

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



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

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE CON MENCIÓN EN  
MODELOS DE OPTIMIZACIÓN”**

**TEMA:**

**DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DEMAND DRIVEN – MRP,  
PARA EL APROVISIONAMIENTO DE PRODUCTOS ACEITES Y  
LUBRICANTES AÉREOS PARA UNA FLOTA DE AVIONES  
SUPERSÓNICOS**

**AUTOR:**

**ING. JOHN EDGAR NAVARRETE CASTRO**

Guayaquil - Ecuador

2019

# RESUMEN

Hoy en día la planeación de la cadena de suministros se basa mucho en métodos convencionales como el uso de los pronósticos, incluso las organizaciones gastan grandes cantidades de dinero y recursos en implementar software y técnicas que faciliten la precisión de sus predicciones.

La institución en estudio, se desenvuelve en un contexto difícil, versátil y volátil en el suministro y demanda de productos aceites y lubricantes aéreos con muchos proveedores en escala mundial y con clientes internos más exigentes; la propuesta de este documento para resolver esta complejidad es el desarrollo del DDMRP.

El DDMRP es una herramienta dinámica y flexible que viabiliza la planificación de los inventarios, basada en la demanda real conforme a las necesidades de los clientes, que al final concederá a los administradores los instrumentos necesarios para la toma de decisiones sobre posibles cambios o no en su planeación. Con el desarrollo de esta propuesta del DDMRP se espera lograr obtener:

- Incremento en el nivel de servicio al cliente (disponibilidad de inventario).
- Cuidar la liquidez de la empresa (inventarios mínimos).
- Nuevos procedimientos para la gestión de inventarios.
- Disminución de los costos de almacenamiento.
- Disminución de Pérdidas por faltantes.
- Disminución de Obsoletos y/o caducados.

**Palabras claves:** Cadena de Suministros, Demand Driven, Planificación de Inventarios, Demanda, Pronósticos.

# ABSTRACT

Today, supply chain planning relies heavily on conventional methods such as the use of forecast; even organizations spend large amounts of money and resources on implementing software and techniques that facilitate the accuracy of their predictions.

The institution under study, is developed in a difficult, versatile and volatile context in the supply and demand of products oils and lubricants air with many suppliers on a global scale and with more demanding internal customers; the proposal of this document to solve this complexity is the development of the DDMRP.

The DDMRP is a dynamic and flexible tool that enables the planning of inventories, based on actual demand according to the needs of customers, which in the end will grant managers the necessary tools to make decisions about possible changes or not in your planning with the development of this DDMRP proposal it is expected to obtain to obtain:

- Increase in the level of customer service (time and quantity)
- Minimum inventory
- Inventory procedure that replaces the traditional ones
- Decrease in storage costs
- Losses due to missing
- Obsolete and / or expired
- Depreciation of investment in inventories

**Keywords:** Supply Chain, Demand Driven, Inventory Planning, Demand, Forecasts.

## **DEDICATORIA**

Al Señor Creador, Mi amada compañera de vida “Elizabeth”, y a la bendición más grande del mundo “Kamila”, por su paciencia y apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Un extensivo agradecimiento a la Escuela Politécnica del Litoral, por habernos abiertos sus puertas y permitido ser parte de tan digna institución.

A los catedráticos de maestría que nos transmitieron sus conocimientos logísticos sin restricción alguna.

Un agradecimiento especial al Master Vega Víctor, por haberme apoyado en la realización y dirección de este documento.

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.



---

John Edgar Navarrete Castro

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



---

Mgtr. Carlos Ronquillo Franco  
PRESIDENTE



---

M.Sc. Víctor Vega Chica  
DIRECTOR



---

Mgtr. Brenda Cobeña Terán  
VOCAL 1



---

Mgtr. Pedro Ramos De Santis  
VOCAL 2

## AUTOR DEL PROYECTO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'John Edgar Navarrete Castro', written in a cursive style.

---

Ing. John Edgar Navarrete Castro

## ABREVIATURAS O SIGLAS

- ADU: Calculating Average Daily Usage (Cálculo de Promedio Diario)
- ASRLT: Actively Synchronized Replenishment Lead Time (Tiempo de Entrega de reaprovisionamiento de materiales de forma sincronizada)
- BOM: Bill of Materials (Lista de Materiales)
- CLT: Cumulative Lead Time (Tiempo de espera acumulativo)
- CODP: Point of Decoupling of Customer Orders (Punto de Desacoplamiento de Pedidos de Clientes)
- CPD: Consumo Promedio Diario
- DDMRP: Deman Driven Material Requirements Planning (Planificación de necesidades de material impulsadas por la demanda)
- DLT: Tiempo de Entrega Desacoplado
- EOQ: Econmic Order Quantity (Cantidad de Orden Económica)
- ERP: Enterprise Resource Planning (Planificación de recursos de la empresa)
- JIT: Just in Time (Justo a tiempo)
- LT: Lead time (Tiempo de entrega)
- MOQ: Minimum Order Quantity (Cantidad de Orden Mínima)
- MRP: Materials Requirement Planning (Planificación de necesidades de material)
- NFE: Net Flow Equation (Ecuación Flujo Neto)
- PLT: Purchasing Lead Time (Plazo de Ejecución de Compra)
- SCM: Supply Chain Managment (Gestión de la cadena de suministro)
- SKU: Stock keeping Unit (Unidad de Mantenimiento de Stock)

# TABLA DE CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| RESUMEN.....                                | I    |
| ABSTRACT .....                              | II   |
| DEDICATORIA .....                           | III  |
| AGRADECIMIENTO .....                        | IV   |
| DECLARACIÓN EXPRESA.....                    | V    |
| TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....                 | VI   |
| AUTOR DEL PROYECTO .....                    | VII  |
| TABLA DE CONTENIDO .....                    | IX   |
| LISTADO DE FIGURAS.....                     | XI   |
| LISTADO DE TABLAS .....                     | XII  |
| INTRODUCCIÓN .....                          | XIII |
| CAPÍTULO I .....                            | 1    |
| 1. GENERALIDADES.....                       | 1    |
| 1.1. Antecedentes .....                     | 1    |
| 1.2. Descripción del problema.....          | 2    |
| 1.3. Objetivos .....                        | 3    |
| 1.3.1. Objetivos específicos .....          | 3    |
| 1.4. Hipótesis .....                        | 3    |
| 1.5. Alcance.....                           | 3    |
| CAPÍTULO II .....                           | 5    |
| 2. MARCO TEÓRICO.....                       | 5    |
| 2.1. Estado del Arte.....                   | 5    |
| 2.2. Reseña de los sistemas de gestión..... | 6    |
| 2.3. Componentes del DDMRP .....            | 8    |
| 2.4. Objetivo o Ventajas del DDMRP .....    | 9    |
| 2.5. Conceptos básicos .....                | 9    |
| 2.5.1. MRP .....                            | 9    |
| 2.5.2. DRP.....                             | 9    |
| 2.5.3. KanBan.....                          | 9    |
| 2.5.4. Lead Time .....                      | 10   |
| 2.5.5. Pronósticos .....                    | 10   |
| 2.5.6. Efecto látigo .....                  | 10   |
| 2.5.7. Obsoletos .....                      | 10   |
| 2.5.8. Stock .....                          | 10   |

|                    |   |     |
|--------------------|---|-----|
| 2.5.9.             | Caducados .....   | 10  |
| 2.5.10.            | Sistema tradicional de KARDEX.....                        | 10  |
| 2.5.11.            | EOQ.....  | 11  |
| 2.5.12.            | JIT .....   | 11  |
| 2.5.13.            | BOM .....   | 11  |
| 2.5.14.            | Faltantes .....   | 11  |
| 2.5.15.            | MOQ.....  | 11  |
| 2.5.16.            | CPD .....   | 11  |
| CAPÍTULO III ..... |   | 12  |
| 3.                 | METODOLOGÍA .....   | 12  |
| 3.1.               | Modelado .....  | 13  |
| 3.1.1.             | Posicionamiento estratégico del inventario .....          | 13  |
| 3.1.2.             | Perfiles de buffers y determinación de sus niveles .....  | 15  |
| 3.1.3.             | Buffers dinámicos .....                                   | 19  |
| 3.2.               | Plan.....   | 20  |
| 3.2.1.             | Planificación controlada por la demanda .....             | 20  |
| 3.3.               | Ejecutar .....  | 22  |
| 3.3.1.             | Ejecución de alta visibilidad y colaborativa .....        | 22  |
| CAPÍTULO IV.....   |   | 24  |
| 4.                 | RESULTADOS.....   | 24  |
| 4.1.               | Evaluación situación actual.....                          | 24  |
| 4.2.               | Análisis del inventario .....                             | 24  |
| 4.3.               | ABC de productos frecuentes.....                          | 26  |
| 4.4.               | Costo de importación .....                                | 28  |
| 4.5.               | Tiempos de abastecimientos.....                           | 29  |
| 4.6.               | Infraestructura y costos de almacenamiento .....          | 29  |
| 4.7.               | Pronóstico de consumo con método de series de tiempo..... | 29  |
| 4.8.               | Implementación del DDMRP para el año 2019 .....           | 31  |
| 4.9.               | Implementación del DDMRP para el año 2020 .....           | 39  |
| CAPÍTULO V.....    |   | 45  |
| 5.                 | CONCLUSIONES RECOMENDACIONES .....                        | 45  |
| 5.1.               | Conclusiones.....   | 45  |
| 5.2.               | Recomendaciones.....                                      | 47  |
| 6.                 | REFERENCIAS .....   | XIV |

## LISTADO DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 3. 1. Sistema Integral Demand Driven-MRP .....            | 12 |
| Figura 3. 2. CLT, MLT, PLT del SKU's XY .....                    | 14 |
| Figura 3. 3. Modelo de impacto de factor Conceptual.....         | 15 |
| Figura 3. 4. Ejemplificación del lead time.....                  | 16 |
| Figura 3. 5. Fórmulas para el cálculo del buffer .....           | 19 |
| Figura 3. 6. Ecuación del flujo neto.....                        | 21 |
| Figura 3. 7. Flujograma para generar órdenes de reposición ..... | 21 |
| Figura 3. 8. Ejecución de alertas .....                          | 22 |
| Figura 4. 1. Diagrama de Pareto.....                             | 28 |
| Figura 4. 2. Curva de regresión .....                            | 31 |
| Figura 4. 3. Buffer Anual Aceite 2380 .....                      | 33 |
| Figura 4. 4. Buffer Anual Aceite Hidráulico .....                | 34 |
| Figura 4. 5. Buffer Anual Grease 5 .....                         | 35 |
| Figura 4. 6. Buffer Anual Ardrex 552 .....                       | 36 |
| Figura 4. 7. Buffer Anual Royco 308.....                         | 37 |
| Figura 4. 8. Resultados de los Skus .....                        | 37 |
| Figura 4. 9. Flujo Neto Anual .....                              | 38 |
| Figura 4. 10. Buffer Anual Aceite 2380 .....                     | 40 |
| Figura 4. 11. Buffer Anual Aceite Hidráulico .....               | 41 |
| Figura 4. 12. Buffer Anual Grease 5 .....                        | 41 |
| Figura 4. 13. Buffer Anual Ardrex 552.....                       | 42 |
| Figura 4. 14. Buffer Anual Royco 308.....                        | 43 |
| Figura 4. 15. Resultados de los SKU's .....                      | 43 |
| Figura 4. 16. Flujo Neto Anual .....                             | 44 |
| Figura 5. 1. Saldo vs. Niveles de Buffer.....                    | 45 |
| Figura 5. 2. Niveles de buffers .....                            | 46 |

## LISTADO DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 3. 1. División y variabilidad de la oferta y demanda .....     | 16 |
| Tabla 3. 2. Combinaciones de perfiles de buffers .....               | 17 |
| Tabla 4. 1. Adquisición lote 2017 .....                              | 24 |
| Tabla 4. 2. Productos Uso Más Frecuentes .....                       | 25 |
| Tabla 4. 3. Clasificación ABC .....                                  | 26 |
| Tabla 4. 4. Detalle de los productos ABC .....                       | 27 |
| Tabla 4. 5. Pronóstico Anual de Consumo de los Productos Zona A..... | 30 |
| Tabla 4. 6. Cálculo Anual de zonas Aceite 2380.....                  | 32 |
| Tabla 4. 7. Cálculo Anual de zonas Aceite Hidráulico.....            | 33 |
| Tabla 4. 8. Cálculo Anual de zonas Grease 5.....                     | 34 |
| Tabla 4. 9. Cálculo Anual de zonas Ardrex 552 .....                  | 35 |
| Tabla 4. 10. Cálculo Anual de zonas Royco 308 .....                  | 36 |
| Tabla 4. 11. Cálculo del Flujo Neto año 2019 .....                   | 38 |
| Tabla 4. 12. Cálculo Anual de zonas Aceite 2380.....                 | 40 |
| Tabla 4. 13. Cálculo Anual de zonas Aceite Hidráulico.....           | 40 |
| Tabla 4. 14. Cálculo Anual de zonas Grease 5.....                    | 41 |
| Tabla 4. 15. Cálculo Anual de zonas Ardrex 552 .....                 | 42 |
| Tabla 4. 16. Cálculo Anual de zonas Royco 308 .....                  | 42 |
| Tabla 4. 17. Cálculo del Flujo Neto año 2020 .....                   | 44 |

# INTRODUCCIÓN

La presente tesis lleva a cabo el Diseño de un Modelo de Gestión Demand Driven – MRP, para el aprovisionamiento de productos aceites y lubricantes aéreos para una flota de aviones supersónicos.

Este modelo está contemplado para ser usado en el área de abastecimientos en especial en la escuadrilla de material aeronáutico que es la encargada del aprovisionamiento, almacenaje, control y distribución de los productos aceites y lubricantes. El DDMRP ayudara a tener una planificación apropiada en las bodegas para atender las operaciones aéreas sin que existan excesos o déficit de insumos, ya que nos permite monitorear la demanda real a lo largo de toda la cadena de suministros.

# CAPÍTULO I

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Antecedentes

La logística ha sufrido cambios a través del tiempo ligada a las exigencias del consumidor, por ello es importante replantear las estrategias tradicionales como: centrarse en el producto y su costo de la cadena de suministro sino en el cliente, proveedores y sus necesidades (EAE Business School, 2016).

“Este sistema empezó a utilizarse en Estados Unidos, en Houston y Colorado, y fue propagándose a través de sus fundadores, a través de libros y consultorías por el mundo” (Cuadra, 2017, p1). Los sistemas de gestión, según Green (1997) y Andonegui (2005), han ido creciendo a través del tiempo, desde el inicio de gestión informatizada de la lista de materiales hasta el DDMRP, y que continúa desarrollándose en la actualidad para optimar su organización en las diferentes industrias. El progreso de los sistemas de gestión sucede en las siguientes etapas:

1. La gestión informatizada de las listas de materiales (BOM)
2. La gestión de necesidades de material: el MRP (1965)
3. El MRP a ciclo cerrado: la gestión de cargas y capacidades (1975)
4. El MRP II: la gestión de recursos de fabricación (1980)
5. ERP: planificación de recursos de empresa (1990)
6. SCM: la gestión de la cadena de suministros (1995)
7. CRM Y PLM (1995)
8. DDMRP (2011-2013)

En la actualidad la metodología DDMRP es la herramienta boga de las industrias donde su prioridad es la gestión de inventarios; el DDMRP se basa en la demanda real (tipo pull) y no en datos históricos o pronósticos.

Román (2017) asevera que: Los sistemas de gestión de cadenas de abastecimiento se preocupan por definir qué, cuánto y cuándo tener un determinado inventario. Una innovación radical introducida por DDMRP es hacerse la pregunta clave: Dónde posicionar los inventarios. Por el contrario, esta práctica ha demostrado que permite disminuir el valor del inventario total en toda la cadena, mantener muy

altos niveles de servicio y reducir significativamente el tiempo de respuesta al mercado, todo al mismo tiempo. (p.19).

COASA es una empresa dedicada a la fabricación de piezas para la industria aeronáutica, antes de implementar el modelo de estudio, sus procesos de compra eran divorciados de la planificación de producción la misma que le dificultaba gestionar las ordenes de trabajo y un stock excesivo; posterior a la implementación del DDMRP pudo integrar sus obstáculos y su stock excesivo se redujo en un 25%.

## **1.2. Descripción del problema**

La entidad objeto de estudio posee aeronaves (aviones supersónicos, subsónicos, helicópteros y aviones de transporte ligero y pesado); los cuales periódicamente en el año requieren de aceites y lubricantes para su funcionamiento o mantenimiento.

La entidad de estudio a través de su Departamento de Obtención se encarga de adquirir anualmente combustibles, aceites y lubricantes para las aeronaves de ala fija y rotatoria acantonadas en el país, encadenada a los requerimientos que demandan los diferentes usuarios; lo que ha generado múltiples problemas como se detallan a continuación:

- Obsolescencia en un 90% de los productos
- Excesivo stock (aproximadamente 88 SKU's que se mantienen en bodega con fecha de ingreso desde el 2007)
- Adquisiciones innecesarias por eventos ocasionales no considerados en la planificación del área de mantenimiento (tiempo de vida de los componentes del avión)
- Desperdicios por caducados en un 90% de la totalidad de la bodega

Todos estos problemas en su mayoría han terminado en un proceso administrativo llamado "baja del material"; que repercute en el recurso humano, dinero, tiempo y todo consecuente de no tener un modelo óptimo de abastecimiento del producto a necesitar.

### **1.3. Objetivos**

Diseñar un modelo de gestión Demand Driven-MRP, para el aprovisionamiento de productos aceites y lubricantes aéreos de una flota de aviones supersónicos, que permita un control de la caducidad del stock del 100% de productos, utilizando un utilitario tecnológico que nos indique las cantidades óptimas de abastecimiento para las operaciones de vuelos del 2019 y 2020.

