

**PROPUESTA DE UNA POLÍTICA DE INVENTARIO DE MUEBLES
MODULARES CON BASE EN EL ÍNDICE DE COMUNALIDAD**

Leonardo Fabio Álvarez Gutiérrez. Código: 201152441

Universidad del Valle
Facultad de ingeniería
Escuela de Ingeniería industrial
Ingeniería Industrial
Palmira
2019

**PROPUESTA DE UNA POLÍTICA DE INVENTARIO DE MUEBLES
MODULARES CON BASE EN EL ÍNDICE DE COMUNALIDAD**

Leonardo Fabio Álvarez Gutiérrez. Código: 201152441

Director Ing. Mario Alberto López Ramírez MS.

Universidad del Valle
Facultad de ingeniería
Escuela de Ingeniería industrial
Ingeniería Industrial
Palmira
2019

Índice.

INTRODUCCIÓN	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVO ESPECÍFICOS	13
1. MARCO TEÓRICO	14
1.1 Inventarios	14
1.2 TIPOS DE INVENTARIOS	14
1.3 POLÍTICAS DE INVENTARIO.	15
1.4 SISTEMAS DE INVENTARIOS.	15
1.6 TÉCNICAS DE CONTROL DE INVENTARIOS.	16
1.6.1 SISTEMA CLASIFICACIÓN ABC	16
1.6.2 CONTROL DE INVENTARIO JIT.	17
1.7 DEMAND DRIVEN MRP (DDMRP)	17
1.8 COMPOSICIÓN DE LOS BUFFERS	18
1.9 PRODUCTO MODULAR	19
1.10 FAMILIA DE PRODUCTOS	19
1.11 ÍNDICE DE COMUNALIDAD	20
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	21
2.1 SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS	21
2.2 IMPLEMENTACIONES DE LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN (DDMRP)	22
2.3 ÍNDICE DE COMUNALIDAD	23
3. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS PERTENECIENTES A LA LISTA DE MATERIALES.	24
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	24
3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE COMPRA	25
3.3 CLASIFICACIÓN ABC	28
3.4 INDICADORES DE LOS INVENTARIOS.	29
3.5 FORECAST O PRONÓSTICO	30
3.6 SALE AND OPERATIONS PLANNING (S&OP).	31
4 DETERMINAR EL ÍNDICE DE COMUNALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS DE LOS PRODUCTOS DE LÍNEA.	33
4.1 INDICADOR DE COMUNALIDAD	33
4.2 MATERIAS PRIMAS DE LAS REFERENCIAS DE PORTAFOLIO.	34
5 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONSUMOS DE LOS MATERIALES CON LA FINALIDAD DE DETERMINAR LA CANTIDAD ÓPTIMA A MANTENER EN STOCK DE CADA COMPONENTE Y FRECUENCIA DE REPOSICIÓN.	36
5.1 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE LOS MATERIALES.	36
5.2 POLÍTICA DDMRP.	39
5.3 VENTAJAS DE LA POLÍTICA DDMRP.	41
5.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS PARA LA POLÍTICA DDMRP.	41
5.5 DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS PARA LA POLÍTICA DDMRP.	42
5.6 CALCULO DE LAS ZONAS (BUFFERS).	43

5.7	POLÍTICA ACTUAL DE LA COMPAÑÍA.	44
5.8	CALCULO DE LOS BUFFERS DE INVENTARIO.	46
5.9	POLÍTICA ACTUAL VS POLÍTICA DDMRP.	49
5.9.1	COMPARACIÓN VALOR MÁXIMO.	49
5.9.2	COMPARACIÓN DE EXCESOS Y DEFECTOS.	50
5.10	COMPARACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS CON COMUNALIDAD SUPERIOR AL 75%.	52
	CONCLUSIONES	55
	BIBLIOGRAFÍA	56

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de los clientes.....	24
Tabla 2. Composición de la compra de aglomerado.....	25
Tabla 3. Composición de la compra de herrajes.	25
Tabla 4. Clasificación ABC.....	28
Tabla 5. Composición de los inventarios de materia prima.	29
Tabla 6. Bodegas de materia prima.....	30
Tabla 7. Frecuencia de asertividad del inventario.	31
Tabla 8. Clasificación de la comunalidad.....	34
Tabla 9. Tabla de materiales y lead time.....	35
Tabla 10. Categoría del inventario.....	37
Tabla 11. Comparativo comunalidad vs categorización.	39
Tabla 12. Categorización de factor del Lead time.....	42
Tabla 13. Categorización Lead Time para la compañía.....	42
Tabla 14. Calculo zonas.....	43
Tabla 15. Consumo de referencias.....	46
Tabla 16. Lead time día.....	46
Tabla 17. Calculo promedio día.....	47
Tabla 18. Zona amarilla.....	47
Tabla 19. Calculo de la zona verde.....	48
Tabla 20. Calculo zona roja.....	48
Tabla 21. Tamaño del Buffer.....	48
Tabla 22. Valor del Buffer.....	49
Tabla 23. Calculo excesos y defectos de la metodología DDMRP.....	49
Tabla 24. Top 4 materias primas por índice de comunalidad.....	52

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1. Ventas \$MM	11
Ilustración 2. Flujo de producto	18
Ilustración 3. Composición del buffer	18
Ilustración 4. Proceso de compra	27
Ilustración 5. Clasificación ABC	28
Ilustración 6. Gráfico de distribución de los coeficientes.	38
Ilustración 7. Buffer de inventario	40
Ilustración 8. Grafico excesos y defectos.....	44
Ilustración 9. Inventario vs meta	45
Ilustración 10. Inventario máximo	50
Ilustración 11. Cantidad de ítems con excesos y defectos.....	51
Ilustración 12. Valor de los excesos y los defectos de los ítems.....	51
Ilustración 13. Consumo Top 4	53
Ilustración 14. Comparación cantidad de Stock máximo del Top 4	53
Ilustración 15. Excesos Top 4	54
Ilustración 16. Defectos Top 4	54

INTRODUCCIÓN

Cada vez más la demanda actual del mercado exige a las organizaciones ser más flexibles ante los cambios y tendencias del mercado, para ajustarse lo más rápido posible a lo que el consumidor desea en tiempo real. Por eso dentro de cada organización se debe tener una cadena de suministro que sea capaz de soportar los cambios de escenario logístico, por consecuencia de los cambios que pueda traer la demanda (Gabriel & Ángel, 2016).

La logística, por lo anterior, juega un rol muy importante en el desarrollo de todas las organizaciones, dado que en esta se llevan a cabo las actividades de la cadena de suministros que permiten la supervivencia de la compañía a través del tiempo. Entre las operaciones más importantes se encuentran la compra, almacenamiento y gestión de los inventarios (Araque Maria, 2015).

De acuerdo al DNP (departamento nacional de planeación), En Colombia el 13.5% de los ingresos que las organizaciones generan están destinados a los costos logísticos, de acuerdo al sub-director general de este departamento este costo es alto en comparación a otros países que varía entre el 8 y 10%.

Entre los componentes del costo logístico el almacenamiento y transporte representan el 46.5% y 35.2% respectivamente, adicional se debe incrementar la inversión de materiales que realizan las compañías Colombianas, que el en caso de las Pymes puede representar un 60% de los ingresos.

Las compañías a medida que van creciendo pueden mejorar sus posibilidades competitivas y crear oportunidades de negociaciones en las cuales puedan disminuir los costos de la adquisición de materiales por compras de mayor volumen disminuyendo la inversión en materia prima. De acuerdo al DNP entre más grande sea la empresa sus costos logísticos y la inversión en materia disminuyen frente a los ingresos de facturación.

Las grandes empresas en Colombia invierten alrededor del 50% de sus ingresos en la materia prima, sin ser una excepción para la organización caso de estudio que destina aproximadamente el 65% en la compra y mantenimiento del inventario. Un 15% por encima del promedio nacional.

Para que una organización pueda ser competitiva en el mercado moderno, debe contar con un sistema de manejo de inventarios que sea capaz de llevar un control eficaz de los materiales, que determine el cuánto y cuándo compras, y sobre todo que garantice un suministro continuo al área de manufactura, así como también, contar con una logística que permita planear, implementar y controlar las entradas y salidas desde un punto de consumo (almacén) hacia el consumidor final (planta de producción).

En este texto se expondrán, los beneficios de la aplicación de la metodología DDMRP basándose en el indicador de comunalidad en la compañía caso de estudio, caracterizando la organización y sus materias primas. Iniciando con el planteamiento del problema que se presenta en la compañía y como se abordará de acuerdo a la metodología es DDMRP, después se aclaran diferentes conceptos necesarios para que el lector comprenda los conceptos más importantes relacionados en el documento y una revisión de la literatura donde se ha utilizado la metodología DDMRP y como se ha utilizado el indicador de comunalidad.

Posteriormente se caracterizará la compañía y los procesos de abastecimiento, así como los objetivos principales del proceso de planeación y ventas y operaciones (S&OP) para exponer posteriormente el campo de ejecución y mejora con la propuesta de la metodología DDMRP. Para continuar con los principios de esta metodología y sus principales características, es decir, se presentarán las reglas básicas y los pasos para su ejecución.

Luego de entregar al lector las herramientas suficientes para la comprensión de la metodología y presentación de la empresa, se realizarán mediciones reales en categorías pilotos del nivel histórico de stocks de las distintas materias primas de los productos de portafolio, comparado el nivel de stock planteado por la compañía contra el arrojado por la metodología exponiendo la variación de los costos de inventario.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existe un mercado amplio y competitivo a nivel global, donde los empresarios buscan generar competitividad para sus organizaciones produciendo con los niveles óptimos de manufactura, los menores costos y mayores márgenes de ganancias, fuera de ofrecer a la plaza productos que cumplan los más altos estándares de calidad y requerimientos de del consumidor final, cuya demanda es cambiante.

En el caso de Colombia, específicamente en el mercado de los muebles modulares los productores de aglomerado que se encuentren certificadas son pocos en comparación a aquellos que desarrollan esta actividad económica en la ilegalidad e informalidad, lo cual obliga a organizaciones del sector de muebles como la del presente caso de estudio a adquirir sus recursos del extranjero, presentando mayores dificultades de abastecimiento y adicionalmente cuenta con lead time que es mucho mayor al de los materiales nacionales lo que ha hasta triplicado el inventario de materia prima (Vidal Holguin, 2017).

Para la compañía caso de estudio la inversión de capital en la materia prima del aglomerado es aproximadamente el 50% inversión en el inventario, esto debido a la gran variedad de colores y texturas de las láminas, el consumo promedio es de 2400 m³ y en algunos casos se han presentado registros de tener en inventario hasta por 5600 m³ una cantidad mucho más elevada que el consumo estipulado por la política de la organización. Adicional a esto se suma el control del inventario obsoleto que en estos momentos suma alrededor de 500 m³ (\$350 millones de capital invertido sin rotación).

Esta situación no ha afectado únicamente al aglomerado, para mejorar la competitividad de la compañía en el mercado se ha optado por la obtención de materiales provenientes del exterior, en la actualidad estas compras representan alrededor del 25% de la (China, Turquía, Chile, Alemania), lo cual aumenta su lead time que anteriormente se encontraba en alrededor de 20 días a 90 días, y las negociaciones sean totalmente distintas, en algunos casos la organización compra hasta 5 veces más en una sola orden a proveedores del exterior en comparación de cómo lo hacía con los nacionales.

Aunque las compras del exterior han disminuido los costos, han perjudicado el indicador de rotación de inventarios el cual se encontraba en de 30 días de rotación subiendo a 105 días, en particular los ítems obsoletos tienen una rotación que puede llegar hasta 365 días, de la misma manera en artículos considerados de rotación.

El control de los inventarios se lleva bajo consumos promedios y desviaciones, lo que ha generado que en algunas ocasiones que se presenten faltantes de materiales para la fabricación de los muebles de línea, debido a las fluctuaciones

de la demanda que pueden incrementar sus consumos y ocasionen una posible venta perdida, que puede significar una disminución hasta de 10 puntos porcentuales de la cantidad pedida. Creando insatisfacciones de la demanda y hasta multas.

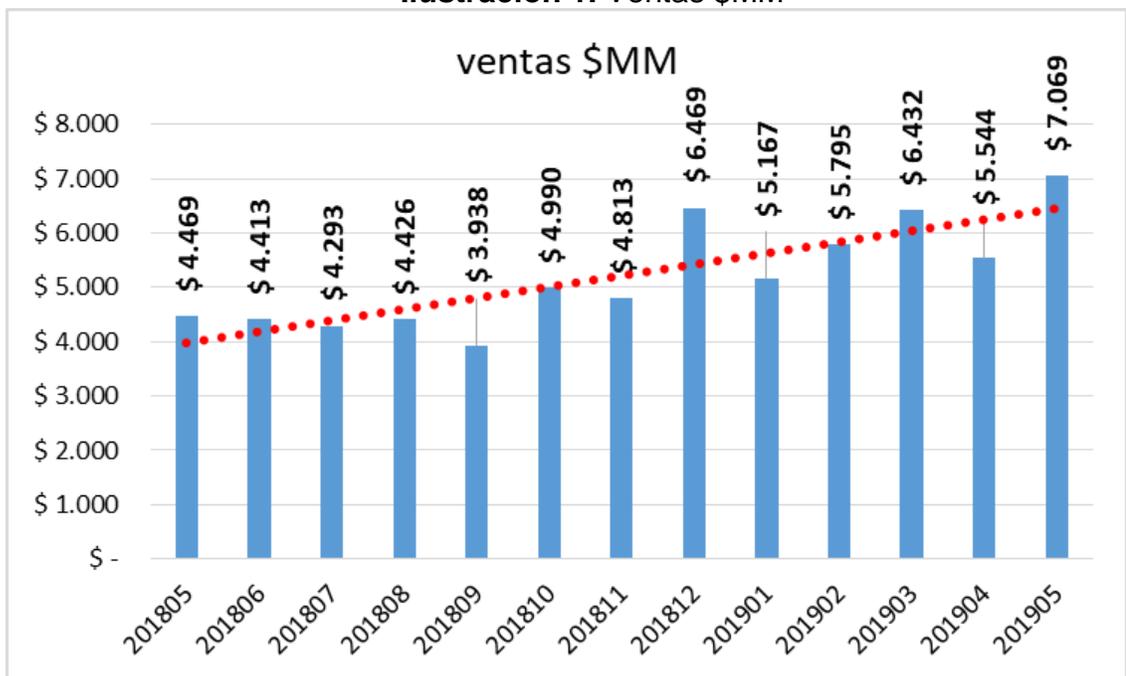
Los productos fabricados por la compañía tienen la característica de que son modulares, esto quiere decir que diferentes referencias de productos pueden compartir sus materias primas, con lo cual es posible determinar qué tan común son los materiales utilizados en los muebles de portafolio calculando el índice de comunalidad.

Por esta razón el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal generar una política de inventarios apoyándose en la clasificación de los materiales de acuerdo a lo común de su utilización en los diferentes productos de portafolio, para generar una propuesta que permita dar una solución teórica a la siguiente pregunta de investigación: ¿Es posible generar una política de inventarios de materia prima para productos modulares de portafolio que tengan como principal característica el índice de comunalidad de la materia prima?.

