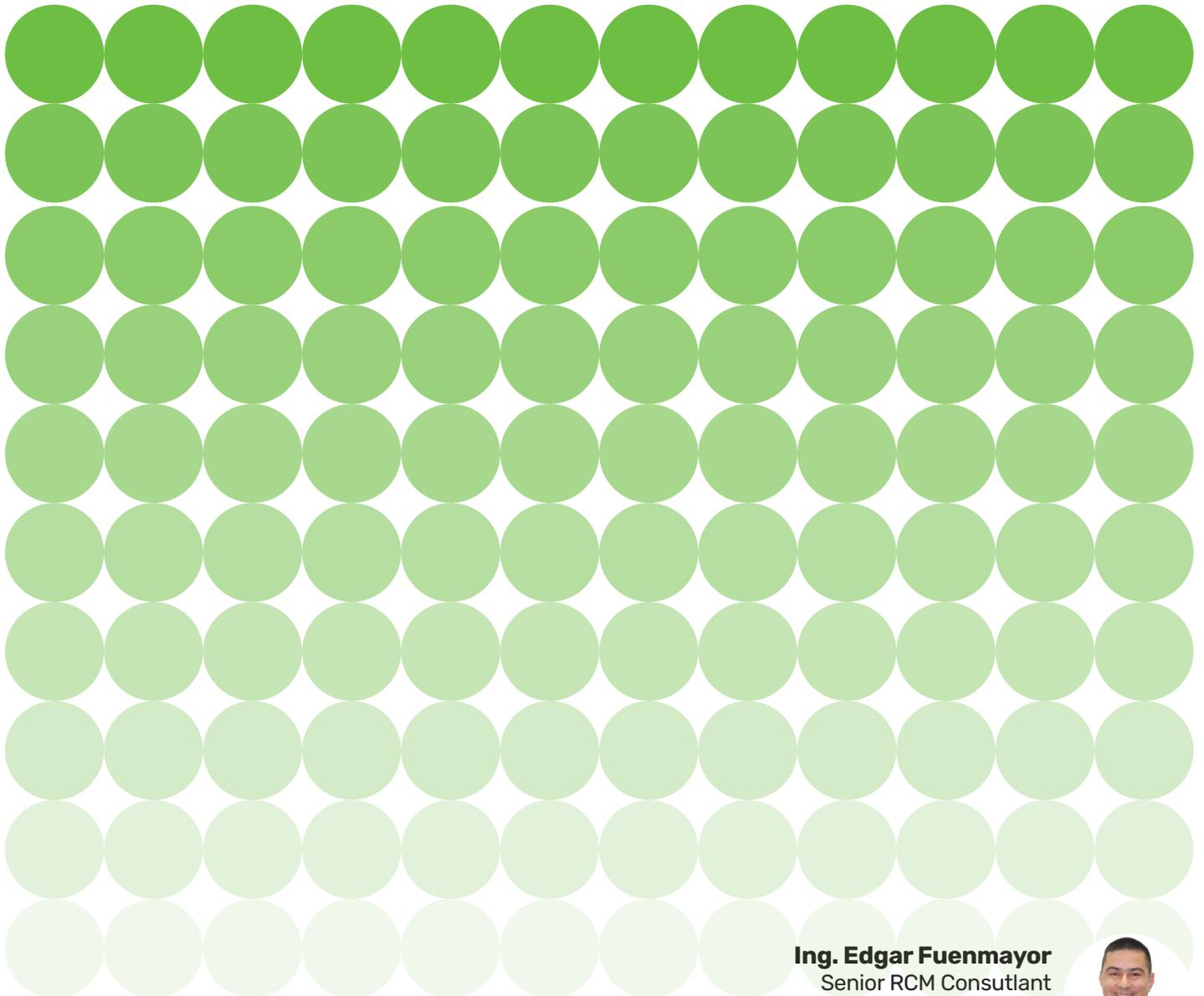


# Calculando la cantidad óptima de repuestos de alta rotación

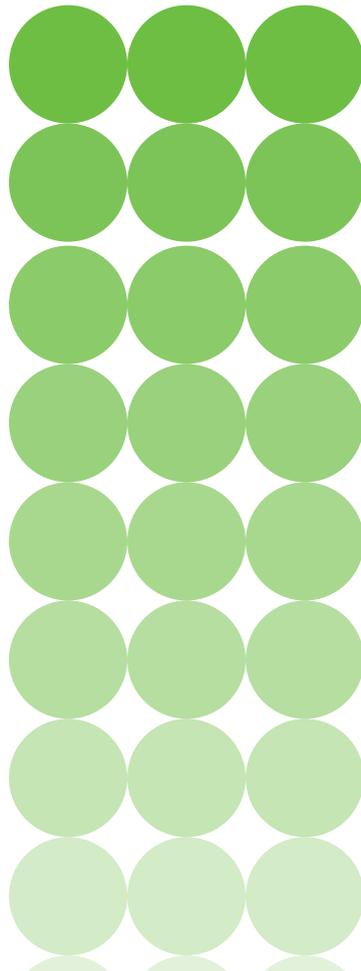
Caso de estudio basado en métodos y normas vigentes



