos Cumplimiento de regulaciones Desarrollo del personal Mejoramiento continuo	Generación de valor a través de sensaciones y emociones Sistemas automatizados Diferencia en servicio Optimización del tiempo Servicio eficaz y eficiente Optimización de los recursos	Niños y adolescentes Consumidor joven y adulto Mayoristas y minoristas
	RECURSOS CLAVE		CANALES	
	Personas Maquinarias Conocimiento Recursos financieros Capacitación continua		Distribuidores internacionales Mayoristas Detallista Autoservicios Marketing & Publicidad	
ESTRUCTURA DE COSTES			INGRESOS	
Costos de Materias Primas Costos de producción y mantenimiento Costos administrativos			Distribuidores internacionales Distribuidores nacionales Puntos de venta	

La compañía compete en un mercado de consumo muy elástico con márgenes de ganancia calculados sobre la base de productos que compiten en monedas de \$ 0.05 centavos, \$ 0.10 centavos, \$ 0.25 centavos, 0.5 centavos y 1.00 dólar. Esto último exige eficiencias a nivel de costos y gastos a lo largo de toda la cadena de valor para poder ser competitivos en el mercado. Debido a que la innovación constante de un mismo no producto no garantiza un incremento en el willing to pay de los clientes, los aliados claves son uno de los componentes más importante de la cadena de valor para poder mejorar los márgenes a través de la optimización de los costos de producción. En una compañía de dulces los proveedores nacionales e internacionales son aliados claves, ya que pueden permitir, a través de buenas negociaciones en insumos estratégicos como azúcar, glucosa y esencias, un incremento o disminución de varios puntos en el margen de ganancia de los productos de forma inmediata. Por otro lado, considerando la variabilidad de la demanda en este sector, un buen sistema de planificación puede significar un incremento o disminución en el market share, no solo por la disponibilidad del producto en el momento que se necesite sino por la

optimización de los costos de producción que se pueden obtener cuando se realiza una adecuada planeación.

Figura 2. Planificación estratégica: Hosin Kanri, Confidulces S.A.

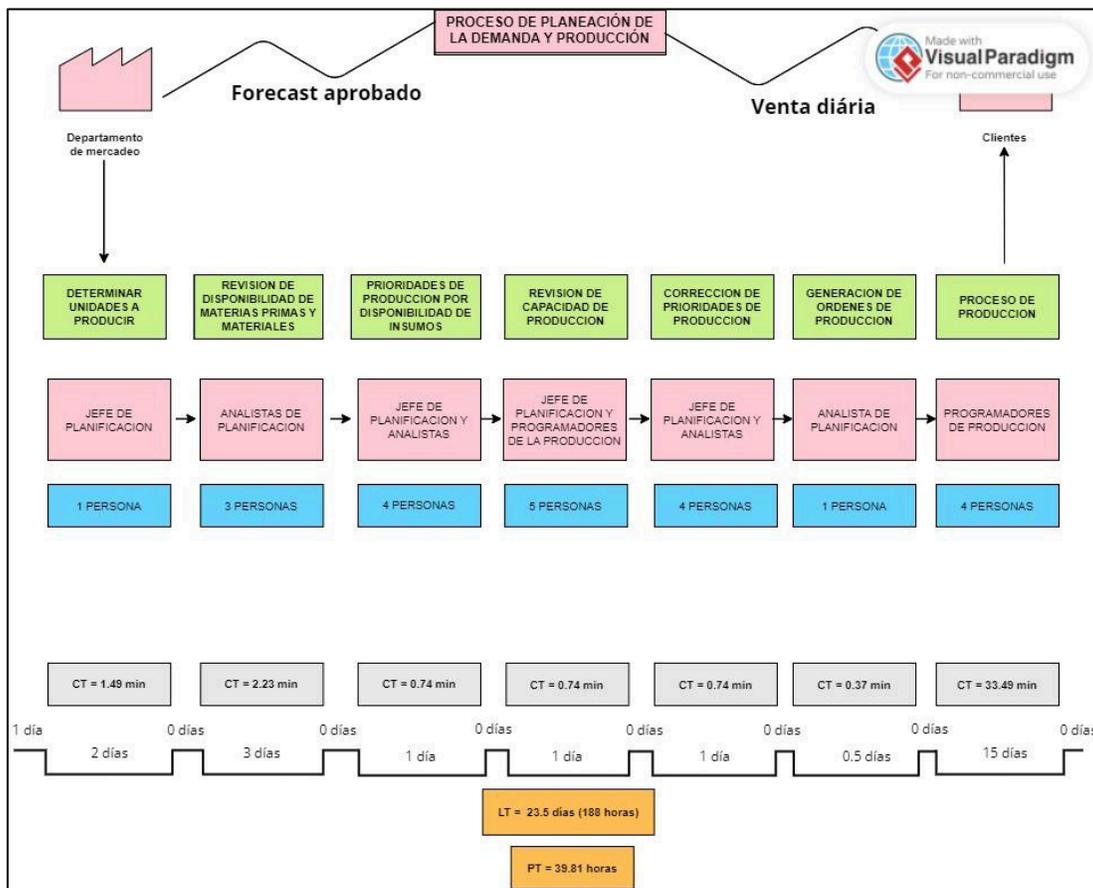
PLAN ESTRATÉGICO																					
PLAN DE NEGOCIO		PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA		PLANIFICACIÓN TÁCTICA																	
Directrices	Objetivos Estratégicos	Estrategias	Indicadores (KPIs)	Actividades Clave	Lider	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Avance			
1. Eficiencia en producción de marcas core en 5%	Estudiar y desarrollar constantemente procesos, materias primas, materiales y proveedores para optimizar costos de los productos Core en al menos 5% anual, sin perder la calidad de los mismos	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar nuevas alternativas gomas bases que garanticen la calidad de producto. - Lograr la eficiencia en las compras de MP y Materiales - Pruning de Materias primas y Materiales 	Reducción del costo directo/ mantenimiento de características sensoriales la calidad de los productos.	Evaluación de proveedores actuales	Compras																
				Busqueda de proveedores estratégicos	Compras																
				Reducción de costes de MP	Compras																
				Análisis agil de costes de MP para detectar variaciones	Compras																
2. Modelo de producción	Implementar un modelo eficiente de planificación, programación y producción con base en el consumo real del mercado que garantice el incremento del valor del negocio, reduciendo los niveles de inventario y las bajas.	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar esquema nuevo de Planificación alineado a la demanda real del mercado. - Enfocar la reducción (pruning) en SKU's que hacen menos del 10% de la venta. 	<ul style="list-style-type: none"> - Días de Inventario - Número total de sku's - Evacuaciones 	Implementación de nuevo modelo de planificación	Planificación																
				Reduccion de SKU que representen menos del 10% de la venta	Planificación																
				Reduccion de bajas de productos	Planificación																
3. Acompañamiento a la Gestión Comercial	Implementación de paneles de control simples y automatizados que potencien la gestión diaria del equipo comercial y que permitan administrar el negocio en 52 periodos.	<ul style="list-style-type: none"> - Crear alertas que apoyen a la gestión oportuna de la administración de FFVY. - Implementación de paneles de control para monitorear cierres semanales de ventas. - Cambio de modelo de comisiones a pago semana 	<ul style="list-style-type: none"> - Drop Real / Drop en plan - Ventas marcas Core Real / Presupuesto Marcas Core Real - Vental Total Real / Presupuesto de ventas anual 	Implementar paneles de control	Mercadeo																
				Automatizar los procesos de alertas	Mercadeo																
4. Control del Gasto Administrativo	Establecer un sistema de control de gastos administrativos con el objetivo de reducir los gastos y enfocar los recursos en los aceleradores de la venta.	<ul style="list-style-type: none"> - Definir un responsable de cada línea de gastos del P&G. - Renegociación de gastos de servicio administrativo. - Optimización Estructura. 	Gasto administrativo real/ Gasto administrativo plan.	Identificar habilidades necesarias para cada puesto	Finanzas																
				Definir metas de	Finanzas																
				Proporcionar recursos y herramientas	Finanzas																
				Monitorear el progreso	Finanzas																

La figura 2 detalla el plan estratégico de Confidulces S.A. para los próximos 3 años, en donde se busca fortalecer las marcas core del negocio e incrementar el valor de la compañía. La implementación de un modelo de planificación que se alinee con la demanda y el consumo real del mercado busca mejorar los niveles de servicio al pasar del 95% al 97% sin incrementar los niveles de inventario. También se busca realizar un pruning de SKUs, es decir una depuración del número de códigos de producto terminado para poder enfocarse en los de mayor valor. Los KPI para este proceso serán los días de cobertura, el número de SKU, el porcentaje de evacuación de producto y el nivel de servicio. La implementación del modelo y la evaluación de los resultados tendrá un periodo de 12 meses, en donde la implementación del nuevo modelo será de 4 meses.

CAPITULO 2.- ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL DE PLANEACIÓN DE LA DEMANDA Y PRODUCCIÓN DE CONFIDULCES S.A.

El proceso de planificación y producción actual de Confidulces S.A. empieza con la recepción de la demanda (forecast), luego de la reunión de S&OP. En esta reunión se define un horizonte de 12 meses con una única corrección semestral. La demanda es enviada por el departamento de mercadeo y en función de ella se realiza la planificación de la producción.

Figura 3. Mapa de flujo de valor del estado actual de Confidulces S.A.



El departamento de planificación utiliza la demanda proyectada para activar la producción de los SKUs, de forma conjunta con el departamento de producción. El forecast se utiliza también para la compra de materias primas y materiales. La reposición del inventario se realiza de forma

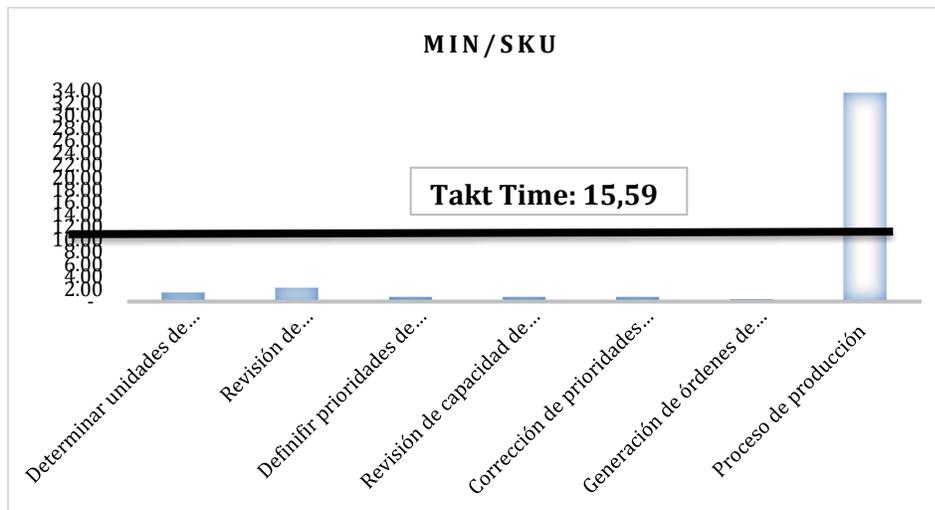
quincenal, pero con un horizonte de 2 meses; es decir, se busca tener una cobertura mensual de 2 meses. La figura 4 permite determinar que el tiempo promedio para producir una unidad desde que se recibe el forecast es de 23.5 días.

Tabla 1. Takt time de planeación de la demanda y producción

Descripción	Cantidad	Unidad
Demanda del cliente mensual	645.00	sku
Día de trabajo (Suponiendo que son 8 horas)	480.00	min
Días laborables en un mes	22.00	días
Tiempo total de producción mensual	10,560.00	min
Demanda + Scrap	677.25	sku
Takt Time	15.59	min/sku

La tabla 1 muestra el tiempo estándar en minutos que tomaría producir 1 SKU desde que se receipta el forecast aprobado. Todos los procesos que se encuentre sobre esta media son considerados cuellos de botella y las mejoras que se busquen están enfocadas a eliminarlos u optimizarlos.

Figura 4. Gráfica de balance del proceso de planeación de la demanda y producción



La figura 4 evidencia que el tiempo de producción es el cuello de botella del proceso de planeación, por lo cual, las mejoras que se busquen implementar deben estar enfocadas en disminuir los tiempos que le toma a producción para la reposición de los SKUs.

Tabla 2. Identificación de desperdicios en el proceso de planeación y producción

Proceso	Desperdicio	Notas	Oportunidad	Acción Propuesta
Determinar unidades de producto terminado a producir	Cálculo manual de unidades a producir considerando el inventario a la fecha y la demanda del forecast.	Desperdicio de tiempo en revisión a través de cálculos manuales.	Se puede automatizar el proceso para que desde una aplicación se calcule de forma automática las unidades a producir de forma mensual, semanal o diaria.	Implementar una nueva metodología de planeación de la demanda.
Revisión de disponibilidad de materias primas y materiales	Esperar al envío del número de unidades a producir por jefe de planificación.	Tiempo perdido por espera de número final a producir.	Si el número de unidades a producir se calcula de forma automática, no se requiere esperar para empezar a revisar disponibilidad de MT y MP.	Implementar una nueva metodología de planeación de la demanda.
Definir prioridades de producción por disponibilidad de insumos	Reunión de 1 día para calcular lo que se puede o no producir en función de las fechas de llegada de tránsitos y el inventario a la mano.	Tiempo perdido por revisión de disponibilidad de materiales. Producción debería contar con el 100% de materiales requeridos.	Mejorar la metodología de abastecimiento a nivel de materias primas y materiales.	Implementar una nueva metodología de abastecimiento.
Revisión de capacidad de producción	Reunión de 1 día con el equipo de producción para acordar el número de unidades posibles a producir por capacidad de máquina y disponibilidad de personal.	Planificación no debería intervenir en el análisis de capacidades, puesto que es un tema netamente de producción.	Agilizar el proceso de revisión de capacidades dándole visibilidad diaria a producción de las unidades a producir.	Implementar una nueva metodología de planeación de la demanda.
Corrección de prioridades de producción	Reunión de 1 día para priorizar llegada de materiales por nuevo número de unidades a producir acordado con producción.	Tiempo perdido por revisión de disponibilidad de materiales. Producción debería contar con el 100% de materiales requeridos.	Mejorar la metodología de abastecimiento a nivel de materias primas y materiales.	Implementar una nueva metodología de planeación de la demanda.
Generación de órdenes de producción	Ingreso de órdenes de producción a sistema ERP parte del departamento de planificación.	Las órdenes de producción las debería generar cada programador de producción después de revisar su programación.	Trasladar este proceso al departamento de producción y que forme parte del proceso de revisión de capacidades.	Implementar una nueva metodología de planeación de la demanda.
Proceso de producción	Esperar la revisión con planificación y el cargue de órdenes de producción en el sistema para empezar a producir.	Producción espera hasta que se carguen las órdenes de producción para empezar a producir producto.	Producción puede empezar a producir considerando una revisión diaria de prioridades que resulta de la automatización en el cálculo de unidades a producir.	Implementar una nueva metodología de planeación de la demanda.

La tabla 2 muestra los desperdicios que se identificaron en cada una de las etapas del proceso de planeación de la demanda y planificación. Así mismo se identifican las oportunidades de mejora y las acciones propuestas para alcanzarlas.

Tabla 3. Actividades que agregan y que no agregan valor en el proceso de planeación de la demanda y producción

PROCESOS	¿AÑADE VALOR?	OBSERVACIÓN
Definir prioridades de producción por disponibilidad de insumos	MEJORAR	Se debería garantizar el 100% de disponibilidad de insumos para productos MTS, por lo cual es necesario implementar una nueva metodología de abastecimiento.
Revisión de capacidad de producción	ELIMINAR	Producción debería asumir al 100% es actividad y únicamente reportar a planificación en caso de que no se pueda cumplir con el número de unidades requeridas.
Corrección de prioridades de producción	ELIMINAR	Con la implementación de la nueva metodología y si garantiza el 100% de disponibilidad de insumos, esta actividad debería desaparecer.
Generación de órdenes de producción	ELIMINAR	Esta actividad debe pasar 100% al área de producción.

Dentro de los procesos que no están sobre la línea de takt time se identifican oportunidades de mejora e incluso se los puede eliminar. La definición de las prioridades de producción depende del nivel de inventario disponible de materias primas y materiales que se identifique en el momento de la revisión de los SKUs a reponer. Cambiar la metodología de planificación y compras permitiría reducir los tiempos en la revisión de prioridades, si es que se llega a garantizar niveles de inventario adecuados que prevengan la variabilidad y el stock out. Las tres actividades restantes se las puede eliminar del proceso de planeación de demanda puesto que se trasladarían al 100% al departamento de producción.