JUSTIFICACIÓN

La compañía fabricante de muebles está en un período de crecimiento por la gran demanda actual de este mercado (ver ilustración 1), por lo cual se hace necesario y de vital importancia implementar un sistema de inventarios que proporcione a la empresa seguridad en cumplimiento de entrega a sus clientes y evite sobrecostos de inventarios. Lo cual actualmente ha sido una tarea complicada para la compañía ya que en promedio el 70% de la compra total de los materiales para consumo de la producción es importada, y pueden presentarse Lead Time superiores a 90 días.

Ilustración 1. Ventas \$MM



Fuente. Elaboración propia con datos suministrados por la compañía

El alza de la demanda que se está presentando conlleva a un aumento del consumo de las materias primas, y al ser importadas el abastecimiento de los ítems es más demorado que los nacionales, por esta razón la compañía ha bajado su nivel de servicio con los clientes, realizando entregas parciales.

El nivel de servicio de la compañía se ha visto afectado bajando a valores que están entre el 85% y 90% de cumplimiento, lo cual ha ocasionado multas ya que los clientes de grandes superficies exigen un 95% de cumplimiento como mínimo, adicional el nivel de Fill Rate que es un indicador que la compañía lleva ya que fabrica para Stock está por debajo del 60%, quiere decir que si un pedido llega hoy, solo se cuenta con el inventario para atender el 60% del pedido y deben fabricar el restante de inventario faltante (Calles Morales, S;Cea López,

C;Contreras Parker, 2013) cuando los directivos tienen como meta que sea al menos el 75%.

De acuerdo a las situaciones anteriores y a la literatura consultada una herramienta que puede ayudar a controlar los inventarios de materia prima es el DDMRP (Demand Driven MRP), dado que con este modelo de inventarios se ajusta la cantidad a mantener en stock de acuerdo al comportamiento de la demanda, algo que en la actualidad le cuesta a la compañía presentando problemas como excesos de inventarios en materiales que no necesita y desabastecimiento en otros que si necesitan, esto generando al final incumplimiento con los clientes.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo generar una propuesta que permita a la compañía manejar los inventarios de materia prima acorde al comportamiento que tienen apoyado con la clasificación del índice de comunalidad dado que son productos modulares.

La importancia que tiene la política de inventarios para la empresa caso de estudio, en definir mejoras en los procesos y apoyar las decisiones que tienen relación con la compra y almacenamiento de la materia prima, teniendo en cuenta, a su vez, los indicadores financieros, como la inversión de capital en los materiales y el flujo de caja.

Adicional este trabajo aporta información valiosa a la compañía, el cual permite identificar como está distribuido el inventario dependiendo su comunalidad y compararlo con la política propuesta para determinar en qué materias primas tienen defectos o por el contrario excesos, y hacia donde debe en caminar sus inventarios y la inversión de capital.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Realizar una propuesta para una política de inventario que tenga como característica principal la comunalidad de las materias primas de los productos de portafolio en una compañía de muebles modulares.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Caracterizar el proceso de abastecimiento de las materias primas pertenecientes a la lista de materiales.
- Determinar el índice de comunalidad de las materias primas de los productos de línea.
- Analizar el comportamiento de los consumos de los materiales finalidad de determinar la cantidad optima a mantener en stock de cada componente y frecuencia de reposición

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Inventarios

El objetivo de los inventarios es proveer adecuadamente los materiales que requiere en cantidad y momento, para así evitar las pérdidas por improductividad en caso de las materias primas que afectan negativamente el proceso de fabricación. O perjudicando el nivel de servicio cuando se habla del productor terminado, por lo que controlar y vigilar los stocks es una actividad de vital importancia en las organizaciones, (Vidal Holguin, 2017).

El inventario es posible caracterizarlo de diferentes maneras descritas a continuación.

1.2 TIPOS DE INVENTARIOS

- **Inventario inicial:** Es el inventario con el que cuenta la organización al inicio de las operaciones de un periodo contable, por lo general son mensuales o anuales(Loja Guarango, 2015).
- **Inventario Final:** A diferencia del inventario inicial este se da al finalizar un periodo contable y cierre de operaciones, usualmente se considera como el inventario al finalizar el año, 31 de diciembre(Loja Guarango, 2015).
- **Inventario físico:** Es el inventario real, el resultante después de realizar un conteo físico de las unidades presentes en un punto de control de inventarios por lo general llamada bodega o almacén, usualmente se realiza un inventario físico con la finalidad de corroborar la confiabilidad de los inventarios en los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), .
- **Inventario de producto terminado:** Es el inventario resultado de las operaciones de transformación de materia prima, las cuales serán posteriormente distribuidas en los diferentes canales de distribución(Rengijo, 2016).
- **Inventario en tránsito:** Es el utilizado en el inicio de la cadena de suministro con la finalidad de abastecer el punto de control de la materia prima, aunque no tiene una función útil en ese estado para la planta, sí lo tiene para realizar las proyecciones de inventario (inventario aparente), (Vidal Holguin, 2017).
- **Inventario de suministros:** Son aquellos materiales que se requieren para el funcionamiento de las operaciones de la compañía y en algunas ocasiones es difícil cuantificarlos de manera exacta, un ejemplo de esto es la pintura utilizada para las marcaciones de la fábrica, (Vidal Holguin, 2017).

- **Inventario de materia prima:** Es el inventario de aquellos materiales que se utilizan en la fabricación del producto final, lo conforman todos los recursos que no han iniciado su proceso de transformación.
- **Inventario de producto en proceso:** Son productos parcialmente elaborados que están pendientes por etapas próximas en el proceso de manufactura.
- **Inventario en consignación:** Es el inventario de materiales que pertenecen a un tercero, pero que físicamente se encuentra en la planta y no hacen parte de los registros de inventario de la compañía hasta el momento en que sean requeridos y consumidos.
- **Inventario máximo:** Es la cantidad máxima permitida que se puede tener de una referencia, para el cálculo de este inventario se tiene en cuenta el inventario en tránsito.
- **Inventario mínimo:** Es la cantidad mínima en Stock que debe de haber en el almacén.
- **Inventario disponible:** Es el inventario con el que cuenta la planta para próximos lotes de producción, a este tipo de inventario se le descuenta la cantidad comprometida para su cálculo.
- **Inventario comprometido:** Es el inventario que aún no ha sido procesado por la planta y se encuentra en almacén pero que el departamento de planeación compromete para futuros lotes.
- **Inventario de línea:** Es aquel inventario que aguarda a ser procesado y el que mayor rotación tiene.
- **Inventario de seguridad:** Son aquellos inventarios que dé deben tener para asegurar el abastecimiento debido a los cambios impredecibles de la demanda.

1.3 POLÍTICAS DE INVENTARIO.

En todas las organizaciones el inventario representa una cantidad importante de capital invertido, alrededor del 50%, produciendo efectos importantes en los indicadores financieros de la compañía, principalmente el flujo de caja. Es por esto que las políticas de inventario tienen como finalidad lo siguiente:

- Generar el nivel óptimo de inventario de los materiales.
- Mantener el inventario en niveles óptimos y permitir el flujo de materiales continuo que permita a la organización desempeñar sus actividades económicas sin interrupciones, (Mongua G. & Sandoval R., 2009).

1.4 SISTEMAS DE INVENTARIOS.

Un sistema de inventarios es un conjunto de normas, métodos y procedimientos aplicados de manera sistemática para la planificación y control de los inventarios de producto terminado y de materia prima, que son los más empleados en las organizaciones.

Existen diferentes tipos de sistemas de inventarios, a continuación los principales:

- **Sistema de inventario perpetuo:** Es un sistema de revisión permanente de los inventarios, que van de la mano de un ERP, donde se define un punto de reorden y la cantidad de pedido fija, los cuales se monitorean para tomar la decisión de si se debe comprar o no cierto material, para esto se debe calcular el inventario disponible y determinar si está por encima o por debajo del punto de re-orden.
- **Sistema de inventario periódico:** Estos sistemas son utilizados cuando la organización no lleva un registro continuo de los movimientos de inventarios, si no que establecen un cierto periodo de análisis de inventarios de acuerdo a la necesidades de cada compañía.
Este sistema de inventario también es conocido como revisión del punto de re-orden a intervalos fijos. Este tipo de análisis de inventario se realiza con la finalidad de disminuir las operaciones de planeación y crear rutinas en la llegada de materiales.

1.5 CONTROL DE INVENTARIOS.

El control de inventarios es fundamental para permitir el flujo continuo de materiales en las cantidades óptimas sin generar excesos de inventarios teniendo como principal función la de eliminar los posibles desabastecimientos por la irregularidad de la demanda y la toma de decisiones sobre los inventarios.

Hay dos decisiones básicas que los gerentes de cada compañía buscan llevar a cabo cuando se llevan a cabo los controles de inventarios, esto en base a las dos siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el momento para reabastecer de cada ítem?
- ¿Qué cantidad de cada ítem se debe comprar?

1.6 TÉCNICAS DE CONTROL DE INVENTARIOS.

Existen diferentes técnicas para el control de los inventarios, a continuación se detallarán:

1.6.1 SISTEMA CLASIFICACIÓN ABC

Es una técnica que consiste en clasificar los ítems en tres categorías A, B y C de acuerdo con la cantidad consumida en un determinado tiempo, de modo en que la toma de decisiones estratégica y gerencial de la compañía centren sus esfuerzos en los ítems de mayor consumo.

Aunque el porcentaje de clasificación depende de cada caso, Carlos Julio Vidal en su libro Fundamentos de control y gestión de inventarios menciona la distribución recomendada por Wild (1997, p.31) (Vidal Holguin, 2017), donde:

Ítems tipo A son el 10% del total de los SKU's, cuyo consumo suma el 65% de los movimientos de inventarios.

Ítems tipo B son el 20% del total de los SKU's, cuyo consumo suma el 25% de los movimientos de inventarios.

Ítems tipo C son el 70% del total de los SKU's, cuyo consumo suma el 10% de los movimientos de inventarios.

Adicional a estas tres clasificaciones es posible incluir ítems que por la importancia de la actividad económica de la compañía pueden catalogarse como AA o AAA, cuyo consumo único del SKU es considerablemente mayor al de los demás y puede comprometer en caso de desabastecimiento el continuo desarrollo de la actividad económica de la compañía (Bohorquez, 2018).

1.6.2 CONTROL DE INVENTARIO JIT.

Un sistema de control de inventarios JIT (o justo a tiempo por sus siglas en inglés) tiene como objetivo principal disminuir la cantidad de inventario física que se encuentra en el punto de control de los inventarios, la idea es adquirir los inventarios en el momento en que los requiera la línea de producción. Esto demanda una capacidad de compra y repuesta de los proveedores muy alta.

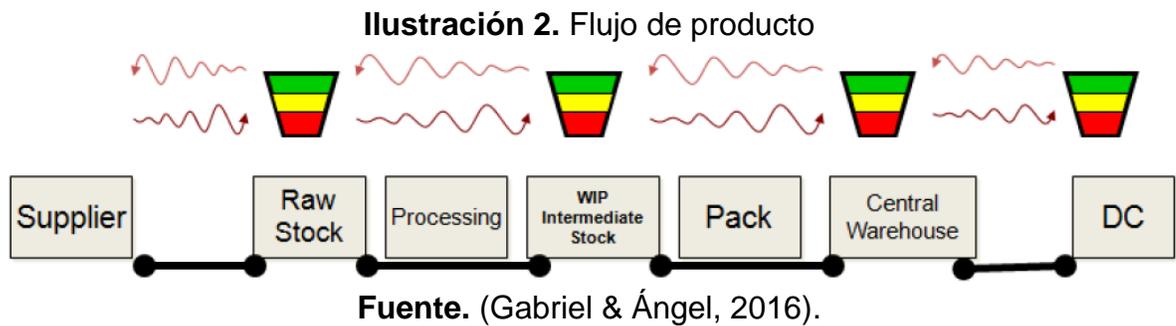
Para que el control de inventarios por JIT se de las variables que se deben controlar son principalmente externas a la organización y requiere que el equipo interno de trabajo de la compañía involucre proveedores de confianza, esto reduciría en gran cantidad la inversión de capital en inventarios, fuera de otros costos asociados al mantenimiento del stock.

1.7 DEMAND DRIVEN MRP (DDMRP)

Demand Driven es un sistema de producción tipo pull o de jalonamiento de demanda, esto significa que es activado y dirigido por la demanda entrante del sistema, dejando a un lado el sistema push o de empuje, donde las ventas son presionadas por los niveles de producción realizados por la compañía. Es decir que la metodología DDMRP direcciona las actividades de la cadena de suministro en el consumidor o comprador (Gabriel & Ángel, 2016).

La metodología DDMRP, utiliza para su ejecución la planeación de los buffers o contenedores de inventario para absorber la demanda de cada proceso y así mismo activar la producción para la recuperación de los mismos. En la siguiente

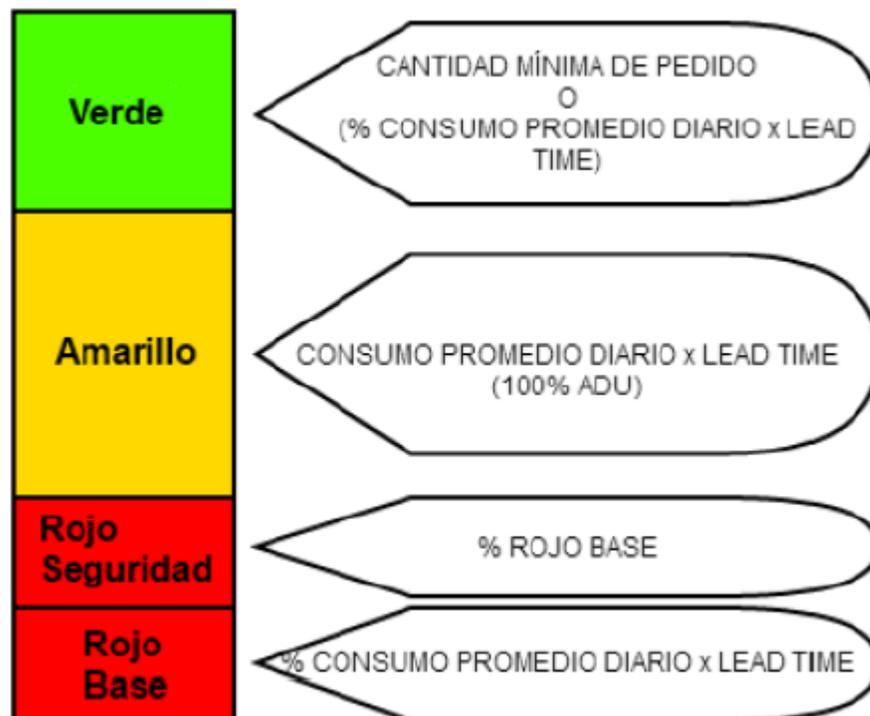
ilustración se observa el flujo del producto hasta llegar al centro de distribución para finalizar donde el consumidor (CALDERON & SUPELANO, 2012).