#### **1.3.1. Objetivos específicos**

Dentro de los objetivos específicos tenemos:

- Determinar los niveles óptimos de inventario para cada ítem a comprar.
- Reducir los productos caducados almacenados en bodega.
- Analizar el origen del exceso y caducidad del inventario.
- Examinar el Modelo Demand Driven-MRP.
- Implementar correctas políticas de pedido óptimo.
- Establecer las cantidades correctas a pedir.

### **1.4. Hipótesis**

Mediante un diseño un modelo de gestión DEMAND DRIVEN-MRP se podrá determinar la cantidad óptima de reabastecimiento de aceites y lubricantes aéreos para la flota de aviones supersónicos.

### **1.5. Alcance**

La entidad de estudio tiene como misión fundamental garantizar la soberanía del espacio del espacio aéreo, por tal razón debe cumplir misiones de diferente índole tanto en aire y superficie.

Por lo anteriormente expuesto es que nos vamos a centrar en las aeronaves supersónicas ya que es un tipo de avión muy costoso y complejo tanto en inversión económica y mantenimiento.

El área de mantenimiento anualmente planifica sus inspecciones de I y II escalón a las aeronaves de la unidad, para lo cual se requiere como parte fundamental y principal de este procedimiento, la clase de abastecimiento III-A que son los diferentes

tipos de aceites y lubricantes aéreos que se deben aplicar a este tipo avión como, por ejemplo:

- SOLVENT ADROX
- PETROLEUM DISTILLANTES
- BRAYCO MICRONIC 756
- MOBIL JET OIL II
- RESING PRODUCT
- GREASE 33 MS
- MOBIL GREASA 28
- DOW CORNING
- TECTYL 891D
- BOLICONE 73

La Clase III-A, merece un tratamiento especializado en todas las fases de aprovisionamiento, esto es: en la transportación, recepción, identificación, inspección, contabilidad, almacenaje, inventarios y entrega; por lo tanto, existen personas especializadas en este campo y que se revisten de una gran responsabilidad.

Para el diseño del modelo de gestión Demand Driven - MRP se considerará todas las líneas de productos (aproximadamente 90 SKU's), con el mismo se obtendrá las cantidades adecuadas y suficientes, capaces de asegurar el apoyo a las necesidades justas de los consumidores.

# CAPÍTULO II

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Estado del Arte

A través del tiempo se han creado modelos matemáticos en las organizaciones que han permitido controlar y optimizar sus inventarios, con el fin de responder a cuanto se debe comprar y adoptar medidas que no permitan incrementar los costos o afectar la disponibilidad del material.

Demand Driven MRP, es una metodología que modifica las reglas tradicionales de gestión de cadenas de abastecimientos, planifica y ejecuta en concordancia con la demanda real, tipo Pull, de reposición de consumo, armonizado a lo largo de toda la cadena y con completa transparencia. Esto nos hace comprender que funciona bajo la particularidad de “Empujar y Promover” (Push and Promote) hacia una particularidad de “Posicionar y Jalar” (Position and Pull), esto fue presentada en 2011 por Carol Ptak y Chad Smith en su libro “Orlicky’s Material Requirement Planning 3/E”.

Esta metodología no se operacionaliza con datos históricos o pronósticos, mismos que estimulan los bienes o servicios hacia su destino final, más bien que hace seguimiento a los pedidos o requerimientos reales, y maniobra toda la cadena de forma íntegra y conjunta con procedencia en ella. Se instaura inventarios o “buffers” en múltiples puntos de la cadena y se conciben órdenes de reposición sobre la adquisición real; con esto las empresas actúan a las necesidades reales de los compradores, son más efectivas en cantidad y tiempo, más eficaces en sus operaciones, tienen inventarios controlados, y finalmente mayor aceptación por parte del sector consumidor.

La estructura del Demand Driven, se desarrolla a través del monitoreo constante de la demanda presente y por medio de esta se obtienen datos que se convierten en información que a su vez es usada como un recurso que le permite a la cadena programar sus operaciones, planear sus compras, realizar el alistamiento de su planta de producción, coordinar la distribución y sincronizarse permitiendo transformarse en una organización que entrega servicio y valor al cliente; esto contrasta con los pronósticos tradicionales de ventas que utilizan métodos matemáticos basándose en

las ventas históricas (pasado) que no tienen la capacidad para predecir los distintos escenarios del mercado ya que las desviaciones se pueden presentar por innumerables comportamientos asociados a la naturaleza misma de la economía y otros factores que no se pueden validar fácilmente porque son complejos y altamente cambiantes. (Villamizar, 2017, p.3).

## **2.2. Reseña de los sistemas de gestión**

Debido a las restricciones tecnológicas que presentaba la época como operar grandes volúmenes de información y a gran velocidad, es que dio inicio al planeamiento tradicional que se lo conoce hoy en día como bill of material que por sus siglas en inglés significa “lista de materiales”, que es un listado completo de MP, partes, subpartes, piezas y componentes para fabricar un producto; en otras palabras es un inventario integral de todas las partes que van a intervenir en la fabricación de un producto.

En los años 1965, se implementa la gestión de necesidades del material conocido como MRP I, una metodología muy parecida al JIT y KANBAN, es decir cuándo y cuánto fabricar, la cual busca evitar desperdicios, produciendo lo demandado por el cliente; esta programación se la hace en base a los pronósticos de la demanda, inventarios actualizados y lead times.

En los años 70, la metodología MRP evoluciono a un ámbito más actual donde se introdujo situaciones como: control de producción, cálculo de la capacidad de los insumos, programación y despachos detallados, y los informes de demoras de fábrica y clientes; todo esto permitió considerarle como MRP de ciclo cerrado, ya que todos los resultados se utilizaron para retroalimentar con el objeto de modificar todos los defectos de capacidad para poder validar los planes de producción.

El MRP II en los 80 pasó a ser conocido como el sistema de gestión de recursos de fabricación, donde se concreta cantidad y momento se realizara la producción deducida, esta fue desarrollada del MRP I; permite proyectar y examinar la capacidad, precisar el plan maestro de producción conteniendo aspectos financieros, aprovechar la información histórica mediante la retroalimentación de ciclos cerrados para renovar la información sobre la que se realizan los cálculos del MRP, y así figurar atmósferas futuras para poder tomar decisiones a largo plazo.

Para 1990 se da un gran salto del MRP II a las tecnologías de información y es así que nace el ERP, un procedimiento confiable, preciso y oportuno que permitió a todas las áreas de las empresas centralizar su información con el propósito de facilitar o agilizar a la gerencia la toma de decisiones.

SCM, CRM y PLM son términos que tomaron fuerza a mediados de los 90; los cuales explicaremos brevemente:

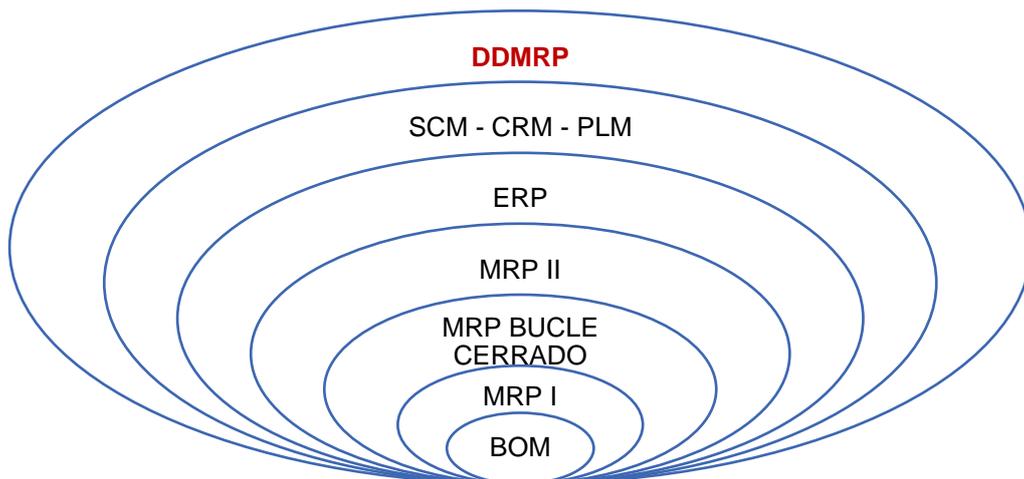
SCM, entendiéndose como la gestión de la cadena de suministros, donde además de solo contar con las operaciones logísticas de las organizaciones como producción, distribución manipulación, almacenamiento y comercialización; se unen las operaciones de recursos humanos, tics, infraestructura, administración, mantenimiento, etc.

PLM, entendiéndose como la gestión de vida del ciclo del producto, donde contiene información técnica y documentada en todo el trayecto del periodo de vida útil del producto.

CRM enfocado en la administración de los clientes internos y externos con el objetivo de tener mejor rentabilidad y oportunidades de negocios.

Demand Driven MRP, DDMRP, metodología propuesta para el desarrollo de este trabajo, esta direccionada u orientada al consumo real del comprador, es decir transforma las formas habituales de gestión de la cadena de suministro de “empujar” hacia “jalar”. Presentada en 2011 por Carol Ptak y Chad Smith en su libro “Orlicky’s Material Requirement Planning 3/E”; esta nueva práctica ayudara a las organizaciones a tener mayor asertividad y exactitud en sus operaciones, mejor control de inventarios, mayor éxito en la comercialización de productos y servicios (Mc Divitt, Veer & Pivar, 2014).

**Figura 2. 1. Cronología de los Sistemas de Gestión**

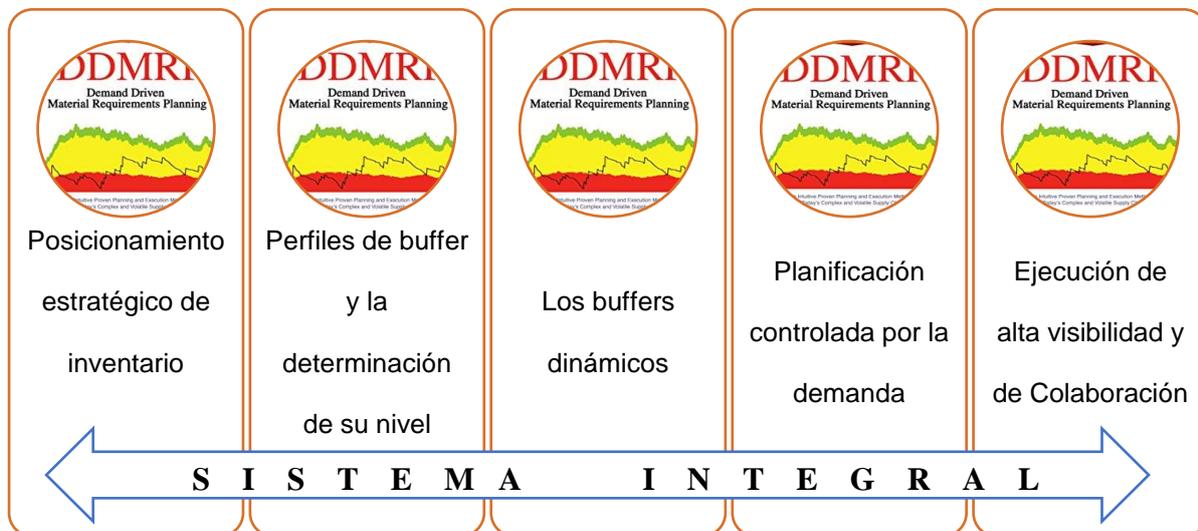


Fuente: Román Rodrigo, 2017

**2.3. Componentes del DDMRP**

Los cinco componentes principales del DDMRP, según Ptak y Smith (2011) son los que se muestran en la siguiente figura 2.2; estos componentes son integrales y se explicaran más adelante como parte de la metodología propuesta para este trabajo, cooperan para atenuar la forma tradicional del MRP y los resultados volátiles del efecto látigo. Esta técnica permite dar información actual acerca de los SKU’s que pueden afectar en forma negativa a las existencias pronosticadas de los inventarios de la organización; es decir que en forma positiva las organizaciones están en condición de beneficiarse de todos los recursos existentes para las operaciones sin que se originen en despilfarros o desperdicios (Román, 2017).

**Figura 2. 2. Componentes del Demand Driven-MRP**



Fuente: Román Rodrigo, 2017

## **2.4. Objetivo o Ventajas del DDMRP**

1. Incrementos en niveles de operación en las organizaciones, haciendo que sus procesos sean eficientes y eficaces.
2. Disminución de tiempos en los tiempos de entrega desde la orden de puesta en marcha del producto hasta que llega al consumidor.
3. Existencia de inventarios, evitando que se produzcan rotura de stock por la ausencia o falta de los mismos para atender el mercado.
4. Disminuciones en desperdicios de inventarios, evitando gastos de tiempo y dinero a las organizaciones.
5. Disminución de tiempo de espera de clientes, con el fin de mantener la fidelidad y lealtad de los usuarios.
6. Disminución de tiempo de respuesta rápida al mercado; hoy en día es lo que todas las organizaciones buscan en este mundo globalizado para ser más competitivo.
7. Disminución de costos en toda la gestión de la cadena de suministro.

## **2.5. Conceptos básicos**

### **2.5.1. MRP**

La Planificación de Necesidades de Material, nos ayuda a planear para el aprovisionamiento de stock para las operaciones con el fin de poder satisfacer las necesidades de los clientes internos y externos, fundamentándose en ¿qué producir?, ¿cuándo producir? y ¿cuánto producir?.

### **2.5.2. DRP**

La planeación de requerimientos de material, no es más que determinar las cantidades de inventario a recuperar en bodega.

### **2.5.3. KanBan**

Es una metodología de información efectiva y ágil en los métodos de manufactura de las organizaciones, para el cumplimiento de sus tareas en los procesos de producción se basa en tres aspectos sencillos como “por hacer”, “haciendo” y “hecho”

#### **2.5.4. Lead Time**

Es el tiempo que demora llegar un producto desde su puesta en marcha de fabricación hasta la puerta del cliente listo para su uso.

#### **2.5.5. Pronósticos**

Es una apreciación futura utilizando datos históricos, que nos permite realizar suposiciones fiables de las cantidades de recursos precisos para la realización de las actividades logísticas para satisfacer la demanda de los usuarios.

#### **2.5.6. Efecto látigo**

El efecto látigo radica en las discrepancias entre lo pronosticado y lo real que se originan en la cadena de suministro por la falta de relación e información de proveedores, fabricantes y distribuidores; va en progresión a medida que se adelanta en la cadena hasta tener como resultado un desequilibrio de inventario en las organizaciones.

#### **2.5.7. Obsoletos**

Obsoletos son los productos o mercancías con mínimo movimiento o rotación es decir que permanecen mucho tiempo en stand by, generando valor cero, haciendo que la organización incurra en gastos elevados en su gestión.

#### **2.5.8. Stock**

Stock es el conjunto de productos o mercancías que se establecen un almacén para su posterior consumo; se los acopian con el propósito de suprimir tiempos de recepción y entrega.

#### **2.5.9. Caducados**

Caducados son los productos o mercancías almacenadas y no utilizadas debido a que cumplieron su tiempo de vida útil.

#### **2.5.10. Sistema tradicional de KARDEX**

Kardex es un documento que utiliza el guardalmacén de una organización, el cual le permita llevar el control de inventario de entrada y salida de mercancía o mercadería existente en la bodega.

### **2.5.11. EOQ**

EOQ método tradicional de obtener una cantidad económica de pedido que hace una organización con el fin de minimizar los costos totales de mantener ese inventario.

### **2.5.12. JIT**

Justo a tiempo es la llegada de productos en el momento y cantidad apropiada, sin que se genere desperdicios de recursos, inventario y tiempo.

### **2.5.13. BOM**

Conocida como lista de materiales, no es más que la actividad de enlistar los materiales necesarios y sus cantidades para la fabricación de un producto a fin de programar su adquisición, calcular su costo y que no existan conflictos en sus procesos.

### **2.5.14. Faltantes**

Producto que no cubre la satisfacción de los clientes debido a su ausencia en bodega o por falta de stock.

### **2.5.15. MOQ**

La cantidad mínima de pedido, es la cantidad pequeña de producto que es proveedor esta prevenido a entregar.

### **2.5.16. CPD**

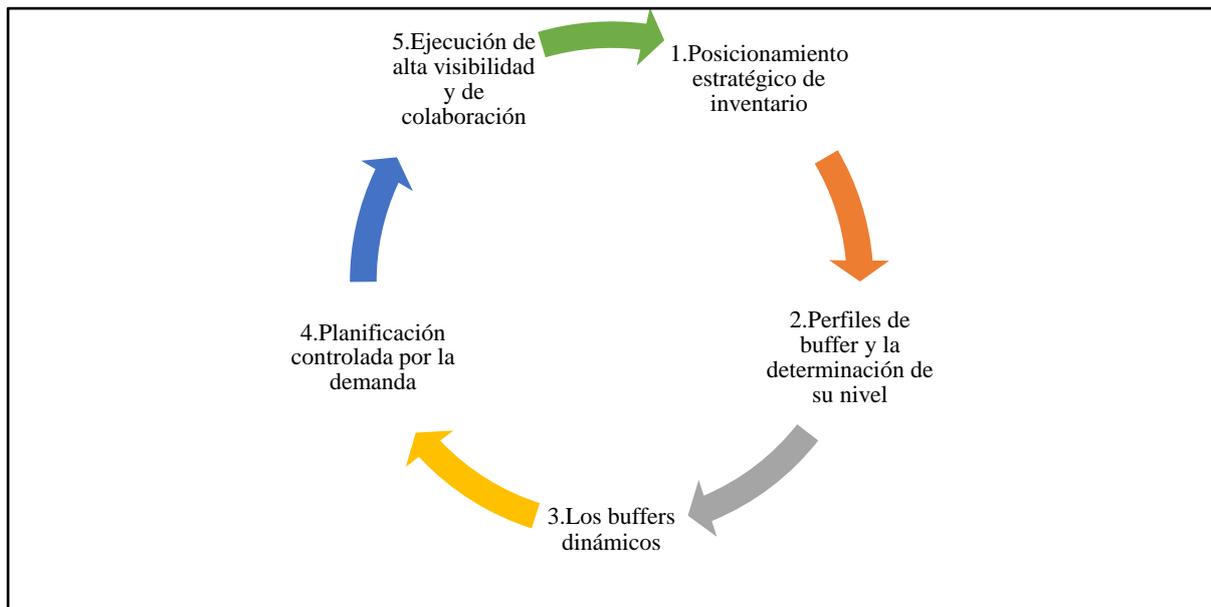
El consumo promedio diario, hace referencia a la cantidad de producto que sale diariamente de bodega sea para el empleo de producción o consumo final.