**Ing. Edgar Fuenmayor**  
Senior RCM Consultant  
IME Industry Maintenance Engineering  
edgarfuenmayor1@gmail.com



¿Cuándo se debe pedir? y ¿Cuánto inventario se debe pedir? Si se mantienen inventarios demasiado altos, el costo podría llevar a una empresa a problemas financieros graves. Esto ocurre porque un inventario parado inmoviliza recursos que podrían ser mejor utilizados en funciones más productivas de la organización. Además, el inventario parado tiende a tornarse obsoleto y corre el riesgo de dañarse así como generar costos elevados de mantenimiento en el almacén. Por otro lado, si se mantiene un nivel insuficiente de inventario, podría generar consecuencias muy altas en cuanto a la producción no realizada durante la indisponibilidad del material en el almacén, lo cual genera reducción de ganancias o rentabilidad del negocio. El manejo de inventario ha llegado a la cumbre de los problemas de la administración de empresas debido a que es un componente fundamental de la productividad. La empresa de hoy tiene que ser productiva para sobrevivir y prosperar. En la mayoría de los negocios, los inventarios representan una inversión relativamente alta y producen efectos importantes sobre todas las funciones principales de la empresa, específicamente para el departamento de mantenimiento donde se requiere disponer de los materiales en el momento oportuno tanto para baja rotación como para alta rotación y de esta manera disminuir el lucro cesante debido a la indisponibilidad del repuesto durante el tiempo de reposición. En este artículo se mostrara la matemática utilizada para determinar los parámetros claves de inventario a través de la aplicación de un caso de estudio para un repuesto de un equipo crítico de una planta de proceso.



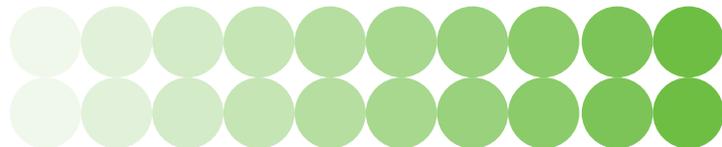
# RESUMEN

## 1.- Introducción

Los inventarios o stocks son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un momento dado. En una primera aproximación estos inventarios pueden ser de los siguientes tipos:

- Inventarios de proceso o de distribución.
- Inventarios cíclicos o de lote.
- Inventarios de seguridad.
- Inventarios especulativos.
- Materias Prima.
- Productos en Proceso.
- Productos Terminados.
- Materiales MRO (Mantenimiento, Reparación y Operaciones).

En la actualidad los inventarios de alta rotación representan un dolor de cabeza importante para cualquier departamento de mantenimiento ya que la indisponibilidad de ellos pudieran afectar de manera considerable la continuidad operacional de cualquier proceso productivo si se solicita y no se tiene disponible en el almacén debido a su criticidad. En muchos almacenes o bodegas de materiales para mantenimiento reposan repuestos de alto costo en estado de obsolescencia debido a que fueron solicitados para garantizar la continuidad operacional si llegase a ocurrir una falla funcional del activo físico y sobreestimaron los niveles de inventarios direccionando los recursos económicos hacia inversiones no rentables para la organización en el caso de repuestos de baja rotación o críticos. Por otro lado la clasificación y la criticidad de los materiales aun en día se lleva a cabo a través de la consulta a un experto de la planta para que sea el quien determine según su experiencia cuanto es el mínimo y el máximo para un determinado repuesto, incurriendo en el error de sobre estimar el pedido o quedar por debajo de lo que realmente se necesita para la maquina o activo físico. Una acertada gestión de inventarios para mantenimiento busca tomar las mejores decisiones para lograr minimizar la inversión en materiales sin correr el riesgo de tener pérdidas económicas originadas por la indisponibilidad de algún repuesto que interrumpa la continuidad de las operaciones. La gestión eficaz del inventario MRO es un reto complejo. Tradicionalmente, esta ha girado en torno a comprar de forma manual y subjetiva o con base en información histórica errónea.



## 2.- Comportamiento típico de los inventarios para mantenimiento

La gestión de los materiales MRO es más complejas que la de los inventarios de materias primas y productos terminados por las siguientes razones. Los inventarios para mantenimiento se comportan de manera muy diferente con respecto a los llamados inventarios convencionales como materia prima, material en proceso o producto terminado en los siguientes aspectos:

- La variedad de artículos.
- La diferencia de la demanda.
- La diferencia en precios.
- La diferencia en criticidad.
- La diferencia en tiempos de entrega.

## 3.- Factores que promueven el exceso de inventario de mantenimiento

- Estimación inicial de mínimos y máximos sin cambios.
- Política de gestión de inventario estacionaria.
- Falta de inversión para adquirir herramientas informáticas.
- Responsabilidades desalineadas.
- El sistema de gestión.
- El numero de almacenes.
- Punto de pedido elevado.
- Tamaño de pedido elevado.
- Desconocimiento de la obsolescencia.
- Variedad y complejidad de los artículos.
- Proyectos y situaciones especiales.
- Requerimientos de operaciones logísticas.

## 4.- Los costos en la gestión de inventarios para mantenimiento

- Costos de Ordenar.
- Costos de Almacenamiento
- Costos de Capital.
- Costos de Espacio de Almacenamiento.
- Costos de Servicios de Inventarios.
- Costos de Riesgo de Inventarios.
- Costos de Faltas de Existencias.