1.8 COMPOSICIÓN DE LOS BUFFERS

El buffer o contenedor está compuesto por tres zonas diferenciadas por colores, verde, amarilla y roja, donde cada una de estas tiene una función distinta y varía en tamaño de acuerdo al perfil del buffer al que se encuentre asignado. Este perfil de buffer es un grupo de valores aplicados a una categoría de productos (Cuadra, 2017).

Ilustración 3. Composición del buffer



Fuente. (Gabriel & Ángel, 2016).

Con la utilización de los buffer se busca establecer los inventarios mínimos, teniendo lo que realmente el cliente requiere de manera flexible a los posibles cambios que se puedan presentar, esto sin perjudicar el nivel de servicio y eliminando los inventarios obsoletos por vencimiento o cambio de las tendencias del mercado. En el capítulo 5 se encuentra con mayor detalle el cálculo del buffer para las materias primas de la compañía caso de estudio.

1.9 PRODUCTO MODULAR

Los productos modulares nacen de la continua evolución de las necesidades de los clientes, dado que estos cada día están en busca de nuevos productos con mayores requerimientos, que presentan a las organizaciones el reto de cumplir con todos estos requerimientos generando los mínimos problemas posibles para el área abastecimiento.

Con lo anterior podemos definir como productos modulares como aquellas líneas de productos terminados que comparten diferentes características como sus procesos, ensamblaje, materias primas y diseño, esto permite a las organizaciones ofrecer deferentes categorías de productos sin la necesidad de que sus procesos internos se vean mayormente afectados (Johannesson, 2014).

1.10 FAMILIA DE PRODUCTOS

Son productos que lanzados al mercado para cumplir requerimientos comunes del mercado, por ejemplo el lanzamiento de una línea de closets modulares cuya diferencia está en el tamaño que ocupa en un espacio determinado, con lo cual busca satisfacer una necesidad para clientes con diferentes requerimientos de espacio (Thevenot, Alizon, Simpson, & Shooter, 2007).

Al presentar la característica de modularidad es posible determinar qué tan comunes son en los cuatros aspectos mencionados anteriormente, frente a otras líneas de productos, esto se calcula mediante el índice de comunalidad que tiene en cuenta estas características (Nee, 2007).

1.11 ÍNDICE DE COMUNALIDAD

El índice de comunalidad (CMC) sirve para determinar qué tan comunes son los productos modulares fabricados por la organización, relacionando sus componentes de comunes y únicos manera lógica, para determinar el grado de relación que tienen.

Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$CMC = \frac{\sum_{i=1}^p n_i (C_i^{max} - C_i) \prod_{x=1}^4 f_{xi}}{\sum_{i=1}^p n_i (C_i^{max} - C_i^{min}) \prod_{x=1}^4 f_{xi}^{max}} \quad (1)$$

Donde:

p: es el número total de componentes.

n_i : número de productos en la familia que contiene el componente i.

C_i^{min} : Costo mínimo del componente i.

C_i^{max} : Costo máximo del componente i.

f_{1i} : proporción de productos que comparten el componente i con idéntico tamaño y forma para el número de productos que contienen el componente i (n_i)

f_{2i} : proporción del número de productos que comparten el componente i con materias primas idénticas.

f_{3i} : proporción del número de productos que comparten el componente i con procesos de manufactura idénticas.

f_{4i} : proporción del número de productos que comparten el componente i con procesos de ensamble y esquemas de fijación idénticas.

C_i : Costo actual por componente i.

Acorde a la ecuación anterior es posible determinar la comunalidad de los productos en cuatro grandes categorías.

- **Comunalidad por tamaño y forma:** Una línea de productos se considera puede considerarse con comunalidad por su forma y tamaño, características dadas desde sus diseños (Nee, 2007).
- **Comunalidad por materias primas:** Cuando los componentes utilizados en la fabricación de diferentes productos son idénticos se considera que tienen elementos comunes que pueden afectar el índice de comunalidad, esto es la relación f_{2i} del CMC que es posible calcular de la siguiente manera:

$$f_{2i} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C Y_{ij}}{N} \quad (2)$$

Donde:

Y_{ij} : Es un número binario que indica 1 si la materia prima j es usada en el producto i , 0 de lo contrario.

C : Es el número de componentes de materias primas.

N : Es el número total de producto terminado.

- **Comunalidad por proceso de manufactura:** Se consideran productos con CMC aquellos que comparten algunas o todas las estaciones de trabajo de un sistema de producción (Nee, 2007).
- **Comunalidad por ensamblaje:** Este último tipo de comunidad se da por qué tan común es el ensamblaje entre los diferentes productos, entre más similar sea su proceso de montaje y fijación más comunes son (Nee, 2007).

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS

Los sistemas de control de inventarios tienen un antecedente íntimamente relacionado con el concepto de la administración y surge como una necesidad específica de control. La teoría de inventarios está orientada a construir la metodología que procure una mejor organización de los elementos ya sean materias primas, productos en proceso, suministros que complementan la operación de una empresa o sus productos terminados.

Es por esta razón que diferentes autores han profundizado ampliamente sobre este tema y han diseñado diferentes estrategias que permiten realizar un control de los inventarios dependiendo de la actividad económica de cada organización.

Una empresa Peruana de telecomunicaciones que ha presentado un crecimiento constante en el transcurrir de los últimos años, tiene como finalidad desarrollar un sistema logístico de abastecimiento que permita tener los recursos necesarios para el desarrollo de sus funciones. Vargas (2008) utilizando la teoría de las

restricciones identifica las razones por las cuales no hay la adecuada gestión de los recursos y como mejorarlo, logrando obtener una visión sistemática de la compañía y la cooperación de todas las partes para mejorar los procesos de abastecimiento y flujo de información.

Castellanos (2012) presenta un sistema logístico de planificación de abastecimiento de los inventarios para empresas de consumo masivo, que tiene como objetivo principal mejorar el nivel de servicio prestado a los clientes y a su vez disminuir la cantidad de capital invertido mejorando la programación de llegadas de los inventarios, logrando concluir que por una mala caracterización y planeación de los productos no llegan en el momento adecuado y en algunas ocasiones no estaban alineados a las necesidades de los clientes (Castellanos, 2012).

Araque (2015) diseñó una herramienta de programación para una empresa prestadora de servicios que permitiera llevar el control de los inventarios de mediante la utilización de códigos de barras que identificaran en qué estado se encontraba sus recursos (si estaban disponibles o no), con lo cual logro un mayor control de los ingresos y salidas de los elementos que disminuyo la perdida de los mismos (Araque Maria, 2015).

Loja (2015) realiza una propuesta de un sistema de gestión de inventarios para una empresa local, en la cual logra identificar deficiencias en los controles internos que se utilizaban para llevar el control de inventarios, estableciendo procedimientos más claros que permitieran estandarizar los procesos relacionados con el abastecimiento de los materiales, donde teóricamente logra reducir los inventarios y llevar un registro de las entradas y salidas de mercancía (Loja Guarango, 2015).

Millán y Pedraza (2015) generan una propuesta para la planeación de los inventarios en una compañía Colombiana con 8 años de trascendencia en el mercado, que apunte a mejorar el nivel de servicio, sin que afecte los indicadores financieros de la compañía como el flujo de caja, esto determinando que materiales se deben comprar y en qué momentos realizarlo, lo cual teóricamente logra una disminución del capital invertido y sin afectar las utilidades de la compañía (Millan & Pedraza, 2015).

2.2 IMPLEMENTACIONES DE LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN (DDMRP)

En el año 2012, se desarrolló un modelo DDMRP para el comercio de e-books en estados unidos, encontrando que es un modelo factible para la gestión de inventarios y tendencia de compra de los consumidores, encontrando que 42% del inventario se vendió al año siguiente de la compra, y con la propuesta generada por el DDMRP se evita la compra de productos que no son demandados (Zhang, Downey, Urbano, & Klingler, 2015).

La metodología DDMRP es de aplicación flexible y no está limitada solo a los inventarios, un ejemplo de esto se da en Singapur, donde se utilizó para la planeación de los recursos de transporte con el objetivo de garantizar el movimiento según las rutas requeridas por los consumidores en el momento, pasando de la programación habitual que no tenía en cuenta las rutas reales requeridas por los clientes (Gabriel & Ángel, 2016).

Continuando con los antecedentes de propuestas generadas mediante la metodología DDMRP, en el año 2000, en Ghana, para el programa de sanidad y agua, que buscaba atender a poblaciones rurales, se logró gracias a la descentralización y empoderamiento de los diferentes distritos y pueblos para que planearan, ejecutaran sus propios buffer (World Bank, 2006).

2.3 ÍNDICE DE COMUNALIDAD

Dado que el presente documento busca plantear una propuesta de políticas de inventarios para una empresa cuyos productos son de características modulares, es posible utilizar el índice de comunalidad, para determinar las materias primas comunes de las referencias de portafolio, aunque la literatura encontrada es poca, se describirá a continuación el trabajo investigativo en la compañía Kodak, resaltando que para el caso de la compañía caso de estudio actual el indicador estará enfocado solo a los componentes o materias primas.

El indicador de comunalidad, fue trabajado en el año 2007 por un grupo de investigadores en la compañía Kodak para determinar el grado de similitud que tenía la familia de productos de cámaras fotográficas en su diseño, ensamblaje, materias primas y procesos productivos, para lo cual analizaron la totalidad del proceso productivo de 4 referencias y generando diferentes propuestas para mejorar la fabricación de las cámaras (Thevenot et al., 2007).

3. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE LAS MATERIAS PRIMAS PERTENECIENTES A LA LISTA DE MATERIALES.

Para dar inicio al desarrollo del presente trabajo de grado, y dar cumplimiento al objetivo número uno, en este capítulo se caracterizara la compañía enfocándose en su proceso de abastecimiento y como funciona en la actualidad, y describiendo los indicadores que se utilizan para medir la efectividad de sus procesos.

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa caso de estudio se encuentra ubicada en la ciudad de Yumbo, Valle del Cauca, dedicada a la fabricación de y distribución de muebles listo para armar, cuya principal materia prima son las láminas de madera prensada (aglomerado), entre algunos de sus productos se encuentran los closets, mesas de televisión, entre otros, sus clientes están divididos en tres categorías como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los clientes.

CLIENTE	DESCRIPCIÓN
----------------	--------------------

Grande superficie	Almacenes de grandes cadenas como Sodimac y Alkosto, con lotes de producción superior a 100 unidades
Pequeña superficie	Tiendas especializadas, clientes especiales, Internet, con producción inferior a 100 unidades.
Exportación	Clientes que se encuentran por fuera del territorio Colombiano.

Fuente. Elaboración propia

La compañía actualmente tiene la capacidad de fabricar alrededor de 35 mil muebles mensuales, en un promedio de lotes de 250 al mes y cuentan con 440 muebles de portafolio. Para la fabricación de todos se utiliza el aglomerado, la que lo convierte en la principal materia prima y que su composición de compra está dada en la tabla 2.

Tabla 2. Composición de la compra de aglomerado.

TIPO DE COMPRA	PORCENTAJE
Nacional	5%
Importada	95%

Fuente. Elaboración propia

Adicional la compañía compra diferentes herrajes necesarios para la composición del kit de herrajes, materiales necesarios para que el consumidor final del mueble pueda ensamblar las diferentes piezas, entre los cuales se encuentran tornillos, pernos, carcazas, deslizadores plásticos, tapa tornillos, entre otros. De igual manera que el aglomerado los herrajes también se componen en su compra de una parte nacional y otra importada.

Tabla 3. Composición de la compra de herrajes.

TIPO DE COMPRA	PORCENTAJE
Nacional	45%
Importada	55%

Fuente. Elaboración propia

Los datos de la tabla 3 al igual que los de la tabla dos, fueron calculados sobre el valor de las compras que la compañía tuvo en el transcurso del año 2018.

3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE COMPRA

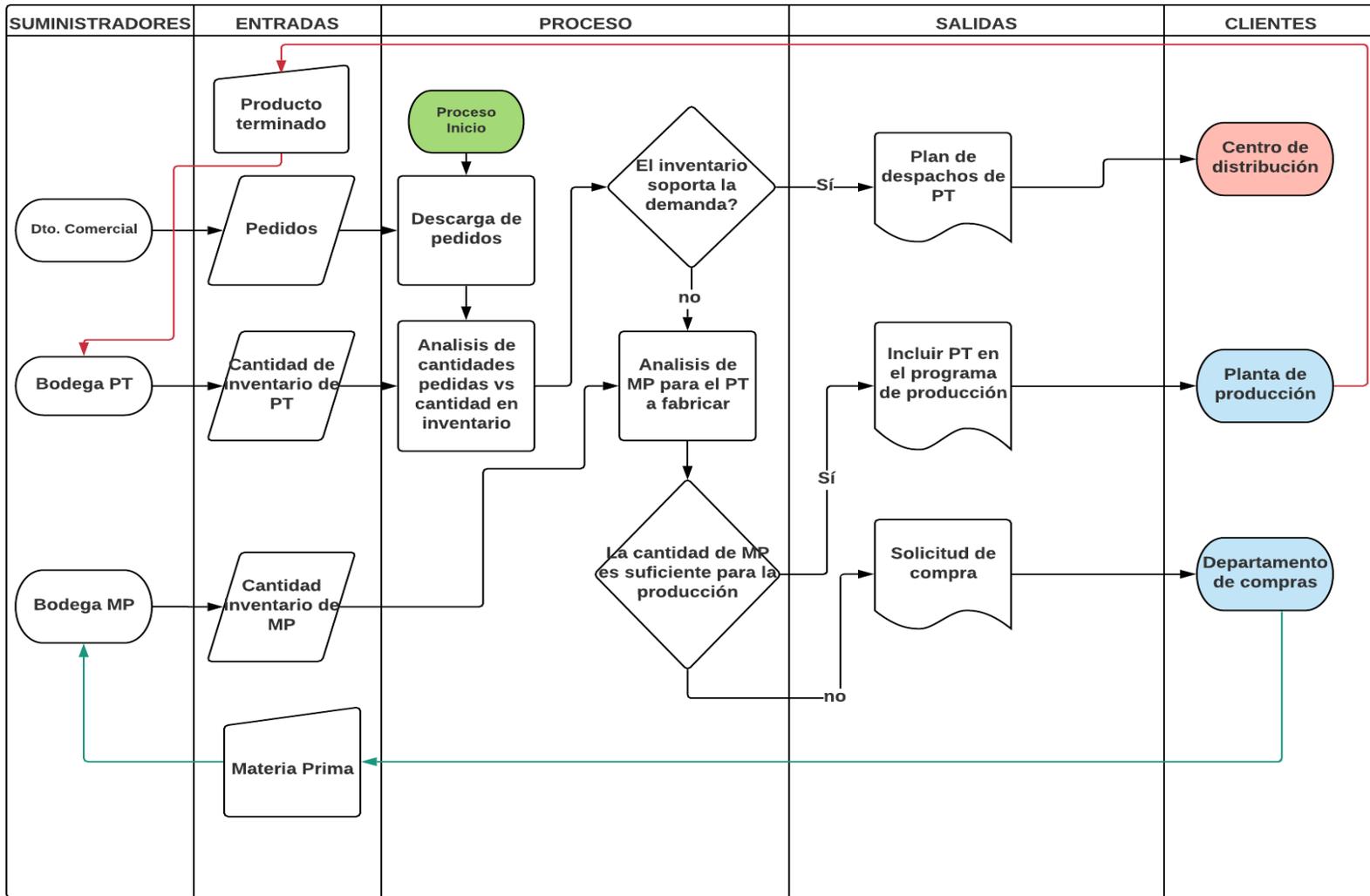
El proceso inicia cuando el área de planeación descarga los pedidos ingresados por el departamento de comercial y la cruza contra los inventarios de la bodega de producto terminado, con esta información determina que referencias se deben liberar al plan de producción.