Tabla 4. Estado actual vs estado futuro en el proceso de producción (cuello de botella)

Medición	Unidades	Estado Actual	Estado Futuro (meta)	% de mejora
Proceso de producción	min/sku	33.49	13.40	-59.99%

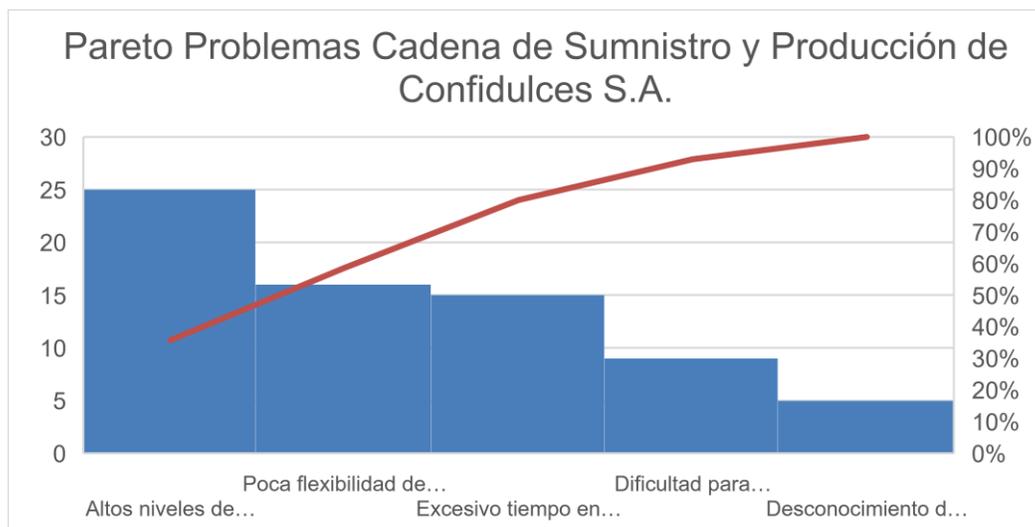
El cambio en la metodología de planeación de la demanda busca reducir el tiempo de producción de 15 a 6 días, que es el lead time más largo para producir una unidad de dulces. Este cambio permitirá eliminar el cuello de botella, puesto que la mejora en el proceso sería de un 59.99%.

En Confidulces S.A. se presentan los siguientes problemas dentro de las actividades de planificación y producción determinados por el cuello de botella:

Tabla 5. Problemas encontrados en el proceso de planeación de la demanda y producción

Problema	Probabilidad	Impacto	Total
Excesivo tiempo en reuniones de planificación	5	3	15
Desconocimiento de la actividad o del procedimiento	1	5	5
<i>Altos niveles de inventario y bajo nivel de servicio</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>25</i>
Poca flexibilidad de producción	4	4	16
Dificultad para planear las reuniones y agendas de las otras gerencias	3	3	9

Figura 5. Gráfica de Pareto de los problemas encontrados en el proceso de planeación de la demanda y producción



Se identifica como el principal problema en la gestión de la cadena de suministro de Confidulces S.A. a los altos niveles de inventario y bajo nivel de servicio.

La figura de 6 presenta las posibles causas y resultados que a la postre derivan en los altos niveles de inventario y bajos niveles de servicio en Confidulces S.A. Pronósticos inexactos de demanda y no periódicos, los cuales impiden tener una visión real de las fluctuaciones del mercado, guerras y cambios climáticos que generan altos niveles de variabilidad en el abastecimiento, así como procesos de producción ineficientes y no alineados a la venta real, sumados a una mala metodología de inventarios, provocan que la compañía mantenga exceso de inventario de seguridad en productos que no lo necesitan e inadecuados niveles de cobertura para los productos de alta rotación.

Figura 6. Diagrama de Ishikawa Problema Altos niveles de inventario y bajo nivel de servicio Confidulces S.A.

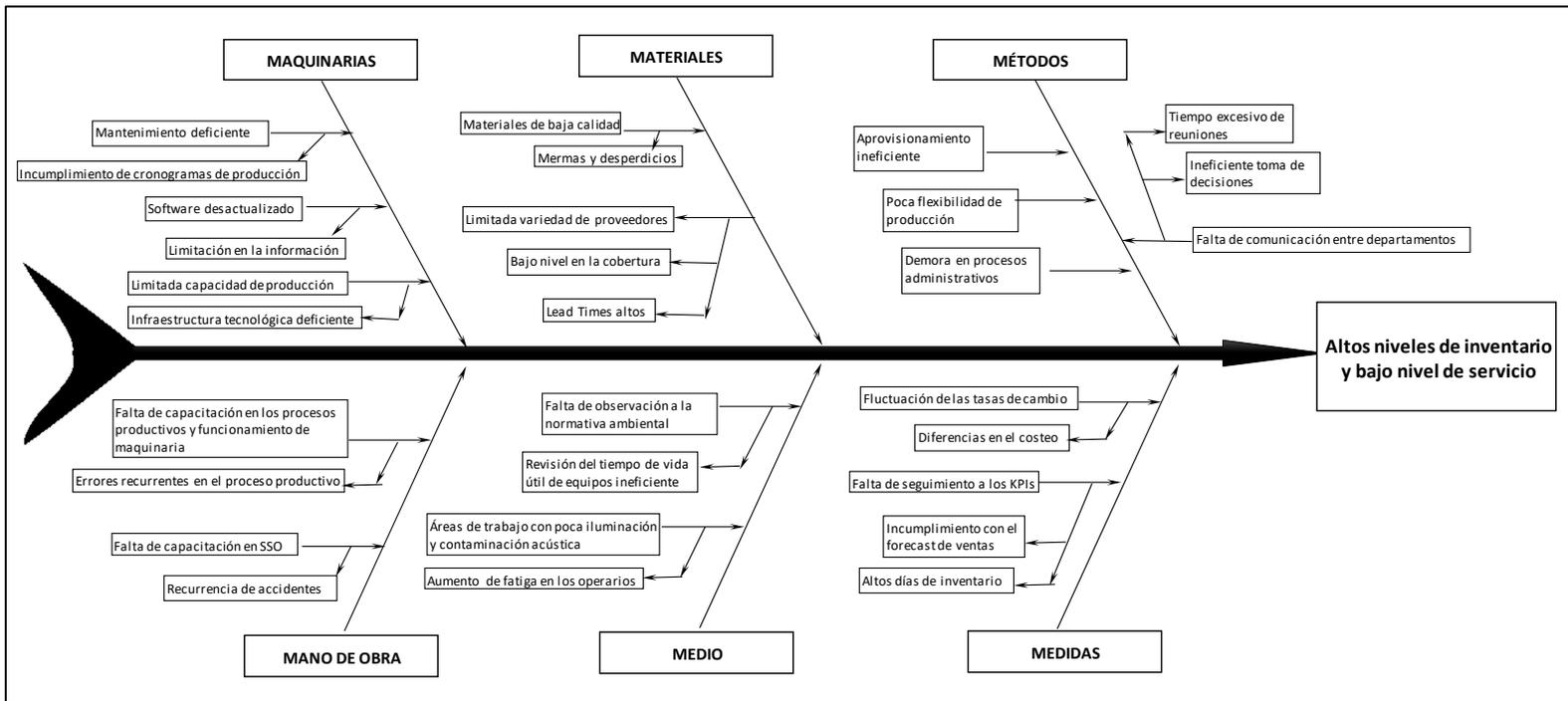


Tabla 6. Modelo de Análisis A3 Problema Altos niveles de inventario y bajo nivel de servicio Confidulces S.A.

SITUACION ACTUAL	SITUACION FUTURA
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5. PROPUESTA
Confidulces S.A. tiene dificultades para planificar la demanda y producción de sus productos, lo que ha llevado a una falta de eficiencia en la producción y a la acumulación de inventario.	Establecer un equipo de trabajo para implementar el modelo DDMRP. Capacitar al personal en el uso del nuevo sistema de pronóstico de la demanda y en la importancia de la planificación adecuada de la demanda. Establecer un plan de seguimiento y evaluación para medir el éxito de la implementación.
2. SITUACION ACTUAL	6. PLAN DE ACCIÓN
Revisión de los datos históricos de ventas y producción para identificar patrones y tendencias. Evaluación de la capacidad actual de producción y la disponibilidad de recursos. Identificación de los factores que afectan la demanda, como la estacionalidad y las tendencias del mercado.	Implementar el DDMRP en los departamentos de planificación y producción. Aumentar la capacidad de producción si es necesario. Capacitar al personal sobre la nueva metodología de planeación y producción. <i>Diagrama de Gantt en la siguiente página.</i>
3. OBJETIVOS	7. SEGUIMIENTO
Reducir el inventario acumulado. Mejorar la eficiencia de la producción. Aumentar la satisfacción del cliente al cumplir con los plazos de entrega.	Evaluar el programa de control a largo plazo para garantizar la eficacia continua del sistema de pronóstico de la demanda y el sistema de comunicación entre los departamentos. Medir el impacto de las capacitaciones periódicas para el personal con el fin de mantenerlos actualizados en el uso del sistema. Realizar evaluaciones periódicas de la satisfacción del cliente y de la eficiencia de la producción para identificar oportunidades de mejora
4. ANALISIS	
Pronósticos inexactos de demanda y no periódicos, los cuales impiden tener una visión real de las fluctuaciones del mercado, guerras y cambios climáticos que generan altos niveles de variabilidad en el abastecimiento, así como procesos de producción ineficientes y no alineados a la venta real, sumados a una mala metodología de inventarios, provocan que la compañía mantenga exceso de inventario de seguridad en productos que no lo necesitan e inadecuados niveles de cobertura para los productos de alta rotación. <i>Revisar Diagrama de Ishikawa</i>	

Tabla 7. Diagrama de Implementación del modelo DDMRP en la planeación de la demanda y producción de Confidulces S.A.

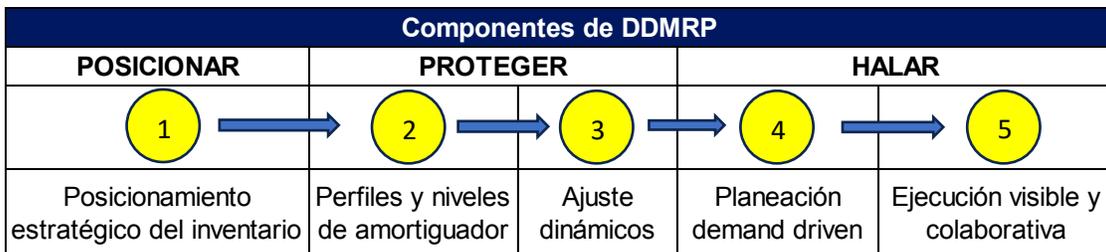
					Inicio del proyecto:		1/8/2023								
					Mes de inicio de proyecto:		1		31 de agosto de 2023						
									31	1	2	3	4	5	6
TAREA	ASIGNADO A	PROGRESO	INICIO	FIN											
					l	m	m	j	v	s	d				
Clasificar los códigos ATO, MTS, MTO	Jefe de Planificación	0%	1/8/2023	16/8/2023											
Actualización de Lead Times de los SKUS	Jefe de Planificación	0%	16/8/2023	23/8/2023											
Actualización de los lotes mínimos de producción	Jefe de Planificación	0%	23/8/2023	30/8/2023											
Implementación de la metodología DDMRP	Jefe de Planificación	0%	30/8/2023	29/9/2023											
Seguimiento	Jefe de Planificación	0%	29/9/2023	29/10/2023											

PARTE II: ACCIONES DE MEJORA

CAPITULO 1: IMPLEMENTACIÓN DE DDMRP EN CONFIDULCES S.A.

DDMRP (demand driven MRP) es una metodología para planificar y gestionar las cadenas de suministro. Su implementación empieza con una evaluación exhaustiva de los procesos, a lo largo de la cadena, para poder identificar las ineficiencias actuales y promover el flujo de información y de productos. El objetivo de esta metodología es la utilización de puntos de desacople, estratégicamente ubicados, para conducir la generación de órdenes de reabastecimiento, compras y producción. Esta metodología trabaja con un enfoque de demanda real pull y busca eliminar la bimodalidad en el comportamiento de los inventarios, es decir. Los pasos para la implementación de DDMRP son el posicionamiento estratégico del inventario, perfiles y niveles de amortiguador, ajustes dinámicos, planeación demand driven y la ejecución colaborativa y visible; los cuales permiten posicionar, proteger, halar (Ptak & Smith, 2016).

Figura 7. Componentes de DDMRP



Fuente: (Ptak & Smith, 2016)

Para la implementación y cálculos del modelo, utilizaremos el 20% del portafolio de productos de mayor volumen de venta, desde el mes de enero de 2023 a mayo del 2023. Esto último se debe a que el portafolio de productos de la compañía supera los 600 SKUs. De este 20% se seleccionarán los 2 primeros productos la evidencia de resultados y comparación con el modelo anterior.

La implementación de los buffers trabaja con ventas diarias y con consumos diarios. La información fue descargada del sistema qlik sense. Al no contar con información diaria de ventas, se considerará el promedio de ventas mensuales dividido para 22 días (días laborables en planta). La metodología indica que los amortiguadores se deben calcular una vez por semana. El cálculo se realizará todos los lunes después del cierre de órdenes de producción de los fines de semana.

Tabla 8. 20% del portafolio de 648 SKUs que generan el 80% de la venta de la compañía de producción de confitería (periodo enero 23 – mayo 23)

Descripción del producto	Ventas Acumuladas enero-mayo (2023)
DULCE 1	598,063.13
DULCE 2	352,866.00
DULCE 3	285,480.00
DULCE 4	280,599.00
DULCE 5	207,508.00
DULCE 6	190,544.00
DULCE 7	189,734.17
DULCE 8	189,540.00
DULCE 9	187,092.00
DULCE 10	177,228.00
DULCE 11	173,936.54
DULCE 12	173,422.89
DULCE 13	169,675.00
DULCE 14	147,132.00
DULCE 15	141,751.91
DULCE 16	135,004.10
DULCE 17	133,204.38
DULCE 18	123,028.00
DULCE 19	113,514.90
DULCE 20	109,710.40
DULCE 21	109,440.00
DULCE 22	105,924.00
DULCE 23	100,653.00
DULCE 24	95,492.00
DULCE 25	88,146.00
DULCE 26	85,511.00
DULCE 27	83,050.00
DULCE 28	82,144.00
DULCE 29	81,777.29

DULCE 30	79,639.00
DULCE 31	75,609.00
DULCE 32	74,988.00
DULCE 33	69,480.00
DULCE 34	67,740.00
DULCE 35	66,718.00
DULCE 36	62,946.98
DULCE 37	61,626.00
DULCE 38	61,348.70
DULCE 39	58,912.00
DULCE 40	58,771.00
DULCE 41	57,086.00
DULCE 42	55,123.00
DULCE 43	54,421.00
DULCE 44	51,779.00
DULCE 45	51,416.00
DULCE 46	51,040.00
DULCE 47	50,788.00
DULCE 48	48,480.00
DULCE 49	46,973.00
DULCE 50	46,080.00
DULCE 51	45,141.00
DULCE 52	43,935.60
DULCE 53	42,378.00
DULCE 54	41,655.00
DULCE 55	41,556.00
DULCE 56	40,252.00
DULCE 57	40,157.70
DULCE 58	39,344.00
DULCE 59	38,760.00
DULCE 60	38,129.00
DULCE 61	37,781.00
DULCE 62	37,346.00
DULCE 63	35,558.00
DULCE 64	34,912.00
DULCE 65	34,059.58
DULCE 66	33,792.90
DULCE 67	32,832.00
DULCE 68	32,631.00
DULCE 69	32,504.00
DULCE 70	32,317.00
DULCE 71	31,800.00
DULCE 72	31,578.00
DULCE 73	31,530.00
DULCE 74	30,595.00
DULCE 75	29,880.00

DULCE 76	29,568.00
DULCE 77	28,952.97
DULCE 78	27,193.00
DULCE 79	27,096.00
DULCE 80	27,068.00
DULCE 81	27,055.00
DULCE 82	26,187.00
DULCE 83	25,864.00
DULCE 84	25,727.00
DULCE 85	25,723.59

2.2.1 Componente posicionar

En este paso se sitúan los puntos estratégicos de desacople a lo largo de la cadena del producto terminado, que puede ser el centro de distribución, a nivel de semielaborados, materias primas, entre otros. En este apartado se busca reducir la variabilidad de la demanda aguas arriba (abastecimiento) y aguas abajo (distribución). La metodología sugiere seis criterios para el posicionamiento, siendo estos: tiempo de tolerancia de cliente, tiempo de entrega potencial del mercado, horizonte de visibilidad de ventas, variabilidad externa, apalancamiento del inventario y flexibilidad, y la protección de la operación crítica (Ptak & Smith, 2016). Para el análisis de la compañía se seleccionaron los siguientes criterios:

2.2.1.1 Horizonte de pedidos o visibilidad de ventas.

Para productos MTS y de mercado local, los pedidos en firme se visualizan con 7 días de anticipación, específicamente para el canal autoservicios. Los demás pedidos locales de canal tradicional y detallista se satisfacen diariamente; y, los productos MTO (de exportación e institucionales) tienen una visibilidad de 45 días.

2.2.1.2 Variabilidad externa

Para determinar la variabilidad externa se analizan los siguientes puntos:

2.2.1.2.1 Variabilidad de la demanda

La estacionalidad se encuentra bien definida por la temporada navideña en los meses de julio a noviembre. Esta temporada representa entre el 50% y 60% de la venta anual de la compañía. Existen meses adicionales como febrero (san Valentín), junio (día del niño) y octubre (Halloween) en los que se generan picos de demanda.