## 5.- Diez errores a evitar en la gestión de inventario para mantenimiento

1. Suponer los Tiempos de Reposición de inventario.
2. Falta de disciplina con la política de inventario.
3. Pensar que la sola estimación del nivel de inventario lo soluciona.
4. Desconocer la clasificación de los artículos.
5. Falta de indicadores para la toma de decisión.
6. Falta de capacitación del personal.
7. Creer tener un muy alto nivel de servicio.
8. Poco empleo de las herramientas tecnológicas.
9. Débil documentación de los procesos.
10. Control de accesos al inventario.

## 6.- Proceso de gestión de inventario

En el siguiente diagrama se muestra como la gestión de inventario parte de la definición de la política de inventario la cual nos lleva a una estrategia de inventario que debe estar alineada con los indicadores del negocio para que pueda ser implementada dicha estrategia y obtener la medición y evaluación del desempeño, y finalmente una revisión y validación por la gerencia lo cual da una retroalimentación a la estrategia de inventario completando de esta manera el ciclo del proceso.

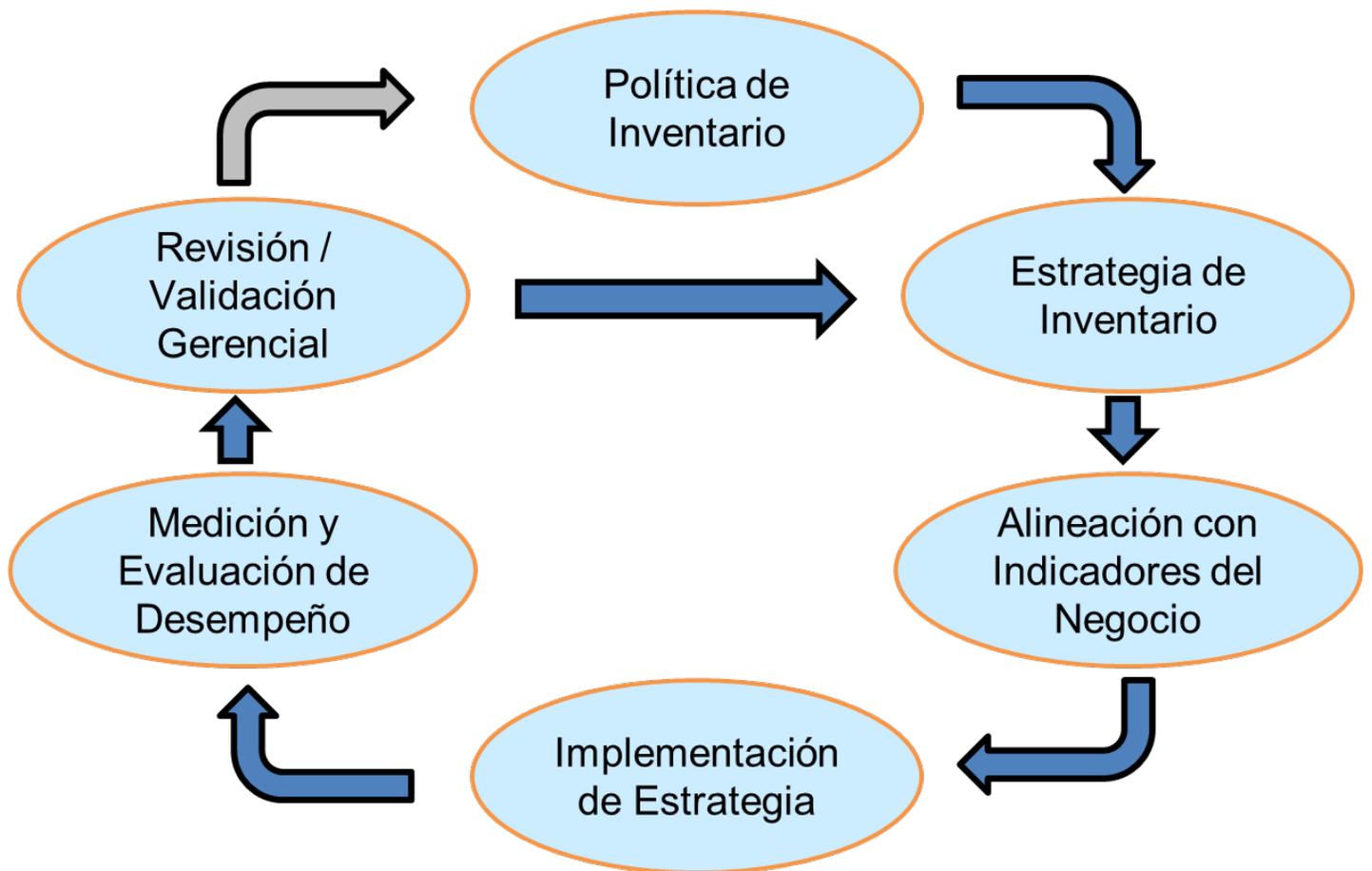


Figura N° 1. Proceso de Gestión de Inventario



## 7.- Políticas de reposición

Las políticas de reposición se refieren a la estrategia adoptada para reponer el nivel de inventario cuando este ha llegado a un nivel mínimo preestablecido o punto de pedido. Existen tres políticas de reposición básicas: 1) Método MIN/MAX 2) Método PP/CP y 3) Intervalo constante/Cantidad variable. En el caso de estudio mostrado en este artículo será utilizada la política de reposición de Punto de Pedido/Cantidad Económica de Pedido para la solución del problema ya que es recomendable para materiales con alta tasa de utilización.