Cuando las referencias se encuentran en el plan de producción se continúa con el proceso de análisis de materias primas, el cual consiste en explotar los materiales de cada una de las referencias, para después cruzarla con la cantidad que se cuenta en inventario, con lo cual pueden salir las siguientes decisiones:

- a. Se puede liberar al programa de producción ya que los componentes requeridos están en inventario, con las cantidades necesarias para su fabricación.
- b. No es posible liberarlo y se debe abastecer del componente faltante, su liberación al programa de producción depende de la entrega del proveedor.

A continuación el diagrama de flujo explica con mayor detalle este proceso.

Ilustración 4. Proceso de compra.



Fuente. Elaboración propia

3.3 CLASIFICACIÓN ABC

Para llevar un control de inventarios, es frecuente recurrir a las técnicas de clasificación de los inventarios, entre ellas la clasificación ABC, que diferencia y cataloga los artículos en función de su consumo o costo de inventario, lo cual permite que los gerentes concentren sus esfuerzos en los componentes de mayor valor en stock o de consumo (Loja Guarango, 2015).

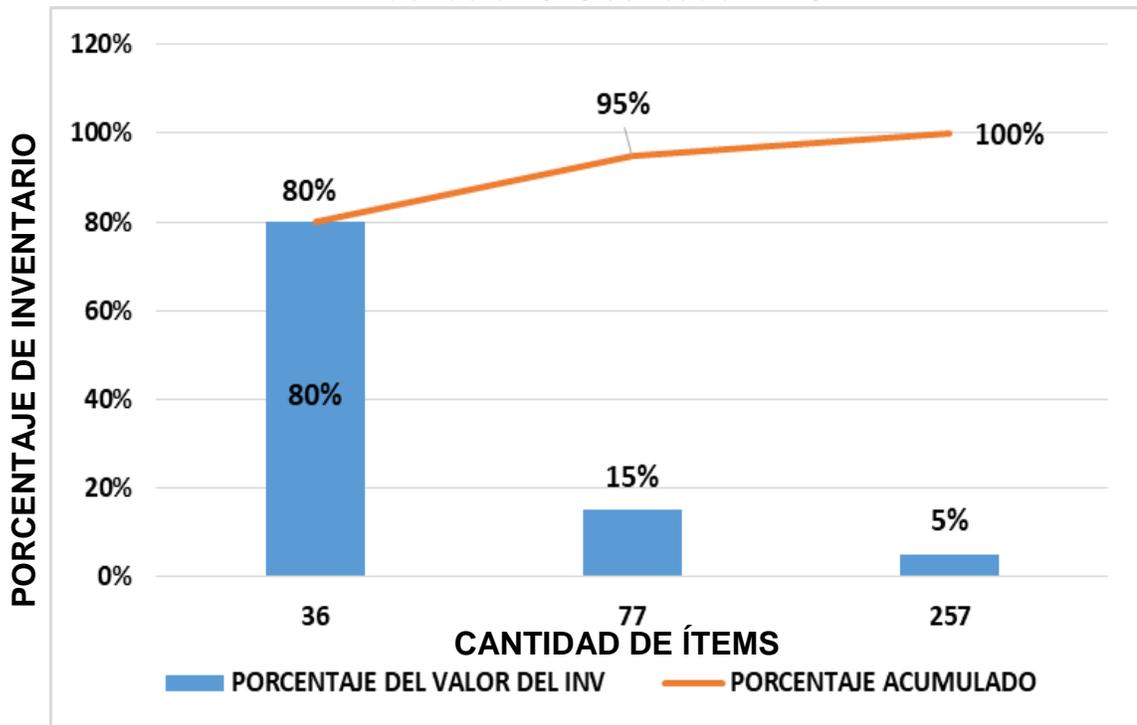
Para la compañía caso de estudio se realizó una categorización ABC de acuerdo al costo del inventario actual, con el cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 4. Clasificación ABC

CATEGORIA	PORCENTAJE DEL VALOR DEL INV	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE DE ÍTEMS	CANT ÍTEMS
A	80%	80%	10%	36
B	15%	95%	21%	77
C	5%	100%	69%	257

Fuente. Elaboración propia

Ilustración 5. Clasificación ABC



Fuente. Elaboración propia

3.4 INDICADORES DE LOS INVENTARIOS.

La manera de medir los inventarios de la compañía es calculando la cantidad de inventario sobre su consumo promedio, de esta manera, se determina cual es la cobertura del inventario en meses que tienen las diferentes materias primas en la bodega, en caso de que el tiempo de stock sea mayor al lead time de la materia prima la organización considera que tienen un exceso de inventario, para realizar el cálculo lo utilizan la siguiente ecuación:

$$\text{Duración del Componente} = \frac{\text{Cantidad de inventario}}{\text{Consumo promedio}} \text{ (Meses de inventario)}$$

El total de las 370 materias primas analizadas cuentan con una duración de inventario promedio de 13 meses, lo cual es muy alto ya que el proveedor que mayor lead time tiene es 3 meses (proveedores Chinos), lo cual evidencia un exceso en las materias primas.

El segundo indicador que utiliza la compañía es comparar la composición de los inventarios y clasificarlos en tres grandes categorías, tal como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 5. Composición de los inventarios de materia prima.

TIPO	VALOR DE INV
ESTANDAR	\$ 6,825,655,483
ESPECIAL	\$ 643,848,089
OBSOLETA	\$ 1,322,222,785

Fuente. Elaboración propia

Por orden de la junta el inventario obsoleto no debe superar los \$230 MM, aunque es un número muy alto, se considera el adecuado por la compañía dado el ambiente cambiante de tendencias en las cuales se desarrolla la actividad económica. Y el cálculo para determinar que material es obsoleto o no es bajo el siguiente criterio: Materia prima que no tenga consumo en los últimos 6 meses es considerado obsoleto.

El tercer indicador con el que cuenta la organización son los ahorros, el cual por iniciativa propia del departamento de compras trimestralmente deben buscar diferentes opciones nacionales y extranjeras de los productos que se manejan en la explosión de materiales con la finalidad de generar ahorros en la compra y esto se vea reflejado al final de mes aumentando la utilidad operativa.

El indicador de ahorros ha generado un traslado de la compra de herrajes nacionales a importados, ya que se ha encontrado en China un proveedor que ofrece productos con los estándares de calidad adecuados con un costo inferior

hasta del 30% comparándola con el mercado nacional, por lo cual las compras locales disminuyeron hasta un 40%.

El indicador de ahorros se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de ahorro} = \frac{\text{Costo de compra actual} - \text{Costo nuevo proveedor}}{\text{Costo de compra actual}} \times 100$$

El cuarto indicador que utiliza la compañía para controlar sus inventarios es la confiabilidad de las bodegas de inventarios de materias primas, que para el caso de la compañía son 4, dos bodegas externas donde se almacena el aglomerado, la bodega de la planta, y la bodega del Cedi, esta información resumida en la siguiente tabla.

Tabla 6. Bodegas de materia prima

BODEGA	DESCRIPCIÓN DE LA BODEGA
M1	Bodega de la planta donde se registra el ingreso del aglomerado.
35	Bodega en Ipiales donde llega el aglomerado importado de Novopan, la duración de la mercancía aquí es de aproximadamente un mes.
08	Bodega Externa donde arriba el material aglomerado de compra nacional, a 15 minutos de la fábrica.
11	Bodega de la compañía donde se almacenan todos los componentes diferentes al aglomerado.

Fuente. Elaboración propia

3.5 FORECAST O PRONÓSTICO.

Un pronóstico de ventas es una estimación o nivel esperado de ventas que realiza el departamento de comercial, de sus productos de portafolio en un determinado periodo de tiempo (García, 2011), considerando lo anterior el pronóstico es una serie de actividades y análisis enfocadas a determinar el comportamiento de las referencias ofrecidas en el mercado.

Por lo regular un pronóstico no es acertado, pero da buenas bases para la planeación y control de áreas funcionales de las organizaciones (CALDERON & SUPELANO, 2012), como la compañía caso de estudio donde el departamento de compras se basa para el abastecimiento de los diferentes materiales explosionando las referencias y cantidades y generar el programa de abastecimiento.

Como se mencionó anteriormente el pronóstico tiene una probabilidad muy baja de que sea exacto, así que este se debe de medir, y para la compañía esto no es una excepción, la manera en que se mide es el cociente entre el real versus el pronóstico, esto da como resultado el porcentaje de asertividad del pronóstico.

$$\% \text{ asertividad} = \frac{\text{Venta Real}}{\text{Pronóstico}} \times 100$$

Con él % de asertividad se midió el Forecast del mes de junio, con el fin de determinar qué tan acertado es el pronóstico del área comercial, los resultados se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 7. Frecuencia de asertividad del inventario.

RANGOS		FRECUENCIA	PORCENTAJE DE REFERENCIAS
0	25%	80	18%
26%	50%	30	7%
51%	100%	132	30%
101%	200%	180	40%
201%	1142%	25	6%
Total		447	

Fuente. Elaboración propia

En el cual se puede evidenciar que el 25% de las referencias tuvieron un acierto inferior al 50%, el 30% entre el 51% y 100% y el 45% restante superior al 100%, dando una asertividad promedio del 136%. Aunque este dato no tiene que ver directamente con los inventarios es una operación influyente ya que la compañía produce para inventarios y realiza el proceso de aprovisionamiento de acuerdo al Forecast.

La compañía realiza el pronóstico de sus referencias para el siguiente mes.

3.6 SALE AND OPERATIONS PLANNING (S&OP).

El proceso de planificación de ventas y operaciones consiste en la reunión que tiene el departamento comercial con operaciones (esto en la compañía caso de estudio) para la planificación de la venta y los recursos necesarios para que esto se puede llevar a cabo, se debe tener en cuenta que estos planes siempre van en pro de los objetivos de la estrategia corporativa (Rojas & Hazin, 2014).

La reunión S&OP tiene lugar cada semana en la compañía y el objetivo es monitorear el Forecast, como va el cumplimiento del presupuesto del mes y que

novedades se han presentado con los clientes que ayuden al área de operaciones a dirigir sus recursos.

En este capítulo se realizó la caracterización de la compañía caso de estudio, realizando un diagrama del proceso de abastecimiento y describiendo los principales indicadores que juegan un papel importante en las decisiones de compra de la compañía, con esta información se continuara trabajando en los siguientes capítulos para realizar los análisis comparativos de cómo deben quedar los inventarios estableciendo una política de inventarios.

4 DETERMINAR EL ÍNDICE DE COMUNALIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS DE LOS PRODUCTOS DE LÍNEA.

En el siguiente capítulo se hará de la explosión de materiales de los muebles de línea, para lo cual se definirá que referencias son las que la compañía considera de línea, con esto se determinará las materias primas denominadas de línea o estándar, y se realizará el cálculo de la comunalidad de los muebles.

La principal motivación para elegir una política de inventario es presentar una manera fácil de controlar los stocks que se tienen de las diferentes materias primas utilizadas por la compañía, y permita a sus directivos mejorar los procesos de toma de decisiones que están relacionados con ello, una de las decisiones es la compra y reabastecimiento de materiales, respondiendo las preguntas de cuánto y cuándo se debe comprar.

Como ya se indicó en el capítulo anterior la política de inventarios de la compañía es muy básica, miden sus inventarios con el promedio, y entre más cerca se encuentre el tiempo de duración del lead time, más acertado es, y basados en un pronóstico el cual el 25% de las referencias no cumplen ni con el 50% de asertividad y el 45% supera ampliamente el pronóstico, dado que esto se vuelven decisiones de abastecimiento no son muy confiables y pueden generar distorsiones en el inventario, generando excesos y defectos como se presentaran en el capítulo posterior.

4.1 INDICADOR DE COMUNALIDAD.

Para dar inicio a este proceso, se realizará el cálculo del indicador de comunalidad el compara cada uno de los componentes que lleva cada referencia que se ha desarrollado en la compañía, determinando que tan común es el componente en el universo de muebles de línea o portafolio que maneja la compañía.

Como este análisis solo se realizará con los muebles de portafolio se solicitó la colaboración del departamento de comercial, cuáles eran las referencias vigentes que se manejaban con los diferentes clientes, para un total de 447 referencias de portafolio, las cuales pueden utilizar hasta 370 materias primas distintas.

El indicador de comunalidad arroja un porcentaje que indica el grado de utilización en el total de las referencias, y la manera de calcularlo es la siguiente:

$$\text{índice de comunalidad} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C Y_{ij}}{N} \times 100$$

Donde:

N: es el número total de referencias de producto terminado.

C: Numero de componentes totales.

Y_{ij} : Es un numero binario que indica 1 si la materia prima j es utilizada en la referencia de producto terminado i , 0 de lo contrario.

Con la ecuación anterior es posible determinar si una materia prima específica perteneciente al universo del total de los componentes es de línea, quiere decir que pertenece a los muebles que en la actualidad están siendo ofrecidos a los clientes.

Todo componente cuyo valor sea 0% debe ser considerado como obsoleto (y no son considerados en el presente trabajo investigativo), dado que ninguna referencia fabricada para la venta lleva dicha materia prima, y aquellos materiales cuyo índice sea diferente de 0% son de línea y pueden pertenecer a cualquier referencia, por ejemplo el perno conector minifix se encuentra en el 89,1% de los muebles, a diferencia de los vidrios que son únicos para cada mueble, ya que pueden depender de la medida de una puerta o un marco, por lo cual son de línea pero únicos para cada mueble con un índice de comunalidad aproximado de 0,23%

El resumen de los resultados se encuentra en la siguiente tabla.

Tabla 8. Clasificación de la comunalidad

RANGO		FRECUENCIA
0%	20%	340
21%	40%	20
41%	60%	6
61%	80%	1
81%	100%	3

Fuente. Elaboración propia

De la tabla anterior se puede observar lo siguiente, entre el 0 y 20% se encuentra el 91% de las referencias mientras que el 5% entre el 21 y 40%, dejando el 4% restante entre el 41 y 60%, esto de acuerdo a índice de comunalidad.

4.2 MATERIAS PRIMAS DE LAS REFERENCIAS DE PORTAFOLIO.

La compañía caso de estudio cuenta con una base de datos en la cual se encuentran todas sus referencias con las diferentes materias primas utilizadas, listado de materiales (BOM), el cual trabajan en un archivo de Excel que se apoya con el plan de producción para determinar la cantidad de materiales requeridos en total.

Actualmente la compañía cuenta con 447 referencias de muebles de portafolio las cuales utilizan 370 materias primas, que son abastecidas de diferentes proveedores, nacionales o importados, la siguiente tabla resume como están distribuidas las materias primas de acuerdo a los proveedores.