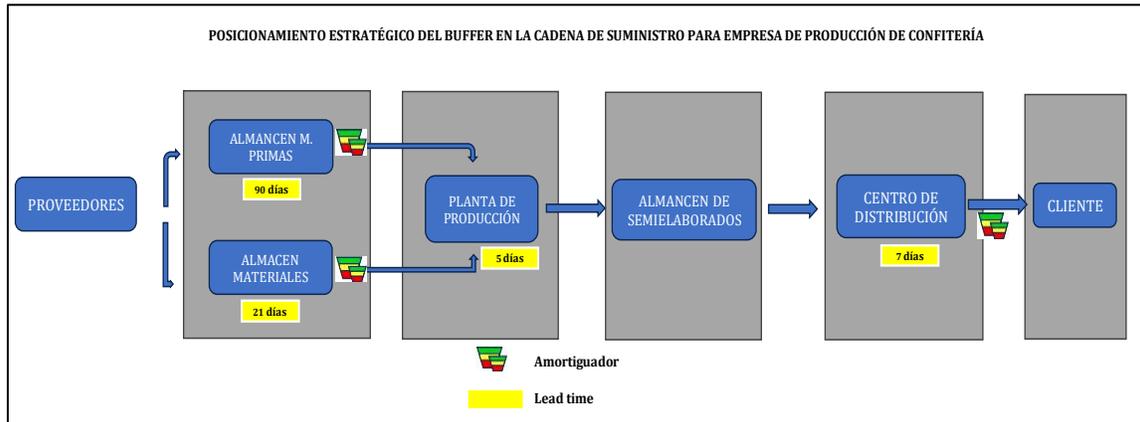
2.2.1.2.2 Variabilidad del suministro

Se refiere a incumplimientos por parte de los proveedores en las fechas de entrega de las órdenes de compra o debido a retrasos en las entregas, producto de la situación mundial actual, ejemplo de esto son los retrasos en las salidas de buques por congestión en los puertos, no disponibilidad de productos debido a las guerras, protestas y manifestaciones políticas en los países y eventos naturales que destruyen las producciones y vías de tránsito de vehículos. La creación de buffers de materias primas y materiales permite mitigar esta variabilidad.

2.2.1.3 Apalancamiento de inventario y flexibilidad

En la primera etapa de la implementación se buscará aumentar los niveles de servicio y disminuir la variabilidad en la demanda a nivel de producto terminado (para la venta). Se determinarán los niveles adecuados de buffers para garantizar la disponibilidad de producto y la disminución del stock out y back orders. En una segunda etapa se implementará amortiguadores a nivel de lista de materiales (BOM) para por un lado disminuir los lead time de proveedores que superen los 90 días en el ciclo de pedido y por otro reducir la variabilidad en el abastecimiento. Los inventarios clave para la operación son materias primas y materiales, por lo cual, este será uno de los criterios para el posicionamiento de buffers.

Figura 8. Posicionamiento estratégico del amortiguador



2.2.2 Componente proteger

En esta etapa se construye el perfil y niveles del buffer para la compañía. Se busca mantener niveles óptimos que prevengan excesos de inventario y quiebres de stock.

2.2.2.1 Perfil y nivel del amortiguador

Los amortiguadores y los niveles de inventario de cada SKU son la base de la metodología DDMRP. Existen tres niveles o zonas que se detallan en la figura 9.

Figura 9. Niveles del amortiguador

NIVELES DEL AMORTIGUADOR	
Zona del amortiguador	Descripción y objetivo
Verde	Determina la frecuencia y tamaño de los pedidos (compras y producción)
Amarillo	Cobertura primaria (inventario físico máximo del buffer)
Rojo	Zona de seguridad

Fuente: (Soria Amán, 2021)

Según Ptak & Smith (2016), las variables requeridas para la construcción de los amortiguadores son las siguientes:

2.2.2.1.1 Configuraciones Grupales (perfiles del buffer)

LT: Lead time

FV: Factor de variabilidad

2.2.2.1.2 Propiedades individuales del SKU

MOQ: Cantidad mínima de pedido

CPD/ADU: Consumo promedio diario

NÚMERO DE DIAS (# DÍAS): Número de días para atender una orden.

2.2.2.2 Zona Verde

La metodología detalla que para determinar la zona verde se debe realizar el cálculo de tres zonas verdes previas, siendo estas: la zona verde por MOQ, la zona verde por frecuencia de orden y la zona verde por factor de lead time. Una vez calculadas las tres zonas se considera como zona verde final al valor más alto (Ptak & Smith, 2016).

2.2.2.2.1 El MOQ (minimum order quantity)

La cantidad mínima de pedido previene que la zona verde nunca sea menor a un lote mínimo de compra o producción:

$$\text{Zona verde} = \text{MOQ} (1)$$

Tabla 9. Zona verde por MOQ

Descripción del producto	MOQ
DULCE 1	980.00
DULCE 2	1,260.00

DULCE 3	1,685.65
DULCE 4	581.00
DULCE 5	1,260.00
DULCE 6	3,150.00
DULCE 7	980.00
DULCE 8	2,020.32
DULCE 9	566.00
DULCE 10	2,222.22
DULCE 11	980.00
DULCE 12	2,502.00
DULCE 13	1,260.00
DULCE 14	3,150.00
DULCE 15	1,159.00
DULCE 16	1,260.00
DULCE 17	980.00
DULCE 18	1,200.00
DULCE 19	17,928.00
DULCE 20	552.00
DULCE 21	526.10
DULCE 22	1,200.00
DULCE 23	2,344.00
DULCE 24	2,143.00
DULCE 25	3,150.00
DULCE 26	506.00
DULCE 27	2,502.00
DULCE 28	3,150.00
DULCE 29	980.00
DULCE 30	526.00
DULCE 31	1,260.00
DULCE 32	506.00
DULCE 33	2,161.76
DULCE 34	2,161.40
DULCE 35	1,200.00
DULCE 36	1,200.00
DULCE 37	356.00
DULCE 38	1,200.00
DULCE 39	294.00
DULCE 40	2,502.00
DULCE 41	2,143.00
DULCE 42	2,502.00
DULCE 43	968.00
DULCE 44	966.00
DULCE 45	3,150.00
DULCE 46	711.38
DULCE 47	1,200.00
DULCE 48	646.71

DULCE 49	348.00
DULCE 50	1,948.05
DULCE 51	566.00
DULCE 52	258,000.00
DULCE 53	3,150.00
DULCE 54	2,344.00
DULCE 55	526.10
DULCE 56	1,200.00
DULCE 57	26,400.00
DULCE 58	646.35
DULCE 59	2,161.76
DULCE 60	26,460.00
DULCE 61	1,159.00
DULCE 62	2,143.00
DULCE 63	3,150.00
DULCE 64	646.35
DULCE 65	980.00
DULCE 66	966.00
DULCE 67	1,390.48
DULCE 68	980.00
DULCE 69	348.00
DULCE 70	1,200.00
DULCE 71	628.10
DULCE 72	36,000.00
DULCE 73	2,964.29
DULCE 74	526.00
DULCE 75	1,200.00
DULCE 76	2,477.58
DULCE 77	1,156.00
DULCE 78	356.00
DULCE 79	566.00
DULCE 80	2,143.00
DULCE 81	294.00
DULCE 82	506.00
DULCE 83	1,200.00
DULCE 84	1,200.00
DULCE 85	506.00

2.2.2.2.2 La frecuencia de orden

Se basa en el ciclo de revisión de producción o de generación de órdenes de compra

$$\text{Zona verde} = \text{CPD} * \# \text{ DÍAS (2)}$$

Tabla 10. Zona verde por consumo promedio diario y frecuencia de producción o compra

Descripción del producto	CPD (consumo promedio diario)	Frecuencia de producción	Zona verde
DULCE 1	5,436.94	7	38,058.56
DULCE 2	3,207.87	7	22,455.11
DULCE 3	2,595.27	30	77,858.18
DULCE 4	2,550.90	7	17,856.30
DULCE 5	1,886.44	7	13,205.05
DULCE 6	1,732.22	15	25,983.27
DULCE 7	1,724.86	7	12,073.99
DULCE 8	1,723.09	30	51,692.73
DULCE 9	1,700.84	7	11,905.85
DULCE 10	1,611.16	30	48,334.91
DULCE 11	1,581.24	7	11,068.69
DULCE 12	1,576.57	7	11,036.00
DULCE 13	1,542.50	7	10,797.50
DULCE 14	1,337.56	7	9,362.95
DULCE 15	1,288.65	7	9,020.58
DULCE 16	1,227.31	7	8,591.17
DULCE 17	1,210.95	7	8,476.64
DULCE 18	1,118.44	7	7,829.05
DULCE 19	1,031.95	30	30,958.61
DULCE 20	997.37	7	6,981.57
DULCE 21	994.91	30	29,847.27
DULCE 22	962.95	7	6,740.62
DULCE 23	915.03	7	6,405.19
DULCE 24	868.11	7	6,076.76
DULCE 25	801.33	15	12,019.91
DULCE 26	777.37	7	5,441.61
DULCE 27	755.00	7	5,285.00
DULCE 28	746.76	7	5,227.35
DULCE 29	743.43	7	5,204.01
DULCE 30	723.99	7	5,067.94
DULCE 31	687.35	7	4,811.48
DULCE 32	681.71	7	4,771.96
DULCE 33	631.64	7	4,421.45
DULCE 34	615.82	7	4,310.73
DULCE 35	606.53	7	4,245.69
DULCE 36	572.25	7	4,005.72
DULCE 37	560.24	7	3,921.65
DULCE 38	557.72	7	3,904.01
DULCE 39	535.56	7	3,748.95
DULCE 40	534.28	7	3,739.97
DULCE 41	518.96	7	3,632.75
DULCE 42	501.12	7	3,507.83

DULCE 43	494.74	7	3,463.15
DULCE 44	470.72	7	3,295.03
DULCE 45	467.42	7	3,271.93
DULCE 46	464.00	7	3,248.00
DULCE 47	461.71	7	3,231.96
DULCE 48	440.73	7	3,085.09
DULCE 49	427.03	7	2,989.19
DULCE 50	418.91	30	12,567.27
DULCE 51	410.37	7	2,872.61
DULCE 52	399.41	30	11,982.44
DULCE 53	385.25	7	2,696.78
DULCE 54	378.68	7	2,650.77
DULCE 55	377.78	7	2,644.47
DULCE 56	365.93	7	2,561.49
DULCE 57	365.07	30	10,952.10
DULCE 58	357.67	7	2,503.71
DULCE 59	352.36	7	2,466.55
DULCE 60	346.63	30	10,398.82
DULCE 61	343.46	7	2,404.25
DULCE 62	339.51	7	2,376.56
DULCE 63	323.25	7	2,262.78
DULCE 64	317.38	7	2,221.67
DULCE 65	309.63	7	2,167.43
DULCE 66	307.21	7	2,150.46
DULCE 67	298.47	7	2,089.31
DULCE 68	296.65	7	2,076.52
DULCE 69	295.49	7	2,068.44
DULCE 70	293.79	7	2,056.54
DULCE 71	289.09	7	2,023.64
DULCE 72	287.07	30	8,612.18
DULCE 73	286.64	30	8,599.09
DULCE 74	278.14	7	1,946.95
DULCE 75	271.64	7	1,901.45
DULCE 76	268.80	7	1,881.60
DULCE 77	263.21	7	1,842.46
DULCE 78	247.21	7	1,730.46
DULCE 79	246.33	7	1,724.29
DULCE 80	246.07	7	1,722.51
DULCE 81	245.95	7	1,721.68
DULCE 82	238.06	7	1,666.45
DULCE 83	235.13	7	1,645.89
DULCE 84	233.88	7	1,637.17
DULCE 85	233.85	7	1,636.96

* Los lead time superiores a 5 días corresponden a productos importados.

2.2.2.2.3 Factor de lead time

Esta es la tercera zona verde y se define como la multiplicación de el consumo promedio diario (CPD) por el lead time y por un factor porcentual, el cual es determinado por la metodología DDMRP (Ptak & Smith, 2016). Previo a este paso se deben clasificar los lead time de cada uno de los SKU tres categorías: largo, medio y corto.

$$\text{Zona verde} = \text{CPD} * \text{LT} * \% \text{LT} (3)$$

Tabla 11. Rangos de factor de lead time DDMRP

Zona verde	Rangos Factor de LT
LT Largo	20-40% de CPD dentro del LT
LT Medio	41-60% de CPD dentro del LT
LT Corto	61-100% de CPD dentro del LT

Fuente: (Ptak & Smith, 2016)

Tabla 12. Rangos de factor de lead time aplicados a Confidulces S.A.

LEAD TIME	Días		Rangos de factor LT		
	MIN	MAX	MIN	MAX	PROMEDIO
CORTO	1	10	61%	100%	81%
MEDIANO	11	25	41%	60%	51%
LARGO	25	EN ADELANTE	20%	40%	30%

Fuente: (Soria Amán, 2021). Se considera al promedio de los rangos mínimos y máximos como el factor de lead time.

Tabla 13. Zona verde por factor del lead time

Descripción del producto	CPD (consumo promedio diario)	Lead time	Categoría lead time	Facto de lead time	Zona verde
DULCE 1	5,436.94	3	CORTO	81%	13,211.76
DULCE 2	3,207.87	3	CORTO	81%	7,795.13
DULCE 3	2,595.27	3	CORTO	81%	6,306.51
DULCE 4	2,550.90	3	CORTO	81%	6,198.69
DULCE 5	1,886.44	3	CORTO	81%	4,584.04

DULCE 6	1,732.22	5	CORTO	81%	7,015.48
DULCE 7	1,724.86	3	CORTO	81%	4,191.40
DULCE 8	1,723.09	3	CORTO	81%	4,187.11
DULCE 9	1,700.84	3	CORTO	81%	4,133.03
DULCE 10	1,611.16	5	CORTO	81%	6,525.21
DULCE 11	1,581.24	3	CORTO	81%	3,842.42
DULCE 12	1,576.57	3	CORTO	81%	3,831.07
DULCE 13	1,542.50	3	CORTO	81%	3,748.28
DULCE 14	1,337.56	5	CORTO	81%	5,417.13
DULCE 15	1,288.65	3	CORTO	81%	3,131.43
DULCE 16	1,227.31	3	CORTO	81%	2,982.36
DULCE 17	1,210.95	3	CORTO	81%	2,942.61
DULCE 18	1,118.44	3	CORTO	81%	2,717.80
DULCE 19	1,031.95	50	LARGO	30%	15,479.30
DULCE 20	997.37	3	CORTO	81%	2,423.60
DULCE 21	994.91	3	CORTO	81%	2,417.63
DULCE 22	962.95	3	CORTO	81%	2,339.96
DULCE 23	915.03	5	CORTO	81%	3,705.86
DULCE 24	868.11	5	CORTO	81%	3,515.84
DULCE 25	801.33	5	CORTO	81%	3,245.38
DULCE 26	777.37	5	CORTO	81%	3,148.36
DULCE 27	755.00	3	CORTO	81%	1,834.65
DULCE 28	746.76	5	CORTO	81%	3,024.39
DULCE 29	743.43	3	CORTO	81%	1,806.53
DULCE 30	723.99	3	CORTO	81%	1,759.30
DULCE 31	687.35	3	CORTO	81%	1,670.27
DULCE 32	681.71	5	CORTO	81%	2,760.92
DULCE 33	631.64	3	CORTO	81%	1,534.88
DULCE 34	615.82	3	CORTO	81%	1,496.44
DULCE 35	606.53	3	CORTO	81%	1,473.86
DULCE 36	572.25	5	CORTO	81%	2,317.59
DULCE 37	560.24	5	CORTO	81%	2,268.96
DULCE 38	557.72	3	CORTO	81%	1,355.25
DULCE 39	535.56	5	CORTO	81%	2,169.03
DULCE 40	534.28	3	CORTO	81%	1,298.30
DULCE 41	518.96	5	CORTO	81%	2,101.80
DULCE 42	501.12	3	CORTO	81%	1,217.72
DULCE 43	494.74	3	CORTO	81%	1,202.21
DULCE 44	470.72	5	CORTO	81%	1,906.41
DULCE 45	467.42	5	CORTO	81%	1,893.04
DULCE 46	464.00	3	CORTO	81%	1,127.52
DULCE 47	461.71	3	CORTO	81%	1,121.95
DULCE 48	440.73	3	CORTO	81%	1,070.97
DULCE 49	427.03	5	CORTO	81%	1,729.46
DULCE 50	418.91	5	CORTO	81%	1,696.58
DULCE 51	410.37	3	CORTO	81%	997.21

DULCE 52	399.41	172	LARGO	30%	20,609.79
DULCE 53	385.25	5	CORTO	81%	1,560.28
DULCE 54	378.68	5	CORTO	81%	1,533.66
DULCE 55	377.78	3	CORTO	81%	918.01
DULCE 56	365.93	3	CORTO	81%	889.20
DULCE 57	365.07	115	LARGO	30%	12,594.92
DULCE 58	357.67	3	CORTO	81%	869.14
DULCE 59	352.36	3	CORTO	81%	856.24
DULCE 60	346.63	150	LARGO	30%	15,598.23
DULCE 61	343.46	3	CORTO	81%	834.62
DULCE 62	339.51	5	CORTO	81%	1,375.01
DULCE 63	323.25	5	CORTO	81%	1,309.18
DULCE 64	317.38	3	CORTO	81%	771.24
DULCE 65	309.63	3	CORTO	81%	752.41
DULCE 66	307.21	3	CORTO	81%	746.52
DULCE 67	298.47	3	CORTO	81%	725.29
DULCE 68	296.65	3	CORTO	81%	720.85
DULCE 69	295.49	5	CORTO	81%	1,196.74
DULCE 70	293.79	3	CORTO	81%	713.91
DULCE 71	289.09	3	CORTO	81%	702.49
DULCE 72	287.07	150	LARGO	30%	12,918.27
DULCE 73	286.64	5	CORTO	81%	1,160.88
DULCE 74	278.14	3	CORTO	81%	675.87
DULCE 75	271.64	3	CORTO	81%	660.08
DULCE 76	268.80	3	CORTO	81%	653.18
DULCE 77	263.21	3	CORTO	81%	639.60
DULCE 78	247.21	5	CORTO	81%	1,001.20
DULCE 79	246.33	3	CORTO	81%	598.58
DULCE 80	246.07	5	CORTO	81%	996.59
DULCE 81	245.95	5	CORTO	81%	996.12
DULCE 82	238.06	5	CORTO	81%	964.16
DULCE 83	235.13	3	CORTO	81%	571.36
DULCE 84	233.88	3	CORTO	81%	568.33
DULCE 85	233.85	5	CORTO	81%	947.10

* Los lead time superiores a 5 días corresponden a productos importados.