## 8.- Clasificación de materiales para mantenimiento

Los materiales empleados durante la ejecución de las actividades de mantenimiento presentan diferentes características en cuanto a precios, demanda y criticidad, razón por la cual, desde el punto de vista de su administración, no deben ser tratados de igual manera. Si se quiere mejorar la eficiencia de la gestión de los materiales empleados en mantenimiento, la primera tarea que se debe emprender es agruparlos en función de esas características y así darles el tratamiento adecuado para que con la mínima inversión garantizar el nivel de servicio necesario y no correr el riesgo de interrumpir la continuidad de las operaciones. Desde el punto de vista de la tasa de utilización o Demanda se hace una primera clasificación en: Inventarios de artículos activos (Alta Rotación), Inventarios de artículos pasivos (Baja Rotación) e inventarios de materiales de consumo. Existen dos técnicas de clasificación: Clasificación ABC y Clasificación XYZ (Contreras, 2018).

### 8.1.- Clasificación ABC

Es la técnica de clasificación más ampliamente utilizada para clasificar los inventarios y su principal aplicación está en la clasificación de los inventarios con fines comerciales ya que permite determinar los artículos que tienen un alto valor de uso. Si bien es cierto que esta clasificación es de gran utilidad y contribuye a optimizar los inventarios, para los inventarios de mantenimiento no es la técnica prioritaria para clasificar los materiales ya que solo analiza los materiales que tienen demanda durante un periodo determinado, generalmente un año y precisamente en mantenimiento los materiales que tienen mayor impacto sobre el valor del inventario son aquellos que tienen una tasa de utilización o demanda extremadamente baja por lo que no se mueven durante periodos muy largos. El objetivo de esta técnica de clasificación es definir tres categorías de materiales denominadas materiales tipo A, materiales tipo B, y materiales tipo C. Los materiales tipo A son aquellos con el mayor valor de uso, los materiales tipo B son los que tienen un valor de uso intermedio y los materiales tipo C son aquellos

con el valor de uso más bajo. A pesar de lo explicado anteriormente, la técnica no debe ser descartada para clasificar los materiales de mantenimiento ya que se puede encontrar oportunidades para su optimización como reducción de precios; búsqueda de nuevos proveedores; disminución del punto de pedido; y disminución de la cantidad de pedido. (Contreras, 2018)

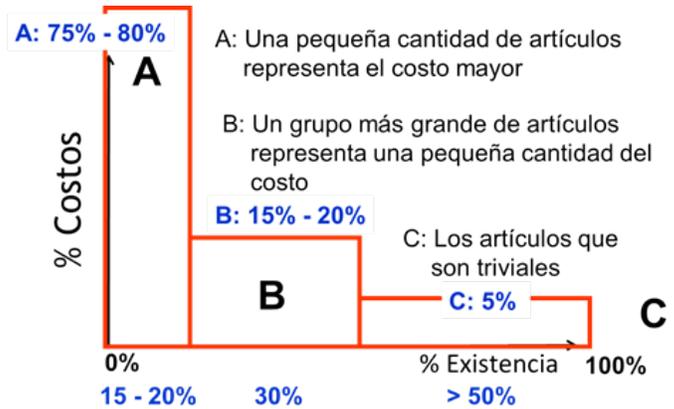


Figura N°2. Clasificación ABC - Pareto

### 8.2.- Clasificación XYZ

Esta técnica permite determinar tres categorías de materiales en función del valor que tienen respecto al valor total del inventario. La categoría X agrupa aquellos materiales cuyo valor representa un alto porcentaje del valor total. Típicamente este grupo está conformado por una pequeña cantidad y variedad de materiales que usualmente ronda entre el 5 y el 10% del total de materiales almacenados pero su valor generalmente supera el 60% del valor total del inventario. La categoría Y representa un valor y una variedad intermedia mientras que la categoría Z agrupa una gran cantidad de materiales, alrededor del 50% de toda la variedad de materiales almacenados, pero con un valor relativamente bajo que puede estar entre el 10% y el 20% del valor total del inventario. A diferencia de la clasificación ABC que se hace para un periodo determinado, generalmente un año, esta clasificación es realizada en cualquier momento y muestra como está distribuido el valor total del inventario en tres categorías denominadas X,Y,Z, cada una de las cuales comprende un porcentaje específico de todos los materiales almacenados. (Contreras, 2018).

## 9.- Analisis de criticidad - Jerarquización de materiales

En toda organización es imprescindible establecer una jerarquía entre los materiales en función del impacto que puede generar en la continuidad operacional la indisponibilidad de un repuesto cuando es necesitado y no está disponible en el almacén. Este impacto está vinculado con las consecuencias de la indisponibilidad y el tiempo de entrega del repuesto en el almacén. Se pueden obtener tres nivel de