Tabla 9. Tabla de materiales y lead time

TIPO DE MATERIA PRIMA	PROVEEDOR	PROCEDENCIA	PORCENTAJE DE COMPRA	LEAD TIME
Aglomerado	Novopan	Importado	96%	30
Aglomerado	Tablemac	Nacional	4%	30
Herrajes	Zongy	Importado	67%	90
Herrajes	Varios	Nacional	33%	15
Plásticos	Zongy	Importado	20%	90
Plásticos	Varios	Nacional	80%	20
Fondos	ASDT PROFIT	Importado	100%	75
Cantos	ASDT PROFIT	Importado	80%	75
Cantos	Varios	Nacional	20%	10
Cartón	Cartones de Colombia	Nacional	100%	15

Fuente. Elaboración propia con datos del departamento de compras

Para el abastecimiento la única restricción que tiene la compañía es de espacio, ya que la planta no cuenta con la cantidad suficiente para almacenar todo lo que tienen en Stock y para ello la organización ha alquilado una bodega en la cual almacena aglomerado y fondos.

5 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONSUMOS DE LOS MATERIALES CON LA FINALIDAD DE DETERMINAR LA CANTIDAD ÓPTIMA A MANTENER EN STOCK DE CADA COMPONENTE Y FRECUENCIA DE REPOSICIÓN.

Los datos históricos de consumo de las referencias que se pudieron obtener por medio de la empresa, pertenece al periodo comprendido entre enero del 2019 y julio del 2019, siendo estos datos los más recientes, extraídos del sistema ERP CGUNO, este periodo es relevante para la compañía debido a que fue el lapso en el cual se incrementaron las ventas de la compañía (Ver ilustración 1).

En el capítulo anterior del presente trabajo se calculó la comunalidad delimitando el universo de componentes con los cuales se trabajará en la siguiente sección del trabajo, dando como resultado 370 materias primas, las demás cuyo inventario sea diferente a cero serán considerado como obsoleto, de acuerdo al criterio de comunalidad y no serán considerados para este trabajo investigativo.

5.1 ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE LOS MATERIALES.

Para el análisis de los consumos se tomaron los datos entre enero y junio del 2019, estos materiales son de demanda dependiente ya que su consumo depende de la rotación del producto final.

Con la información suministrada se realizó el análisis del comportamiento de la demanda para determinar a qué categoría pertenece (constante, errática, turbulenta intermitente). Esta catalogación se realizó mediante la utilización del coeficiente de variación al cuadrado y el intervalo promedio de consumo, el cual cruza ambos cálculos ubicándolos en una gráfica donde:

- Si el intervalo promedio de consumo es inferior a 1.32 y el coeficiente de variación al cuadrado es inferior a 0.49, es constante.
- Si el intervalo promedio de consumo es superior a 1.32 y el coeficiente de variación al cuadrado es inferior a 0.49, es intermitente.
- Si el intervalo promedio de consumo es inferior a 1.32 y el coeficiente de variación al cuadrado es superior a 0.49, es errática.
- Si el intervalo promedio de consumo es superior a 1.32 y el coeficiente de variación al cuadrado es superior a 0.49, es turbulenta.

Para ejemplificar el cálculo de la clasificación de los materiales se toma como ejemplo el perno conector minifix, materia prima que se encuentra en más del 80% de las referencias, para lo cual se requiere el coeficiente de variación igual a la desviación sobre el promedio y el intervalo promedio de consumo, el cual es la frecuencia en la que se consume, esto se relaciona en las siguientes expresiones:

$$\frac{\sum_1^n X_i}{n} \wedge CV^2$$

Donde:

- CV^2 es el coeficiente de variación al cuadrado.
- X es el binario que indica 1 si hay consumo del material en el periodo i o 0 de lo contrario.

El resultado para el perno conector es el siguiente:

$$CV^2 = 0.13^2 = 0.02$$

$$\frac{\sum_1^n X}{n} = \frac{\sum_1^{12} X_i}{12} = \frac{12}{12} = 1$$

Dado que el perno conector tiene un CV^2 inferior a 0.49 y un intervalo promedio de consumo menor a 1.32 es un ítem catalogado como constante.

El siguiente cuadro resume la categoría de las 370 materias primas analizadas.

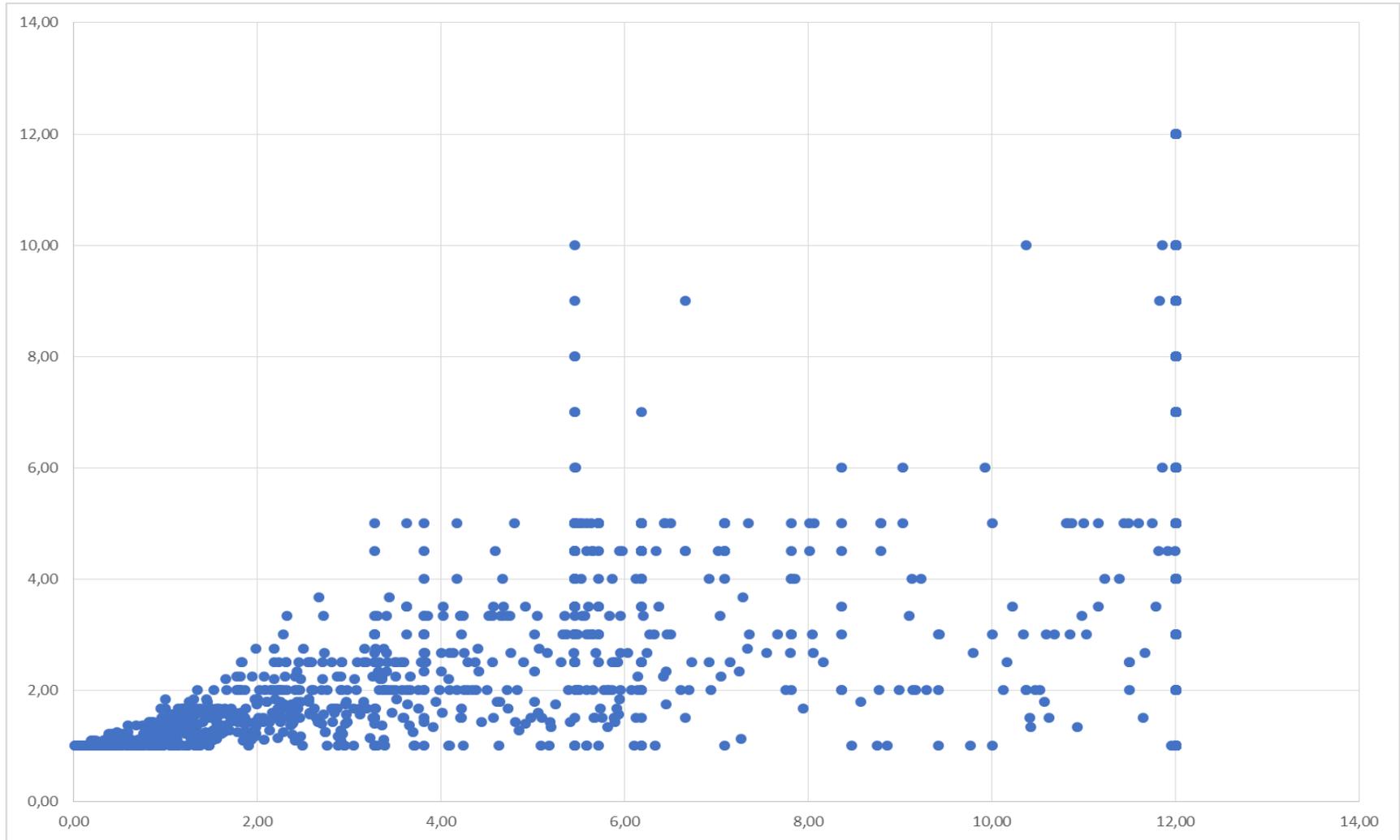
Tabla 10. Categoría del inventario.

CATEGORÍA	CANT. ÍTEMS
CONSTANTE	92
ERRÁTICA	100
TURBULENTA	178

Fuente. Elaboración propia

El siguiente gráfico muestra la distribución del Coeficiente de variación al cuadrado y el intervalo promedio de consumo.

Ilustración 6. Gráfico de distribución de los coeficientes.



Fuente. Elaboración propia

De la información anterior es posible concluir que no hay ningún ítem que se comporte de manera intermitente, 92 ítems se comportan de manera constante, 100 de manera errática y 178 de manera turbulenta.

La tabla a continuación compara la categorización usada y el índice de comunalidad.

Tabla 11. Comparativo comunalidad vs categorización.

CATEGORIA	RANGO COMUNALIDAD		FRECUENCIA
CONSTANTE	0%	25%	78
CONSTANTE	26%	50%	7
CONSTANTE	51%	75%	0
CONSTANTE	76%	100%	4
TURBULENTA	0%	25%	177
TURBULENTA	26%	50%	1
TURBULENTA	51%	75%	0
TURBULENTA	76%	100%	0
ERRATICA	0%	25%	98
ERRATICA	26%	50%	0
ERRATICA	51%	75%	0
ERRATICA	76%	100%	0

Fuente. Elaboración propia

Del cuadro anterior es posible identificar cuatro materias primas que tienen un comportamiento constante y su comunalidad se encuentra por encima del 75%, lo cual significa que son componentes que siempre deben de estar en inventario, ya que se encuentran en más del 75% de las referencias y su consumo es muy contante, esto queda evidenciado ya que su coeficiente de variación al cuadrado está por debajo de 0.49.

5.2 POLÍTICA DDMRP.

El Demand Driven MRP es una solución con multi-estructura de planificación y ejecución de materiales e inventarios. El DDMRP está basado fundamentalmente en la conexión entre la creación, protección y aceleración del flujo de materiales e información relevante que pueda afectar el consumo de las materias primas (Cuadra, 2017).

Todas la compañías comparten el mismo objetivo, obtener algún tipo de rentabilidad sobre la inversión y rotación de los inventarios. Adicional incurre en gastos relacionados con la aceleración, para lidiar con agotamientos frecuente, incluso con el sobre Stock de inventario.

En otras palabras el DDMRP es un sistema de planificación, ejecución control de la cadena de suministro, basándose en el comportamiento real de la demanda, de reposición por consumo sincronizado a lo largo de toda la cadena (LINARES & MAYORGA, 2017).

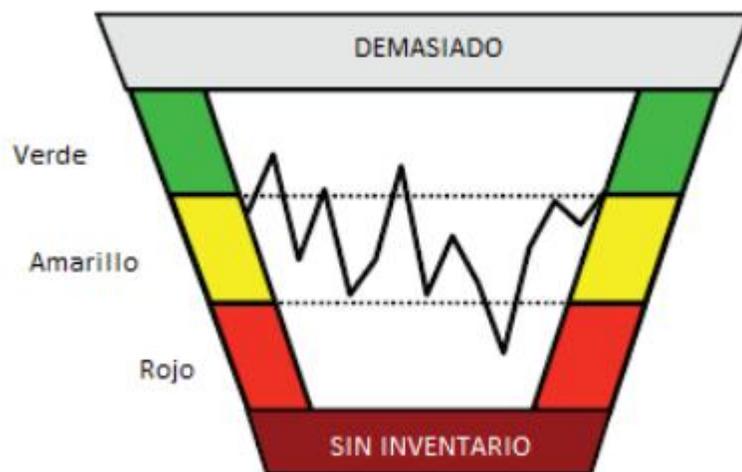
Para diseñar un modelo basado en el DDMRP se deben identificar los puntos de desacople y puntos de control, y determinar cómo se deben proteger, para el caso de la compañía caso de estudio está basado enfocado en la generación de órdenes de compra de materiales, por lo cual el punto de desacople son los inventarios de materia prima.

Cuando se habla de puntos de control, se deben pensar en lugares que se dedican a transferir, ejercer y amplificar los controles sobre los puntos de desacople con el objetivo de controlar el Lead Time, recordemos que un Lead time más corto y menos variable implica una reducción de inventarios, lo que significa una reducción en la inversión del capital de trabajo (Cuadra, 2017).

Para proteger los puntos de desacople y control se debe emplear un mecanismo de amortiguación para absorber la variabilidad de tal forma que logren el propósito de para el que son incorporados, estos son llamados Buffers, estos buscan cumplir con los siguiente el propósito de amortiguar la variabilidad de los consumos y lead time del proveedor (Arango, Cano, & Alvarez, 2012).

La siguiente figura ilustra a manera de ejemplo el buffer de inventario, cuyo cálculo se trabajará en las secciones posteriores.

Ilustración 7. Buffer de inventario



Fuente. (Cuadra, 2017)

Como es posible observar en el grafico anterior los buffer se componen principalmente de 3 zonas, la verde, amarilla y roja. La zona roja es el Stock de

seguridad y de igual manera que en la zona amarilla se debe liberar una orden de compra con el cual se debe llegar al tope de la zona verde, todo lo que se encuentra por encima de la zona verde se considera como exceso de inventario.

5.3 VENTAJAS DE LA POLÍTICA DDMRP.

El DDMRP tiene varias ventajas, pero entre las principales se encuentran:

- Planifica y ejecuta la cadena de suministro, basado en la demanda real de las referencias, y así mismo su sistema de reposición por consumo sincronizado a lo largo de la cadena.
- Brinda un alto nivel de servicio a sus clientes, en el caso de la compañía objeto de estudio al almacén de materiales.
- Disminuye los tiempos de Lead Time.
- Identifica que partes de la cadena de suministro son críticos y son requeridos los Buffers de inventarios.
- Para el control de los materiales no es necesario implementar un sistema de pronóstico, y en el caso de la compañía objeto de estudio es ideal ya que no cuentan con un sistema de pronósticos que se acerque a la realidad de los consumos.

En las siguientes secciones se enfocará en el cálculo de los buffer y determinar el tamaño de los buffers para cada materia prima.

5.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS PARA LA POLÍTICA DDMRP.

Para establecer una política basada en el DDMRP, se deben establecer los puntos críticos que deben de ser protegidos dentro del proceso de abastecimiento, para esto se realizó un análisis con el departamento de compras de los siguientes factores:

- Variabilidad del suministro.
- Lead time de cada proveedor para cada materia prima.
- Comportamiento de los componentes (análisis realizado en el capítulo anterior)

Una vez determinados los factores que tienen mayor incidencia para el cálculo de la política, se consideraron los rangos establecidos para el abastecimiento acorde a Demand Driven requirements Planning (Cuadra, 2017) para las materias primas que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12. Categorización de factor del Lead time

Categoría		Factor Lead time	Categoría de Variabilidad	Factor de Variabilidad
Lead Time Largo	>7 Semanas	30%	Alto	100%
Lead Time Mediano	3-7 Semanas	50%	Medio	60%
Lead Time corto	0-3 Semanas	80%	Bajo	40%

Fuente. (LINARES & MAYORGA, 2017)

Esta Tabla se adaptó a la realidad de la compañía caso de estudio, modificándola de acuerdo a los lead time de cada referencia, esto se realizó con la colaboración del departamento de compras con la finalidad de determinar cuál es la variabilidad del lead time de los proveedores y de acuerdo a su juicio cual debería ser el factor con el cual trabajar, generando la siguiente tabla.

Tabla 13. Categorización Lead Time para la compañía.