Tabla 14. Zona verde final

Descripción del producto	Zona verde por MOQ	Zona verde por frecuencia de orden	Zona verde por factor de LT	Zona verde final
DULCE 1	980.00	38,058.56	13,211.76	38,059
DULCE 2	1,260.00	22,455.11	7,795.13	22,455
DULCE 3	1,685.65	77,858.18	6,306.51	77,858
DULCE 4	581.00	17,856.30	6,198.69	17,856
DULCE 5	1,260.00	13,205.05	4,584.04	13,205

DULCE 6	3,150.00	25,983.27	7,015.48	25,983
DULCE 7	980.00	12,073.99	4,191.40	12,074
DULCE 8	2,020.32	51,692.73	4,187.11	51,693
DULCE 9	566.00	11,905.85	4,133.03	11,906
DULCE 10	2,222.22	48,334.91	6,525.21	48,335
DULCE 11	980.00	11,068.69	3,842.42	11,069
DULCE 12	2,502.00	11,036.00	3,831.07	11,036
DULCE 13	1,260.00	10,797.50	3,748.28	10,798
DULCE 14	3,150.00	9,362.95	5,417.13	9,363
DULCE 15	1,159.00	9,020.58	3,131.43	9,021
DULCE 16	1,260.00	8,591.17	2,982.36	8,591
DULCE 17	980.00	8,476.64	2,942.61	8,477
DULCE 18	1,200.00	7,829.05	2,717.80	7,829
DULCE 19	17,928.00	30,958.61	15,479.30	30,959
DULCE 20	552.00	6,981.57	2,423.60	6,982
DULCE 21	526.10	29,847.27	2,417.63	29,847
DULCE 22	1,200.00	6,740.62	2,339.96	6,741
DULCE 23	2,344.00	6,405.19	3,705.86	6,405
DULCE 24	2,143.00	6,076.76	3,515.84	6,077
DULCE 25	3,150.00	12,019.91	3,245.38	12,020
DULCE 26	506.00	5,441.61	3,148.36	5,442
DULCE 27	2,502.00	5,285.00	1,834.65	5,285
DULCE 28	3,150.00	5,227.35	3,024.39	5,227
DULCE 29	980.00	5,204.01	1,806.53	5,204
DULCE 30	526.00	5,067.94	1,759.30	5,068
DULCE 31	1,260.00	4,811.48	1,670.27	4,811
DULCE 32	506.00	4,771.96	2,760.92	4,772
DULCE 33	2,161.76	4,421.45	1,534.88	4,421
DULCE 34	2,161.40	4,310.73	1,496.44	4,311
DULCE 35	1,200.00	4,245.69	1,473.86	4,246
DULCE 36	1,200.00	4,005.72	2,317.59	4,006
DULCE 37	356.00	3,921.65	2,268.96	3,922
DULCE 38	1,200.00	3,904.01	1,355.25	3,904
DULCE 39	294.00	3,748.95	2,169.03	3,749
DULCE 40	2,502.00	3,739.97	1,298.30	3,740
DULCE 41	2,143.00	3,632.75	2,101.80	3,633
DULCE 42	2,502.00	3,507.83	1,217.72	3,508
DULCE 43	968.00	3,463.15	1,202.21	3,463
DULCE 44	966.00	3,295.03	1,906.41	3,295
DULCE 45	3,150.00	3,271.93	1,893.04	3,272
DULCE 46	711.38	3,248.00	1,127.52	3,248
DULCE 47	1,200.00	3,231.96	1,121.95	3,232
DULCE 48	646.71	3,085.09	1,070.97	3,085
DULCE 49	348.00	2,989.19	1,729.46	2,989
DULCE 50	1,948.05	12,567.27	1,696.58	12,567
DULCE 51	566.00	2,872.61	997.21	2,873

DULCE 52	258,000.00	11,982.44	20,609.79	258,000
DULCE 53	3,150.00	2,696.78	1,560.28	3,150
DULCE 54	2,344.00	2,650.77	1,533.66	2,651
DULCE 55	526.10	2,644.47	918.01	2,644
DULCE 56	1,200.00	2,561.49	889.20	2,561
DULCE 57	26,400.00	10,952.10	12,594.92	26,400
DULCE 58	646.35	2,503.71	869.14	2,504
DULCE 59	2,161.76	2,466.55	856.24	2,467
DULCE 60	26,460.00	10,398.82	15,598.23	26,460
DULCE 61	1,159.00	2,404.25	834.62	2,404
DULCE 62	2,143.00	2,376.56	1,375.01	2,377
DULCE 63	3,150.00	2,262.78	1,309.18	3,150
DULCE 64	646.35	2,221.67	771.24	2,222
DULCE 65	980.00	2,167.43	752.41	2,167
DULCE 66	966.00	2,150.46	746.52	2,150
DULCE 67	1,390.48	2,089.31	725.29	2,089
DULCE 68	980.00	2,076.52	720.85	2,077
DULCE 69	348.00	2,068.44	1,196.74	2,068
DULCE 70	1,200.00	2,056.54	713.91	2,057
DULCE 71	628.10	2,023.64	702.49	2,024
DULCE 72	36,000.00	8,612.18	12,918.27	36,000
DULCE 73	2,964.29	8,599.09	1,160.88	8,599
DULCE 74	526.00	1,946.95	675.87	1,947
DULCE 75	1,200.00	1,901.45	660.08	1,901
DULCE 76	2,477.58	1,881.60	653.18	2,478
DULCE 77	1,156.00	1,842.46	639.60	1,842
DULCE 78	356.00	1,730.46	1,001.20	1,730
DULCE 79	566.00	1,724.29	598.58	1,724
DULCE 80	2,143.00	1,722.51	996.59	2,143
DULCE 81	294.00	1,721.68	996.12	1,722
DULCE 82	506.00	1,666.45	964.16	1,666
DULCE 83	1,200.00	1,645.89	571.36	1,646
DULCE 84	1,200.00	1,637.17	568.33	1,637
DULCE 85	506.00	1,636.96	947.10	1,637

2.2.2.3 Zona amarilla

La zona amarilla del amortiguador es el núcleo de la cobertura de la demanda. Esta es la zona que activa las ordenes de producción y órdenes de compra. Se define como la multiplicación del consumo diario promedio por el lead time de cada SKU (Ptak & Smith, 2016):

$$\text{Zona amarilla} = \text{CPD} * \text{LT} \quad (4)$$

Tabla 15. Zona amarilla

Descripción del producto	CPD (consumo promedio diario)	Lead time	Zona amarilla
DULCE 1	5,436.94	3	16,311
DULCE 2	3,207.87	3	9,624
DULCE 3	2,595.27	3	7,786
DULCE 4	2,550.90	3	7,653
DULCE 5	1,886.44	3	5,659
DULCE 6	1,732.22	5	8,661
DULCE 7	1,724.86	3	5,175
DULCE 8	1,723.09	3	5,169
DULCE 9	1,700.84	3	5,103
DULCE 10	1,611.16	5	8,056
DULCE 11	1,581.24	3	4,744
DULCE 12	1,576.57	3	4,730
DULCE 13	1,542.50	3	4,628
DULCE 14	1,337.56	5	6,688
DULCE 15	1,288.65	3	3,866
DULCE 16	1,227.31	3	3,682
DULCE 17	1,210.95	3	3,633
DULCE 18	1,118.44	3	3,355
DULCE 19	1,031.95	50	51,598
DULCE 20	997.37	3	2,992
DULCE 21	994.91	3	2,985
DULCE 22	962.95	3	2,889
DULCE 23	915.03	5	4,575
DULCE 24	868.11	5	4,341
DULCE 25	801.33	5	4,007
DULCE 26	777.37	5	3,887
DULCE 27	755.00	3	2,265
DULCE 28	746.76	5	3,734
DULCE 29	743.43	3	2,230
DULCE 30	723.99	3	2,172
DULCE 31	687.35	3	2,062
DULCE 32	681.71	5	3,409
DULCE 33	631.64	3	1,895
DULCE 34	615.82	3	1,847
DULCE 35	606.53	3	1,820
DULCE 36	572.25	5	2,861
DULCE 37	560.24	5	2,801
DULCE 38	557.72	3	1,673
DULCE 39	535.56	5	2,678
DULCE 40	534.28	3	1,603
DULCE 41	518.96	5	2,595
DULCE 42	501.12	3	1,503

DULCE 43	494.74	3	1,484
DULCE 44	470.72	5	2,354
DULCE 45	467.42	5	2,337
DULCE 46	464.00	3	1,392
DULCE 47	461.71	3	1,385
DULCE 48	440.73	3	1,322
DULCE 49	427.03	5	2,135
DULCE 50	418.91	5	2,095
DULCE 51	410.37	3	1,231
DULCE 52	399.41	172	68,699
DULCE 53	385.25	5	1,926
DULCE 54	378.68	5	1,893
DULCE 55	377.78	3	1,133
DULCE 56	365.93	3	1,098
DULCE 57	365.07	115	41,983
DULCE 58	357.67	3	1,073
DULCE 59	352.36	3	1,057
DULCE 60	346.63	150	51,994
DULCE 61	343.46	3	1,030
DULCE 62	339.51	5	1,698
DULCE 63	323.25	5	1,616
DULCE 64	317.38	3	952
DULCE 65	309.63	3	929
DULCE 66	307.21	3	922
DULCE 67	298.47	3	895
DULCE 68	296.65	3	890
DULCE 69	295.49	5	1,477
DULCE 70	293.79	3	881
DULCE 71	289.09	3	867
DULCE 72	287.07	150	43,061
DULCE 73	286.64	5	1,433
DULCE 74	278.14	3	834
DULCE 75	271.64	3	815
DULCE 76	268.80	3	806
DULCE 77	263.21	3	790
DULCE 78	247.21	5	1,236
DULCE 79	246.33	3	739
DULCE 80	246.07	5	1,230
DULCE 81	245.95	5	1,230
DULCE 82	238.06	5	1,190
DULCE 83	235.13	3	705
DULCE 84	233.88	3	702
DULCE 85	233.85	5	1,169

2.2.2.4 Zona roja

La zona roja del amortiguador es el inventario de seguridad y depende de la variabilidad de cada uno de los SKUs. Entre más variabilidad exista, mayor será la zona roja del amortiguador. Para el cálculo, al igual que la zona verde, consta de tres pasos que consisten en: 1) calcular una zona roja base, 2) determinar la zona roja de seguridad y finalmente 3) calcular la zona roja total, que es la suma de las dos zonas anteriores calculadas (Ptak & Smith, 2016)

2.2.2.4.1 Zona roja base

La zona roja base es igual a la zona verde calculada por el factor del lead time.

$$\text{Zona base roja} = \text{CPD} * \text{LT} * \% \text{ LT (4)}$$

Tabla 16. Zona roja base

Descripción del producto	CPD (consumo promedio diario)	Lead time	Categoría lead time	Facto de lead time	Zona roja base
DULCE 1	5,436.94	3	CORTO	81%	13,211.76
DULCE 2	3,207.87	3	CORTO	81%	7,795.13
DULCE 3	2,595.27	3	CORTO	81%	6,306.51
DULCE 4	2,550.90	3	CORTO	81%	6,198.69
DULCE 5	1,886.44	3	CORTO	81%	4,584.04
DULCE 6	1,732.22	5	CORTO	81%	7,015.48
DULCE 7	1,724.86	3	CORTO	81%	4,191.40
DULCE 8	1,723.09	3	CORTO	81%	4,187.11
DULCE 9	1,700.84	3	CORTO	81%	4,133.03
DULCE 10	1,611.16	5	CORTO	81%	6,525.21
DULCE 11	1,581.24	3	CORTO	81%	3,842.42
DULCE 12	1,576.57	3	CORTO	81%	3,831.07
DULCE 13	1,542.50	3	CORTO	81%	3,748.28
DULCE 14	1,337.56	5	CORTO	81%	5,417.13
DULCE 15	1,288.65	3	CORTO	81%	3,131.43
DULCE 16	1,227.31	3	CORTO	81%	2,982.36
DULCE 17	1,210.95	3	CORTO	81%	2,942.61
DULCE 18	1,118.44	3	CORTO	81%	2,717.80

DULCE 19	1,031.95	50	LARGO	30%	15,479.30
DULCE 20	997.37	3	CORTO	81%	2,423.60
DULCE 21	994.91	3	CORTO	81%	2,417.63
DULCE 22	962.95	3	CORTO	81%	2,339.96
DULCE 23	915.03	5	CORTO	81%	3,705.86
DULCE 24	868.11	5	CORTO	81%	3,515.84
DULCE 25	801.33	5	CORTO	81%	3,245.38
DULCE 26	777.37	5	CORTO	81%	3,148.36
DULCE 27	755.00	3	CORTO	81%	1,834.65
DULCE 28	746.76	5	CORTO	81%	3,024.39
DULCE 29	743.43	3	CORTO	81%	1,806.53
DULCE 30	723.99	3	CORTO	81%	1,759.30
DULCE 31	687.35	3	CORTO	81%	1,670.27
DULCE 32	681.71	5	CORTO	81%	2,760.92
DULCE 33	631.64	3	CORTO	81%	1,534.88
DULCE 34	615.82	3	CORTO	81%	1,496.44
DULCE 35	606.53	3	CORTO	81%	1,473.86
DULCE 36	572.25	5	CORTO	81%	2,317.59
DULCE 37	560.24	5	CORTO	81%	2,268.96
DULCE 38	557.72	3	CORTO	81%	1,355.25
DULCE 39	535.56	5	CORTO	81%	2,169.03
DULCE 40	534.28	3	CORTO	81%	1,298.30
DULCE 41	518.96	5	CORTO	81%	2,101.80
DULCE 42	501.12	3	CORTO	81%	1,217.72
DULCE 43	494.74	3	CORTO	81%	1,202.21
DULCE 44	470.72	5	CORTO	81%	1,906.41
DULCE 45	467.42	5	CORTO	81%	1,893.04
DULCE 46	464.00	3	CORTO	81%	1,127.52
DULCE 47	461.71	3	CORTO	81%	1,121.95
DULCE 48	440.73	3	CORTO	81%	1,070.97
DULCE 49	427.03	5	CORTO	81%	1,729.46
DULCE 50	418.91	5	CORTO	81%	1,696.58
DULCE 51	410.37	3	CORTO	81%	997.21
DULCE 52	399.41	172	LARGO	30%	20,609.79
DULCE 53	385.25	5	CORTO	81%	1,560.28
DULCE 54	378.68	5	CORTO	81%	1,533.66
DULCE 55	377.78	3	CORTO	81%	918.01
DULCE 56	365.93	3	CORTO	81%	889.20
DULCE 57	365.07	115	LARGO	30%	12,594.92
DULCE 58	357.67	3	CORTO	81%	869.14
DULCE 59	352.36	3	CORTO	81%	856.24
DULCE 60	346.63	150	LARGO	30%	15,598.23
DULCE 61	343.46	3	CORTO	81%	834.62
DULCE 62	339.51	5	CORTO	81%	1,375.01
DULCE 63	323.25	5	CORTO	81%	1,309.18
DULCE 64	317.38	3	CORTO	81%	771.24

DULCE 65	309.63	3	CORTO	81%	752.41
DULCE 66	307.21	3	CORTO	81%	746.52
DULCE 67	298.47	3	CORTO	81%	725.29
DULCE 68	296.65	3	CORTO	81%	720.85
DULCE 69	295.49	5	CORTO	81%	1,196.74
DULCE 70	293.79	3	CORTO	81%	713.91
DULCE 71	289.09	3	CORTO	81%	702.49
DULCE 72	287.07	150	LARGO	30%	12,918.27
DULCE 73	286.64	5	CORTO	81%	1,160.88
DULCE 74	278.14	3	CORTO	81%	675.87
DULCE 75	271.64	3	CORTO	81%	660.08
DULCE 76	268.80	3	CORTO	81%	653.18
DULCE 77	263.21	3	CORTO	81%	639.60
DULCE 78	247.21	5	CORTO	81%	1,001.20
DULCE 79	246.33	3	CORTO	81%	598.58
DULCE 80	246.07	5	CORTO	81%	996.59
DULCE 81	245.95	5	CORTO	81%	996.12
DULCE 82	238.06	5	CORTO	81%	964.16
DULCE 83	235.13	3	CORTO	81%	571.36
DULCE 84	233.88	3	CORTO	81%	568.33
DULCE 85	233.85	5	CORTO	81%	947.10

2.2.2.4.2 Zona roja de seguridad

Se calcula multiplicando la zona roja base por el factor de variabilidad, según el detalle de la ecuación (5).

$$\text{Zona roja de seguridad} = \text{zona roja base} * \% \text{ FV (5)}$$

El factor de variabilidad está determinado por un rango superior e inferior. Este se asigna después de categorizar la variabilidad (FV) de cada uno de los SKUs en alta, media o baja.