criticidad: Alta Criticidad, Media Criticidad y Baja Criticidad. En un almacén típico de materiales para mantenimiento cerca del 10% de los materiales representan alrededor del 90% del valor total de los inventarios (Moncrief, 2006). En muchas organizaciones es evidente la necesidad de emprender un programa para la OPTIMIZACIÓN de sus inventarios y cualquier intento para lograr este objetivo debe comenzar por clasificar los materiales de acuerdo a su criticidad y valor para establecer prioridades en cuanto a los esfuerzos dedicados a la determinación de los parámetros y políticas de inventarios para los distintos materiales existentes en el almacén. (Contreras, 2018). Es de resaltar que las variables importantes para un análisis de criticidad es la indisponibilidad de no tener el repuesto cuando es necesitado en la planta para su continuidad operacional y el tiempo de entrega por el proveedor. Las consecuencias por la indisponibilidad se analiza preguntándose qué sucede si ocurre una falla funcional del elemento y vamos al almacén y no está disponible el repuesto lo que puede resultar en paralizar totalmente la producción, afectar parcialmente la producción o no sucede nada. Es muy común que en muchas organizaciones consideren para el análisis de criticidad como criterio el impacto en la seguridad, ambiente e imagen de la organización criterios no necesarios para este análisis. Cabe destacar, que esta matriz es un modelo que puede ser una representación para algunas empresas pero para otras se debe calibrar a la medida de la organización.

<b>INDISPONIBILIDAD</b>	<b>PARALIZA LA PRODUCCIÓN</b>	<b>MEDIA (2)</b>	<b>ALTA (3)</b>	<b>ALTA (3)</b>
	<b>LA AFECTA PARCIALMENTE</b>	<b>BAJA (1)</b>	<b>MEDIA (2)</b>	<b>ALTA (3)</b>
	<b>NO AFECTA LA PRODUCCIÓN</b>	<b>BAJA (1)</b>	<b>BAJA (1)</b>	<b>MEDIA (2)</b>
		<b>&lt; 10 DÍAS</b>	<b>ENTRE 10 Y 30 DÍAS</b>	<b>&gt; 30 DÍAS</b>
	<b>TIEMPO DE ENTREGA</b>			

Figura N°3. Matriz de Criticidad

Fuente: Gestión y Optimización de Inventarios, José Contreras. 2018.

## 10.- Diferencia entre consumo y tasa de utilización o demanda

El CONSUMO es la cantidad de unidades de un artículo que son retiradas del almacén en un periodo de tiempo dado. En producción es frecuente medir el consumo en unidades por semana, día o incluso horas. Sin embargo en mantenimiento los materiales se mueven más lentamente y es habitual medir el consumo en unidades por mes. Mientras que la TASA DE UTILIZACIÓN O DEMANDA es la cantidad de piezas utilizadas en determinado periodo de tiempo. Los modelos matemáticos para estimar la demanda de un repuesto específico asumen que el patrón de demanda es constante, pero en

realidad no es así, la demanda es variable y en el caso de materiales utilizados en mantenimiento fluctúa de manera considerable. Por otro lado, el concepto de demanda es similar al de consumo, pero a diferencia de este, se refiere a la cantidad de unidades solicitadas y no a las despachadas. Si existe suficiente stock, el consumo es igual a la demanda, ya que cada unidad solicitada es despachada. Si se presenta una ruptura de stock y durante este periodo se requieren materiales, la demanda será superior al consumo. Esta diferencia constituye el Back-log. Normalmente se prefiere calcular los inventarios de seguridad usando la demanda en vez del consumo ya que la demanda representa la necesidades reales del usuario.

## 11.- Tiempo de reposición

El tiempo de reposición es el tiempo comprendido entre la detección de la necesidad de comprar una cierta cantidad de un material y el momento en que este llega físicamente al almacén. El tiempo de reposición puede descomponerse fundamentalmente en dos partes: 1.- El tiempo que transcurre desde la detección de la necesidad de realizar la compra hasta que se emite la orden de compra. 2.- El tiempo que transcurre desde la emisión de la orden de compra hasta la recepción física del material. Este tiempo es muy importante para compras internacionales. El tiempo de entrega o reposición también conocido como "Lead Time", incluye los siguientes componentes:

- Tiempo para notificar que un artículo está por debajo del punto de pedido.
- Tiempo requerido para preparar y distribuir la orden de compra.
- Tiempo para colocar la orden de compra.
- Tiempo para que el proveedor prepare el pedido.
- Tiempo para entregar.
- Tiempo para recibir.
- Tiempo para almacenar y notificar lo recibido.

## 12.- Cálculo del punto de pedido – Punto de re-orden

Se define como el nivel de inventario para el cual se coloca un pedido para asegurar que no exista rotura de stock antes de que el pedido sea recibido y se calcula mediante la siguiente expresión:

<b>Punto de Pedido = Stock Mínimo + Stock de Seguridad</b>
--

Por su parte el stock mínimo se define como el nivel de inventario que podrá satisfacer la demanda durante el tiempo de entrega. Se calcula mediante la expresión:

$$\text{Stock Mínimo} = \text{Tiempo de Entrega Promedio} \times \text{Tasa de Utilización Promedio}$$

Por otra parte el stock de seguridad se calcula con la siguiente expresión matemática la cual está en función de un factor de seguridad (NºDAP) el cual está en función del nivel de confianza deseado. Existen tablas tabuladas para este factor de seguridad o NºDAP (Numero de la Desviación Absoluta Promedio). Para mayor detalle del análisis por favor consultar la bibliografía recomendada.

$$\text{Stock de Seguridad} = \text{Stock Mínimo} \times \frac{\text{Nº DAP} \times \text{Desviación Absoluta Promedio}}{\text{Tasa Promedio de Utilización Mensual}}$$

Es importante destacar que el punto de pedido también depende del stock de seguridad el cual es una cantidad adicional al stock mínimo que sirve de amortiguador a las variaciones de la demanda y su valor debe ser estimado de acuerdo a la criticidad del artículo en relación al nivel de confianza deseado. En la siguiente tabla se muestra como cambia el punto de pedido en relación al factor de seguridad (Z) y el nivel de confianza (NC).