Categoría		Factor Lead time	Categoría de Variabilidad	Factor de Variabilidad
Lead Time Largo	>90 Días	20%	Bajo	20%
Lead Time Largo	60 – 75 Días	30%	Bajo	20%
Lead Time Medio	30 – 60 Días	60%	Medio	30%
Lead Time Medio	15 – 30 Días	70%	Medio	30%
Lead Time corto	0 - 15 Días	70%	Alto	40%

Fuente. Elaboración propia

Esta información de acuerdo a los expertos del departamento de compras.

5.5 DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS PARA LA POLÍTICA DDMRP.

Una vez establecidos los parámetros del Lead Time para los componentes de acuerdo al DDMRP (Cuadra, 2017) y el departamento de compras, se pasó a establecer los atributos individuales de cada materia prima, los cuales son:

- Consumo diario promedio (CDP): es un atributo dinámico que depende del comportamiento de la demanda.
- Cantidad mínima de pedido: Cantidad establecida de cada proveedor para cada materia prima.

5.6 CALCULO DE LAS ZONAS (BUFFERS).

A partir de los valores determinados en los atributos y los parámetros, se procedió a realizar el cálculo de las zonas (Buffers), donde:

- La zona verde, utilizada para determinar la frecuencia y cantidad de compra, se obtiene del mayor valor de la comparación entre la cantidad mínima de pedido y el resultado entre el producto del consumo promedio día, lead time diario y el factor del lead time.
- La zona amarilla es el producto entre el consumo diario por el lead time diario de la materia prima.
- La zona roja, que es el indicativo de que el inventario se va a acabar, el cual se calcula con la suma de la base roja que contempla la variabilidad del lead time agregándole el factor de variabilidad.

En el siguiente cuadro se resume la información del cálculo de las zonas para la compañía.

Tabla 14. Calculo zonas

PARAMETRO	ZONA	
Consumo promedio día	VERDE	Valor máximo entre:
Cantidad mínima de pedido		Consumo promedio día x Factor del Lead Time x Lead Time día
Consumo día por Lead Time día	AMARILLA	Consumo promedio día x Lead Time día
Factor del Lead Time	ROJA	Seguridad más base:
factor de variabilidad		Base = Lead time día + Consumo promedio día + Factor del Lead Time
		Seguridad = Base * Factor de Variabilidad

Fuente. Elaboración propia

Con esto es posible calcular el nivel máximo de inventario permitido por la política que estaría dado por la siguiente expresión:

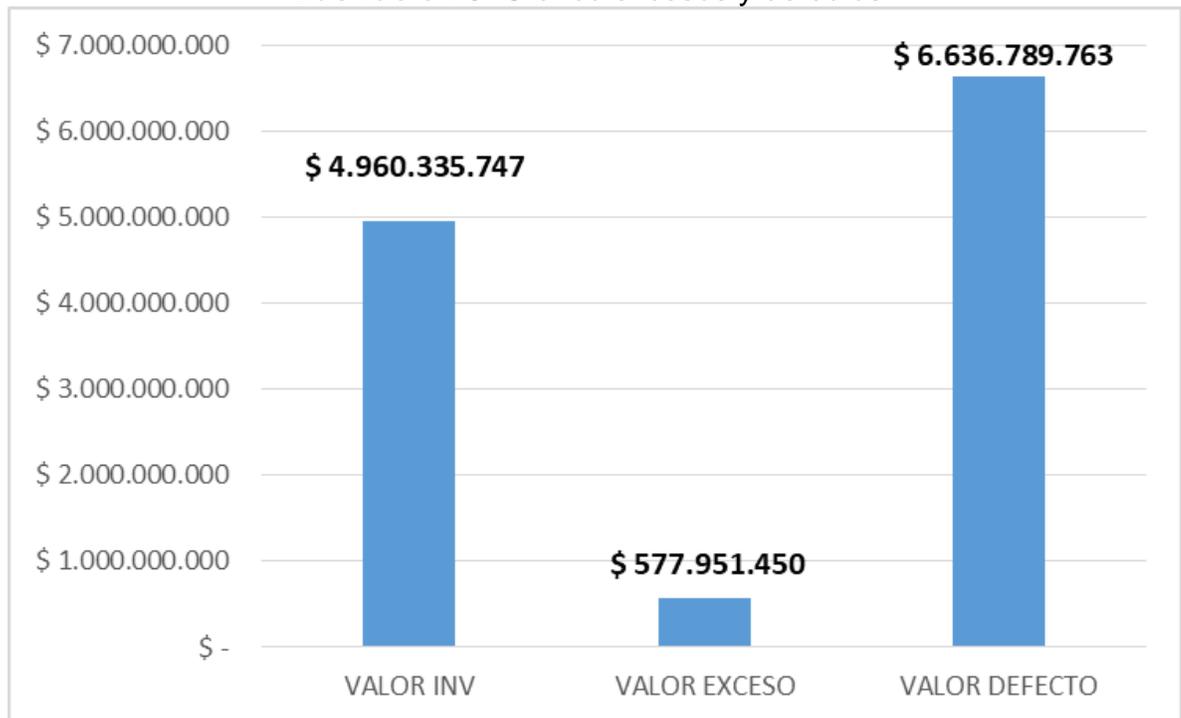
$$\text{Inventario Maximo} = \text{Zona Verde} + \text{Zona Amarilla} + \text{Zona Roja}$$

El inventario máximo no significa que esta cantidad no se pueda superar en el Stock real, es una medida que indica el máximo de la cantidad que es considerada óptima, con lo cual quiere decir que el inventario que se encuentra por encima de este valor será considerado un exceso, que es un capital invertido que la compañía pudo haber invertido en otra unidad de negocio.

5.7 POLÍTICA ACTUAL DE LA COMPAÑÍA.

La compañía actualmente trabaja los inventarios de dos maneras, que son muy poco efectivas, esto porque los excesos (inventario que la compañía considera con sobre stock) y defectos (inventario faltante para alcanzar el nivel deseado por la compañía) de inventarios totales de las diferentes referencias son del 11% y del 133% en base a los costos de inventario que hay (esto sin contar el inventario que la compañía considera obsoleta), la siguiente grafica ilustra de una mejor manera esta situación.

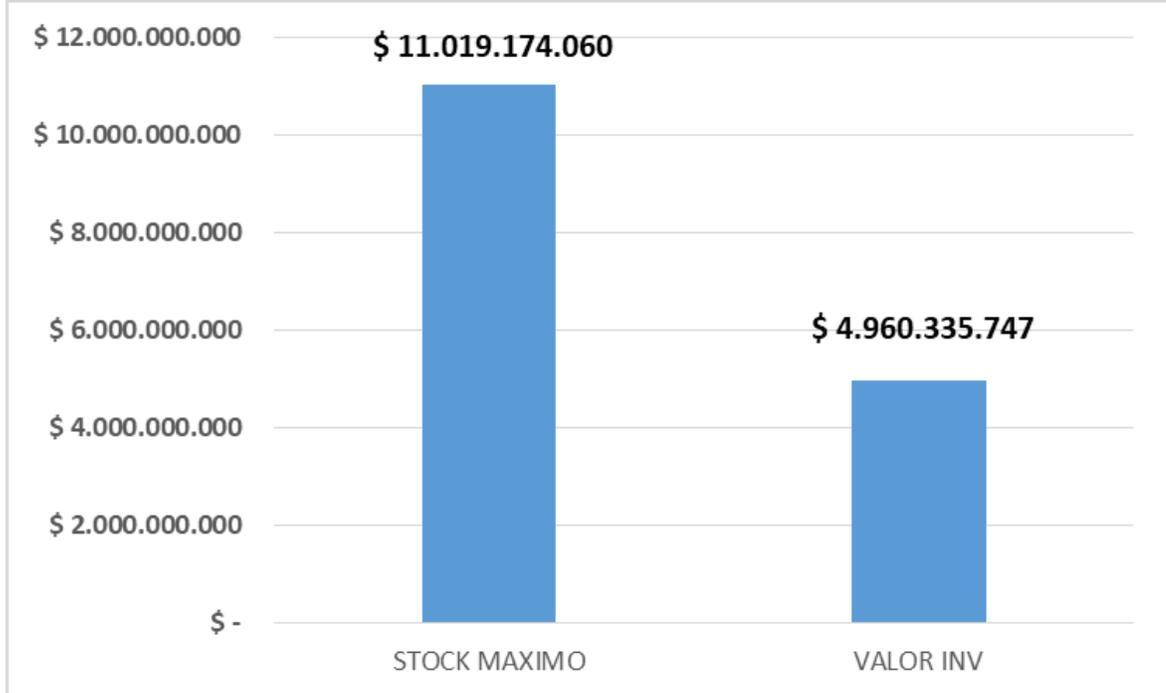
Ilustración 8. Grafico excesos y defectos.



Fuente. Elaboración propia

El defecto de inventario es un valor muy alto en relación al inventario actual debido a que el valor máximo del inventario, de acuerdo a la política utilizada por la compañía es de \$ 11.019 MM, un costo muy alto para los inventarios, la siguiente ilustración muestra el inventario actual versus la meta de inventarios.

Ilustración 9. Inventario vs meta



Fuente. Elaboración propia

La manera en que la compañía calcula el stock máximo es de la siguiente manera:

- Realizan un análisis histórico del consumo de la materia prima para determinar el consumo promedio mes y la desviación estándar, y con estos datos calculan el coeficiente de variación.
- Realizan el cálculo del inventario aparente teniendo en cuenta el inventario a la fecha, el inventario en tránsito y el requerido para el plan y programa de producción.
- Tienen determinado el Lead time de cada materia prima.
- Con el lead time del proveedor y la desviación estándar se calcula el Stock de seguridad con un 95% de confiabilidad, con la siguiente expresión

$$SS = Lt \times \sigma \times Z_{95\%}$$

Donde:

Lt es el Lead time del proveedor.

σ Es la desviación estándar del consumo de la materia prima.

$Z_{95\%}$ Es el valor de Z con el 95% de confiabilidad de acuerdo a la distribución normal

- El punto de re-orden lo calculan sumando el Stock de seguridad y el producto del consumo promedio y el lead time.

- f. Y el Stock máximo es la suma del punto de re-orden, el Stock de seguridad y el producto del lead time y el consumo.

De esta manera y aplicándolo a todas las materias primas el Stock máximo determinado por la compañía es de \$ 11.019 MM.

5.8 CALCULO DE LOS BUFFERS DE INVENTARIO.

De acuerdo a la sección 5.6 se procederá a calcular el stock máximo permitido para cada referencia que es igual a la suma del resultado de la zona verde, amarilla y roja, con este resultado es posible calcular el defecto y exceso de inventario que tiene la compañía en base a esta propuesta, y comparándolos con los obtenidos por la compañía con su modelo de inventarios actual.

Antes de realizar el cálculo de las zonas se debe realizar el análisis del comportamiento histórico de los materiales, para realizar el cálculo del consumo promedio diario requerido para el cálculo de la zona amarilla del DDMRP, como se menciona en la tabla 14, es el producto del lead time en días por el consumo promedio diario, por lo cual también es necesario conocer el lead time en días de cada una de las referencias.

Tabla 15. Consumo de referencias.

REFERENCIA	Nombre Referencia	201901	201902	201903	201904	201905	201906
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	378000	324000	350000	247624	360000	204000
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	1471818	1098167	1241435	1142000	1072000	816000
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	645288	495002	592000	549500	536430	418950
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	860000	996000	895000	998000	827000	475000
20030001	TARUGO 8X30	383510	165247	178605	306840	193260	195160
NT3850615	MDPKOR KRAFT NEGRO 15MM 215*244 D/D PORO	9409	14391	7095	9628	7975	6713

Fuente. Elaboración propia

Tabla 16. Lead time día

REFERENCIA	Nombre Referencia	LEAD TIME DIA
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	90
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	21
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	6
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	6
20030001	TARUGO 8X30	9
NT3850615	MDPKOR KRAFT NEGRO 15MM 215*244 D/D PORO	30

Fuente. Elaboración propia

Tabla 17. Calculo promedio día

REFERENCIA	Nombre Referencia	IMPORTADO	TOTAL	PROMEDIO MES	CV	PROMEDIO DIA
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	IMPORTADO	1863624	310604,0	0,2	10353,5
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	NACIONAL	6841420	1140236,7	0,2	38007,9
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	NACIONAL	3237170	539528,3	0,1	17984,3
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	NACIONAL	5051000	841833,3	0,2	28061,1
20030001	TARUGO 8X30	NACIONAL	1422622	237103,7	0,4	7903,5
NT3850615	MDPKOR KRAFT NEGRO 15MM 215*244 D/D PORO	NACIONAL	55211	9201,8	0,3	306,7

Fuente. Elaboración propia

Con los datos de las tablas anteriores se calcula la zona amarilla.

Tabla 18. Zona amarilla

REFERENCIA	Nombre Referencia	PROMEDIO DIA	LEAD TIME DIA	AMARILLO
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	10353,5	90	931812
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	38007,9	21	798165,667
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	17984,3	6	107905,667
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	28061,1	6	168366,667
20030001	TARUGO 8X30	7903,5	9	71131,1
NT3850615	MDPKOR KRAFT NEGRO 15MM 215*244 D/D PORO	306,7	30	9201,83333

Fuente. Elaboración propia

De la misma manera se calcula para todos los componentes restantes, esta zona asegura que la organización tenga en inventario lo equivalente en días del lead time por lo cual tiene para operar de manera ininterrumpida en condiciones normales de la demanda.

A continuación se procede con el cálculo de la zona verde la cual escoge entre el mayor del producto del lead time, el consumo promedio diario y la categoría del lead time, esta última se obtiene de la tabla 13, que con la opinión de los expertos de compras de la compañía se construyó, o la otra opción es el MOQ o cantidad mínima de pedido al proveedor, que para el caso de la compañía estos mencionan que en el caso de las importaciones se debe completar un contenedor de 20 ft como mínimo en cualquier combinación de materiales y cantidades, y para los nacionales tienen cada referencia un numero distinto, estos dados por el mismo departamento.

Tabla 19. Calculo de la zona verde

REFERENCIA	Nombre Referencia	ZONA VERDE FLT	MOQ	VERDE
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	931812	186362	931812
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	798166	558716	798166
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	107906	86325	107906
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	168367	134693	168367
20030001	TARUGO 8X30	71131	56905	71131
NT3850615	MDPKOR KRAFT NEGRO 15MM 215*244 D/D PORO	9202	5521	9202

Fuente. Elaboración propia

De esta misma manera se calculó para la totalidad de las referencias, y por último se calcula la zona roja que es la suma de la zona base roja y el rojo de seguridad. El primero es el producto de la categorización del lead time por el consumo promedio diario, el segundo es un porcentaje del rojo base, este sale de la variabilidad del lead time que de igual manera lo da el juicio de los expertos de la compañía.

Tabla 20. Calculo zona roja

REFERENCIA	Nombre Referencia	CATEGORIA DE VARIABILIDAD	ROJO BASE	FACTOR VARIABILIDAD	ROJO
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	0,2	186362	37272	223635
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	0,3	558716	167615	726331
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	0,2	86325	17265	103589
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	0,2	134693	26939	161632
20030001	TARUGO 8X30	0,2	56905	11381	68286
NT3850615	MDPKOR KRAFT NEGRO 15MM 215*244 D/D PORO	0,3	5521	1656	7177

Fuente. Elaboración propia

Ya calculadas las tres zonas se procede con el cálculo del buffer que es la suma de las tres zonas.