# CAPÍTULO III

## 3. METODOLOGÍA

Los componentes del DDMRP funcionan como un sistema integro, como se muestra en la figura 3.1, con el propósito de disminuir o eliminar la inquietud que genera los sistemas MRP y el efecto látigo como resultado de ambientes volátiles, difíciles y desafiantes.

**Figura 3. 1. Sistema Integral Demand Driven-MRP**



*Fuente: Ptak y Smith, 2011*

Con el uso de esta metodología, se proveerá datos reales a las organizaciones acerca de aquellos SKU's que están realmente en peligro de perturbar absolutamente a la disponibilidad del inventario. El DDMRP gestiona las escasas unidades significativas que necesitan vigilancia por parte de las organizaciones: SKU's que están siendo procesadas en base a la planificación de necesidades fundamentadas en la demanda y la cantidad óptima de planificadores para una correcta toma de decisiones oportunas. Esto quiere decir, que las organizaciones podrán estar en condiciones de producir su trabajo y aprovechar su recurso humano, así como las tics.

### **3.1. Modelado**

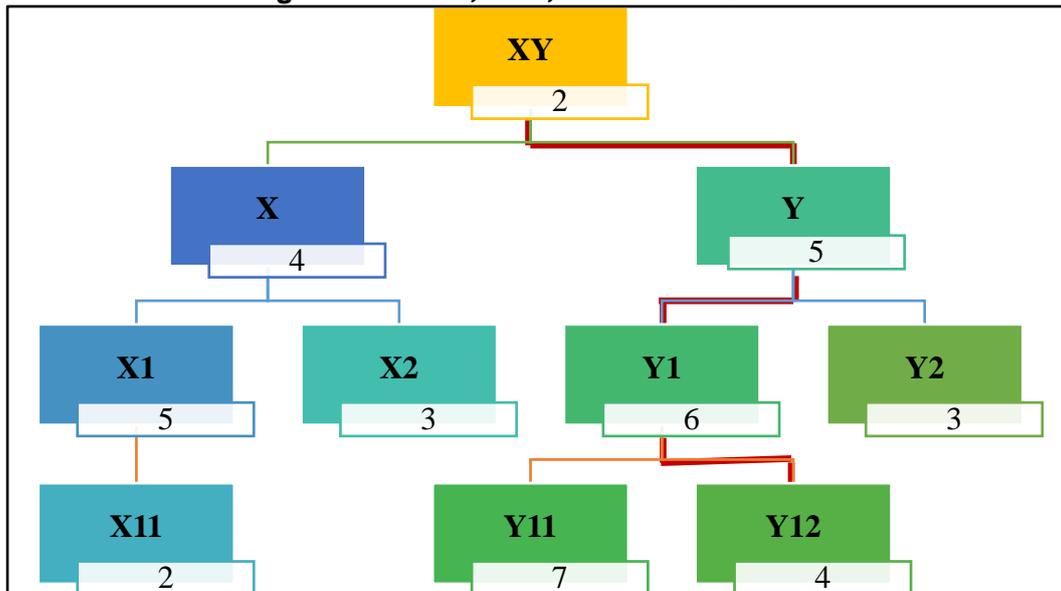
#### **3.1.1. Posicionamiento estratégico del inventario**

Empezaremos a desarrollar el primer paso en la implementación de DDMRP, el cual se lo conoce como “posicionamiento estratégico de inventario”, y el glosario de términos del Demand Driven Institute (2013), lo define como: “proceso para determinar donde posicionar el inventario para proteger de la mejor manera el sistema contra los diferentes tipos de variabilidad, con el fin de satisfacer las necesidades del mercado al reducir el tiempo de respuesta y apalancar adecuadamente el capital de trabajo”(p.7); cuyo propósito es:

- a) Entender cómo trabajar con el ASRLT de la lista de material.
- b) Cómo sincronizar la recepción de material en caso de que dispongamos de varios productos.
- c) Qué elementos de la lista de material deben almacenarse de manera temporal para crear un mejor control y visibilidad para la cadena de suministro.

DDMRP maneja el "Tiempo de reposición activo sincronizado" (ASRLT), el glosario de términos del Demand Driven Institute (2013), define al ASRLT como: “es el Lead Time acumulado definido como la secuencia más larga de la lista de materiales sin protección/sin buffer”(p.4); a diferencia del MRP tradicional donde los tiempos de entrega se calculan con el "Tiempo de entrega acumulado" (CLT), el "Tiempo de entrega de fabricación" (MLT) y el "Tiempo de entrega de compra" (PLT) ( Ptak y Smith, 2011, p. 65). En la figura 3.2 entenderemos los tiempos que utiliza el MRP, como se ve el sku principal es XY, donde su tiempo de ejecución/entrega de fabricación es de 2 días, su tiempo de espera es de 17 días desde su subcomponente Y12 hasta el XY, como lo muestra la ruta crítica de color rojo y finalmente su tiempo de entrega de compra esta demarcado por el tiempo del elemento que interviene en el ensamble de XY.

**Figura 3. 2. CLT, MLT, PLT del SKU's XY**



*Fuente: Román Rodrigo, 2017*

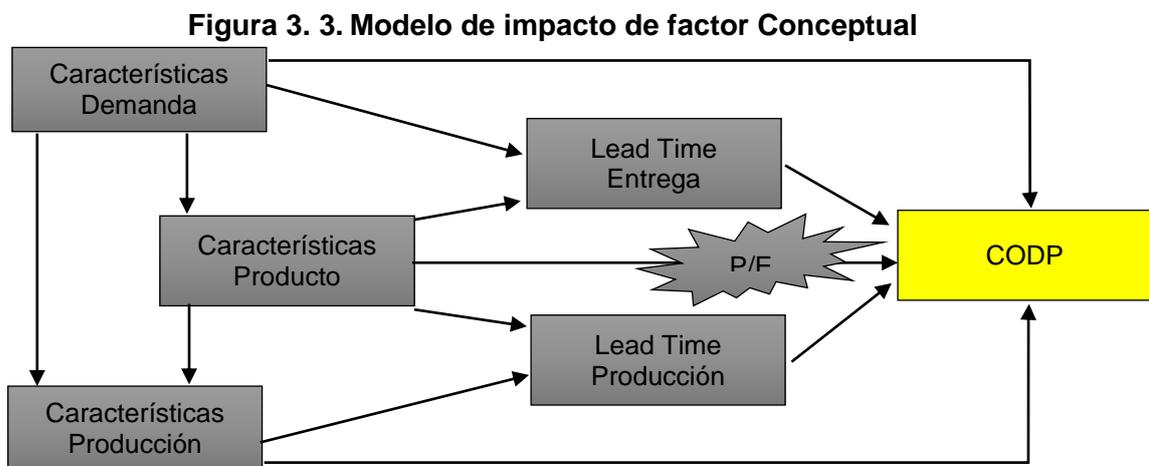
Si el inventario se administra al interior de la organización, los pedidos se pueden solventar de una manera más rápida y ágil, ya que el inventario se optimiza y se administra únicamente para la organización, y cuando el pedido de inventario se realiza a otra organización, el reabastecimiento no se realiza tan rápido como se debería ser, debido a varias razones como la acumulación de pedidos y el suavizados de la demanda. A esta posición de inventario se la conoce como CODP o “punto de desacoplamiento de pedidos de clientes”.

El CODP se divide en tres categorías principales, cuando se considera crear la decisión de posición de CODP óptima para la cadena de suministro, donde cada una de estas características contiene múltiples factores diferentes que afectan a la otra; estas categorías principales son:

- (1) Características de la demanda
- (2) Características del producto
- 3) Características de producción

Las tres características principales tienen un impacto directo e indirecto en el posicionamiento del CODP. Una contribución importante proviene de la relación entre dos factores: el tiempo de entrega y el tiempo de producción, que son el resultado de las tres características principales: demanda, producto y producción. El plazo de

entrega es el plazo de entrega tolerante al cliente, que se ilustra como el resultado de la demanda y las características del producto. El tiempo de entrega de la producción es el tiempo desde la emisión de una orden de producción hasta que el producto se produce, y esta vez se ilustra como el resultado de las características del producto y la producción. El tiempo de entrega y de producción forma una relación "P / E" que indica cuánto más largo o más corto se compara el tiempo de entrega de producción con el tiempo de entrega. En la Figura 3.3 se presenta un "modelo de impacto de factor conceptual" que muestra las conexiones entre las tres características y la decisión de posicionamiento de CODP (Olhager, 2003).



*Fuente: Olhager, 2003*

### 3.1.2. Perfiles de buffers y determinación de sus niveles

Una vez definidos los puntos de desacoplamiento de los inventarios en la cadena de abastecimiento llamados buffers, damos paso al proceso de establecer "perfiles de buffer y la determinación de sus niveles", el glosario de términos del Demand Driven Institute (2013), lo define como: "perfil de buffer es el grupo de artículos que se administran conjuntamente y que tienen un lead time, variabilidad y políticas de pedidos similares" y "determinación de sus niveles son estratificaciones en franjas del buffer, normalmente estas zonas de buffers están codificadas por colores: rojo, amarillo y verde" (p.4). Existen cuatro factores que limitan la determinación de perfiles de buffers, y que al mismo proporcionan el cálculo de sus zonas, estas que están definidas por colores y que nos ayudaran en la gestión de los niveles de inventarios para cada SKU's desacoplado. (Ptak y Smith, 2011, pp. 406-407). Los cuatro factores que definen los perfiles y las zonas del búfer son:

Factor 1: Tipo de artículo. - Muestra si el SKU's desacoplado se fabrica (M), se compra (P) o se distribuye (D). La razón para formar estos tres grupos se debe a los diferentes horizontes de tiempo de entrega entre estos grupos, es decir el plazo de entrega de un SKU's de compra no necesariamente sería el tiempo de entrega para el SKU fabricado o distribuido.

Factor 2: Categoría de Variabilidad. - Se analiza desde la perspectiva de la oferta y la demanda, produciendo tres grupos "alta", "media" y "baja", en la tabla 3.1 podremos observar la segmentación para variabilidad de la oferta y la demanda que pueden realizar las organizaciones cuando definen heurísticamente este factor de variabilidad para cada SKU's.

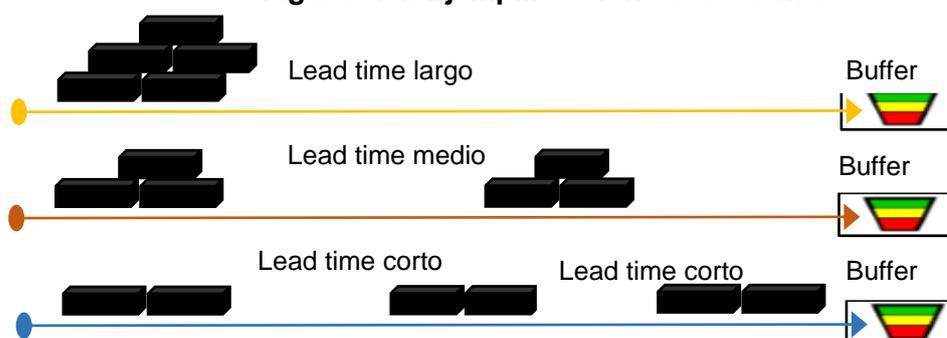
**Tabla 3. 1. División y variabilidad de la oferta y demanda**

| Variabilidad Segmentación | Oferta  | Demanda             |
|---------------------------|---|---------------------|
| Alta                      | SKU's con interrupciones en el <i>suministro</i> frecuentes.      | Actividad frecuente |
| Media                     | SKU's con interrupciones en el <i>suministro de vez en cuando</i> | Actividad ocasional |
| Baja                      | SKU's con <i>suministro fiable siempre</i>                        | Actividad estable   |

Fuente: Román Rodrigo, 2017

Factor 3: Categoría del lead time. - Esta categoría se clasifica en: largo, medio y corto plazo; relacionadas con el entorno y actividad de la empresa. Los límites exactos para tiempos de entrega no se dan en la teoría de DDMRP, pero se sugiere considerar los límites caso por caso según el entorno y la compañía donde se implementa DDMRP. (Ptak y Smith, 2011, p. 409-410).

**Figura 3. 4. Ejemplificación del lead time**



Fuente: Ptak y Smith, 2011

Factor 4: Cantidad significativa de orden mínima (MOQ). - nos referimos a las cantidades de SKU's mínimas que el proveedor está dispuesto a vender; esta definición va acompañado del tipo de artículo, su variabilidad y lead time. En la Tabla 3.2 se presenta un resumen de lo anteriormente expuesto, donde se podría usar para cada SKU's al identificar a qué grupo pertenecería con respecto a los tres factores descritos donde los componentes con MOQ se pueden "marcar" agregando "MOQ" en el perfil del búfer.

**Tabla 3. 2. Combinaciones de perfiles de buffers**

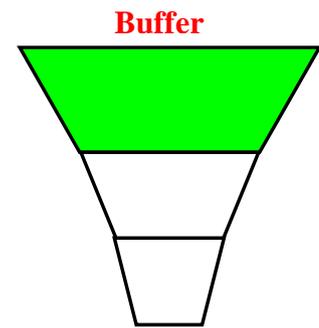
| Tipo de sku    |         | Fabricado (M) | Comprado(P) | Distribuido(D) | Tipo de sku    |           |
|----------------|---------|---------------|-------------|----------------|----------------|-----------|
| Variabilidad   | Baja=1  | M10           | P10         | D10            | Corto=0        | Lead time |
|                |         | M11           | P11         | D11            |                |           |
|                |         | M12           | P12         | D12            |                |           |
|                | Media=2 | M20           | P20         | D20            | Medio=2        |           |
|                |         | M21           | P21         | D21            |                |           |
|                |         | M22           | P22         | D22            |                |           |
|                | Alta=3  | M30           | P30         | D30            | Largo=3        |           |
|                |         | M31           | P31         | D31            |                |           |
|                |         | M32           | P32         | D32            |                |           |
| Aplicación MOQ |         | M10 MOQ       | P10 MOQ     | D10 MOQ        | Aplicación MOQ |           |
|                |         | M11 MOQ       | P11 MOQ     | D11 MOQ        |                |           |
|                |         | M12 MOQ       | P12 MOQ     | D12 MOQ        |                |           |
|                |         | M20 MOQ       | P20 MOQ     | D20 MOQ        |                |           |
|                |         | M21 MOQ       | P21 MOQ     | D21 MOQ        |                |           |
|                |         | M22 MOQ       | P22 MOQ     | D22 MOQ        |                |           |
|                |         | M30 MOQ       | P30 MOQ     | D30 MOQ        |                |           |
|                |         | M31 MOQ       | P31 MOQ     | D31 MOQ        |                |           |
|                |         | M32 MOQ       | P32 MOQ     | D32 MOQ        |                |           |

Fuente: Ptak y Smith, 2011

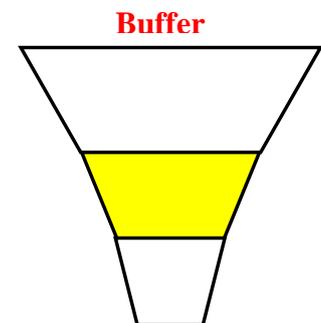
Después de identificar los perfiles de búfer correctos para cada SKU's, se comienza con el cálculo de la zona de búfer. En Deman Driven MRP, los buffers se codifican por colores universales: verde, amarillo y rojo; cada zona tiene un objetivo definido y varía en tamaño y proporción de acuerdo al perfil del buffer (tipo de artículo, variabilidad, lead time, cantidades mínimas de pedidos).

Ahora veremos las definiciones según el glosario de términos del Demand Driven Institute (2013), para cada una de estas zonas:

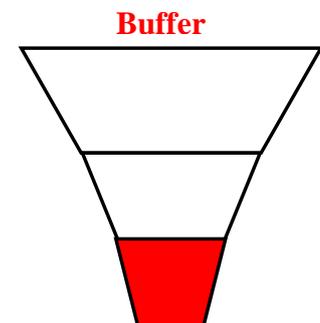
- Zona verde. - Es la franja superior del buffer de reposición o del búfer de zonas fijas. Si el inventario disponible se encuentra en esta zona, entonces ninguna orden de reposición adicional se generará. La cantidad en la zona verde va a dictaminar la cantidad mínima de pedido. Esta zona verde es un escenario en el que no se debe realizar ningún tipo de actividad.



- Zona amarilla. - Es la franja intermedia del buffer que denota el sentido de alerta. La zona amarilla es la zona en la que se genera la orden de aprovisionamiento en el buffer por reposición o con zonas fijas. Esta zona amarilla es un escenario donde la actividad principal a realizar es la reponer o reconstruir el buffer.



- Zona roja. - Es la franja inferior del buffer de reposición o del buffer por zonas fijas. Denota una situación grave, dimensionada por los factores de lead time y de variabilidad. Esta zona roja es un escenario donde requiere principalmente de nuestra atención.



El objetivo principal de establecer las zonas de buffers es socorrer a las organizaciones para que puedan dar un mejor uso o utilización a sus inventarios como un activo en vez de un compromiso con una mejor transparencia y establecimiento de preferencias a través del sistema de categorización de colores. Significa que en lugar de tener en exceso o poco, las organizaciones podrían optimizar sus inventarios en lo ideal y a la vez tener claro si los niveles de inventario estarían en peligro de aumentar o disminuir.

El cálculo del nivel de zona de búfer se determina con los parámetros como lo establece la figura 3.5, la misma que nos permitirá definir las zonas verde, amarilla y

roja, que en el próximo capítulo se desarrollara más ampliamente con los SKU's que tienen problemas de exceso o poco en los inventarios.

