

## MODELO DEL LOTE ECONOMICO, COSTOS MINIMOS EN LA GESTION DE REPUESTOS

Cuando analizamos las pérdidas que se producen en toda la cadena de la Gestión de Mantenimiento, sin lugar a dudas un gran porcentaje de ellas se debe a una pobre gestión de repuestos. La problemática se puede traducir en dos variables, claramente identificables, para cada uno de los repuestos que se deben comprar: que cantidad debo solicitar por cada pedido de compra (CUANTO) y en que momento debo realizar el pedido de compra (CUANDO). Si estas variables no se manejan eficientemente puede ocurrir un aumento de los Costos Totales de Gestión y/o la faltante de repuestos en el momento en que se lo necesita (Ruptura del Stock).

En el siguiente artículo podremos ver que realizando simples cálculos se puede optimizar la gestión de repuestos, bajo las premisas del Modelo del Lote Económico.

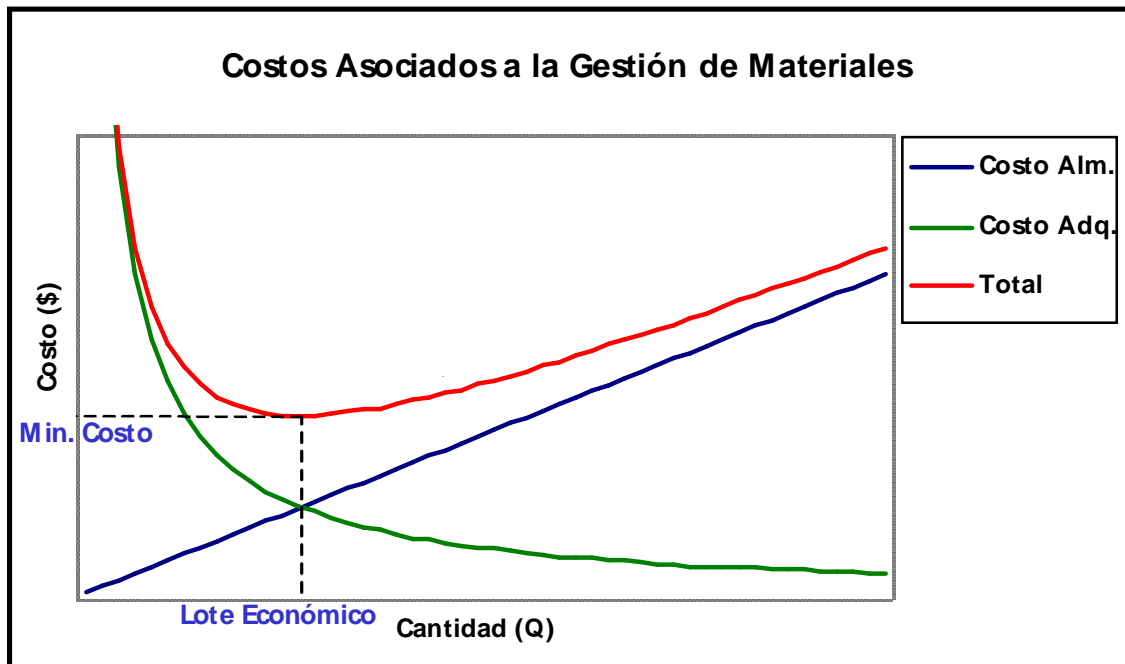
### Costos Totales de Gestión

Si analizamos los Costos Totales de Gestión de Stock, observaremos que pueden dividirse en dos grandes grupos: Costos de Adquisición y Costos de Almacenamiento.

El Costo de Adquisición se refiere a los costos asociados a la generación del Pedido de Compras (horas de administración, teléfono, correo, carga, transporte, etc.)

El Costo de Almacenamiento está asociado la tenencia del ítem almacenado (seguros, capital inmovilizado, depreciación, gastos de almacenamiento como alquileres del depósito, vigilancia, electricidad, etc.)