Tabla 21. Tamaño del Buffer

REFERENCIA	Nombre Referencia	AMARILLO	VERDE	ROJO	TAMAÑO DEL BUFFER
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	931812	931812	223635	2087259
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	798166	798166	726331	2322662
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	107906	107906	103589	319401
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	168367	168367	161632	498365
20030001	TARUGO 8X30	71131	71131	68286	210548
NT3850615	MDPKOR KRAFT NEGRO 15MM 215*244 D/D PORO	9202	9202	7177	25581

Fuente. Elaboración propia

Con esta información es posible calcular el valor del buffer multiplicando el costo unitario de la referencia por la cantidad de inventario que da como resultado de la

suma de las zonas, esto para valorizar el tamaño del buffer y calcular el valor del stock máximo.

Tabla 22. Valor del Buffer

REFERENCIA	Nombre Referencia	TAMAÑO DEL BUFFER	COSTO UNIT	VALOR DEL BUFFER
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	2087258,88	\$ 125	\$ 261.074.340,71
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	2322662,09	\$ 10	\$ 24.225.365,60
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	319400,7733	\$ 15	\$ 4.941.129,96
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	498365,3333	\$ 4	\$ 1.958.575,76
20030001	TARUGO 8X30	210548,056	\$ 13	\$ 2.732.913,77
NT3850615	MDPKOR KRAFT NEGRO 15MM 215*244 D/D PORO	25581,09667	\$ 69.121	\$ 1.768.190.982,70

Fuente. Elaboración propia

Para las demás referencias se realiza el mismo cálculo, se suma el valor de todos los buffer para obtener el valor del costo del stock máximo de la política de inventario, que para este caso arroja un valor de \$7.736 MM pesos.

Con el valor del buffer se calcula los excesos de inventarios de la compañía para cada componente, comparando el valor del inventario actual contra el valor arrojado por la metodología.

Tabla 23. Calculo excesos y defectos de la metodología DDMRP

REFERENCIA	Nombre Referencia	VALOR DEL BUFFER	VALOR INV	VALOR EXCESO	VALOR DEFECTO
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	\$ 261.074.340,71	\$ 309.197.760,00	\$ 48.123.419	\$ -
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	\$ 24.225.365,60	\$ 13.934.480,00	\$ -	\$ 10.290.886
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	\$ 4.941.129,96	\$ 9.220.120,00	\$ 4.278.990	\$ -
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	\$ 1.958.575,76	\$ 5.042.190,00	\$ 3.083.614	\$ -
20030001	TARUGO 8X30	\$ 2.732.913,77	\$ 4.553.384,00	\$ 1.820.470	\$ -
NT3850615	MDPKOR KRAFT NEGRO 15MM 215*244 D/D PORO	\$ 1.768.190.982,70	\$ 473.133.245,00	\$ -	\$ 1.295.057.738

Fuente. Elaboración propia

Esto arroja que el valor total de los excesos es de \$1.073 MM pesos, y el de los defectos es de \$3.853 MM pesos, esto se calcula sumando todos los excesos y defectos respectivamente.

5.9 POLÍTICA ACTUAL VS POLÍTICA DDMRP.

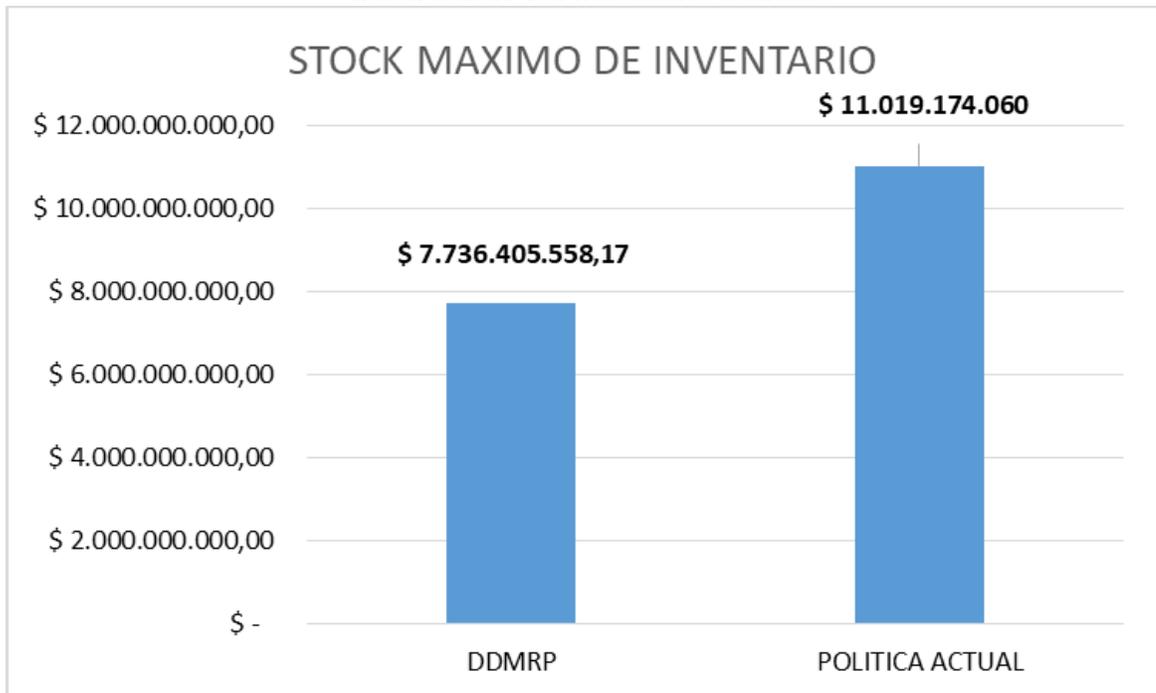
Continuando con el desarrollo del presente trabajo de grado se realizará un comparativo entre la política actual de la compañía y la propuesta generada analizando la cantidad de inventario que la compañía calcula con base a los consumos versus la política propuesta que se basa en la teoría del DDMRP con la utilización del indicador de comunalidad.

5.9.1 COMPARACIÓN VALOR MÁXIMO.

Como se mostró en los cálculos de las secciones anteriores el valor del Stock máximo no es igual entre la política actual y la propuesta, esto se debe a lo siguiente:

- a. La política actual considera todo con el consumo promedio, sin tener en cuenta los factores como la variabilidad del consumo y del Lead time, a diferencia que de la política basada con la metodología DDMRP.
- b. El Stock de seguridad depende de la desviación de la materia prima y una constante Z que asume todo como distribución normal, mientras que el Stock de seguridad calculado con la metodología DDMRP tiene en cuenta un factor de variabilidad dado por el Lead time y de juicios de los expertos, además del consumo promedio por día.

Ilustración 10. Inventario máximo

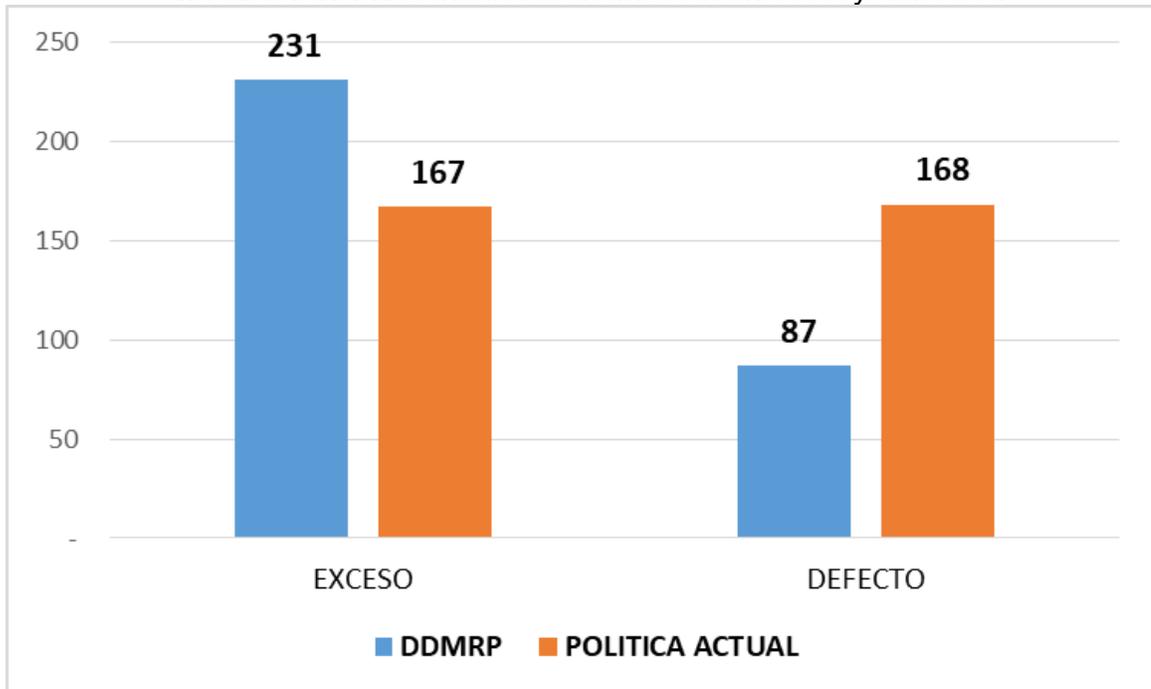


Fuente. Elaboración propia

5.9.2 COMPARACIÓN DE EXCESOS Y DEFECTOS

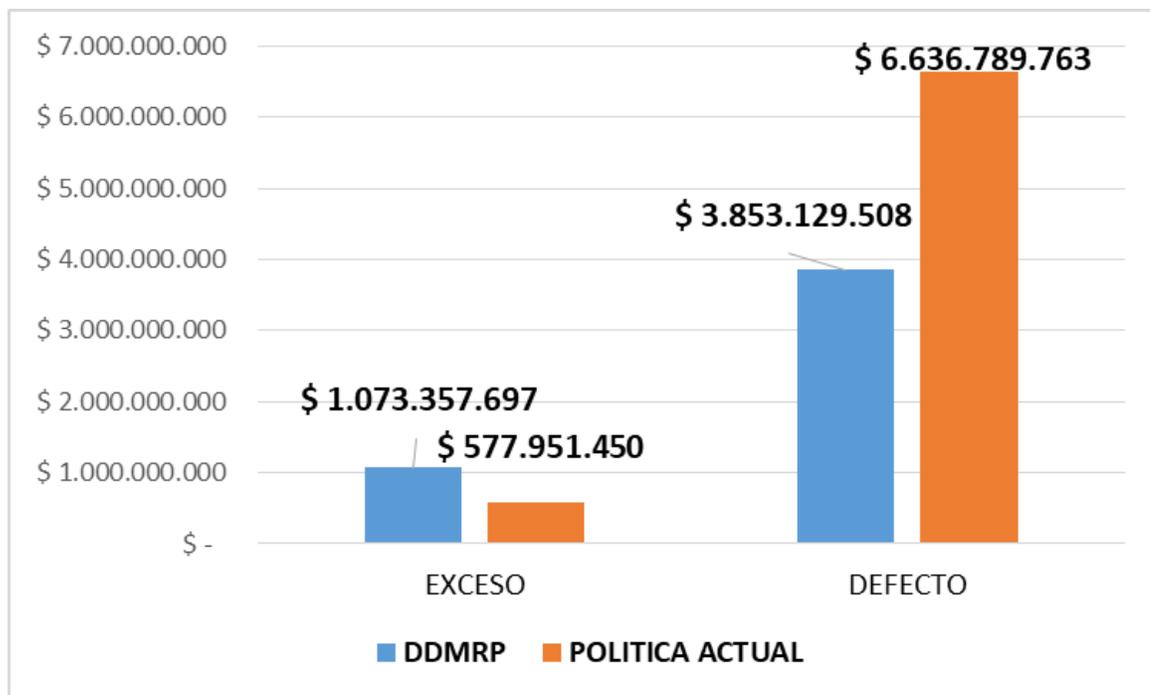
Para el análisis de las dos políticas no solo es necesario realizar el comparativo de los valores máximos calculados, si no también cuales son los defectos y excesos de inventario que la compañía presenta, la política actual le dice a la corporación que tiene un exceso de inventario de 167 materias primas por un valor de \$577 MM, y para completar el inventario ideal tiene un defecto en 168 ítems por valor de \$6636 MM. Mientras que la propuesta dice que hay un total 231 referencias con un valor de \$1073MM, Y 87 ítems que presentan defectos de inventario por valor de \$ 3853 MM.

Ilustración 11. Cantidad de ítems con excesos y defectos.



Fuente. Elaboración propia

Ilustración 12. Valor de los excesos y los defectos de los ítems



Fuente. Elaboración propia

5.10 COMPARACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS CON COMUNALIDAD SUPERIOR AL 75%.

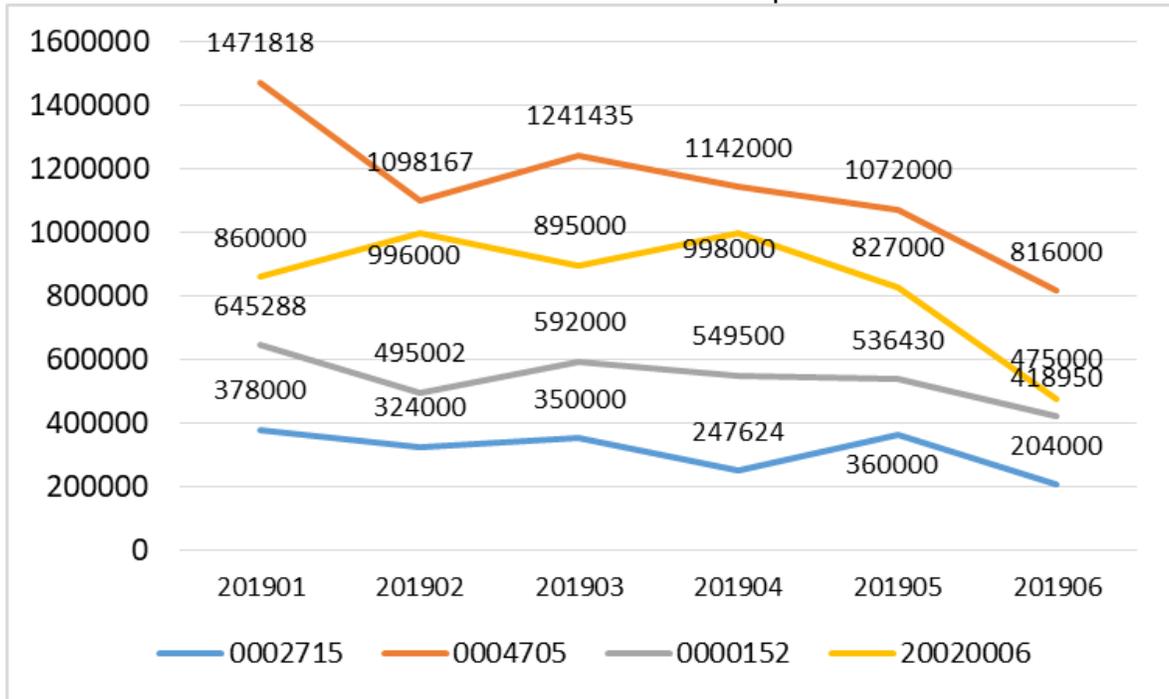
En el capítulo 2 se determinó el índice de comunalidad para los componentes de las referencia de portafolio de la organización fabricante de muebles y en el capítulo 3 se complementó la información con la categorización de los mismos, el cual arrojó que 4 materias primas se encontraban en más del 75% de las referencias y tenían un comportamiento de consumo constante, en otras palabras si se tuviera en cuenta en la catalogación ABC estas serían AA, las materias primas son las siguientes.