**Figura 3. 5. Fórmulas para el cálculo del buffer**

|  |  |                           |
|--|--|---------------------------|
| 1. $CPD \times LT \times \%LT$<br>2. $MOQ$<br>3. $FREC \times CPD$<br>Se toma el mejor valor de los tres | <b>VARIABLES</b>                           |                           |
|  | CPD  | Consumo Promedio Diario   |
|  | LT   | Lead Time                 |
|  | $\%LT$                                     | Factor Lead Time          |
| $CPD \times LT$  | MOQ  | Cantidad Mínima de Pedido |
|  | FREC                                       | Frecuencia                |
| Rojo Base (RB):<br>$CPD \times LT \times \%LT$   | $\%VAR$                                    | Factor de Variabilidad    |
|  | RB   | Rojo Base                 |
|  | <b>Rango</b> <b>Factor de Variabilidad</b> |                           |
| Rojo Seguro:<br>$RB \times \%VAR$  | 61-100%                                    | <i>Variabilidad Alta</i>  |
|  | 41-60%                                     | <i>Variabilidad Media</i> |
|  | 20-40%                                     | <i>Variabilidad Baja</i>  |
| <b>Rango</b> <b>Factor Lead Time</b>   |  |                           |
|  | 20-40%                                     | <i>Lead Time Largo</i>    |
|  | 41-60%                                     | <i>Lead Time Medio</i>    |
|  | 61-100%                                    | <i>Lead Time Bajo</i>     |

Fuente: Flowing Consultoría, 2017

### 3.1.3. Buffers dinámicos

Las organizaciones en sus procesos de fabricación son dependientes a cambios constantes hoy en día, debido a causas no estáticas en el tiempo. Razón por la cual, el DDMRP incluye la función de ajustes dinámicos que de acuerdo al glosario de términos del Demand Driven Institute (2013), lo define como: “los niveles de buffers se ajustan, ya sea automática o manualmente, de acuerdo con los cambios en los atributos principales de los productos” (p.5).

El objetivo del ajuste dinámico es permitir que el sistema adapte los niveles de búfer definidos para un óptimo manejo de recursos (MO y MP) en el entorno dinámico. Hay tres tipos de ajustes en DDMRP llamados ajustes recalculados, ajustes

planificados y ajustes manuales (Ptak y Smith, 2011, p. 423), que a continuación se describirá brevemente a cada uno.

El ajuste recalculado se puede hacer de dos maneras: ya sea mediante el uso de "ajustes basados en el uso diario promedio (ADU)" o mediante el uso de "ajustes basados en la ocurrencia de zonas". En el ajuste basado en la ADU, los buffers deben ajustarse al entorno de la variabilidad del tiempo, por tal razón se debe recalcularse la ADU de acuerdo a esta extensión del tiempo. En el ajuste basado en la ocurrencia, se realiza de acuerdo con el número de ocurrencias de generación de orden de reposición para ciertos SKU's. Hay un intervalo de orden promedio definido para un SKU's en función de la demanda y el perfil del tiempo de entrega y, si la ocurrencia no es de acuerdo con la frecuencia promedio, se realiza el ajuste para los perfiles.

“Los ajustes planificados se basan en ciertos factores estratégicos, históricos y de inteligencia empresarial” (Ptak & Smith, 2011, p. 425) donde el tamaño de los búferes se manipula mediante el uso de la información disponible sobre cambios significativos en la demanda debido a la estacionalidad, introducción, eliminación y transición de productos. Los ajustes manuales se realizan mediante el uso de las alertas que se utilizan para dar una visibilidad de cómo se están realizando los búferes con respecto a las zonas de búfer definidas. Los ajustes manuales pueden usarse para respaldar los ajustes recalculados dando advertencias a los planificadores si hay un cambio significativo en la demanda para el cual el cálculo de la ADU variable no puede reaccionar lo suficientemente rápido.

## **3.2. Plan**

### **3.2.1. Planificación controlada por la demanda**

Hasta ahora se ha visto brevemente los componentes del modelado del DDMRP, los dos siguientes últimos componentes se basan en la planificación y posterior su ejecución. En lo que respecta a la planificación controlada por la demanda, su objetivo es generar pedidos de reposición en cantidad adecuada y con el tiempo adecuado. Dentro de la planificación controlada por la demanda, el DDMRP implanta la generación de órdenes de reposición o también llamado la ecuación de flujo neto (NFE), la figura 3.6 explica los componentes del NFE.

**Figura 3. 6. Ecuación del flujo neto**

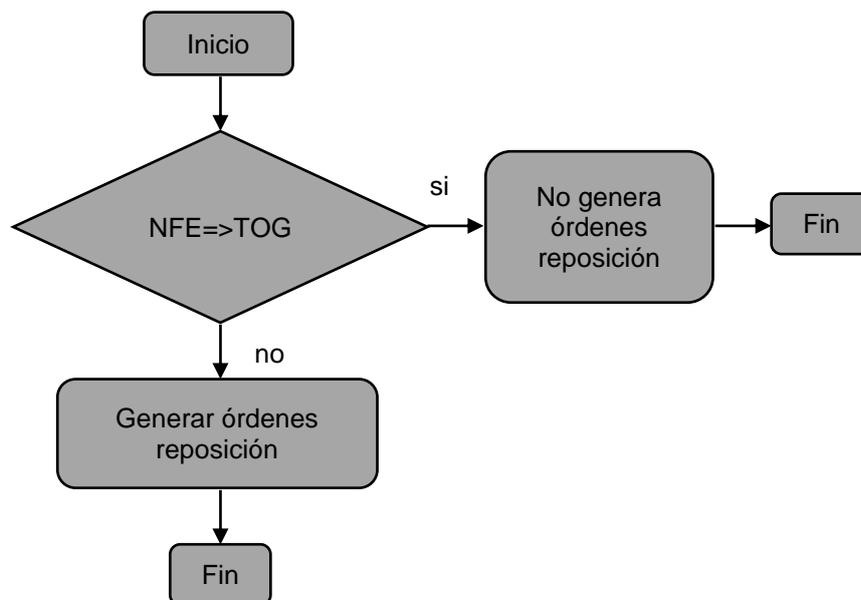


Fuente: Flowing Consultoría, 2017

- Inventario en tránsito: es lo que se ha pedido y no se encuentra aún en bodega.
- Inventario disponible: es lo que se tiene almacenado y disponible en bodega.
- Demanda calificada: son las órdenes de pedidos vencidas.

En la planificación controlada por la demanda, la ecuación de flujo neto se calcula diariamente para todos los artículos en buffer; se debe tomar en cuenta que mientras que la posición del flujo neto está en la zona verde, no se genera los pedidos de reposición. Sin embargo, tan pronto como la posición del flujo neto entre en la zona amarilla y roja, se debe generar órdenes de reposición, esta cantidad de pedido debe ser la diferencia entre la posición del flujo neto y el TOG (top over green=sobre la zona verde). Este razonamiento se puede resumir en la figura 3.7 a continuación.

**Figura 3. 7. Flujograma para generar órdenes de reposición**

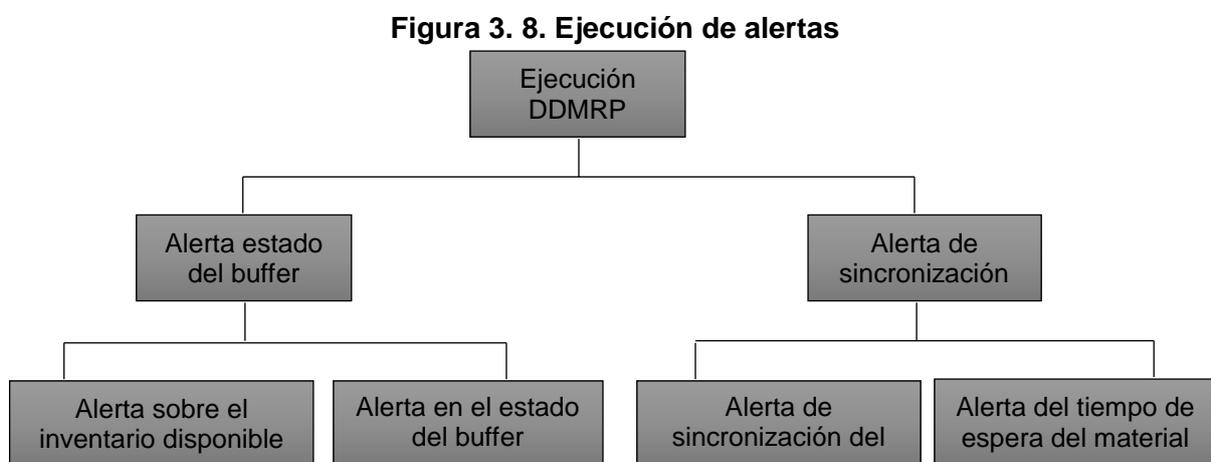


Fuente: Estudio del DDMRP, 2017

### 3.3. Ejecutar

#### 3.3.1. Ejecución de alta visibilidad y colaborativa

Debido a la escasez de material en la cadena de suministro, los autores del DDMRP proponen un conjunto de alertas de ejecución que se verán en el desarrollo de este tema; estas alertas no crean pedidos, sino nos ayudarán a priorizar los pedidos ya generados y resaltar las posibles emergencias que se puedan presentar. Las alertas de ejecución de DDMRP se dividen en dos grupos donde las alertas de estado de búfer se usan para monitorear partes almacenadas y las alertas de sincronización se usan principalmente en partes no almacenadas. Estas alertas se plasmarán brevemente en la figura 3.8.



*Fuente: Estudio del DDMRP, 2017*

Las alertas de estado de búfer contienen dos tipos de alertas: alerta actual y alerta de estado de búfer proyectada. Como su nombre indica, la alerta de disponibilidad actual se usa para monitorear el estado real del inventario disponible de los artículos en existencia con el fin de identificar qué órdenes de suministro abiertas requerirían la aceleración mediante el uso de códigos de colores según la prioridad de la expedición. La alerta de estado del búfer proyectado se usa para el monitoreo proactivo del estado del búfer de las piezas reabastecidas mediante el uso diario promedio, la demanda real y los suministros abiertos para obtener visibilidad sobre un ASRLT sobre posibles alertas futuras disponibles. La diferencia entre estas dos alertas es que la alerta actual está advirtiendo y notando situaciones de falta de existencias reales, mientras que la alerta de estado de búfer proyectada está tratando de evitar las situaciones de alerta disponibles al proporcionar proactivamente la visibilidad sobre el estado de búfer en el futuro y dando sugerencias sobre qué

órdenes de suministro están en riesgo de causar situaciones de desabastecimiento. (Ptak y Smith, 2011, pp. 461-471).

Las alertas de sincronización consisten en dos tipos de alertas diferentes: las alertas de sincronización de materiales que se utilizan para los artículos no almacenados y almacenados, y las alertas de tiempo de entrega que se utilizan para los no almacenados. Estas alertas se basan en fechas de vencimiento con el propósito de evitar posibles retrasos causados por la dependencia entre partes del subsistema y el sistema en sí. Las alertas de sincronización de material (MSA) se utilizan para todos los tipos de piezas y su propósito es mostrar la posición negativa más temprana disponible en un horizonte de tiempo futuro de ASRLT.

# CAPÍTULO IV

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación situación actual

Con el personal técnico de la aérea sobre la cual se basa este estudio, se analizó varias situaciones como las adquisiciones locales e internacionales, la administración del inventario y la distribución de los productos; este análisis nos conllevó a obtener un gran problema “productos caducados en un 90%”. Este declive se da por razones como:

- Planificación errónea de las cantidades por parte del usuario
- Administración negativa del stock de toda la bodega
- Adquisiciones innecesarias por eventos ocasionales no considerados en la planificación del área de mantenimiento (tiempo de vida de los componentes del avión)

Estos resultados generan a la organización pérdidas muy altas de dinero, en vista que la aviación es una actividad muy costosa. Para muestra de lo antedicho observaremos en la tabla 4.1, la última adquisición realizada en noviembre del 2017.

**Tabla 4. 1. Adquisición lote 2017**

| ORD. | DESCRIPCIÓN                | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL | FECHA CADUCIDAD |
|------|----------------------------|----------|-----------------|--------------|-----------------|
| 1.   | Aceite 2380                | 960 QTS  | \$19,50         | \$18.720     | JULIO 2021      |
| 2.   | Hydraulic Fluid            | 216 QTS  | \$29,50         | \$6.372      | JUNIO 2021      |
| 3.   | Petrolatum                 | 8 QTS    | \$21,50         | \$172,00     | ENERO 2022      |
| 4.   | Molykote 3400A             | 3 QTS    | \$228,88        | \$686,64     | ABRIL 2020      |
| 5.   | Molykote 106               | 3 QTS    | \$132,12        | \$396,36     | ABRIL 2020      |
| 6.   | Fuel Tank Sealant/PRC A1/2 | 6 KIT    | \$150,68        | \$904,08     | AGOSTO 2018     |
| 7.   | Fuel Tank Sealant/PRC B2   | 6 KIT    | \$182,32        | \$1.093,92   | AGOSTO 2018     |
| 8.   | Heavy Duty Lubricant       | 48 QTS   | \$11,00         | \$528,00     | ABRIL 2027      |

*Fuente: Base de datos, 2017*

### 4.2. Análisis del inventario

Aproximadamente en bodega se tiene 88 SKU's de aviación para distintos usos, la tabla 4.2 muestra la situación actual de los productos más representativos que se

tiene en inventario, sus respectivos movimientos anuales en base a consumos de tres años y sus tiempos de expiración.

**Tabla 4. 2. Productos Uso Más Frecuentes**

| ORD. | DESCRIPCIÓN                | UNID. ENT. | CONSUMO ANUAL |      |      | PROMEDIO | SALDO ACTUAL 2018 | AÑO EXP.  |
|------|----------------------------|------------|---------------|------|------|----------|-------------------|-----------|
|      |                            |            | 2016          | 2017 | 2018 |          |                   |           |
| 1.   | Aceite 2380                | QTS        | 1008          | 600  | 964  | 857      | 3014              | 2018/2021 |
| 2.   | Aero shell fluido 18       | QTS        | 0             | 1    | 1    | 1        | 0                 | s/r       |
| 3.   | Aero shell grease 33       | QTS        | 6             | 2    | 40   | 16       | 0                 | 2010/2015 |
| 4.   | Ardrox 552                 | QTS        | 0             | 120  | 20   | 47       | 100               | 2016/2018 |
| 5.   | Ardrox 185 granulado       | QTS        | 20            | 45   | 20   | 28       | 25                | 2016/2018 |
| 6.   | Ardrox 6345                | QTS        | 0             | 20   | 20   | 13       | 0                 | 2016      |
| 7.   | Ardrox 996 9d1b            | QTS        | 0             | 5    | 5    | 3        | 10                | 2019      |
| 8.   | Bolicone 73                | QTS        | 0             | 2    | 1    | 1        | 1                 | 2016      |
| 9.   | Braycote 236               | QTS        | 0             | 20   | 21   | 13       | 88                | 2017/2020 |
| 10.  | Brayco 855                 | QTS        | 0             | 41   | 31   | 24       | 10                | 2018      |
| 11.  | Desengrasante calla 500    | QTS        | 1             | 16   | 6    | 8        | 10                | s/r       |
| 12.  | Dow corning                | QTS        | 0             | 2    | 2    | 1        | 0                 | 2015      |
| 13.  | External protection oil cx | QTS        | 0             | 5    | 5    | 3        | 0                 | s/r       |
| 14.  | Fluido hidraulico          | QTSS       | 235           | 145  | 280  | 220      | 446               | 2022      |
| 15.  | Grease 33 ms               | QTS        | 4             | 21   | 13   | 13       | 8                 | 2012      |
| 16.  | Grease 5                   | QTSS       | 6             | 7    | 20   | 11       | 166               | 2016      |
| 17.  | Grease 6                   | QTS        | 0             | 7    | 7    | 4        | 7                 | 2017      |
| 18.  | Grease 7                   | QTS        | 0             | 36   | 20   | 18       | 53                | 2017      |
| 19.  | Hylomar pl 32              | QTS        | 0             | 15   | 3    | 6        | 12                | 2015      |
| 20.  | Loctite 290-50 ml          | QTS        | 0             | 4    | 12   | 5        | 14                | 2018      |
| 21.  | Lps heavy-duti lubricant   | QTS        | 0             | 18   | 13   | 10       | 48                | s/r       |
| 22.  | Lps heavy-duty lubricant   | QTS        | 0             | 46   | 11   | 19       | 31                | s/r       |
| 23.  | Mastinox 6856k             | QTS        | 0             | 12   | 12   | 8        | 0                 | 2014      |
| 24.  | Mineral sprit              | QTS        | 0             | 25   | 15   | 13       | 10                | s/r       |
| 25.  | Molykote m77               | QTS        | 0             | 0    | 5    | 2        | 4                 | 2014      |
| 26.  | Molykote 106               | QTS        | 0             | 0    | 2    | 1        | 6                 | 2019      |
| 27.  | Molykote d321r             | QTS        | 0             | 0    | 4    | 1        | 5                 | 2017      |
| 28.  | Mobil jet oil II           | QTS        | 0             | 0    | 110  | 37       | 0                 | s/r       |
| 29.  | Nyco grease cnga 47        | QTS        | 0             | 0    | 10   | 3        | 10                | 2019      |
| 30.  | Pd-680 type 1              | QTS        | 0             | 0    | 8    | 3        | 20                | s/r       |

|     |               |     |   |   |    |   |     |      |
|-----|---------------|-----|---|---|----|---|-----|------|
| 31. | Prc1221 a 1/2 | KIT | 0 | 0 | 8  | 3 | 11  | 2018 |
| 32. | Prc1221 b2    | KIT | 0 | 0 | 8  | 3 | 9   | 2018 |
| 33. | Royco 308     | QTS | 0 | 0 | 10 | 3 | 100 | 2013 |
| 34. | Royco 363     | QTS | 0 | 0 | 10 | 3 | 12  | 2017 |
| 35. | Royco 885     | QTS | 0 | 0 | 5  | 2 | 17  | 2015 |

Fuente: Base de datos, 2018

Si nos ponemos a observar detenidamente esta tabla, podemos concluir que el 6% de estos productos están en la condición de uso o disponibilidad, el 60% se encuentra en condición de no aptos para consumo, y el 23% están en una condición muy preocupante ya que no presentan trazabilidad; por tal razón estas últimas observaciones se los considera como material para la “baja”, que no es más que el trámite administrativo para sacar de los inventarios como demanda la norma institucional para su posterior tratamiento con los gestores ambientales; esta actividad conlleva a más desembolsos económico para la organización por el o los valores que generen los servicios de estas instituciones.