Tabla 17. Rangos de factor de variabilidad

Zona roja de seguridad	Rangos del factor de variabilidad
Variabilidad alta	61-100% de la zona roja base
Variabilidad media	41-60% de la zona roja base
Variabilidad baja	0-40% de la zona roja base

Fuente: (Ptak & Smith, 2016)

Tabla 18. Rangos de factor de variabilidad aplicados a Confidulces S.A.

% Coef. Variación		Rangos de factor de variabilidad				
MIN	MAX	MIN	MAX	PROMEDIO	VARIABILIDAD	DESCRIPCIÓN
0%	33%	0%	40%	20%	BAJA	PICOS O NINGÚN PICO DE DEMANDA
33%	67%	41%	60%	51%	MEDIA	PICOS OCASIONALES DE DEMANDA
70%	EN ADELANTE	61%	100%	81%	ALTA	PICOS FRECUENTES DE DEMANDA

Fuente: (Soria Amán, 2021). Se considera al promedio de los rangos mínimos y máximos como el factor de variabilidad.

Tabla 19. Zona roja de seguridad

Descripción del producto	Coefficiente de variación	Variabilidad	Factor de variabilidad	Zona roja base	Zona roja de seguridad
DULCE 1	14%	BAJA	20%	13,212	2,642
DULCE 2	8%	BAJA	20%	7,795	1,559
DULCE 3	19%	BAJA	20%	6,307	1,261
DULCE 4	18%	BAJA	20%	6,199	1,240
DULCE 5	9%	BAJA	20%	4,584	917
DULCE 6	30%	BAJA	20%	7,015	1,403
DULCE 7	9%	BAJA	20%	4,191	838
DULCE 8	36%	MEDIA	51%	4,187	2,135
DULCE 9	7%	BAJA	20%	4,133	827
DULCE 10	99%	ALTA	81%	6,525	5,285
DULCE 11	30%	BAJA	20%	3,842	768
DULCE 12	7%	BAJA	20%	3,831	766
DULCE 13	5%	BAJA	20%	3,748	750
DULCE 14	44%	MEDIA	51%	5,417	2,763
DULCE 15	18%	BAJA	20%	3,131	626
DULCE 16	15%	BAJA	20%	2,982	596
DULCE 17	10%	BAJA	20%	2,943	589
DULCE 18	56%	MEDIA	51%	2,718	1,386
DULCE 19	129%	ALTA	81%	15,479	12,538
DULCE 20	66%	MEDIA	51%	2,424	1,236
DULCE 21	68%	ALTA	81%	2,418	1,958
DULCE 22	10%	BAJA	20%	2,340	468
DULCE 23	14%	BAJA	20%	3,706	741
DULCE 24	12%	BAJA	20%	3,516	703
DULCE 25	20%	BAJA	20%	3,245	649
DULCE 26	38%	MEDIA	51%	3,148	1,606
DULCE 27	16%	BAJA	20%	1,835	367
DULCE 28	44%	MEDIA	51%	3,024	1,542
DULCE 29	24%	BAJA	20%	1,807	361
DULCE 30	14%	BAJA	20%	1,759	352
DULCE 31	7%	BAJA	20%	1,670	334

DULCE 32	56%	MEDIA	51%	2,761	1,408
DULCE 33	137%	ALTA	81%	1,535	1,243
DULCE 34	224%	ALTA	81%	1,496	1,212
DULCE 35	25%	BAJA	20%	1,474	295
DULCE 36	24%	BAJA	20%	2,318	464
DULCE 37	26%	BAJA	20%	2,269	454
DULCE 38	65%	MEDIA	51%	1,355	691
DULCE 39	82%	ALTA	81%	2,169	1,757
DULCE 40	7%	BAJA	20%	1,298	260
DULCE 41	24%	BAJA	20%	2,102	420
DULCE 42	8%	BAJA	20%	1,218	244
DULCE 43	73%	ALTA	81%	1,202	974
DULCE 44	14%	BAJA	20%	1,906	381
DULCE 45	90%	ALTA	81%	1,893	1,533
DULCE 46	141%	ALTA	81%	1,128	913
DULCE 47	55%	MEDIA	51%	1,122	572
DULCE 48	146%	ALTA	81%	1,071	867
DULCE 49	30%	BAJA	20%	1,729	346
DULCE 50	224%	ALTA	81%	1,697	1,374
DULCE 51	13%	BAJA	20%	997	199
DULCE 52	22%	BAJA	20%	20,610	4,122
DULCE 53	185%	ALTA	81%	1,560	1,264
DULCE 54	14%	BAJA	20%	1,534	307
DULCE 55	57%	MEDIA	51%	918	468
DULCE 56	55%	MEDIA	51%	889	453
DULCE 57	105%	ALTA	81%	12,595	10,202
DULCE 58	141%	ALTA	81%	869	704
DULCE 59	143%	ALTA	81%	856	694
DULCE 60	18%	BAJA	20%	15,598	3,120
DULCE 61	14%	BAJA	20%	835	167
DULCE 62	19%	BAJA	20%	1,375	275
DULCE 63	43%	MEDIA	51%	1,309	668
DULCE 64	224%	ALTA	81%	771	625
DULCE 65	8%	BAJA	20%	752	150
DULCE 66	18%	BAJA	20%	747	149
DULCE 67	56%	MEDIA	51%	725	370
DULCE 68	14%	BAJA	20%	721	144
DULCE 69	224%	ALTA	81%	1,197	969
DULCE 70	40%	MEDIA	51%	714	364
DULCE 71	116%	ALTA	81%	702	569
DULCE 72	200%	ALTA	81%	12,918	10,464
DULCE 73	224%	ALTA	81%	1,161	940
DULCE 74	8%	BAJA	20%	676	135
DULCE 75	46%	MEDIA	51%	660	337
DULCE 76	82%	ALTA	81%	653	529
DULCE 77	5%	BAJA	20%	640	128

DULCE 78	41%	MEDIA	51%	1,001	511
DULCE 79	22%	BAJA	20%	599	120
DULCE 80	22%	BAJA	20%	997	199
DULCE 81	68%	MEDIA	51%	996	508
DULCE 82	125%	ALTA	81%	964	781
DULCE 83	49%	MEDIA	51%	571	291
DULCE 84	36%	MEDIA	51%	568	290
DULCE 85	7%	BAJA	20%	947	189

2.2.2.4.3 Zona roja total

Es la suma de la zona roja base más la zona roja de seguridad.

Zona roja total = zona roja base + zona roja seguridad (6)

Tabla 20. Zona roja total

Descripción del producto	Zona roja base	Zona roja de seguridad	Zona roja total
DULCE 1	13,212	2,642	15,854
DULCE 2	7,795	1,559	9,354
DULCE 3	6,307	1,261	7,568
DULCE 4	6,199	1,240	7,438
DULCE 5	4,584	917	5,501
DULCE 6	7,015	1,403	8,419
DULCE 7	4,191	838	5,030
DULCE 8	4,187	2,135	6,323
DULCE 9	4,133	827	4,960
DULCE 10	6,525	5,285	11,811
DULCE 11	3,842	768	4,611
DULCE 12	3,831	766	4,597
DULCE 13	3,748	750	4,498
DULCE 14	5,417	2,763	8,180
DULCE 15	3,131	626	3,758
DULCE 16	2,982	596	3,579
DULCE 17	2,943	589	3,531
DULCE 18	2,718	1,386	4,104
DULCE 19	15,479	12,538	28,018

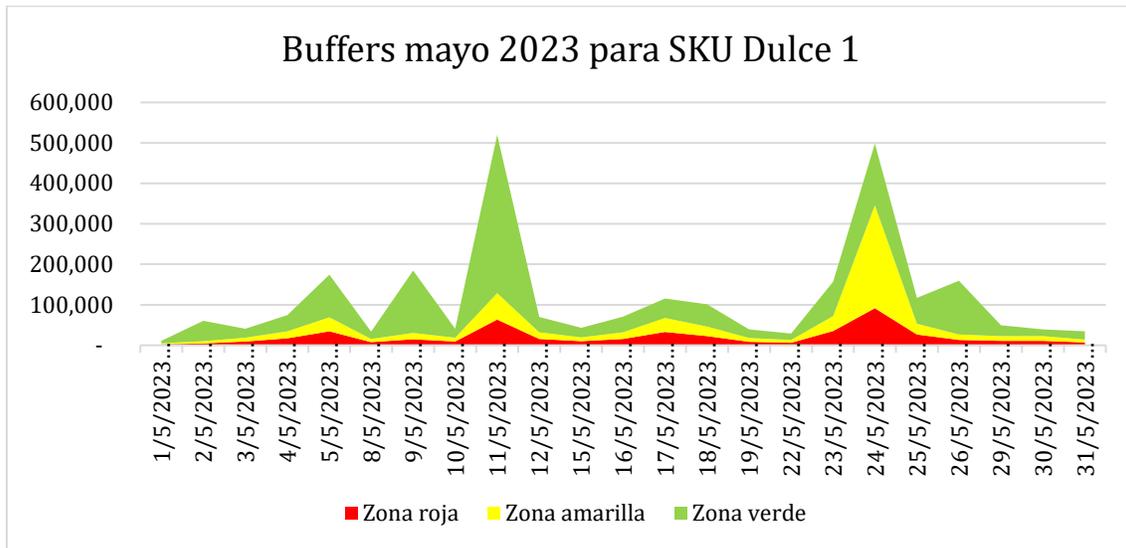
DULCE 20	2,424	1,236	3,660
DULCE 21	2,418	1,958	4,376
DULCE 22	2,340	468	2,808
DULCE 23	3,706	741	4,447
DULCE 24	3,516	703	4,219
DULCE 25	3,245	649	3,894
DULCE 26	3,148	1,606	4,754
DULCE 27	1,835	367	2,202
DULCE 28	3,024	1,542	4,567
DULCE 29	1,807	361	2,168
DULCE 30	1,759	352	2,111
DULCE 31	1,670	334	2,004
DULCE 32	2,761	1,408	4,169
DULCE 33	1,535	1,243	2,778
DULCE 34	1,496	1,212	2,709
DULCE 35	1,474	295	1,769
DULCE 36	2,318	464	2,781
DULCE 37	2,269	454	2,723
DULCE 38	1,355	691	2,046
DULCE 39	2,169	1,757	3,926
DULCE 40	1,298	260	1,558
DULCE 41	2,102	420	2,522
DULCE 42	1,218	244	1,461
DULCE 43	1,202	974	2,176
DULCE 44	1,906	381	2,288
DULCE 45	1,893	1,533	3,426
DULCE 46	1,128	913	2,041
DULCE 47	1,122	572	1,694
DULCE 48	1,071	867	1,938
DULCE 49	1,729	346	2,075
DULCE 50	1,697	1,374	3,071
DULCE 51	997	199	1,197
DULCE 52	20,610	4,122	24,732
DULCE 53	1,560	1,264	2,824
DULCE 54	1,534	307	1,840
DULCE 55	918	468	1,386
DULCE 56	889	453	1,343
DULCE 57	12,595	10,202	22,797
DULCE 58	869	704	1,573
DULCE 59	856	694	1,550
DULCE 60	15,598	3,120	18,718
DULCE 61	835	167	1,002
DULCE 62	1,375	275	1,650
DULCE 63	1,309	668	1,977
DULCE 64	771	625	1,396
DULCE 65	752	150	903

DULCE 66	747	149	896
DULCE 67	725	370	1,095
DULCE 68	721	144	865
DULCE 69	1,197	969	2,166
DULCE 70	714	364	1,078
DULCE 71	702	569	1,272
DULCE 72	12,918	10,464	23,382
DULCE 73	1,161	940	2,101
DULCE 74	676	135	811
DULCE 75	660	337	997
DULCE 76	653	529	1,182
DULCE 77	640	128	768
DULCE 78	1,001	511	1,512
DULCE 79	599	120	718
DULCE 80	997	199	1,196
DULCE 81	996	508	1,504
DULCE 82	964	781	1,745
DULCE 83	571	291	863
DULCE 84	568	290	858
DULCE 85	947	189	1,137

2.2.2.5 Representación gráfica de las zonas de los amortiguadores

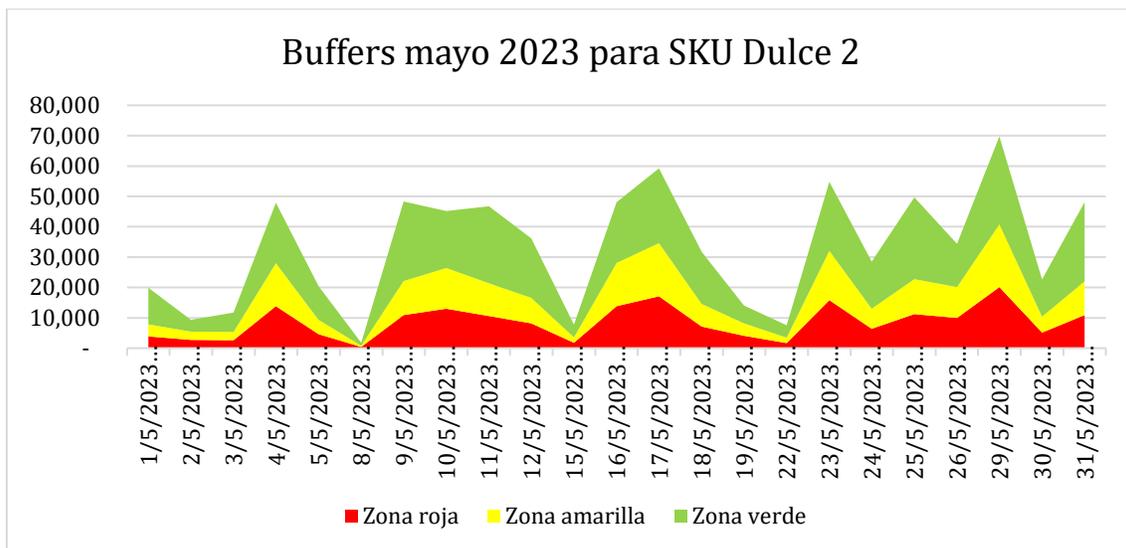
En este apartado se muestra la gráfica de las zonas de los amortiguadores calculados. Se utilizará los dos productos más vendidos de la compañía para poder evidenciar el comportamiento de los amortiguadores. Los buffers fueron recalculados con la venta diaria durante el mes de mayo.

Figura 10. Tamaño de amortiguadores para el SKU Dulce 1, con recalcuro de venta diaria.



La figura 10 evidencia que existe una alta variabilidad en la venta de los días 11 y 24 de mayo, lo cual pudo generar stock out en los siguientes días. La zona verde sin considerar los dos outliers se mantiene en un promedio de 38,000 unidades.

Figura 11. Tamaño de amortiguadores para el SKU Dulce 2, con recalcuro de venta diaria.