Tabla 24. Top 4 materias primas por índice de comunalidad

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	COMUNALIDAD
0002715	PERNO CONECTOR MINIFIX 15MM	CONSTANTE	89%
0004705	TORNILLO 6X5/8 AVE PHI ZINC AGLOMERADO	CONSTANTE	88%
0000152	TORNILLO 6X2 AVE PHI AUTOPERFORANTE	CONSTANTE	88%
20020006	PUNTILLA DE ACERO 3/4	CONSTANTE	76%

Fuente. Elaboración propia

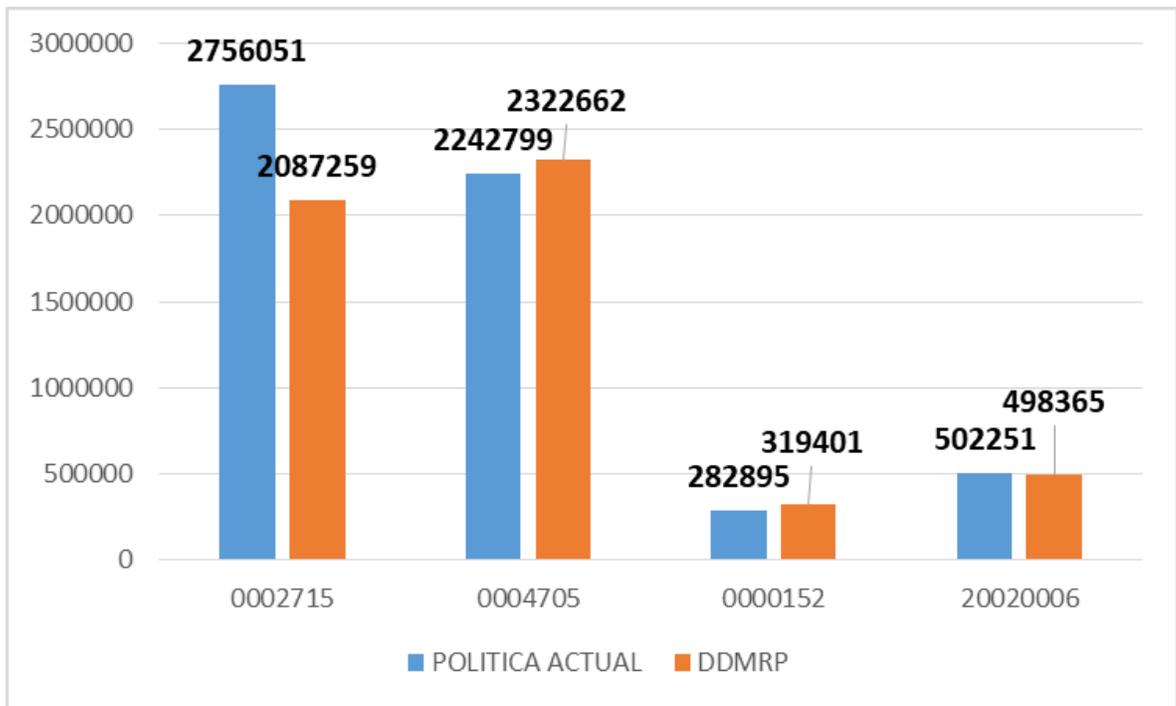
Ilustración 13. Consumo Top 4



Fuente. Elaboración propia

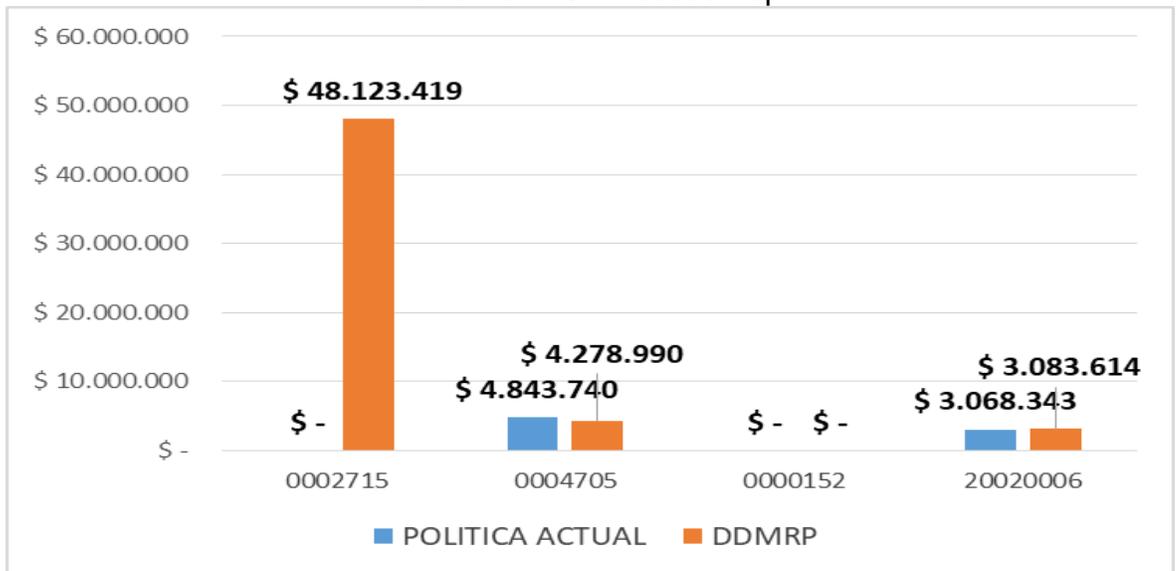
Estas 4 referencias tienen en común que su coeficiente de variación cuadrática está por debajo del 0.49 y su intervalo de consumo promedio es inferior a 1.32 meses, estas materias primas tienen los siguientes valores de Stock Máximo, exceso y defectos de ambas políticas.

Ilustración 14. Comparación cantidad de Stock máximo del Top 4



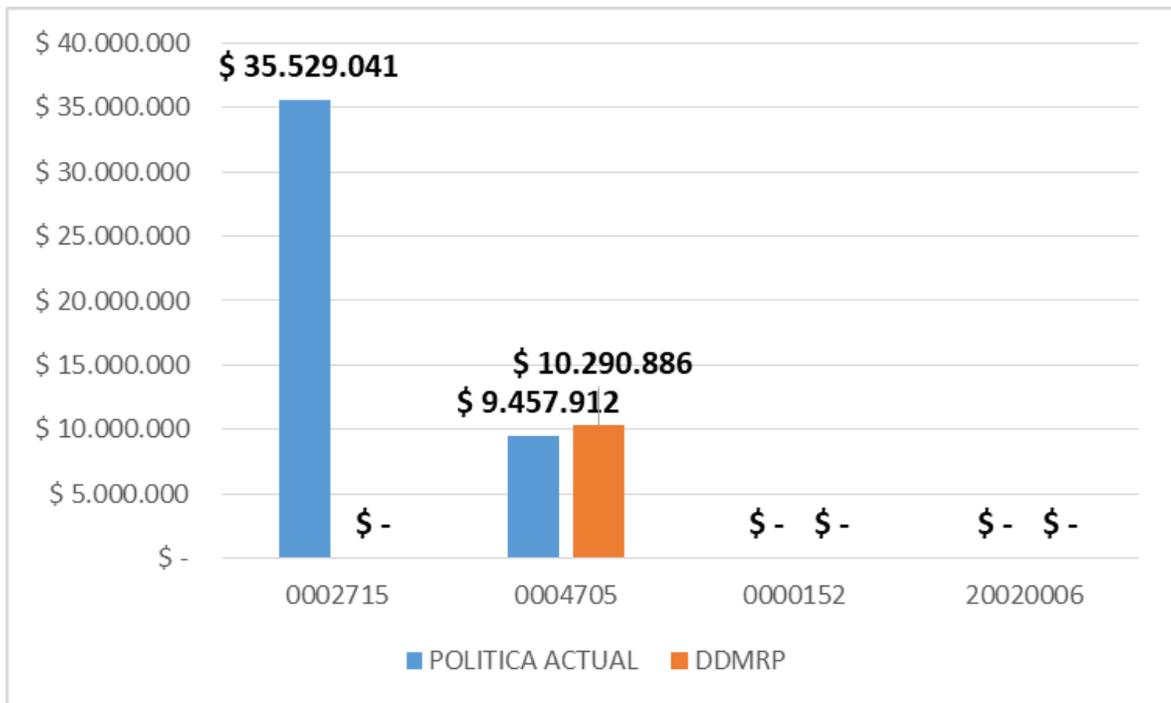
Fuente. Elaboración propia

Ilustración 15. Excesos Top 4



Fuente. Elaboración propia

Ilustración 16. Defectos Top 4



Fuente. Elaboración propia

En el perno conector minifix que encabeza el listado del top 4 de las materias primas más usadas, encontramos que la política de la compañía considera que tiene un defecto por \$35 MM mientras que la propuesta basada en la metodología DDMRP considera que exceso por \$48 MM y la cantidad de inventario objetivo no debe ser 2756051 como se plantea actualmente por la empresa, si no que debería ser 2087259.

En términos generales se puede apreciar que el cambio de política a la compañía le favorece ya que cambia el inventario objetivo de las materias primas basándose en sus consumos, disminuyendo la inversión de capital un 29.7% pasando de \$11019 MM a \$7736 MM el valor del inventario.

CONCLUSIONES

- Por la robustez del modelo y los altos costos de los inventarios el modelo se proyecta en 4 componentes cuyo índice de comunalidad es superior al 60% con comportamiento de la demanda constante, y dar los primeros pasos para que la compañía haga el paso del modelo actual por el propuesto.
- Pasar la totalidad de los componentes del modelo actual al propuesto basado en la metodología DDMRP representa una disminución de la meta en un 42% o \$3300 MM pesos en los ítems que componen las referencias de línea de la organización.
- La política actual dice que para tener el inventario deseado para la tener un nivel óptimo de stock debe invertir \$6637 MM en 168 materiales, mientras que para el modelo DDMRP el valor de la inversión está por debajo un 42% y solo en un 51% de las referencias mencionadas en la política actual.
- En la política actual se debe disminuir el inventario en \$ 587 MM en 167 componentes mientras que el modelo DDMRP se debe disminuir \$ 1073 MM en 231 referencias balanceando mejor los niveles de inventarios óptimos de la compañía.

BIBLIOGRAFÍA

- Arango, M., Cano, J., & Alvarez, K. (2012). Modelos de sistemas MRP cerrado 2012. *Revista EIA*, (c), 61–76.
- Araque Maria. (2015). *Planificación Estratégica De Los inventarios de la Empresa Aica*. Retrieved from <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10280/1/T-ESPE-048402.pdf>
- Bohorquez, M. (2018). *Herramienta para la gestion de los inventarios en la central de la sociedad de cirugia de Bogota - hospital de San Jose*. Retrieved from <http://e-journal.uajy.ac.id/14649/1/JURNAL.pdf>
- CALDERON, F., & SUPELANO, L. (2012). DISEÑO DEL PROTOCOLO DE PRONOSTICO DE DEMANDA BASADO EN MODELOS TEORICOS PARA EL SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA COMERTEX SA. [REDACTED], 3(September).
- Calles Morales, S;Cea López, C;Contreras Parker, L. (2013). *Elaboración Y Propuesta De Un Sistema Logístico De Indicadores Estratégicos Mediante La Aplicación De Tecnologías De Información Básicas Para La Drogueria Santa Lucia*. 1–255.
- Castellanos, S. (2012). *Sistema logístico de planificación de abastecimiento de los inventarios*.
- Cuadra, R. (2017). *Estudio del DDMRP (Demand Driven Materials Requirement Planing)*.
- Gabriel, L., & Ángel, B. (2016). *METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN PARA MEJORA DE SERVICIO Y REDUCCIÓN DE COSTOS*No Title. 1–41.
- García, G. G. (2011). *Metodología Para Calcular El Pronóstico De Ventas Y Una Medición De Su Precisión En Una Empresa Farmacéutica: Caso De Estudio*. 141. Retrieved from <http://148.204.210.201/tesis/1328211077918TESISGABRIELA.pdf>
- Johannesson, H. (2014). Emphasizing reuse of generic assets through integrated product and production system development platforms. In *Advances in Product Family and Product Platform Design: Methods and Applications*. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7937-6_5
- LINARES, M., & MAYORGA, D. (2017). *DISEÑO DEL MODELO DDMRP PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN*.
- Loja Guarango, J. C. (2015). *Propuesta de un sistema de inventarios para la Empresa FEMARPE CÍA. LTDA*. 120. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7805/1/UPS-CT004654.pdf>
- Millan, O., & Pedraza, L. (2015). *DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL SECTOR MANUFACTURERO DE LA PYME EN BOGOTÁ*. (5), 69–78.
- Mongua G., P. J., & Sandoval R., H. E. (2009). Propuesta de un modelo de inventario para la mejora del ciclo logístico de una distribuidora de confites ubicada en la ciudad de Barcelona, ESTADO ANZOÁTEGUI. *Universidad de Oriente*, 130.
- Nee, A. (2007). Collaborative Product Design and Manufacturing Methodologies and Applications.

In *Collaborative Product Design and Manufacturing Methodologies and Applications*.
<https://doi.org/10.1007/978-1-84628-802-9>

Rengijo, C. (2016). *Análisis sistema de logística inversa dinámica sistemas caso estudio*.

Rojas, X., & Hazin, L. (2014). Estructura de Gestión basada en el proceso S&OP: Estudio de caso en una industria cosmética Brasileña. *Enfoque UTE*, 5(1), 1.
<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v5n1.32>

Thevenot, H. J., Alizon, F., Simpson, T. W., & Shooter, S. B. (2007). An index-based method to manage the tradeoff between diversity and commonality during product family design. *Concurrent Engineering Research and Applications*, 15(2), 127–139.
<https://doi.org/10.1177/1063293X07079318>

Vidal Holguin, C. J. (2017). *Fundamentos De Control Y Gestión*.

World Bank. (2006). *Water Supply and Sanitation Feature Story A Demand Driven approach in Service Delivery : the Community Water and Sanitation Program in. 2006*(March), 2002–2004.

Zhang, Y., Downey, K., Urbano, C., & Klingler, T. (2015). Notes on operations: A scenario analysis of Demand-Driven Acquisition (DDA) of e-books in libraries. *Library Resources and Technical Services*, 59(2), 84–93.