#### 4.3. ABC de productos frecuentes

La clasificación de cada zona se la realizó considerando criterios preestablecidos como la cantidad de stock que se tiene en el almacén; la tabla 4.3 demuestra que de los 35 SKU’s, cinco se encuentra en la zona A que son los de gran valor o de suministro constante y es aquí donde aplicaremos la metodología DDMRP, siete están en la zona B que son los de valor intermedio; y por ultimo veintitrés están en la zona C y son los que no requiere de mucha atención.

**Tabla 4. 3. Clasificación ABC**

|        |     |          |
|--------|-----|----------|
| Zona A | 88% | 5 SKU’s  |
| Zona B | 5%  | 7 SKU’s  |
| Zona C | 7%  | 23 SKU’s |

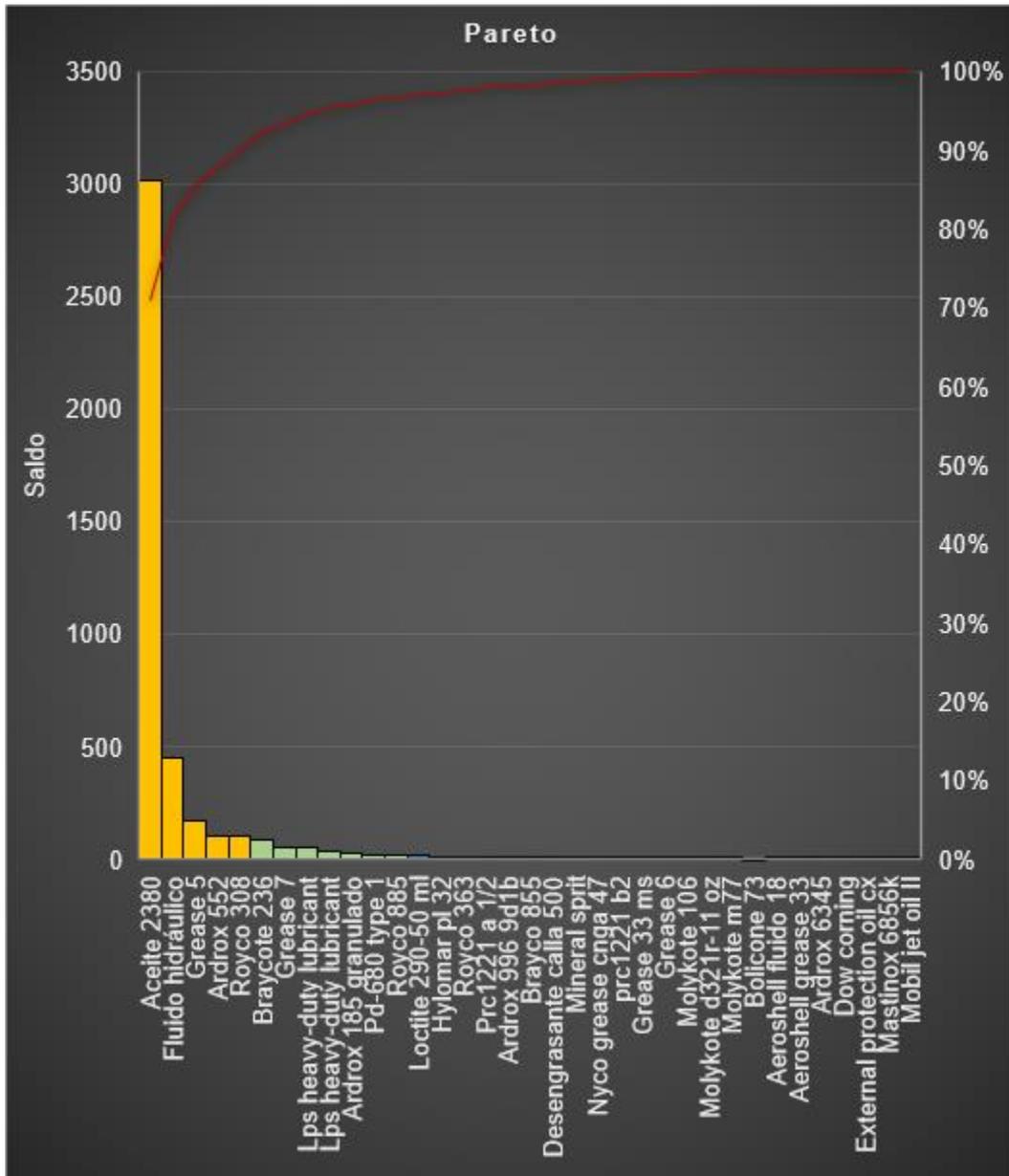
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. 4. Detalle de los productos ABC**

| <b>CONSUMO DE LUBRICANTES AÉREOS 2018</b> |                            |                   |                     |                |                      |
|---|----------------------------|-------------------|---------------------|----------------|----------------------|
| <b>ORD.</b>                               | <b>DESCRIPCIÓN</b>         | <b>UNID. ENT.</b> | <b>SALDO ACTUAL</b> | <b>% SALDO</b> | <b>CLASIFICACION</b> |
| 1   | Aceite 2380                | QTS               | 3014                | 70,98%         | A                    |
| 2   | Fluido hidráulico          | QTS               | 446                 | 10,50%         |                      |
| 3   | Grease 5                   | QTS               | 166                 | 3,90%          |                      |
| 4   | Ardrox 552                 | QTS               | 100                 | 2,36%          |                      |
| 5   | Royco 308                  | QTS               | 100                 | 2,36%          |                      |
| 6   | Braycote 236               | QTS               | 88                  | 2,07%          | B                    |
| 7   | Grease 7                   | QTS               | 53                  | 1,24%          |                      |
| 8   | Lps heavy-duty lubricant   | QTS               | 48                  | 1,13%          |                      |
| 9   | Lps heavy-duty lubricant   | QTS               | 31                  | 0,73%          |                      |
| 10  | Ardrox 185 granulado       | QTS               | 25                  | 0,59%          |                      |
| 11  | Pd-680 type 1              | QTS               | 20                  | 0,47%          |                      |
| 12  | Royco 885                  | QTS               | 17                  | 0,40%          | C                    |
| 13  | Loctite 290-50 ml          | QTS               | 14                  | 0,33%          |                      |
| 14  | Hylomar pl 32              | QTS               | 12                  | 0,28%          |                      |
| 15  | Royco 363                  | QTS               | 12                  | 0,28%          |                      |
| 16  | Prc1221 a 1/2              | KIT               | 11                  | 0,26%          |                      |
| 17  | Ardrox 996 9d1b            | QTS               | 10                  | 0,24%          |                      |
| 18  | Brayco 855                 | QTS               | 10                  | 0,24%          |                      |
| 19  | Desengrasante calla 500    | QTS               | 10                  | 0,24%          |                      |
| 20  | Mineral sprit              | QTS               | 10                  | 0,24%          |                      |
| 21  | Nyco grease cnga 47        | QTS               | 10                  | 0,24%          |                      |
| 22  | prc1221 b2                 | KIT               | 9                   | 0,21%          |                      |
| 23  | Grease 33 ms               | QTS               | 8                   | 0,19%          |                      |
| 24  | Grease 6                   | QTS               | 7                   | 0,16%          |                      |
| 25  | Molykote 106               | QTS               | 6                   | 0,14%          |                      |
| 26  | Molykote d321r-11 oz       | QTS               | 5                   | 0,12%          |                      |
| 27  | Molykote m77               | QTS               | 4                   | 0,09%          |                      |
| 28  | Bolicone 73                | QTS               | 1                   | 0,02%          |                      |
| 29  | Aeroshell fluido 18        | QTS               | 0                   | 0,00%          |                      |
| 30  | Aeroshell grease 33        | QTS               | 0                   | 0,00%          |                      |
| 31  | Ardrox 6345                | QTS               | 0                   | 0,00%          |                      |
| 32  | Dow corning                | QTS               | 0                   | 0,00%          |                      |
| 33  | External protection oil cx | QTS               | 0                   | 0,00%          |                      |
| 34  | Mastinox 6856k             | QTS               | 0                   | 0,00%          |                      |
| 35  | Mobil jet oil II           | QTS               | 0                   | 0,00%          |                      |

*Fuente: Elaboración propia*

Figura 4. 1. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Costo de importación

Por ser una actividad compleja, costosa y con proveedores locales con inventario escaso en el país, se realizan adquisiciones internacionales, por lo que los costos de importación se realizan de acuerdo a los términos de comercio internacional entre el proveedor y la organización. En la mayoría de procesos de adquisición la organización asume entre el 20% al 25% del valor de producto, lo que hace de la aviación supersónica una actividad elevada.

#### **4.5. Tiempos de abastecimientos**

Dentro del proceso de adquisición de los aceites y lubricantes para la flota de aviones supersónicos se debe tomar en cuenta los siguientes tiempos de operación:

- **Proceso de producción:** El curso toma aproximadamente cincuenta y cinco días, desde que se inicia con la colocación de la orden de compra en el proveedor, embarque del producto y tránsito hacia el terminal de destino.
- **Flete naviero/aéreo:** Los productos arriban desde Florida-Estados Unidos, el tiempo de tránsito es de doce días treinta o un día respectivamente, esta opción se la define con la oficina logística con base en Miami de acuerdo a cantidad, costos, tiempos y necesidad.
- **Nacionalización:** Una vez arribada la carga se tramita el pago de impuestos y liquidación de la misma con la aduana, el tiempo promedio es de dos días.
- **Post-Nacionalización:** Se realiza la salida de la carga de la aduana y se traslada hacia la bodega de la organización, posterior recepción y chequeo físico del producto; el tiempo es de uno a dos días.

#### **4.6. Infraestructura y costos de almacenamiento**

Este es factor importante dentro de la organización, ya que cuenta con infraestructura, equipos, bodegas dimensionadas y adecuadas para la preservación del producto.

No asume costos extras por el servicio outsourcing, debido a que no es necesario la contratación de terceros para la administración y manejo de bodegas, ya que la institución cuenta con personal encargado y capacitado.

#### **4.7. Pronóstico de consumo con método de series de tiempo**

Los pronósticos son métodos que manejan las organizaciones a fin de tener predicciones efectivas y optimas que permitan soportar una correcta toma de decisiones.

Por lo tanto, se realizó el pronóstico, utilizando el método de series de tiempo, es decir un modelo recomendable porque esto nos permite extender los datos históricos hacia el futuro con el fin de optimizar inventario; para nuestro trabajo es válido, ya que NO es CONSUMO MASIVO, y depende de variables o factores como:

- Disponibilidad de aeronaves
- Tiempo de vida útil de componentes, partes y repuestos
- Tiempo estimado de mantenimientos
- Programación mensual de horas de vuelo
- Presupuesto estatal
- Lead times de la orden de pedido
- Disponibilidad de proveedores y productos en el mercado

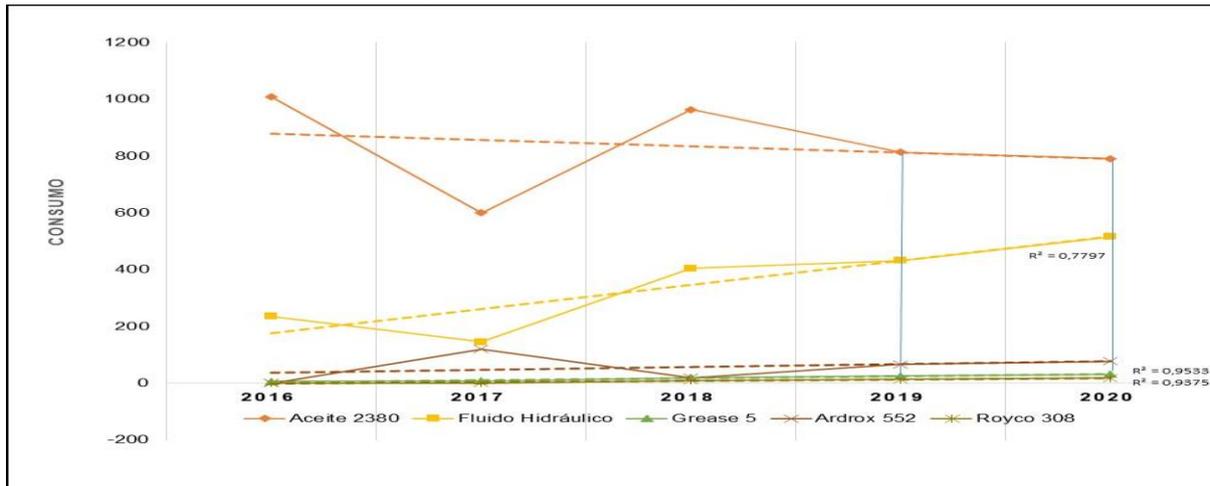
Chase, Jacobs y Aquilano (2009) afirman que el pronóstico, nos permite predecir series de tiempo y relaciones causales; es decir, esta técnica permitirá analizar el comportamiento del consumo de forma anual y trimestral, y así obtener datos que nos sirvan para comparar con la información real; para esto se consideró los consumos históricos como se demuestra en la tabla 4.2, posterior los cálculos se realizaron en una hoja de Excel aplicando “herramientas para el análisis de datos”, opción “regresión, el mismo que nos proporciona los resultados que se encuentran visibles en la tabla (2019, 2020).

**Tabla 4. 5. Pronóstico Anual de Consumo de los Productos Zona A**

| DESCRIPCION       | UNID. | CONSUMO |      |      | PRONOSTICO |      | PROMEDIO CONSUMO |      |
|-------------------|-------|---------|------|------|------------|------|------------------|------|
|                   |       | 2016    | 2017 | 2018 | 2019       | 2020 | 2019             | 2020 |
| Aceite 2380       | QTS   | 1008    | 600  | 964  | 813        | 791  | 846              | 841  |
| Fluido Hidráulico | QTS   | 235     | 145  | 405  | 432        | 517  | 304              | 325  |
| Grease 5          | QTS   | 6       | 7    | 20   | 25         | 32   | 15               | 16   |
| Ardrox 552        | QTS   | 0       | 120  | 20   | 67         | 77   | 52               | 54   |
| Royco 308         | QTS   | 0       | 0    | 10   | 13         | 18   | 6                | 7    |

*Fuente: Elaboración propia*

Figura 4. 2. Curva de regresión



Fuente: Elaboración propia

Aleatoriamente en la figura 4.2 se obtuvo el R cuadrado para tres productos, lo cual se puede interpretar lo siguiente; que hay una variabilidad del consumo del 77,97% para fluido hidráulico, del 93,75% para la grease 5 y un 95,33% para el royco 308 respectivamente.

#### 4.8. Implementación del DDMRP para el año 2019

Para iniciar la implementación del DDMRP para la organización se tomarán los datos de forma anual que se presenta en la tabla 4.5. Para el primer SKU's "Aceite 2380" se procedió a calcular los niveles de buffer, en base a lo que presenta la figura 3.5.

Como se menciona en el capítulo tres, la Zona Verde es el núcleo de la generación de órdenes. Determina la frecuencia y el tamaño de cada orden y existen tres formas de calcularlo de acuerdo a la figura 3.5:

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

En la ejecución del modelo se utilizará las tres formas de cálculo, recordando que es de acuerdo a la situación de los datos; siendo el ganador el mayor de los resultados.

La Zona Amarilla es el núcleo de la cobertura de la demanda en el buffer, y se calculada mediante el CPA x DLT, sin olvidar que aquí oscilar el inventario físico.

La Zona Roja es la seguridad insertada en el buffer, compuesta por el Rojo de Seguridad que se calculó  $DLT \times CPA \times \%LT$  y el Rojo Basé que está calculado por el Rojo de Seguridad x % Variabilidad, en este último factor debemos analizarlo según la figura 3.5, la cual nos proporciona los índices de variabilidad.