Tabla N°1. Relación del Punto de Pedido con el Factor de Seguridad.

NC	Sm	Z	Desviación	DM	SS	PP
50	2,0	0	1,5	5	0	2,0
80	2,0	1	1,5	5	0,6	2,6
95	2,0	2	1,5	5	1,2	3,2
99	2,0	3	1,5	5	1,8	3,7
99,9	2,0	4	1,5	5	2,4	4,3
99,99	2,0	5	1,5	5	3,0	4,9

### 13.- Significado del nivel de servicio

En gestión de inventarios, el nivel de servicio es uno de los indicadores más importantes, se podría decir que el más importante desde el punto de vista operacional. El nivel de servicio se puede ver desde dos perspectivas, primero como predictor, interpretándose como la probabilidad de disponer de una pieza cuando es solicitada al almacén y en segundo lugar como resultado de la gestión de inventarios que representa la demanda atendida con respecto a la demanda total ver la ecuación (1), por ejemplo, si un artículo tuvo una demanda de 20 unidades en un mes y solo se atendió 18 unidades entonces el nivel de servicio fue de 90% (18/20). El nivel de servicio está relacionado con el nivel de confianza establecido en el stock de seguridad y el punto de pedido. El nivel de servicio representa la probabilidad de disponer del artículo en el almacén cuando es requerido en cualquier momento del año. El nivel de servicio será afectado negativamente si: El nivel de confianza es bajo, El tiempo de entrega es largo, y El número de pedidos es grande. El nivel de servicio será mejorado si se aumenta el stock de seguridad,

disminuye el tiempo de entrega y se realizan pedidos de grandes cantidades. De las tres opciones anteriores, la única que no implica incrementar el nivel de inventario y por lo tanto la mejor alternativa, es la disminución del tiempo de entrega, objetivo que se puede lograr agilizando los procesos administrativos necesarios para el desarrollo del ciclo pedido-entrega. (Contreras, 2018).

### 14.- Cantidad económica de pedido – Formula de Wilson

La cantidad económica de pedido (conocida por sus siglas en inglés como Economic Order Quantity o por la sigla EOQ), es el modelo fundamental para el control de inventarios. El principio del EOQ es simple, y se basa en encontrar el punto en el que los costos por pedir un producto y los costos por mantenerlo en inventario son iguales. La EOQ es la cantidad del pedido de compra para el reabastecimiento que minimiza los costos de inventario totales. El pedido se desencadena cuando el nivel de inventario llega al punto de re-orden. La EOQ se calcula para minimizar una combinación de costos, como el costo de compra (que puede incluir descuentos por volumen), el costo de almacenaje de inventario, el costo de pedido, etc. La optimización de la cantidad de pedido es complementaria a la optimización de las existencias de seguridad, que se centra en encontrar el umbral óptimo para desencadenar la re-orden. A continuación, se muestran los diagramas del modelo de Wilson con stock de seguridad y la gráfica de la combinación de los costos proyectados. En estos diagramas se puede observar que la cantidad económica de pedido es la cantidad de unidades que se deben solicitar una vez se llegue al punto de pedido o re-orden. En este modelo es importante la determinación del tiempo entre pedidos y el número de pedido por año, así como los costos de pedido o colocación y costos de almacenamiento.

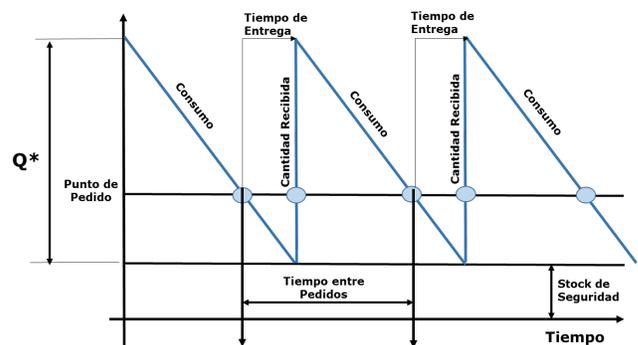


Figura N°4. Diagrama de consumo de un artículo.