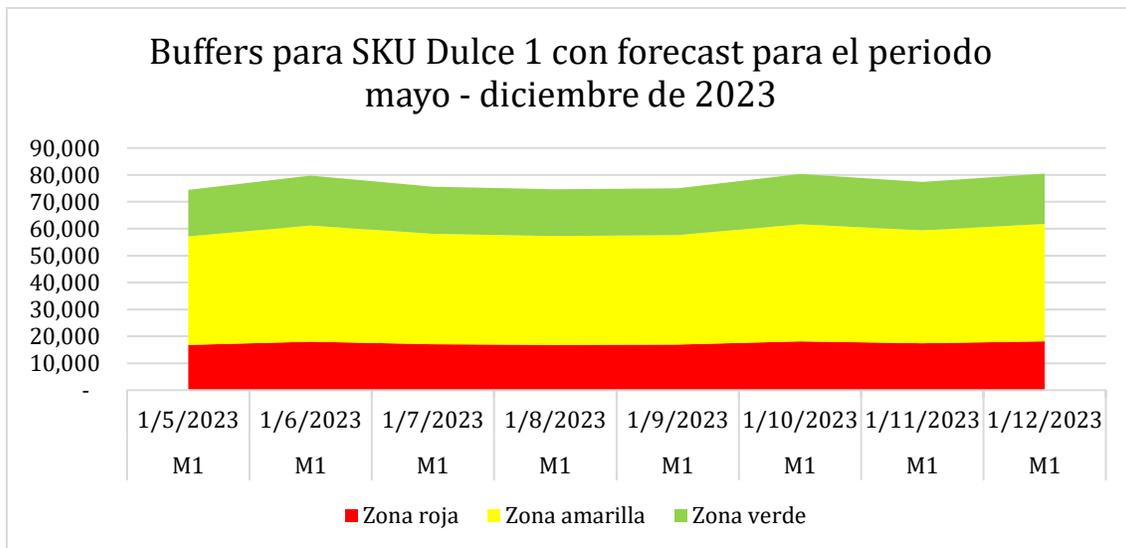
La figura 11 muestra un amortiguador promedio de 38,000 unidades, sin considerar los días 8, 15 y 22 de mayo, y un comportamiento estable en la venta promedio diaria. Es importante

comprobar si una de las causas para que la venta promedio haya disminuido en los 3 días mencionados se debe que no hubo inventario disponible.

2.2.2.6 Ajustes dinámicos

DDMRP sugiere realizar ajustes de los buffers adaptándolos a las necesidades de cada una de las compañías; esto, con el objetivo de reducir la variabilidad en el comportamiento de las ventas y abastecimiento. Dado que el tamaño del amortiguador depende del consumo promedio diario, este puede ser calculado considerando la venta real diaria (que como se vio en las gráficas 10 y 11, presentan una alta variabilidad), la venta diaria promedio mensual (venta acumulada dividida para los días del mes) o ajustarla en función de un forecast que considere la estacionalidad y picos de demanda.

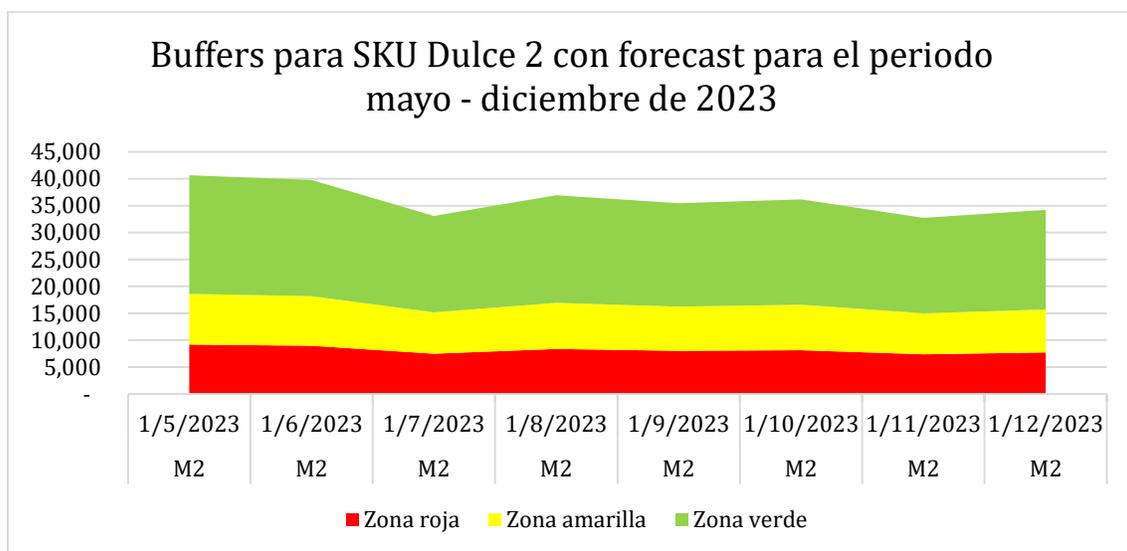
Figura 12. Perfil de amortiguadores del SKU Dulce 1 para el periodo mayo – diciembre de 2023



La figura 12 muestra el comportamiento del amortiguador del producto Dulce M1 desde el mes de mayo a diciembre de 2023. En este periodo se puede observar que, en los meses de junio y

diciembre existen picos de venta, los cuales se traduce a nivel de producción, en un mayor uso de recursos en mano de obra, turnos de producción, materias primas, materiales y capacidad de máquina. A nivel de producto terminado, se requerirá incrementar el inventario en mano para poder cubrir la estacionalidad del día del niño, halloween y navidad.

Figura 13. Perfil de amortiguadores del SKU Dulce 2 para el periodo mayo – diciembre de 2023



La figura 13 muestra una tendencia decreciente en los amortiguadores para el segundo semestre de 2023. Esto indica que no existe estacionalidad por navidad para este SKU y que el nivel de inventario en mano también deberá disminuir de cara al cierre de 2023.

2.2.3 Componente halar

Este componente es el objetivo principal de la metodología DDMRP ya que es el que direcciona la operación de abastecimiento, producción y distribución en la compañía. El forecast ya no es el número final que lidera la cadena y esto se debe a que el modelo trabaja sujeto a la venta real (pull) y a una demanda calificada (pedidos de venta en firme). No obstante, dentro de la

metodología el forecast se convierte en un parámetro utilizado para dimensionar el tamaño de los amortiguadores.

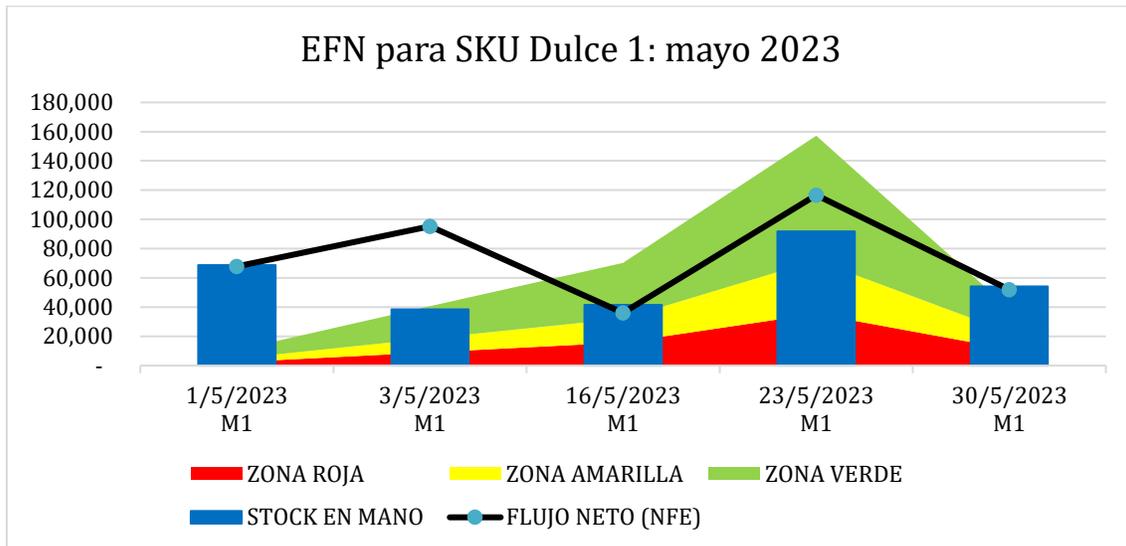
2.2.3.1 Planeación Demand Driven

La planeación demand driven o controlada por la demanda es la innovación de DDMRP y se la conoce como ecuación de flujo neto (NFE). Esta ecuación es la que emiten las señales de reabastecimiento (órdenes de producción o compras) y debe calcularse diariamente (Ptak & Smith, 2016).

$$\text{NFE} = \text{stock en mano} + \text{stock en tránsito} - \text{demanda calificada} \quad (8)$$

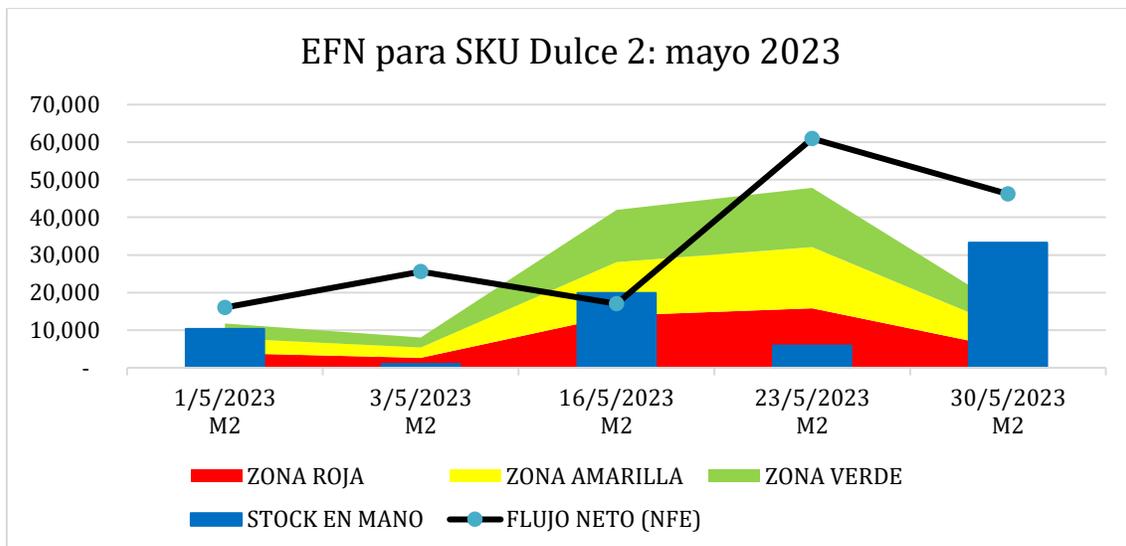
La ecuación de flujo neto permite generar las órdenes de reabastecimiento o producción, anticipándose a pedidos que los clientes ya tienen comprometidos. Esto se refiere a productos que aún forman parte del inventario en mano, pero que sabemos que será con seguridad vendido en los próximos días. Si el día de la revisión, por ejemplo, contamos con 100 unidades inventario de cualquier dulce y el punto de reorden (buffer amarillo) es de 90 unidades, no se generará ninguna orden de reabastecimiento. Sin embargo, suponiendo que el 50% de ese inventario se encuentra comprometido para ser despachado en los próximos tres días, la NFE recomendará generar una orden de reabastecimiento por la cantidad necesaria para llevar el amortiguador a la zona verde puesto leerá 50 unidades de inventario en mano, lo cual permite anticiparse a posibles stocks out de los próximos días.

Figura 14. Ecuación de flujo neto del SKU Dulce 1 para mayo de 2023



La figura 14 evidencia que el stock en mano durante el mes de mayo se mantuvo por encima de la zona amarilla, lo cual se traduce en exceso de inventario, de forma particular al inicio del mes. La EFN no evidencia puntos inferiores al stock en mano, por lo cual no existe de generar ordenes de producción anticipadas.

Figura 15. Ecuación de flujo neto del SKU Dulce 2 para mayo de 2023



La figura 15 evidencia que el 23 de mayo se utilizó la zona roja del amortiguador para poder cubrir los pedidos de venta. A pesar de esto, la EFN no recomendó generar órdenes de producción (no se encuentra en la zona amarilla) debido a que existe inventario en tránsito. Que el stock en mano se encuentre en esta zona se puede considerar como una alerta para poder presionar la llegada de los tránsitos.

2.2.3.2 Ejecución visible y colaborativa

DDMRP proporciona un grupo de alertas para su ejecución y control. Se dividen en: alertas de estado del buffer y alertas de sincronización. Las de estado buffer se subdivide en: alerta de inventario físico (stock en mano) y alerta de agotado proyectado (stock en mano más stock en tránsito, menos la demanda calificada). Las alertas de sincronización, por su parte, se subdivide en: alerta de sincronización de materiales (a nivel de lista de materiales) y alerta de lead time (problemas de sincronización con el proveedor). La implementación en la empresa se realizará en la primera etapa a nivel de producto terminado, por lo cual únicamente de las alertas de inventario físico e inventario físico proyectado.

2.2.3.2.1 Alerta de inventario físico

Esta alerta se enfoca en el stock físico actual y no utiliza la ecuación del flujo neto. Así mismo es importante cambiar la forma como se determina las prioridades y la interpretación de los colores del buffer (Demand Driven Institute, 2016). Por ejemplo, la alerta del inventario físico a nivel de producción mostrará qué órdenes de reabastecimiento deben generarse primero, empezando por el color rojo. Sin embargo, dentro la misma zona roja es posible priorizar la producción de los SKUs considerando la participación del inventario en mano sobre el total de la zona roja (Ptak & Smith, 2016a). En la tabla 21 se puede evidenciar las prioridades.

2.2.3.2.2 Alerta de inventario físico proyectado

Esta alerta proyecta el inventario en mano basado en el consumo promedio diario y muestra cuál es su futura penetración en la zona roja. Para determinar esta alerta es necesario información de la demanda y las fechas de entrega de los tránsitos a nivel de producto terminado, materiales y materias primas respectivamente. Las fechas de entrega permiten simular en que zona se encontraría el buffer proyectado. Esta señal permite identificar que órdenes de producción y compras se deben adelantar para evitar posibles desabastecimientos (Demand Driven Institute, 2016).

Tabla 21. Ejecución de DDMRP en Confidulces S.A. el 31 de mayo de 2023

Descripción del producto	Zona verde	Zona amarilla	Zona roja	Buffer lleno	Stock en mano	Tránsito	Flujo neto (NFE)	Cantidad a producir	Ejecución DDMRP	% amortiguador
DULCE 3	77,858	7,786	7,568	93,212	-	-	-	93,212	URGENTE	0%
DULCE 8	51,693	5,169	6,323	63,185	-	-	-	63,185	URGENTE	0%
DULCE 10	48,335	8,056	11,811	68,201	-	-	-	68,201	URGENTE	0%
DULCE 15	9,021	3,866	3,758	16,644	4,310	-	3,021	13,623	URGENTE	80%
DULCE 21	29,847	2,985	4,376	37,208	-	-	-	37,208	URGENTE	0%
DULCE 33	4,421	1,895	2,778	9,094	-	-	-	9,094	URGENTE	0%
DULCE 34	4,311	1,847	2,709	8,867	600	-	-	8,867	URGENTE	0%
DULCE 46	3,248	1,392	2,041	6,681	240	-	-	6,681	URGENTE	0%
DULCE 48	3,085	1,322	1,938	6,346	1,824	-	1,383	4,962	URGENTE	71%
DULCE 50	12,567	2,095	3,071	17,733	960	-	541	17,192	URGENTE	18%
DULCE 53	3,150	1,926	2,824	7,900	-	-	-	7,900	URGENTE	0%
DULCE 58	2,504	1,073	1,573	5,150	-	-	-	5,150	URGENTE	0%
DULCE 59	2,467	1,057	1,550	5,073	-	-	-	5,073	URGENTE	0%
DULCE 64	2,222	952	1,396	4,570	-	-	-	4,570	URGENTE	0%
DULCE 69	2,068	1,477	2,166	5,712	-	-	-	5,712	URGENTE	0%
DULCE 71	2,024	867	1,272	4,162	1,410	-	1,121	3,042	URGENTE	88%
DULCE 72	36,000	43,061	23,382	102,443	-	-	-	102,443	URGENTE	0%
DULCE 73	8,599	1,433	2,101	12,133	-	-	-	12,133	URGENTE	0%
DULCE 76	2,478	806	1,182	4,466	-	-	-	4,466	URGENTE	0%
DULCE 77	1,842	790	768	3,400	-	-	-	3,400	URGENTE	0%
DULCE 82	1,666	1,190	1,745	4,602	-	-	-	4,602	URGENTE	0%
DULCE 14	9,363	6,688	8,180	24,231	5,126	10,000	13,788	10,442	ORDENAR	93%
DULCE 24	6,077	4,341	4,219	14,636	863	4,354	4,349	10,287	ORDENAR	51%
DULCE 57	26,400	41,983	22,797	91,180	19,283	26,400	45,318	45,862	ORDENAR	70%
DULCE 1	38,059	16,311	15,854	70,223	77,628	27,206	99,397	-	LLENO	142%
DULCE 2	22,455	9,624	9,354	41,433	29,852	11,960	38,604	-	LLENO	93%