Además, incluirá los topes del buffer y está dado por la cantidad máxima hasta donde deben de llegar cada zona y es así que tenemos:

- a) Top zona roja= zona roja
- b) Top zona amarilla= zona roja + zona amarilla
- c) Top zona verde= zona roja + zona amarilla + zona verde

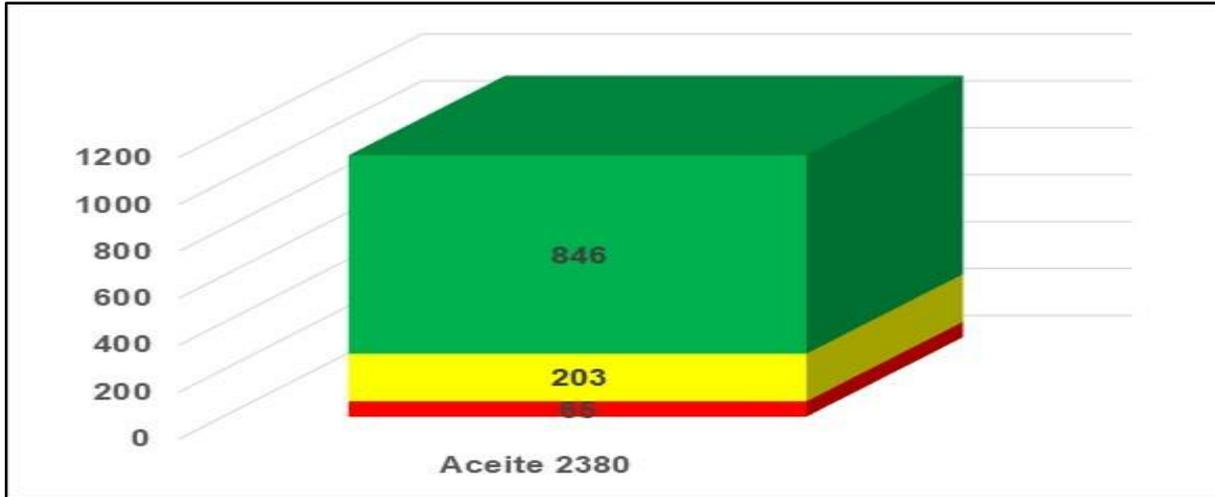
A continuación, se procede con la aplicación de la formulas y explicación presentada de forma gráfica:

**Tabla 4. 6. Cálculo Anual de zonas Aceite 2380**

| Descripción del producto                    |      |      | Asignación del perfil de buffer        |                |     | Topes |
|---|------|------|--|----------------|-----|-------|
| Promedio de uso anual CPA                   | 813  |      | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 41             | 846 | TV    |
| Perfil del buffer                           | %Lt  | %Var |  |                |     | 1115  |
|   | 20%  | 61%  | zona verde                             | 846            | TA  |       |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 846  |      | MOQ                                    | 846            |     | 269   |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1    |      | Ciclo de pedido                        | 813            |     | TR    |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25 |      | CPA*LT                                 | 203            | 203 | 65    |
|   |      |      | zona amarilla                          |                |     |       |
|   |      |      | zona roja                              | zona base      | 41  |       |
|   |      |      |  | zona seguridad | 25  | 65    |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 3. Buffer Anual Aceite 2380**



Fuente: Elaboración propia

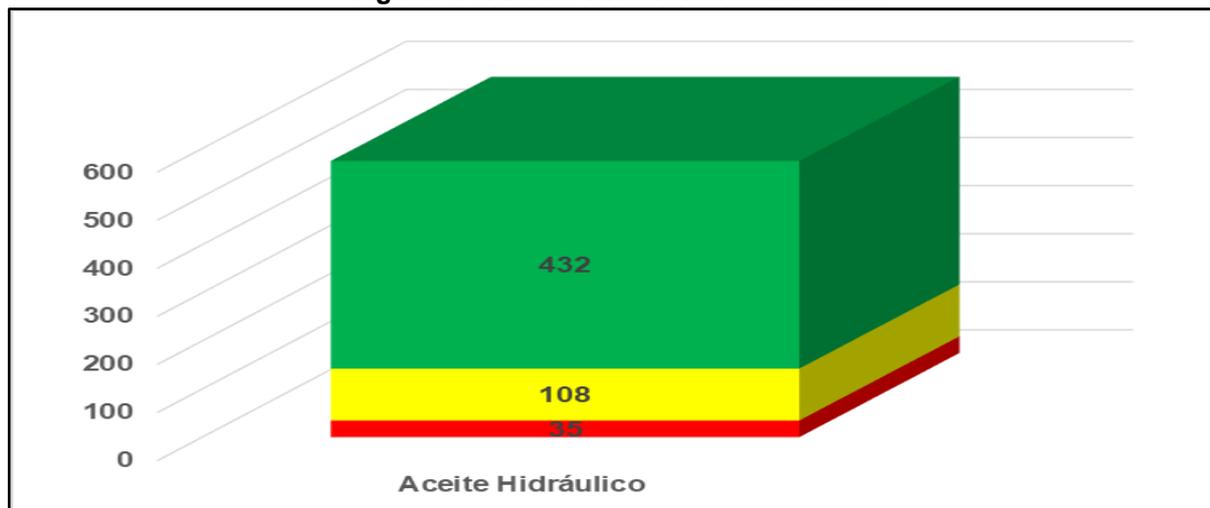
A continuación, se muestra la creación anual y sus ajustes respectivos para otro producto comprado el “Fluido Hidráulico”:

**Tabla 4. 7. Cálculo Anual de zonas Aceite Hidráulico**

| Descripción del producto                    |      |      | Asignación del perfil de buffer |  |     | Topes |     |
|---|------|------|---------------------------------|--|-----|-------|-----|
| Promedio de uso anual CPA                   | 432  |      | zona verde                      | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 22  | 432   | TV  |
| Perfil del buffer                           | %Lt  | %Var |                                 |  |     |       | 574 |
|   | 20%  | 61%  |                                 |  |     |       | TA  |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 304  |      |                                 |  |     |       | MOQ |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1    |      | Ciclo de pedido                 | 432                                    |     |       |     |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25 |      | zona amarilla                   | CPA*LT                                 | 108 | 108   | 35  |
|   |      |      | zona roja                       | zona base                              | 22  | 35    |     |
|   |      |      |                                 | zona seguridad                         | 13  |       |     |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 4. Buffer Anual Aceite Hidráulico**



Fuente: Elaboración propia

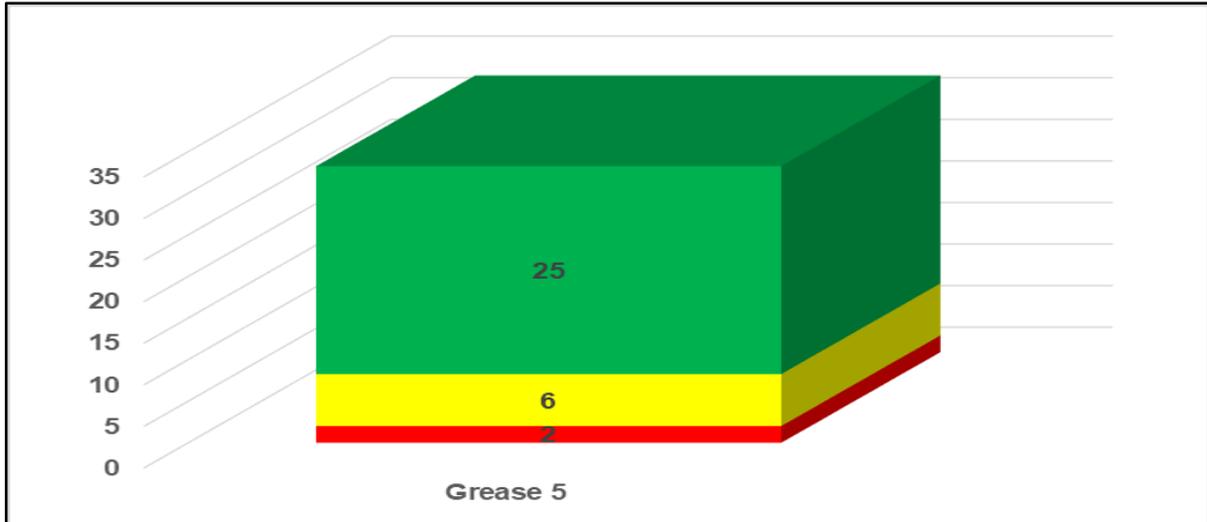
A continuación, se muestra la creación anual y sus ajustes respectivos para otro producto comprado el “Grease 5”:

**Tabla 4. 8. Cálculo Anual de zonas Grease 5**

| Descripción del producto                    |      |               | Asignación del perfil de buffer |  |    | Topes |     |
|---|------|---------------|---------------------------------|--|----|-------|-----|
| Promedio de uso anual CPA                   | 25   |               | zona verde                      | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 1  | 25    | TV  |
| Perfil del buffer                           | %Lt  | %Var          |                                 |  |    |       | 33  |
|   | 20%  | 61%           |                                 |  |    |       | TA  |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 15   |               |                                 |  |    |       | MOQ |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1    |               | Ciclo de pedido                 | 25                                     | TR |       |     |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25 | zona amarilla | CPA*LT                          | 6                                      | 6  | 2     |     |
|   |      | zona roja     | zona base                       | 1                                      | 2  |       |     |
|   |      |               | zona seguridad                  | 1                                      |    |       |     |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 5. Buffer Anual Grease 5**



Fuente: Elaboración propia

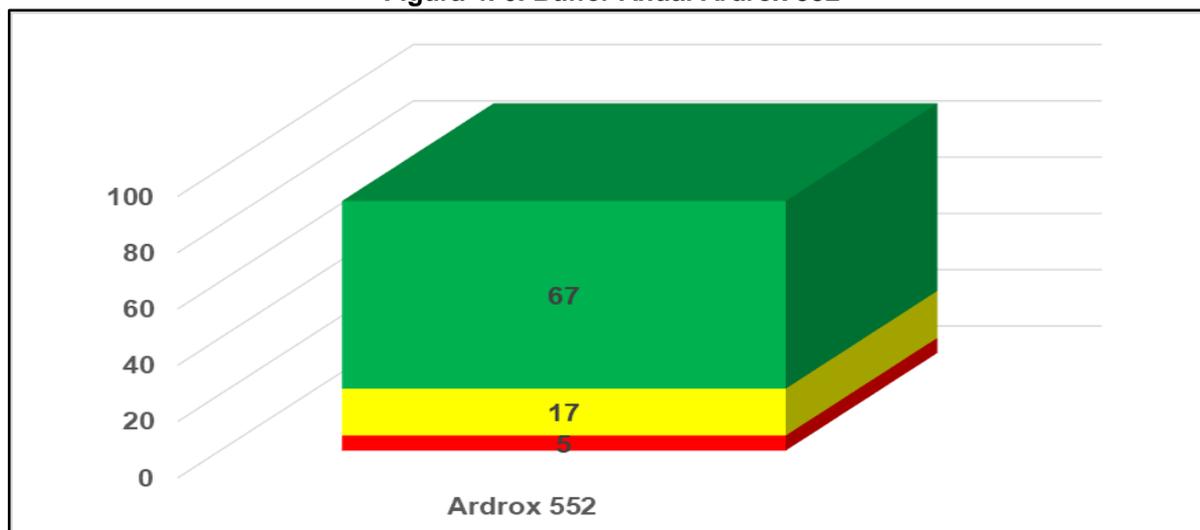
A continuación, se muestra la creación anual y sus ajustes respectivos para otro producto comprado el “Ardrox 552”:

**Tabla 4. 9. Cálculo Anual de zonas Ardrox 552**

| Descripción del producto                    |      |      | Asignación del perfil de buffer |  |    | Topes |     |
|---|------|------|---------------------------------|--|----|-------|-----|
| Promedio de uso anual CPA                   | 67   |      | A                               | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 3  | 67    | TV  |
| Perfil del buffer                           | %Lt  | %Var |                                 |  |    |       | 89  |
|   | 20%  | 61%  |                                 |  |    |       | TA  |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 52   |      |                                 |  |    |       | MOQ |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1    |      | Ciclo de pedido                 | 67                                     | 5  |       |     |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25 |      | zona amarilla                   | CPA*LT                                 | 17 | 17    | 5   |
|   |      |      | zona roja                       | zona base                              | 3  | 5     |     |
|   |      |      |                                 | zona seguridad                         | 2  |       |     |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 6. Buffer Anual Ardrox 552**



Fuente: Elaboración propia

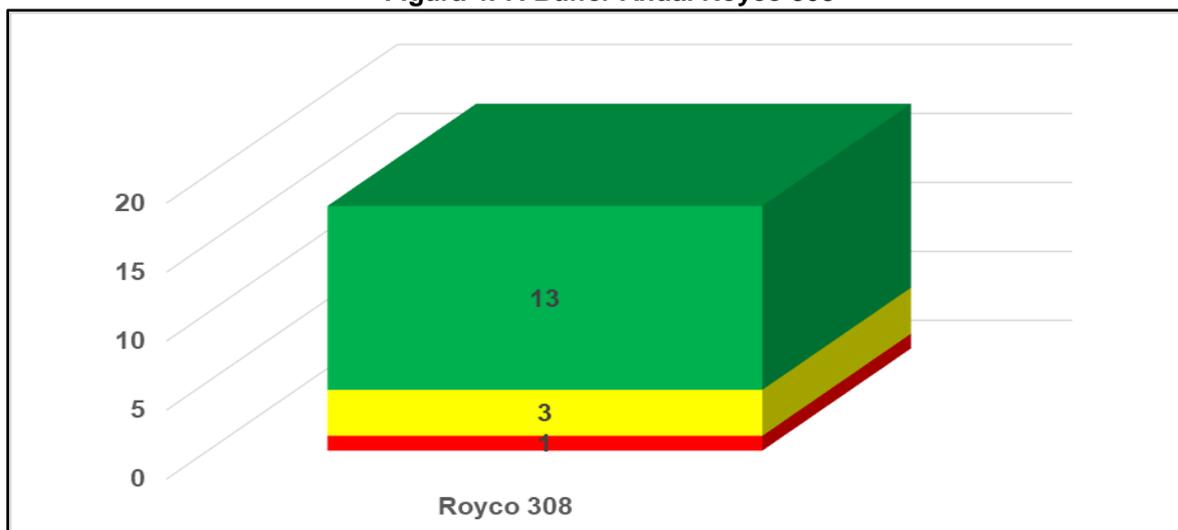
A continuación, se muestra la creación anual y sus ajustes respectivos para otro producto comprado el “Royco 308”:

**Tabla 4. 10. Cálculo Anual de zonas Royco 308**

| Descripción del producto                    |               |      | Asignación del perfil de buffer |  |   | Topes |                 |    |    |
|---|---------------|------|---------------------------------|--|---|-------|-----------------|----|----|
| Promedio de uso anual CPA                   | 13            |      | zona verde                      | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 1 | 13    | TV              |    |    |
| Perfil del buffer                           | %Lt           | %Var |                                 |  |   |       | 18              |    |    |
|   | 20%           | 61%  |                                 |  |   |       |                 | TA |    |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 6             |      |                                 |  |   |       | MOQ             | 6  | 4  |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1             |      |                                 |  |   |       | Ciclo de pedido | 13 | TR |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25          |      | CPA*LT                          | 3                                      | 3 | 1     |                 |    |    |
|   | zona amarilla |      | zona base                       | 1                                      | 1 |       |                 |    |    |
|   | zona roja     |      | zona seguridad                  | 0                                      |   |       |                 |    |    |

Fuente: Elaboración propia

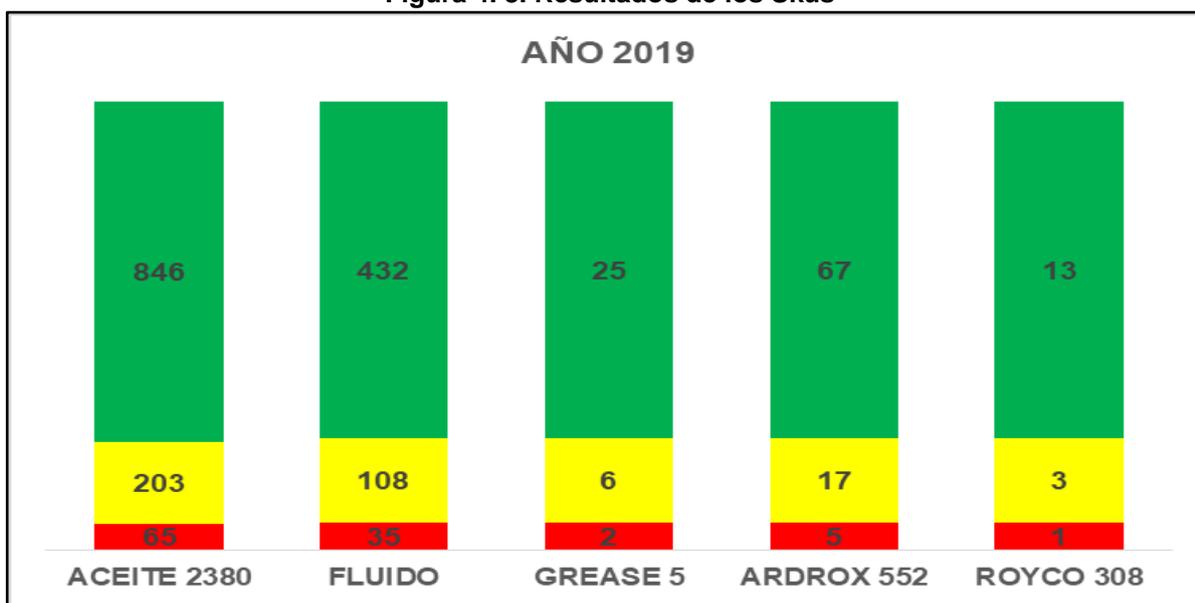
**Figura 4. 7. Buffer Anual Royco 308**



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 4.10, vemos los niveles de las zonas de los 5 SKU´s de forma general para poder entender cómo está el comportamiento de cada uno en el 2019, y así poder comparar para posteriores análisis versus al comportamiento del 2020.