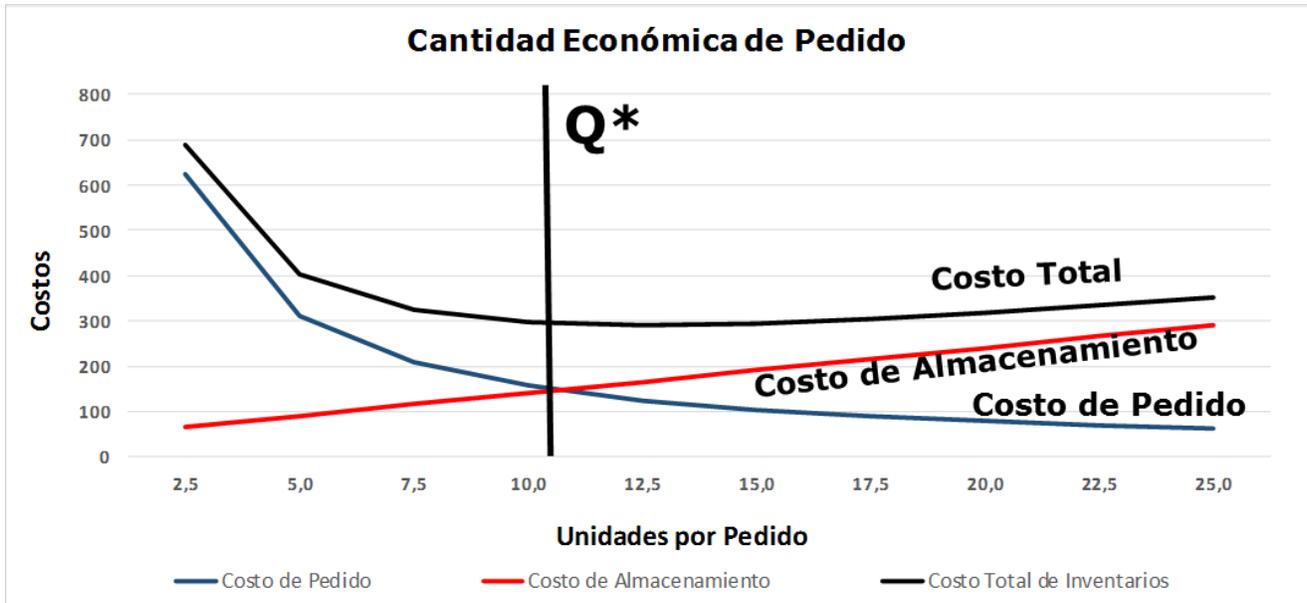


Figura N°5.

Diagrama de costo total de inventario.

A continuación, se muestran las ecuaciones importantes para determinar la cantidad económica de pedido de un artículo.

$$Cp = s \cdot N = \frac{s \cdot D}{Q}$$

$$Ca = g \cdot \left(\frac{Q}{2} + ss\right)$$

$$N = \frac{D}{Q}$$

$$T = \frac{365}{N}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot s \cdot D}{g}}$$

$$\text{Coste inventarios} = Cp + Ca = \frac{s \cdot D}{Q} + g \cdot \frac{Q}{2}$$

### NOMENCLATURA:

Cp = Costo Anual de Pedido  
 s = Costo de Realizar un Pedido  
 N = Numero de Pedido  
 T = Tiempo entre Pedidos  
 D = Demanda Anual  
 Q = Cantidad optima que permite a la empresa minimizar los costos de inventarios  
 SS = Stock de Seguridad  
 g = Costo de Mantener una Unidad en el Almacén  
 Ca = Costo de Almacenamiento  
 CT = Costo Total de Inventario  
 CT = Cp + Ca  
 Q = Cantidad Optima que permite a la empresa minimizar los costos de inventarios



## 15.- Caso de estudio

Una empresa petroquímica tiene instalado en una de sus plantas un repuesto de alto consumo para un equipo crítico con un tiempo de reposición igual a 30 días y la indisponibilidad del repuesto no afecta totalmente la producción del proceso productivo. El repuesto tiene un costo por unidad de 100\$ y el costo de realizar el pedido es 30\$, el costo de mantenimiento en el almacén es 20% del precio de compra. La tasa de utilización o demanda es como se

muestra en la siguiente pantalla de la herramienta computacional ADA-REPUESTOS. La herramienta computacional usada permite conocer la criticidad del repuesto para luego poder determinar los parámetros claves de inventarios tal como se describió a lo largo del artículo. Cabe destacar, que para la solución de este problema la herramienta hace uso de la distribución normal ya que estamos en presencia de un repuesto de alta rotación es decir al menos una pieza es consumida por mes. ¿Determinar los parámetros claves de la gestión de inventarios?

Tabla N°2. Datos de entrada y resultados de la herramienta

DEMANDA MENSUAL				TIEMPO DE REPOSICION	
Enero	<input type="text" value="2"/>	Julio	<input type="text" value="2"/>	Tiempo Administrativo (Días)	<input type="text" value="5"/>
Febrero	<input type="text" value="4"/>	Agosto	<input type="text" value="1"/>	Tiempo del Proveedor (Días)	<input type="text" value="25"/>
Marzo	<input type="text" value="7"/>	Septiembre	<input type="text" value="7"/>	<b>CONSECUENCIAS POR INDISPONIBILIDAD</b>	
Abril	<input type="text" value="3"/>	Octubre	<input type="text" value="8"/>	<b>NO AFECTA LA PRODUCCION</b>	
Mayo	<input type="text" value="5"/>	Noviembre	<input type="text" value="5"/>	<b>CRITICIDAD DEL COMPONENTE</b>	
Junio	<input type="text" value="6"/>	Diciembre	<input type="text" value="2"/>		
Demanda Anual	<input type="text" value="52"/>	Unidades			
Demanda Promedio	<input type="text" value="4"/>	Unidades			
Orden Múltiplo de	<input type="text" value="4"/>	Unidades			
Costo de Realizar un Pedido		<input type="text" value="30"/>	Costo Unitario del Artículo		<input type="text" value="100"/>
Costo de Almacenamiento %		<input type="text" value="20"/>	Costo de Almacenamiento		<input type="text" value="20"/>
RESULTADOS					
Punto de Pedido	<input type="text" value="6,82"/>	Nivel de Confianza (%)	<input type="text" value="90"/>		
Nivel de Servicio (%)	<input type="text" value="96,58"/>	Índice de Rotación de Inventario	<input type="text" value="5"/>		
Cantidad Económica Optima de Pedido	<input type="text" value="12,49"/>	Costo de Pedido	<input type="text" value="124,90"/>		
Numero de Pedido por Año	<input type="text" value="4,16"/>	Costo de Almacenamiento	<input type="text" value="124,90"/>		
Tiempo entre Pedido	<input type="text" value="87,67"/>	Costo Total Anual	<input type="text" value="249,80"/>		