DULCE 4	17,856	7,653	7,438	32,947	13,661	10,078	21,188	-	LLENO	64%
DULCE 5	13,205	5,659	5,501	24,365	29,153	-	27,267	-	LLENO	112%
DULCE 6	25,983	8,661	8,419	43,063	15,891	28,000	42,159	-	LLENO	98%
DULCE 7	12,074	5,175	5,030	22,278	23,281	-	21,556	-	LLENO	97%
DULCE 9	11,906	5,103	4,960	21,968	10,014	15,000	23,313	-	LLENO	106%
DULCE 11	11,069	4,744	4,611	20,423	30,446	20,000	48,865	-	LLENO	239%
DULCE 12	11,036	4,730	4,597	20,363	31,425	9,500	39,348	-	LLENO	193%
DULCE 13	10,798	4,628	4,498	19,923	19,865	12,825	31,148	-	LLENO	156%
DULCE 16	8,591	3,682	3,579	15,852	19,275	-	18,048	-	LLENO	114%
DULCE 17	8,477	3,633	3,531	15,641	13,936	-	12,725	-	LLENO	81%
DULCE 18	7,829	3,355	4,104	15,288	26,797	-	25,679	-	LLENO	168%
DULCE 19	30,959	51,598	28,018	110,574	-	161,352	160,320	-	LLENO	145%
DULCE 20	6,982	2,992	3,660	13,633	14,957	-	13,960	-	LLENO	102%
DULCE 22	6,741	2,889	2,808	12,437	10,020	-	9,057	-	LLENO	73%
DULCE 23	6,405	4,575	4,447	15,427	19,422	3,000	21,507	-	LLENO	139%
DULCE 25	12,020	4,007	3,894	19,921	10,347	20,000	29,546	-	LLENO	148%
DULCE 26	5,442	3,887	4,754	14,082	15,528	9,000	23,751	-	LLENO	169%
DULCE 27	5,285	2,265	2,202	9,752	27,864	-	27,109	-	LLENO	278%
DULCE 28	5,227	3,734	4,567	13,528	32,850	-	32,103	-	LLENO	237%
DULCE 29	5,204	2,230	2,168	9,602	6,236	-	5,493	-	LLENO	57%
DULCE 30	5,068	2,172	2,111	9,351	3,587	9,000	11,863	-	LLENO	127%
DULCE 31	4,811	2,062	2,004	8,878	13,242	-	12,555	-	LLENO	141%
DULCE 32	4,772	3,409	4,169	12,350	17,865	10,000	27,183	-	LLENO	220%
DULCE 35	4,246	1,820	1,769	7,834	15,344	-	14,737	-	LLENO	188%
DULCE 36	4,006	2,861	2,781	9,648	9,739	-	9,167	-	LLENO	95%
DULCE 37	3,922	2,801	2,723	9,446	9,655	-	9,095	-	LLENO	96%
DULCE 38	3,904	1,673	2,046	7,624	6,721	-	6,163	-	LLENO	81%
DULCE 39	3,749	2,678	3,926	10,353	26,149	-	25,613	-	LLENO	247%
DULCE 40	3,740	1,603	1,558	6,901	16,676	-	16,142	-	LLENO	234%
DULCE 41	3,633	2,595	2,522	8,750	1,743	7,955	9,179	-	LLENO	105%
DULCE 42	3,508	1,503	1,461	6,472	13,118	-	12,617	-	LLENO	195%
DULCE 43	3,463	1,484	2,176	7,123	19,468	-	18,973	-	LLENO	266%
DULCE 44	3,295	2,354	2,288	7,936	6,502	-	6,031	-	LLENO	76%
DULCE 45	3,272	2,337	3,426	9,035	6,376	-	5,909	-	LLENO	65%
DULCE 47	3,232	1,385	1,694	6,311	50,811	-	50,349	-	LLENO	798%
DULCE 49	2,989	2,135	2,075	7,200	6,042	-	5,615	-	LLENO	78%
DULCE 51	2,873	1,231	1,197	5,300	7,666	-	7,256	-	LLENO	137%
DULCE 52	258,000	68,699	24,732	351,431	189,619	258,000	447,220	-	LLENO	127%
DULCE 54	2,651	1,893	1,840	6,385	863	6,600	7,084	-	LLENO	111%
DULCE 55	2,644	1,133	1,386	5,164	-	10,296	9,918	-	LLENO	192%
DULCE 56	2,561	1,098	1,343	5,002	12,394	-	12,028	-	LLENO	240%
DULCE 60	26,460	51,994	18,718	97,172	68,060	132,300	200,013	-	LLENO	206%
DULCE 61	2,404	1,030	1,002	4,436	3,584	-	3,241	-	LLENO	73%
DULCE 62	2,377	1,698	1,650	5,724	-	8,424	8,084	-	LLENO	141%
DULCE 63	3,150	1,616	1,977	6,743	11,670	-	11,347	-	LLENO	168%
DULCE 65	2,167	929	903	3,999	16,805	-	16,495	-	LLENO	412%

DULCE 66	2,150	922	896	3,968	135	3,900	3,728	-	LLENO	94%
DULCE 67	2,089	895	1,095	4,080	-	6,624	6,326	-	LLENO	155%
DULCE 68	2,077	890	865	3,831	8,301	-	8,004	-	LLENO	209%
DULCE 70	2,057	881	1,078	4,016	18,276	-	17,982	-	LLENO	448%
DULCE 74	1,947	834	811	3,592	5,487	-	5,209	-	LLENO	145%
DULCE 75	1,901	815	997	3,713	12,824	-	12,552	-	LLENO	338%
DULCE 78	1,730	1,236	1,512	4,478	7,731	-	7,484	-	LLENO	167%
DULCE 79	1,724	739	718	3,182	11,906	-	11,660	-	LLENO	366%
DULCE 80	2,143	1,230	1,196	4,569	17,163	-	16,917	-	LLENO	370%
DULCE 81	1,722	1,230	1,504	4,456	9,890	-	9,644	-	LLENO	216%
DULCE 83	1,646	705	863	3,214	14,358	-	14,123	-	LLENO	439%
DULCE 84	1,637	702	858	3,197	5,423	-	5,189	-	LLENO	162%
DULCE 85	1,637	1,169	1,137	3,943	3,395	2,000	5,161	-	LLENO	131%

La tabla 21 muestra el cálculo final y la ejecución de DDMRP. En ella se detallan las prioridades de producción después del cálculo diario y la cantidad a reabastecer cuando la EFN se encuentra por debajo de la zona verde.

CAPITULO 2: GESTIÓN DEL CAMBIO CON LOS RECURSOS HUMANOS

La gestión del cambio es un proceso crucial cuando se implementa una nueva metodología o enfoque, como el método DDMRP en una organización. La aplicación efectiva de DDMRP implica cambios en la forma en que se gestionan los recursos humanos, la toma de decisiones y los procesos operativos. Aquí hay algunos pasos clave para gestionar el cambio con los recursos humanos al implementar el método DDMRP:

Comunicación clara y efectiva

Es esencial comunicar el propósito y los beneficios de la implementación de DDMRP a los empleados. Explica cómo el nuevo método puede mejorar la eficiencia, reducir el tiempo de entrega y mejorar la satisfacción del cliente. Mantén una comunicación abierta y honesta para abordar cualquier preocupación o resistencia.

Formación y desarrollo

Proporciona formación adecuada a los empleados para que comprendan el nuevo método y cómo se ajusta a sus roles y responsabilidades. Esto incluye la comprensión de los principios fundamentales de DDMRP, el uso de herramientas y software relacionados, y cómo colaborar con otros equipos y departamentos para optimizar los flujos de materiales y la toma de decisiones.

Identificación de líderes y agentes de cambio

Busca empleados que muestren interés y aptitud para liderar la implementación de DDMRP en sus áreas de trabajo. Estos líderes pueden ayudar a promover el cambio, actuar como defensores y brindar apoyo a sus compañeros de equipo durante el proceso de implementación.

Alineación de los sistemas de incentivos y recompensas

Revisa los sistemas de incentivos y recompensas existentes y asegúrate de que estén alineados con los objetivos y principios de DDMRP. Esto puede incluir reconocer y recompensar a los empleados que demuestren un buen desempeño en la adopción de prácticas basadas en DDMRP, fomentando así la motivación y el compromiso con el cambio.

Monitoreo y retroalimentación

Establece mecanismos para monitorear continuamente la adopción de DDMRP y recopilar retroalimentación de los empleados. Esto puede incluir reuniones periódicas de seguimiento, encuestas de satisfacción y análisis de indicadores clave de rendimiento. Utiliza esta retroalimentación para identificar áreas de mejora y brindar el apoyo necesario a los empleados.

Adaptabilidad y flexibilidad

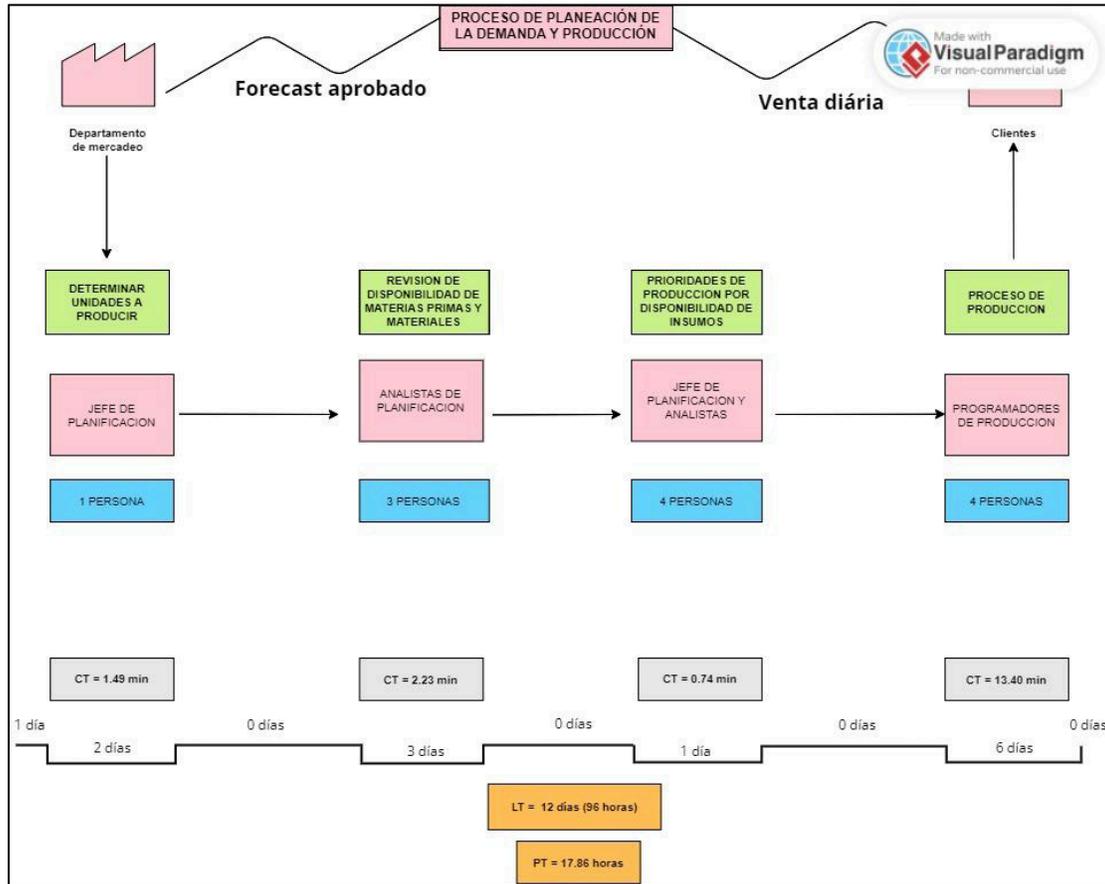
Reconoce que la implementación de DDMRP puede requerir ajustes y adaptaciones a medida que se obtenga experiencia y se descubran oportunidades de mejora. Fomenta una cultura de aprendizaje continuo y promueve la participación de los empleados en la identificación de problemas y soluciones.

La gestión del cambio exitosa requiere tiempo, paciencia y una comunicación constante con los empleados. Al aplicar estos pasos, puedes facilitar la transición hacia DDMRP y maximizar las oportunidades de mejora en la gestión de los recursos humanos y los procesos operativos de tu organización.

CAPITULO 3: RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DDMRP

La implementación de DDMRP permitirá simplificar el proceso de planeación de la demanda y producción. La figura 15 muestra el VSM de la compañía después de eliminar las actividades de revisión de capacidad de producción, corrección de prioridades de producción y generación de órdenes de producción en el sistema. De forma adicional se estima poder reducir los tiempos de producción de 33.49 min/sku a 13.40 min/sku. El lead time total se reducirá de 23.5 días a 12 días.

Figura 16. Mapa de flujo de valor después de la implementación de DDMRP en Confidulces S.A.



A nivel de inventarios en dólares y cobertura de días, de forma general existe una reducción si se comparan los resultados con la metodología actual para la reposición de inventarios tal y como lo muestra la tabla 21.

Tabla 22. Comparativo de coberturas y niveles de inventarios por SKU al 01 de junio de 2023 entre la metodología actual de planificación y DDMRP

METODOLOGÍA ACTUAL	METODOLOGÍA DDMRP
--------------------	-------------------

Descripción del producto	Inventario en mano (\$)	Cobertura en días inventario en mano	Cantidad a reabastecer mes de junio	Cantidad a reabastecer mes de junio en (\$)	Inventario en mano (\$) recomendado zona amarilla + zona roja	Cobertura en días inventario en mano recomendado (zona amarilla + zona roja)	Cantidad a reabastecer mes de junio	Cantidad a reabastecer mes de junio en (\$)
DULCE 52	\$ 62,704.27	741.86	-	\$ -	\$ 30,896.30	365.54	-	\$ 10,216.96
DULCE 1	\$ 65,979.92	20.38	123,689.09	\$ 105,129.54	\$ 27,338.58	8.45	-	\$ 23,236.42
DULCE 60	\$ 27,030.01	257.19	-	\$ -	\$ 28,083.24	267.21	-	\$ 11,153.25
DULCE 47	\$ 22,120.00	185.51	-	\$ -	\$ 1,340.53	11.24	-	\$ 583.58
DULCE 28	\$ 33,212.67	67.78	-	\$ -	\$ 8,392.29	17.13	-	\$ 8,484.94
DULCE 12	\$ 48,335.28	26.13	31,245.00	\$ 48,058.42	\$ 14,346.00	7.75	-	\$ 22,065.81
DULCE 11	\$ 26,494.52	31.40	7,740.00	\$ 6,735.45	\$ 8,140.52	9.65	-	\$ 7,083.99
DULCE 2	\$ 33,675.30	13.49	90,958.00	\$ 102,607.47	\$ 21,408.36	8.58	-	\$ 24,150.24
DULCE 5	\$ 32,577.79	22.08	50,075.00	\$ 55,957.63	\$ 12,471.21	8.45	-	\$ 13,936.29
DULCE 27	\$ 22,020.66	53.55	3,356.00	\$ 2,652.22	\$ 3,529.90	8.58	-	\$ 2,789.64
DULCE 18	\$ 23,252.79	28.66	29,295.00	\$ 25,420.40	\$ 6,472.62	7.98	-	\$ 5,616.54
DULCE 39	\$ 6,960.78	58.67	591.00	\$ 157.32	\$ 1,757.90	14.82	-	\$ 467.95
DULCE 7	\$ 20,450.87	20.28	45,581.50	\$ 40,040.43	\$ 8,963.78	8.89	-	\$ 7,874.11
DULCE 13	\$ 21,947.43	17.99	33,578.00	\$ 37,097.95	\$ 10,082.04	8.26	-	\$ 11,138.93
DULCE 43	\$ 9,960.19	61.80	-	\$ -	\$ 1,872.63	11.62	-	\$ 958.07
DULCE 23	\$ 9,375.74	32.14	13,830.00	\$ 6,676.27	\$ 4,355.35	14.93	-	\$ 2,102.49
DULCE 57	\$ 22,493.07	162.15	-	\$ -	\$ 75,563.85	544.74	45,861.92	\$ 88,143.07
DULCE 16	\$ 18,990.29	21.03	35,727.00	\$ 35,199.27	\$ 7,153.52	7.92	-	\$ 7,047.85
DULCE 70	\$ 15,812.48	100.58	-	\$ -	\$ 1,695.26	10.78	-	\$ 1,466.75
DULCE 32	\$ 7,158.49	25.62	13,969.00	\$ 5,597.37	\$ 3,036.31	10.87	-	\$ 1,216.65
DULCE 80	\$ 5,124.00	116.02	-	\$ -	\$ 724.36	16.40	-	\$ 216.26
DULCE 65	\$ 15,176.43	79.38	-	\$ -	\$ 1,654.27	8.65	-	\$ 1,493.95
DULCE 40	\$ 13,261.36	42.98	6,604.00	\$ 5,251.74	\$ 2,513.59	8.15	-	\$ 1,998.90
DULCE 6	\$ 3,197.10	11.48	39,175.00	\$ 7,881.58	\$ 3,436.24	12.34	-	\$ 691.33
DULCE 26	\$ 5,769.47	30.19	6,330.00	\$ 2,351.93	\$ 3,210.54	16.80	-	\$ 1,192.89
DULCE 35	\$ 13,381.72	46.97	4,256.00	\$ 3,711.72	\$ 3,129.33	10.98	-	\$ 2,729.14
DULCE 20	\$ 17,322.45	37.85	8,753.40	\$ 10,137.75	\$ 7,703.71	16.83	-	\$ 8,922.06
DULCE 83	\$ 11,692.06	192.04	-	\$ -	\$ 1,276.97	20.97	-	\$ 1,039.87
DULCE 17	\$ 13,165.09	16.01	38,280.00	\$ 36,162.43	\$ 6,767.68	8.23	-	\$ 6,393.31
DULCE 4	\$ 9,089.23	9.32	64,199.00	\$ 42,714.26	\$ 10,040.75	10.30	-	\$ 6,680.53
DULCE 31	\$ 12,815.74	26.87	16,330.00	\$ 15,804.34	\$ 3,935.49	8.25	-	\$ 3,808.81
DULCE 42	\$ 10,527.58	37.79	7,712.00	\$ 6,189.11	\$ 2,379.19	8.54	-	\$ 1,909.37
DULCE 75	\$ 6,363.62	53.36	1,596.00	\$ 791.98	\$ 898.98	7.54	-	\$ 446.10
DULCE 56	\$ 8,871.26	40.48	5,976.00	\$ 4,277.44	\$ 1,746.82	7.97	-	\$ 1,250.32
DULCE 79	\$ 7,996.18	65.29	-	\$ -	\$ 978.72	7.99	-	\$ 657.32