**Figura 4. 8. Resultados de los Skus**



Fuente: Elaboración propia

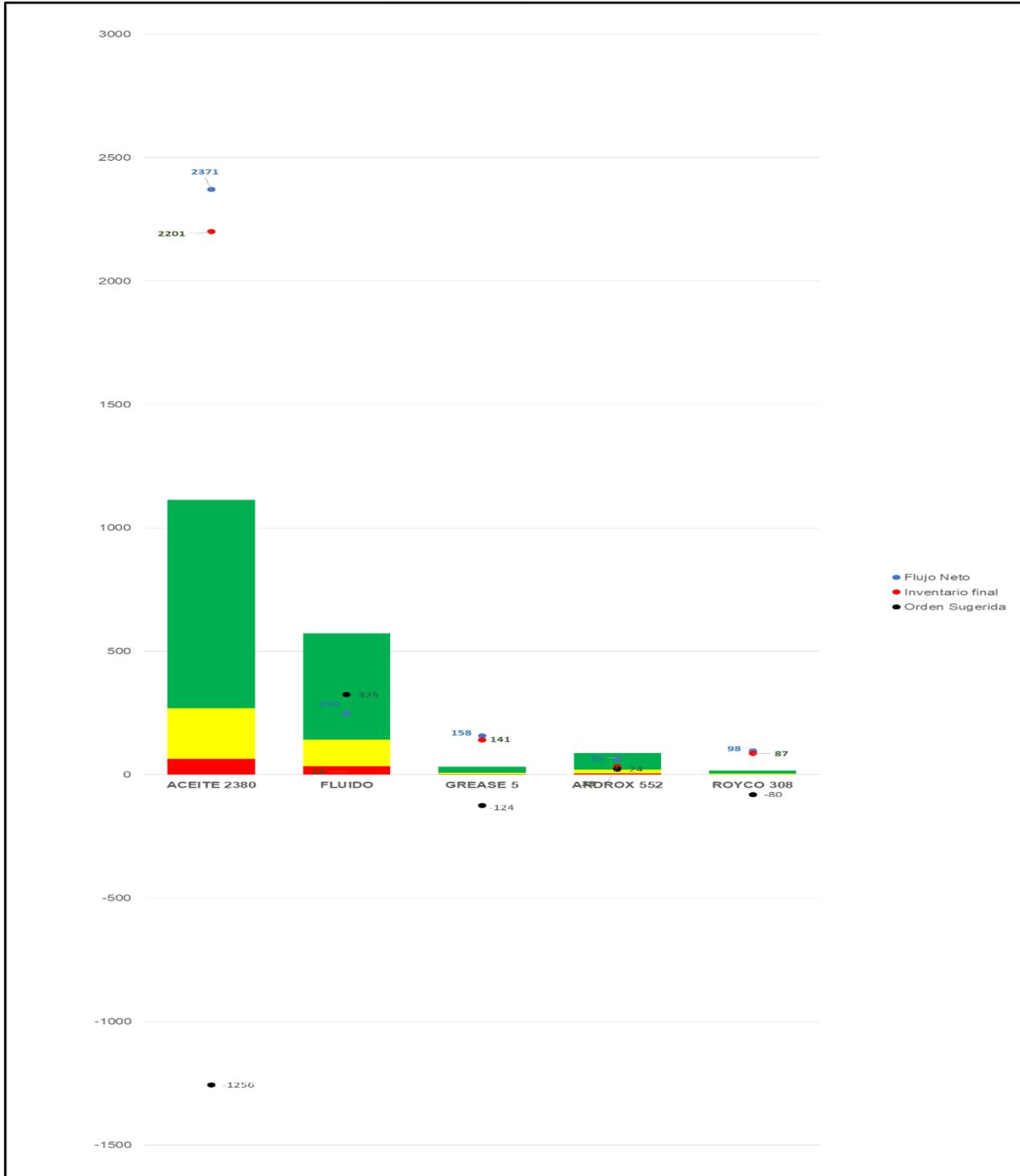
Hasta ahora se ha modelado las zonas de los buffers para los cinco SKU´s y dentro de la planificación controlada por la demanda, el DDMRP implanta la generación de órdenes de reposición o también llamado la ecuación de flujo neto (FN), que nos sugiere el número a colocar en cada orden de reposición, como se ilustra en la tabla 4.11.

**Tabla 4. 11. Cálculo del Flujo Neto año 2019**

| Ecuación de Flujo Neto |                       |                     |                    |      |      |                |
|------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|------|------|----------------|
|                        | Inventario disponible | Inventario Tránsito | Demanda Calificada | FN   | TOG  | Orden Sugerida |
| Aceite 2380            | 3014                  | 203                 | 846                | 2371 | 1115 | -1256          |
| Fluido Hidraulico      | 446                   | 108                 | 304                | 250  | 574  | 325            |
| Grease 5               | 166                   | 6                   | 15                 | 158  | 33   | -124           |
| Ardrox 552             | 100                   | 17                  | 52                 | 65   | 89   | 24             |
| Royco 308              | 100                   | 3                   | 6                  | 98   | 18   | -80            |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 9. Flujo Neto Anual**



Fuente: Elaboración propia

La teoría del DDMRP, nos indica que solo se genera orden de reposición de aquellos SKU's que, al aplicar la ecuación, sus resultados caen en las zonas de buffer amarillo o rojo; y si observamos la figura 4.11, podemos deducir a simple vista que obligatoriamente debemos generar de inmediato órdenes.

#### **4.9. Implementación del DDMRP para el año 2020**

La metodología DDMRP presenta múltiples mejoras entre ellas “ventaja competitiva sostenible”, es por ello el escenario de aplicar DDMRP para el 2020 tiene las siguientes consideraciones:

- Se considera como inventario inicial el inventario real con el que cerrara la organización en el diciembre 2019, se analizarán los mismos productos de importancia puesto que son los más representativos para la compañía, el lead time y el MOQ de los productos en mención se mantienen.
- Los factores de posicionamiento estratégico son los mismos establecidos para el 2019.
- Las fórmulas para calcular los buffers y los topes de las zonas de los buffers se encuentran detalladas en el Capítulo 3 en el que se describe la metodología DDMRP.

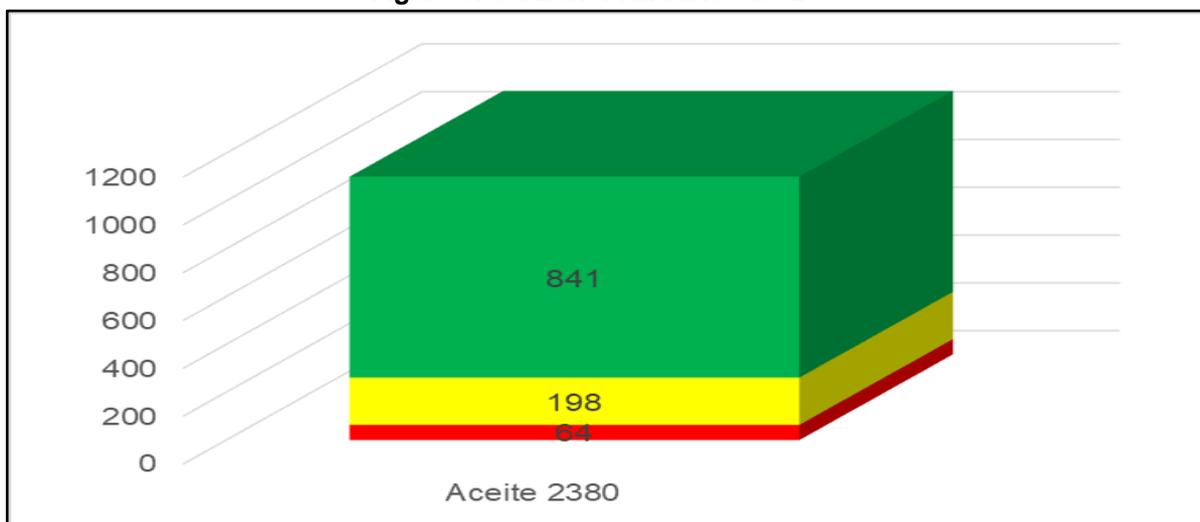
Por lo tanto, para el 2020 tanto de forma anual y trimestral se obtiene como resultado de la implementación DDMRP lo consecuente en las siguientes tablas y figuras:

**Tabla 4. 12. Cálculo Anual de zonas Aceite 2380**

| Descripción del producto                    |      |      |                 | Asignación del perfil de buffer        |     |     | Topes |
|---|------|------|-----------------|--|-----|-----|-------|
| Promedio de uso anual CPA                   | 791  |      | zona verde      | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 40  | 841 | TV    |
| Perfil del buffer                           | %Lt  | %Var |                 |  |     |     | 1102  |
|   | 20%  | 61%  |                 |  |     |     | TA    |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 841  |      |                 |  |     |     | MOQ   |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1    |      | Ciclo de pedido | 791                                    | TR  |     |       |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25 |      | zona amarilla   | CPA*LT                                 | 198 | 198 | 64    |
|   |      |      | zona roja       | zona base                              | 40  | 64  |       |
|   |      |      |                 | zona seguridad                         | 24  |     |       |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 10. Buffer Anual Aceite 2380**



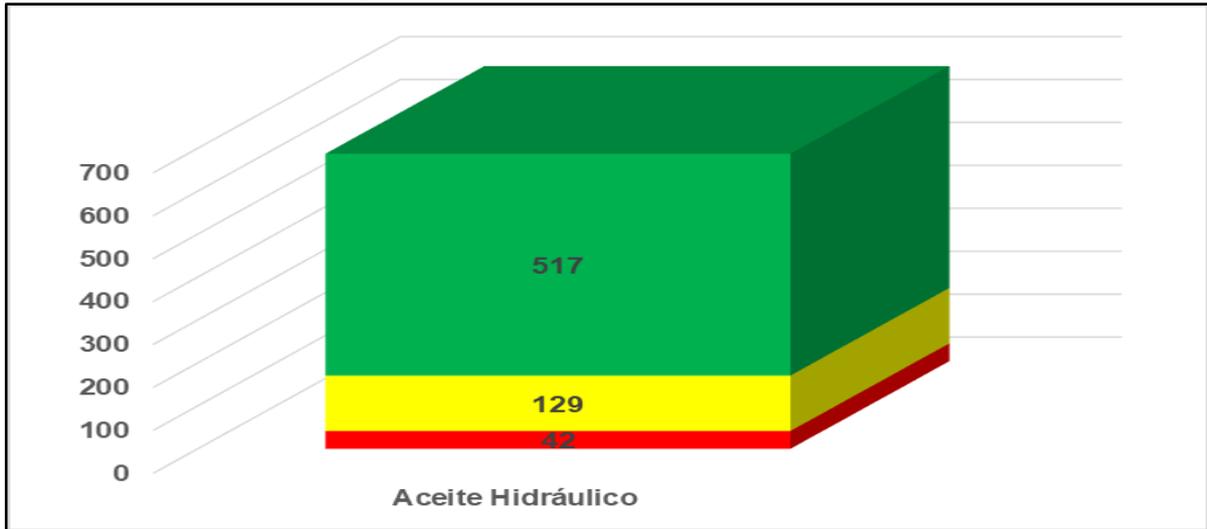
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. 13. Cálculo Anual de zonas Aceite Hidráulico**

| Descripción del producto                    |      |      |                 | Asignación del perfil de buffer        |     |     | Topes |
|---|------|------|-----------------|--|-----|-----|-------|
| Promedio de uso anual CPA                   | 517  |      | zona verde      | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 26  | 517 | TV    |
| Perfil del buffer                           | %Lt  | %Var |                 |  |     |     | 687   |
|   | 20%  | 61%  |                 |  |     |     | TA    |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 325  |      |                 |  |     |     | MOQ   |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1    |      | Ciclo de pedido | 517                                    | TR  |     |       |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25 |      | zona amarilla   | CPA*LT                                 | 129 | 129 | 42    |
|   |      |      | zona roja       | zona base                              | 26  | 42  |       |
|   |      |      |                 | zona seguridad                         | 16  |     |       |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 11. Buffer Anual Aceite Hidráulico**



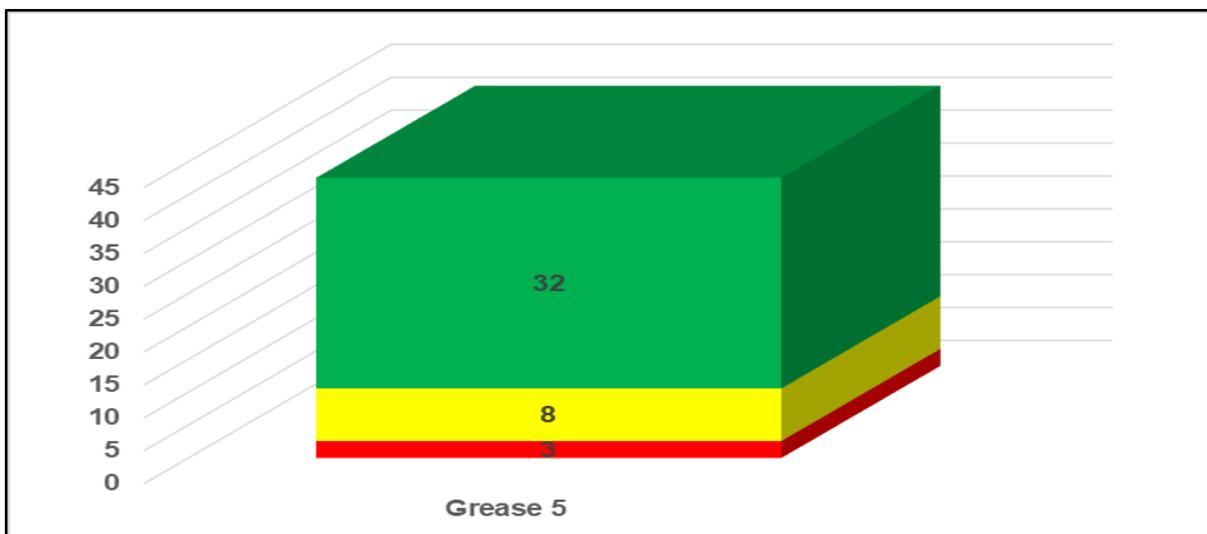
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. 14. Cálculo Anual de zonas Grease 5**

| Descripción del producto                    |      |               | Asignación del perfil de buffer |  |   | Topes |    |
|---|------|---------------|---------------------------------|--|---|-------|----|
| Promedio de uso anual CPA                   | 32   |               | zona verde                      | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 2 | 32    | TV |
| Perfil del buffer                           | %Lt  | %Var          |                                 |  |   |       | 43 |
|   | 20%  | 61%           |                                 |  |   |       | TA |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 16   |               | MOQ                             | 16                                     |   | 11    |    |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1    |               | Ciclo de pedido                 | 32                                     |   | TR    |    |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25 | zona amarilla | CPA*LT                          | 8                                      | 8 | 3     |    |
|   |      | zona roja     | zona base                       | 2                                      | 3 |       |    |
|   |      |               | zona seguridad                  | 1                                      |   |       |    |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 112. Buffer Anual Grease 5**



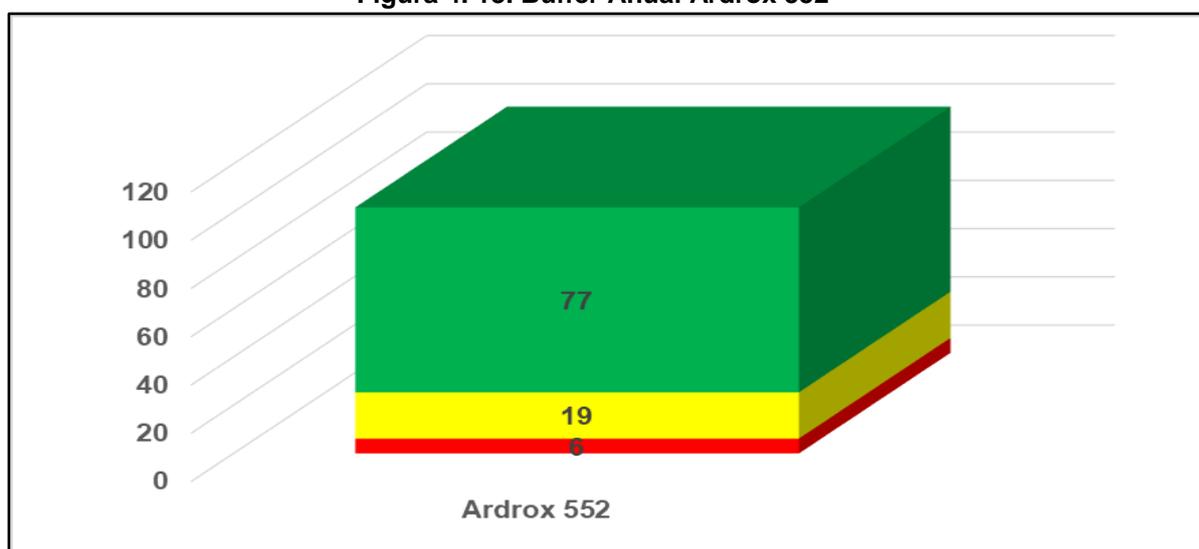
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. 15. Cálculo Anual de zonas Ardrex 552**

| Descripción del producto                    |      |      |               | Asignación del perfil de buffer        |    |    | Topes           |    |    |
|---|------|------|---------------|--|----|----|-----------------|----|----|
| Promedio de uso anual CPA                   | 77   |      | A             | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 4  | 77 | TV              |    |    |
| Perfil del buffer                           | %Lt  | %Var |               |  |    |    | 102             |    |    |
|   | 20%  | 61%  |               |  |    |    | TA              |    |    |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 54   |      |               |  |    |    | MOQ             | 54 | 25 |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1    |      |               |  |    |    | Ciclo de pedido | 77 | TR |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25 |      | zona amarilla | CPA*LT                                 | 19 | 19 | 6               |    |    |
|   |      |      | zona roja     | zona base                              | 4  | 6  |                 |    |    |
|   |      |      |               | zona seguridad                         | 2  |    |                 |    |    |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 13. Buffer Anual Ardrex 552**