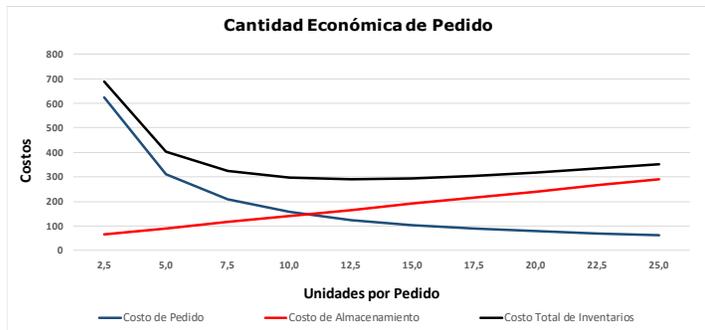


Figura N°7. Grafica de los costos de inventario

En este caso de estudio se puede observar que de acuerdo a la política de reposición empleada el punto de pedido es igual a 6,82 unidades es decir cuando se llegue a 6 o 7 unidades se debe colocar una orden para comprar 12,49 unidades o 12 unidades y de esta manera garantizar la continuidad operativa de la máquina. El nivel de servicio esperado es igual 96,58% y la criticidad del artículo es baja de acuerdo a la indisponibilidad y tiempo de entrega del componente. El número de pedido por año es aproximadamente igual a 4 pedidos. El tiempo de entrega entre pedido es igual 87,67 días aproximadamente igual a 88 días y un costo total igual a 249,80\$. En la gráfica se muestra como los costos de almacenamiento se incrementan con la cantidad de artículos en el almacén mientras los costos de colocación disminuyen.

## 16.- Conclusiones

En este trabajo de investigación se pudo mostrar la importancia de los inventarios de alta rotación o elementos activos ya que en cualquier departamento de mantenimiento es imperativo conocer **¿CUÁNDO PEDIR?** y **¿CUÁNTO PEDIR?** de tal manera de no impactar de manera considerable el proceso productivo. En conclusión, los departamentos de mantenimiento de cualquier organización deberían invertir tiempo y recursos para conocer los parámetros de inventarios y que los mismos puedan ser actualizados de manera constante ya que estos indicadores no son estáticos por el contrario cambian con el desgaste y uso normal de la máquina. Es de resaltar, que nunca se debe preguntar a ningún experto cuáles son los niveles de inventarios necesarios según su experiencia sino cual es el impacto de no disponer del repuesto en el almacén y cuál sería el tiempo medio para la falla del artículo objeto de estudio. Una acertada gestión de inventarios para mantenimiento busca tomar las mejores decisiones para lograr minimizar la inversión en materiales sin correr el riesgo de tener pérdidas económicas originadas por la indisponibilidad de algún repuesto que interrumpa la continuidad de las operaciones. La gestión optimizada de los materiales para mantenimiento debe tener la importancia requerida para garantizar que cuando

ocurre una falla funcional de un activo físico el mismo pueda ser restaurada su función en el menor tiempo posible y con las consecuencias económicas más bajas posibles.

## 17.- Bibliografías

- Ramesh Gulati, "Maintenance and Reliability Best Practices", Third Edition, 2021, Industrial Press, Inc.
- José Contreras Márquez, "Gestión y Optimización de Inventarios para Mantenimiento", Primera Edición, 2018. [www.mantenimientoeficiente.com](http://www.mantenimientoeficiente.com)
- John D. Campbell and James V. Reyes – Picknell, "Uptime", Strategies for Excellence in Maintenance Management, 2016, CRC Press.
- Edgar Fuenmayor, "Tenencia Optima de Repuestos de Baja Rotación", 2013. Revista Confiabilidad Industrial Deposito Legal PP200802AN2035.
- Carlos Parra y José Contreras Márquez, "Priorización de Repuestos por Criticidad y Valor Económico", 2013, IngeCon.
- Slater Phillip, "Smart Inventory Solution. Improving the Management of Engineering Materials and Spare Parts". 2010. Industrial Press Inc.
- Eugene Moncrief, Schroder Ronald, Michael Reynolds, "Optimizing the MRO Inventory Asset Production Spare Parts". 2006. Industry Press Inc.
- Brown Michael, "Managing Maintenance Storerooms". 2004. Audel. Wiley Publishing Inc.
- Richard Macinnes, Stephen Pearce, "Strategic MRO", 2003, Productivity Press.
- John Woodhouse, "Managing Industrial Risk, Getting value for money in your business", London 1993, Chapman & Hall.
- Ángel Díaz Matalobos, "Gerencia de Inventario en Mantenimiento", Primera Edición, 1991, Ediciones IESA.