DULCE 63	\$	11,802.36	45.17	3,832.00	\$	3,875.46	\$	3,633.89	13.91	-	\$	3,675.11	
DULCE 25	\$	1,981.16	17.83	4,481.00		\$	857.99	\$	1,512.84	13.61	-	\$	289.67
DULCE 22	\$	7,571.81	15.88	27,838.00	\$	21,036.34	\$	4,304.89	9.03	-	\$	3,253.07	
DULCE 9	\$	10,343.43	8.91	42,446.00	\$	43,842.36	\$	10,393.17	8.95	-	\$	10,735.07	
DULCE 81	\$	2,777.66	36.15	6,526.00	\$	1,832.86	\$	767.83	9.99	-	\$	215.65	
DULCE 36	\$	11,075.36	27.74	11,326.96	\$	12,881.22	\$	6,416.57	16.07	-	\$	7,297.03	
DULCE 37	\$	3,926.70	30.44	9,379.00	\$	3,814.45	\$	2,246.59	17.41	-	\$	913.69	
DULCE 68	\$	5,575.80	39.08	4,445.00	\$	2,985.72	\$	1,178.81	8.26	-	\$	791.81	
DULCE 78	\$	3,096.80	55.57	617.00		\$	247.15	\$	1,100.71	19.75	-	\$	440.91
DULCE 51	\$	10,730.48	29.86	7,736.00	\$	10,828.46	\$	3,398.26	9.46	-	\$	4,756.72	
DULCE 38	\$	6,171.88	12.85	24,655.00	\$	22,640.65	\$	3,415.68	7.11	-	\$	3,136.61	
DULCE 44	\$	6,238.74	19.51	13,494.00	\$	12,947.64	\$	4,453.36	13.93	-	\$	4,273.05	
DULCE 45	\$	7,674.29	32.34	5,452.00	\$	6,562.15	\$	6,937.07	29.24	-	\$	8,349.61	
DULCE 29	\$	3,761.41	10.09	30,834.00	\$	18,598.36	\$	2,652.85	7.12	-	\$	1,600.14	
DULCE 49	\$	2,299.65	20.30	11,818.00	\$	4,498.06	\$	1,602.56	14.14	-	\$	609.95	
DULCE 74	\$	9,817.74	29.12	5,819.00	\$	10,411.78	\$	2,944.17	8.73	-	\$	5,267.92	
DULCE 84	\$	3,729.49	28.38	6,043.00	\$	4,155.87	\$	1,072.72	8.16	-	\$	737.73	
DULCE 14	\$	5,369.03	4.98	46,668.00	\$	48,880.56	\$	15,572.57	14.44	10,442.20	\$	16,310.88	
DULCE 15	\$	3,044.90	5.20	45,436.00	\$	32,099.33	\$	5,385.93	9.20	13,622.91	\$	3,805.01	
DULCE 30	\$	5,294.63	7.20	17,307.00	\$	25,546.16	\$	6,322.16	8.60	-	\$	9,331.88	
DULCE 61	\$	2,854.16	14.08	11,694.00	\$	9,312.65	\$	1,618.15	7.98	-	\$	1,288.63	
DULCE 85	\$	8,283.97	20.91	4,348.66	\$	10,610.96	\$	5,626.19	14.20	-	\$	13,728.19	
DULCE 48	\$	-	-	-	\$	-	\$	-	-	4,962.45	\$	-	
DULCE 41	\$	4,603.35	5.16	10,560.00	\$	27,889.49	\$	13,514.20	15.16	-	\$	35,691.69	
DULCE 71	\$	-	4.70	16,590.00	\$	-	\$	-	7.13	3,041.51	\$	-	
DULCE 50	\$	-	-	-	\$	-	\$	-	-	17,191.54	\$	-	
DULCE 24	\$	1,316.21	1.65	26,183.00	\$	39,933.12	\$	13,054.64	16.36	10,287.43	\$	19,910.35	
DULCE 54	\$	423.01	3.38	7,859.00	\$	3,852.14	\$	1,830.15	14.62	-	\$	897.06	
DULCE 34	\$	-	0.27	134,880.00	\$	-	\$	-	2.02	8,866.73	\$	-	
DULCE 46	\$	-	-	-	\$	-	\$	-	-	6,680.81	\$	-	
DULCE 66	\$	87.73	0.54	10,925.00	\$	7,099.95	\$	1,181.12	7.29	-	\$	767.59	
DULCE 10	\$	-	-	86,400.00	\$	-	\$	-	13.80	68,201.36	\$	-	
DULCE 19	\$	-	-	-	\$	-	\$	121,363.99	49.88	-	\$	185,005.04	
DULCE 21	\$	-	-	38,400.00	\$	-	\$	-	11.50	37,207.91	\$	-	
DULCE 3	\$	-	-	127,680.00	\$	-	\$	-	7.22	93,211.82	\$	-	
DULCE 33	\$	-	-	-	\$	-	\$	-	-	9,094.49	\$	-	
DULCE 53	\$	-	-	576.00		\$	706.90	\$	5,829.90	494.83	7,900.38	\$	7,154.74
DULCE 55	\$	-	-	9,024.00	\$	-	\$	-	7.82	-	\$	-	
DULCE 58	\$	-	-	-	\$	-	\$	-	-	5,149.88	\$	-	
DULCE 59	\$	-	-	-	\$	-	\$	-	-	5,073.44	\$	-	
DULCE 62	\$	-	-	3,628.00	\$	4,905.19	\$	4,526.03	16.67	-	\$	6,119.36	

DULCE 64	\$	-	-	-	\$	-	\$	-	-	4,569.76	\$	-
DULCE 67	\$	-	-	9,360.00	\$	-	\$	-	7.47	-	\$	-
DULCE 69	\$	-	-	-	\$	-	\$	2,987.63	-	5,711.99	\$	2,449.79
DULCE 72	\$	-	-	-	\$	-	\$	-	-	-	\$	-
DULCE 73	\$	-	-	63,060.00	\$	-	\$	-	3.36	12,133.46	\$	-
DULCE 76	\$	-	-	23,856.00	\$	-	\$	-	5.00	4,466.24	\$	-
DULCE 77	\$	-	-	11,360.00	\$	6,987.95	\$	957.86	8.22	3,399.60	\$	589.21
DULCE 8	\$	-	-	77,400.00	\$	-	\$	-	8.91	63,184.54	\$	-
DULCE 82	\$	-	-	-	\$	-	\$	-	-	4,601.89	\$	-

En las tablas 22 y 23 se puede comprobar, de forma agregada, las mejoras que se pueden obtener en los niveles de inventario y en coberturas. DDMRP sugiere que los niveles de inventario en mano para empezar el mes de junio deberían ser de 1,8 millones de dólares, lo que significa que es posible liberar casi 600 mil dólares de producto terminado, que pueden ser destinados a otras actividades de la compañía. La cantidad por reabastecer se muestra ser el punto más significativo a nivel de dólares, en donde se produce la mejora. Esto se debe a que la planificación actual busca producir para que la cobertura pueda llegar a 60 días (inventario en mano + inventario en tránsito). A nivel de cobertura promedio DDMRP sugiere reducir los días de inventario en 5.63 días.

Tabla 23. Niveles de inventarios: metodología actual vs DDMRP al 1 de junio de 2023

INVENTARIO EN \$ AL 1 DE JUNIO	METODOLOGÍA ACTUAL	DDMRP (RECOMENDADO)	VARIACIÓN
Producto terminado	\$ 824,157.59	\$ 585,099.32	\$ -239,058.27
En tránsito	\$ 611,326.64	\$ 611,326.64	\$ -
Cantidad a reabastecer (junio)	\$ 1,006,444.95	\$ 648,556.85	\$ -357,888.10
INVENTARIO TOTAL	\$ 2,441,929.18	\$ 1,844,982.81	\$ -596,946.37

Tabla 24. Niveles de coberturas: metodología actual vs DDMRP al 1 de junio de 2023

COBERTURA EN DÍAS AL 1 DE JUNIO	METODOLOGÍA ACTUAL	DDMRP (RECOMENDADO)	VARIACIÓN
Producto terminado	38.61	29.29	-9.31
En tránsito	14.89	14.89	-

Cantidad a reabastecer (junio)	25.31	17.74	-7.57
COBERTURA PROMEDIO	26.27	20.64	-5.63

Según Ptak & Smith, (2016) DDMRP busca garantizar un nivel de servicio del 97%, lo cual no implica que los niveles de inventario deban subir para poder cubrir la demanda. Esto se puede evidenciar en la tabla 14, la cual muestra que es necesario reducir los niveles de inventario en 5.63 días. Al cierre de mayo de 2023, la compañía alcanzó un 95% de nivel de servicio y se esperaba que con la implementación de la metodología sea posible alcanzar un nivel de servicio superior.

Tabla 25. Niveles de servicio esperado con metodología DDMRP

NIVEL DE SERVICIO ACTUAL (CIERRE MAYO 2023)	NIVEL DE SERVICIO ESPERADO
95%	97%

De forma general, DDMRP evidencia resultados inmediatos a nivel de cobertura, ahorro de dólares por disminución del inventario de producto terminado y el incremento en los niveles de servicio. Sin embargo, es importante considerar que, a nivel de operación, la metodología permite optimizar y simplificar todos los procesos de un departamento completo, lo cual implica que el personal podrá disponer de más tiempo para realizar sus actividades y alcanzar la mejora continua.

CAPITULO 4: CONTROL DE MEJORAS

Dentro de la metodología DDMRP se incluye el control de mejoras a través del sistema de tarjetas que indican el nivel de inventario y las prioridades de abastecimiento, por lo cual se detalla los niveles del amortiguador que disparan las alertas.

Figura 17. Niveles del amortiguador

NIVELES DEL AMORTIGUADOR	
Zona del amortiguador	Descripción y objetivo
Verde	Determina la frecuencia y tamaño de los pedidos (compras y producción)
Amarillo	Cobertura primaria (inventario físico máximo del buffer)
Rojo	Zona de seguridad

Además, para el control de las mejoras de la metodología, se deben implementar reglas de ajustes dinámicos determinados por la compañía de acuerdo con su necesidad, a sus políticas de inventario, coberturas y niveles. Si bien la implementación de DDMRP busca garantizar un nivel de servicio de 97%, cabe mencionar que los ajustes dinámicos son resultado del conocimiento que tenga los equipos de ventas, planificación y producción en el comportamiento de cada uno de sus SKUs. No todos los productos están sujetos a estacionalidades o son MTS, por lo cual el ajuste de los amortiguadores será diferenciado, dependiendo de la naturaleza del producto. Para cumplir este objetivo se determina:

1. Ajustar los amortiguadores cada inicio de mes considerando la venta real de los dos últimos meses y el forecast mensual.
2. Realizar revisiones de una vez por semana para incluir demandas estacionales o pedidos puntuales de clientes.

A la vez, se deberán considerar políticas para la ejecución colaborativa de la metodología, entre los aspectos para tener en cuenta:

1. La actualización de los picos de demanda se realizará los viernes y la revisión de la EFN se realizará los martes. Esto implica una revisión de la cadena aguas arriba (en la exposición de materiales), que buscará garantizar la disponibilidad de materias primas y materiales al 100% para llenar los buffers.
2. Las órdenes de producción y la evaluación de los recursos para cumplir las mismas, las realizará el programador de producción de cada planta (chicles, chupetes, caramelos, chocolates, interactivos, pastillas), después de la corrida diaria de la EFN.
3. La zona amarilla se considerará como el punto de reorden y el nivel máximo de inventario en mano ya que la metodología denomina a esta zona como el nivel objetivo de inventario promedio en mano.
4. Se asignará la categoría de “lleno” al amortiguador total cuando el inventario en mano sea superior a la zona amarilla. Se considerará como categoría “ordenar” cuando el inventario en mano sea menor a la zona verde pero mayor a la zona roja; y, finalmente se le asignará como categoría “urgente” al inventario físico, cuando este sea menor o igual a la zona roja. Cuando el inventario se encuentre en esta zona se deberá producir de inmediato y se llenará el amortiguador hasta llenar la zona amarilla.
5. Las prioridades para rellenar los amortiguadores se definirán por el porcentaje más bajo de las zonas amarilla y roja que se encuentren en ese momento.

Por último, indicadores como el fill rate y los niveles de inventario y cobertura al cierre de mes proporcionan información del comportamiento de la metodología (KPIs).

CONCLUSIONES Y APLICACIONES

Confidulces S.A. presenta problemas en su proceso de planeación de la demanda y producción, los mismos que generan altos niveles de inventarios y bajos niveles de servicio. Su política estática de dos meses de cobertura y un forecast que no lee la tendencia real de la venta, le han llevado a producir SKUs que el mercado ya no demanda.

La implementación de Demand Driven DDMRP le permite a Confidulces S.A. encontrar puntos de desacople en la cadena de suministro para prevenir la variabilidad de la demanda, optimizar los inventarios y reducir los lead time de producción. Todo esto con el objetivo de garantizar un 97% de nivel de servicio.

Los ajustes dinámicos de DDMRP posibilitan la toma de decisiones estratégicas para prevenir los picos de demanda, los cuales se generan por las estacionalidades marcadas en navidad, Halloween y san Valentín. Los ajustes en los buffers son la clave para disminuir la variabilidad, esto implica tomar decisiones para que en ciertas épocas del año se trabaje con la venta real para llenar el tamaño del amortiguador y en otras con la demanda proyectada en el forecast del S&OP.

La ecuación de flujo neto es la clave de DDMRP ya que es la que envía las señales para el reabastecimiento o producción de los SKUs. Su cálculo debe ser diario para anticiparse a pedidos de demanda calificada que no contempla la venta real anterior o el forecast. Este sistema trabaja de forma totalmente diferente al S&OE, el cual le tomaba al equipo de planeación y producción en promedio 23.5 días.

Con la implementación del DDMRP en Confidulces S.A. se estima reducir el tiempo de ciclo del proceso producción de 33.49 min/sku a 13.40 min/sku, el cual se encontraría ya por debajo del takt time (15.59 min/sku). Además, el lead time total se reduciría de 23.5 a 12 días para la reposición de los productos.

La cobertura promedio para el 20% de los productos del portafolio también se reducen, si se lo compara con el inventario y cobertura real al 01 de junio de 2023. Los días de inventario pasarían de 26.27 días a 20.64 días y con una posible reducción de 596 mil dólares.

REFERENCIAS

A. Kortabarria, U. Apaolaza, A. Lizarralde, and I. Amorrortu, “Material management without forecasting: From MRP to demand driven MRP,” *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 11, no. 4, pp. 632–650, 2018, doi: 10.3926/jiem.2654.

Asana. (20 de octubre de 2022). asana.com. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/value-stream-mapping>

M. J. Shofa, A. O. Moeis, and N. Restiana, “Effective production planning for purchased part under long lead time and uncertain demand: MRP Vs demand-driven MRP,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 337, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/337/1/012055.

M. Pekarcíková, P. Trebuna, M. Kliment, and J. Trojan, “Demand driven material requirements planning. some methodical and practical comments,” *Manag. Prod. Eng. Rev.*, vol. 10, no. 2, pp. 50–59, 2019, doi: 10.24425/mper.2019.129568

Miclo, R. (2016). Challenging the «Demand Driven MRP» Promises: A Discrete Event Simulation Approach. (Challenger les promesses du «Demand Driven MRP» : une approche basée sur la simulation à évènements discrets).

Pekarčíkova, M., Trebuná, P., Kliment, M., & Trojan, J. (2019). DEMAND DRIVEN MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING. SOME METHODOLOGICAL AND PRACTICAL COMMENTS. *Management and Production Engineering Review*, 10(2), 10.

Ptak, C. A., & Smith, C. (2016). Demand driven material requirements planning (DDMRP). South Norwalk, Connecticut: Industrial Press, Inc.

Soria Amán, E. G. (2021). Modelo de gestión basado en la metodología DDMRP para el aprovisionamiento de materiales en la industria de calzado. Ambato, Ecuador.