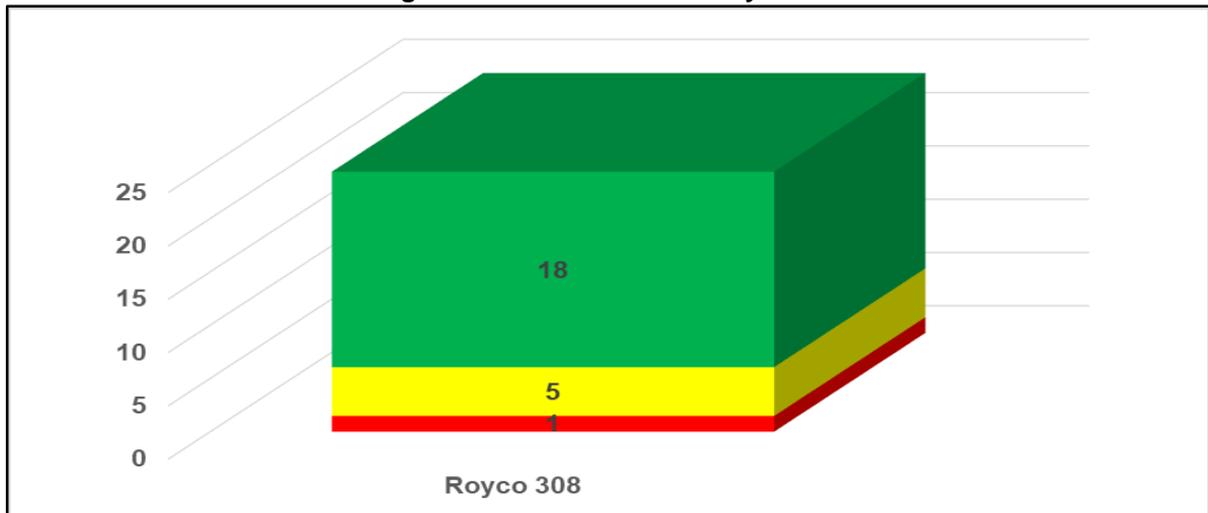
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4. 16. Cálculo Anual de zonas Royco 308**

| Descripción del producto                    |      |      |               | Asignación del perfil de buffer        |   |    | Topes           |    |    |
|---|------|------|---------------|--|---|----|-----------------|----|----|
| Promedio de uso anual CPA                   | 18   |      | zona verde    | Factor de tiempo de espera (Lead Time) | 1 | 18 | TV              |    |    |
| Perfil del buffer                           | %Lt  | %Var |               |  |   |    | 24              |    |    |
|   | 20%  | 61%  |               |  |   |    | TA              |    |    |
| Cantidad mínima de pedido (MOQ)             | 7    |      |               |  |   |    | MOQ             | 7  | 6  |
| Frecuencia de reorden asignada (DOC), meses | 1    |      |               |  |   |    | Ciclo de pedido | 18 | TR |
| Tiempo de entrega desacoplado (LT), meses   | 0,25 |      | zona amarilla | CPA*LT                                 | 5 | 5  | 1               |    |    |
|   |      |      | zona roja     | zona base                              | 1 | 1  |                 |    |    |
|   |      |      |               | zona seguridad                         | 1 |    |                 |    |    |

Fuente: Elaboración propia

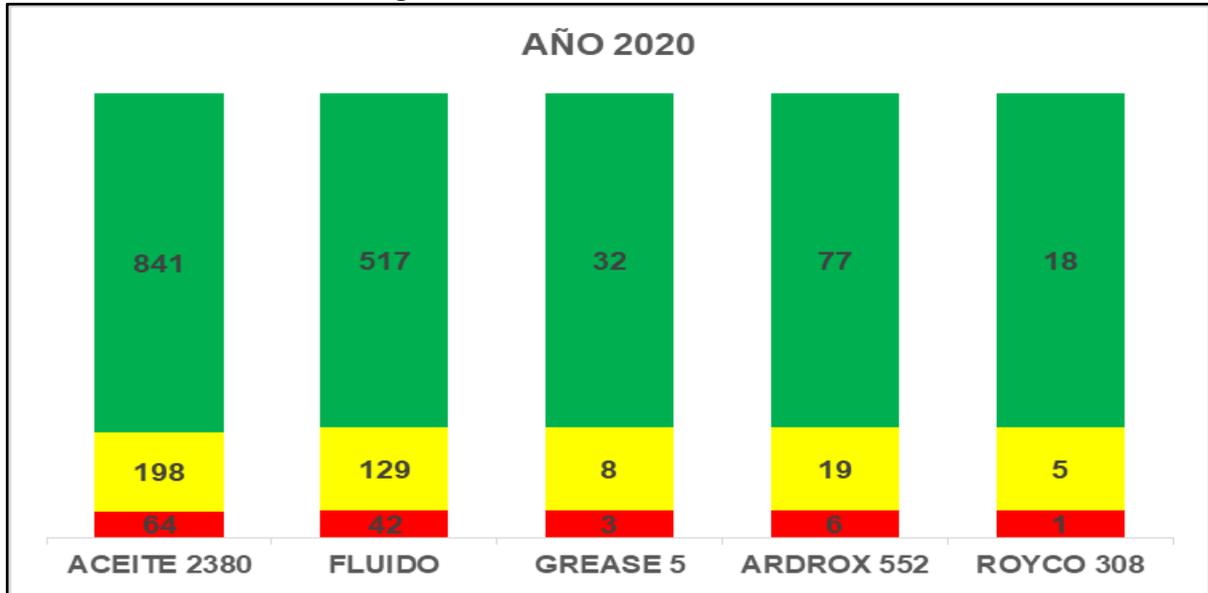
**Figura 4. 14. Buffer Anual Royco 308**



*Fuente: Elaboración propia*

En la siguiente figura 4.20, vemos los niveles de las zonas de los 5 SKU's de forma general para poder entender cómo está el comportamiento de cada uno en el 2020, y así poder comparar para posteriores análisis versus al comportamiento que hubo en el 2019.

**Figura 4. 15. Resultados de los SKU's**



*Fuente: Elaboración propia*

Hasta ahora se ha modelado las zonas de los buffers para los cinco SKU's y dentro de la planificación controlada por la demanda, el DDMRP implanta la generación de órdenes de reposición o también llamado la ecuación de flujo neto (FN), que nos

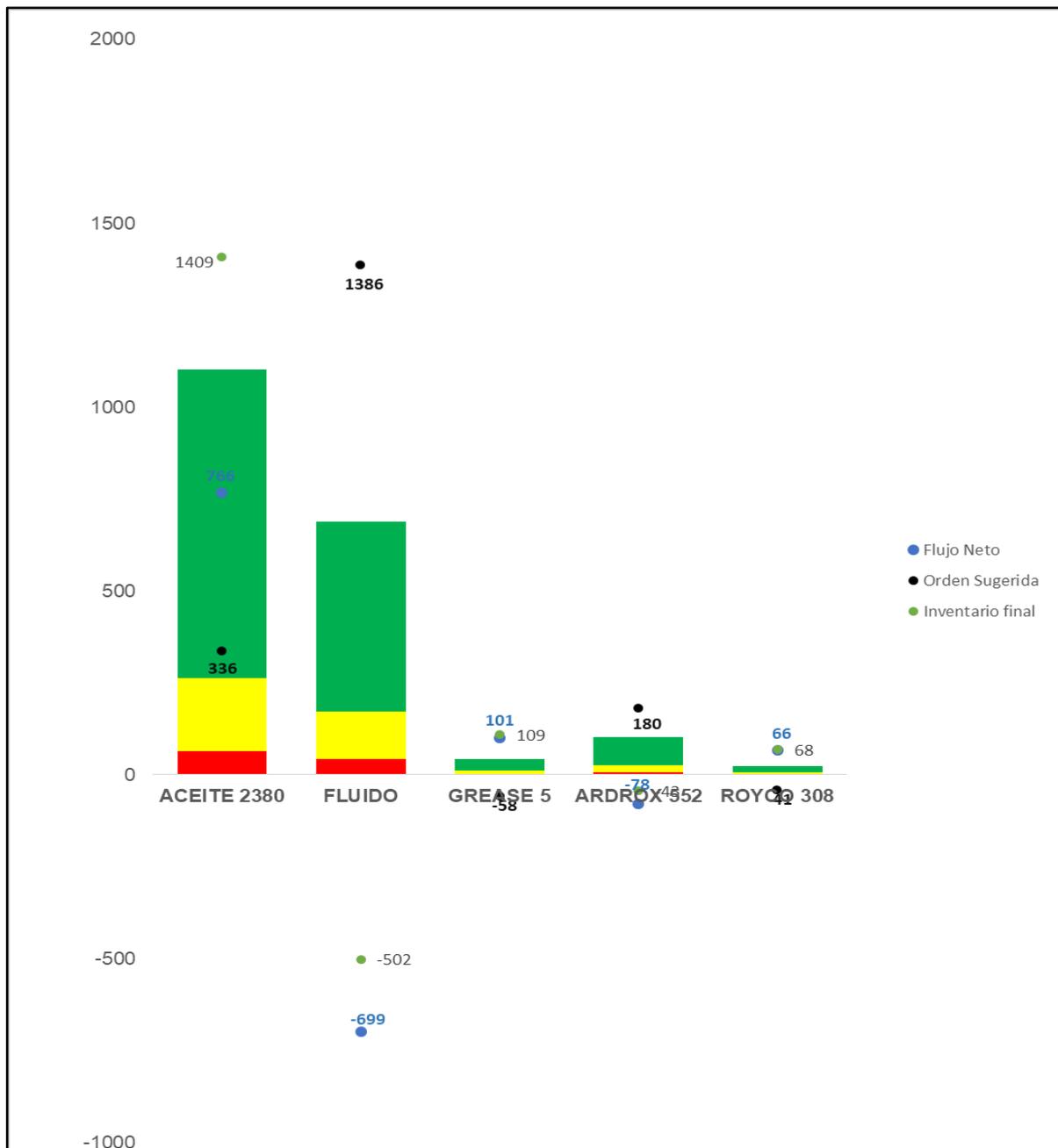
sugiere el número a colocar en cada orden de reposición, como se ilustra en la tabla 4.17.

**Tabla 4. 17. Cálculo del Flujo Neto año 2020**

| Ecuación de Flujo Neto |                       |                     |                    |      |      |                |
|------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|------|------|----------------|
|                        | Inventario disponible | Inventario Tránsito | Demanda Calificada | FN   | TOG  | Orden Sugerida |
| Aceite 2380            | 1409                  | 198                 | 841                | 766  | 1102 | 336            |
| Fluido Hidraulico      | -502                  | 129                 | 325                | -699 | 687  | 1386           |
| Grease 5               | 109                   | 8                   | 16                 | 101  | 43   | -58            |
| Ardrox 552             | -43                   | 19                  | 54                 | -78  | 102  | 180            |
| Royco 308              | 68                    | 5                   | 7                  | 66   | 24   | -41            |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. 12. Flujo Neto Anual**



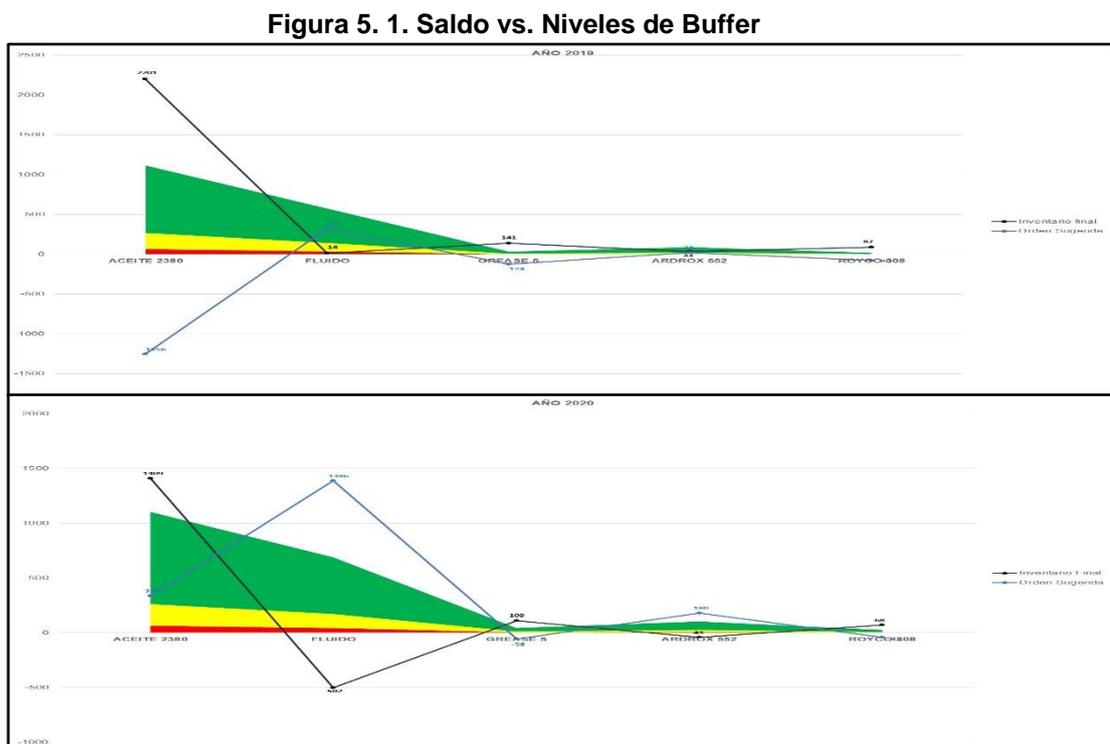
Fuente: Elaboración propia

# CAPÍTULO V

## 5. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Para la realización de esta metodología, se inició desde la clasificación ABC que se utiliza en la administración y gestión de inventarios, la que nos permitió ver los SKU's de mayor impacto en la organización y así después de aplicar la metodología propuesta ver el dimensionamiento de los inventarios.



*Fuente: Elaboración propia*

- Una vez aplicada la metodología DDMRP, la figura 5.1 nos presentó el comportamiento de los buffers de cada SKU's para los años 2019 y 2020 frente al saldo real que se presentó al final de cada año, lo que nos permite concluir que no existe una política de pedido basada en alguna técnica o método práctico para dos de los cinco productos, más bien parece ser realizada de manera empírica, experimental, o en base a datos históricos.
- La figura 5.2 nos muestra el dimensionamiento de las zonas de buffers ideales para cada año con la aplicación de esta metodología (zona verde de mayor tamaño más que las demás), porque el MOQ es muy grande respecto al consumo con baja frecuencia de reposición.

Figura 5. 2. Niveles de buffers



Fuente: Elaboración propia

- Con la implementación de DDMRP, la organización se evitaría mucha caducidad de productos como nos los muestra la tabla 4.2, ya que estos son sujetos a la disponibilidad de aeronaves y a la variabilidad de eventos que se presentan, ya que el objetivo primordial de esta metodología es reducir inventario, pero sin erosionar el servicio.
- Para el año 2019, los valores de las ordenes sugeridas para los productos aceite 2380, grease 5 y roycó 308 son negativos, es decir que no se debe lanzar una orden de reposición en vista que tenemos inventario aun en bodega posiblemente para el siguiente periodo anual.
- Para el año 2020, los valores de las ordenes sugeridas para los productos grease 5 y roycó 308 son negativos, es decir que no se debe lanzar una orden de reposición en vista que tenemos inventario aun en bodega posiblemente para el siguiente periodo anual.
- Para el año 2020, los valores de inventario final para los productos fluido hidráulico y ardrox 552 son negativos, es decir que no se debe lanzar hacer el

recalculo para generar una nueva orden de reposición en vista que ya no se tendría inventario en bodega para el siguiente periodo anual.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda utilizar la metodología propuesta con el fin de implementar políticas y procedimientos para el aprovisionamiento de productos PAL y así evitar el desperdicio, caducidad de productos y ahorro de recursos a la organización.
- Con la implementación de esta metodología, la organización evitará a futuro el exceso de inventario, caducidad de productos, desgaste de recursos, etc., lo que paralelamente incita anualmente a presupuestar para la actividad de gestores ambientales, lo cual estima un desembolso económico de alrededor de \$10.000 anuales.

## 6. REFERENCIAS

- Castro, M. P. (2018). DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DEMAND DRIVEN – MRP, PARA EL PROCESO DE COMPRAS DE MATERIAS PRIMAS DE UNA EMPRESA DE INSUMOS ALIMENTICIOS. . Guayaquil, Ecuador.
- CONSULTORIA, F. (Octubre de 2017). Demand Driven MRP "La frontera del conocimiento en gerencia de cadenas de suministro" . Medellín, Colombia.
- Cuadra, R. R. (Febrero de 2017). ESTUDIO DEL DDMRP (DEMAND DRIVEN MATERIALS REQUIREMENT PLANNING) . Valladolid, España.
- David Poveda . (2016). The Demand Driven Planner Program. Medellin, Colombia.
- Gonzalez, S. (s.f.). Simulating DDMRP Results.
- Hietikko, J. (2014). SUPPLY CHAIN INTEGRATION WITH DEMAND DRIVEN MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING SYSTEM . Vaasa, Finlandia.
- INSTITUTE, D. D. (Agosto de 2013). BUFFER DE DEMAND DRIVEN MRP . Medellín, Colombia.
- INSTITUTE, D. D. (2016). Características exclusivas de explicación DDMRP para calcular El ASR Lead La explosión proyectado.
- INSTITUTE, D. D. (2016). The Demand Driven Planner Program. Medellín, Colombia.
- José Miguel Andonegi Martínez, M. C. (2005). EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS ERP: DE LA GESTIÓN DE MATERIALES A LA EMPRESA DIGITAL. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, 61-72.
- Miclo, R. (Diciembre de 2016). Challenging the "Demand Driven MRP" Promises: a Discrete Event Simulation Approach . Toulouse, Francia.

Mora, G. C. (Mayo de 2012). ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA TEORÍA DEL CRECIMIENTO IMPULSADO POR LA DEMANDA REAL. Bogotá, Colombia.

Poveda, D. (2011). Demand Driven MRP. Medellín, Colombia: Flowing Consultoria.

Poveda, D. (Noviembre de 2013). Demand Driven MRP, DDMRP "La frontera del conocimiento en diseño, planeación y ejecución de cadenas de suministro". Medellín, Colombia.

Rubio, D. M. (2018). DISEÑO DE UN MODELO DE ABASTECIMIENTO Y GESTIÓN DEL PERFIL DEL INVENTARIO PARA UNA COMPAÑÍA IMPORTADORA Y COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE AUDIO . Guayaquil, Ecuador.

School, E. B. (Noviembre de 2016). LOS SECRETOS DEL ENFOQUE CUSTOMER-DRIVEN. Barcelona, España.

Smith, C. P. (2016). *Planificación de necesidades de material impulsado por la demanda (DDMRP)*. Connecticut: Industrial Press.

Villamizar, E. (2017). "Demand Driven" Una respuesta a la gestión de la variabilidad en las organizaciones. Bogotá, Colombia.