Si hacemos un análisis de cómo varían estos costos en función de la cantidad solicitada por cada Pedido de Compras, tendremos el siguiente resultado:



En consecuencia, podemos decir que el Lote Económico es “la cantidad a solicitar por cada pedido de compras que generarán los mínimos costos totales de gestión”. Cabe aclarar que existe un Lote Económico para cada ítem que esté asignado al inventario, con lo cual el cálculo del mismo se debe realizar para cada uno de ellos.

### Implementación del Sistema

Dado que cualquier almacén de repuestos posee miles de ítems inventariados, es necesario realizar una clasificación de los mismos para decidir por cual de ellos comenzar a trabajar. Tomando como criterios el costo del ítem y la demanda del mismo a lo largo de un período determinado (no menor a un año), se puede calcular una “Demanda Valorizada” ( $D_v$ ) de la siguiente forma:

$$D_v = d \cdot v$$

*d*: Cantidad consumida del ítem en un período determinado [unidad]

*v*: Costo unitario del ítem[\$/unidad]

Luego, si ordenamos los ítems por  $D_v$  de mayor a menor y utilizando el principio de Pareto, se podrá observar casi con seguridad que el 80% del Total de Demanda Valorizada ( $\sum D_v$ ) está distribuido entre un 15% y 25% de los ítems del inventario. Dicho en otras palabras, entre un 15% y 25% de los ítems del almacén representan el 80% del Total de Demanda Valorizada. Estos ítems son los que debemos priorizar para comenzar a realizar el cálculo del Lote Económico y el Punto de Pedido.

### Cálculo del Lote Económico y Punto de Pedido según Modelo Probabilístico

Los cálculos que se detallarán a continuación corresponden al Modelo Probabilístico, dado que existen otros modelos de Lote Económico que se adaptan a diferentes condiciones como el tipo de demanda, variabilidad de los costos por cantidad, etc. En otros artículos se detallarán los demás modelos.

El Lote Económico (EOQ) correspondiente a cada ítem se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot K}{b \cdot t}}$$

Donde:

*EOQ: Cantidad de unidades a solicitar por cada pedido de compras [unidad]*

*D: Demanda anual del ítem [unidad/año]*

*K: Costo de emisión de un Pedido de Compras [\$]*

*b: Costo unitario del ítem (\$/unidad)*

*t: Costo de almacenar una unidad monetaria por un años [%/año]*

El EOQ corresponderá a la cantidad fija a solicitar en cada pedido de compras para el ítem en cuestión

Ahora bien, para calcular el Punto de Pedido (PP), de manera de conocer el momento óptimo para emitir el pedido de compras sin generar un sobre-stock ni la ruptura del mismo, aplicamos la siguiente fórmula:

$$PP = (ED \cdot PA) + (Z_{SC} \cdot \sqrt{PA} \cdot \sigma d)$$

Donde:

*PP*: Nivel que se debe tener en el stock para emitir el nuevo pedido de compras [unidad]

*ED*: Valor esperado de la demanda (promedio de los consumos mensuales) [unidad/mes]

*PA*: Valor esperado del plazo de aprovisionamiento (promedio anual) [mes]

*Z<sub>SC</sub>*: Nivel de Servicio al Cliente. Coeficiente asociado a la probabilidad de no romper el stock durante el plazo de aprovisionamiento, según el siguiente detalle:

$$1,65 = 95\%$$

$$1,96 = 97,5\%$$

$$2,33 = 99\%$$

$$2,58 = 99,5\%$$

*σd*: Desvío Estándar de la demanda [unidad/mes]

Si analizamos la formula anterior , podemos deducir que:

$$Z_{SC} \cdot \sqrt{PA} \cdot \sigma d$$

corresponde al Stock de Seguridad. En otras palabras, es una cantidad que nos sirve de resguardo ante cualquier variabilidad de consumo y que se basa en los datos históricos de la demanda.

A continuación se detalla un ejemplo real de los cálculos antes mencionados:

## GESTION DE STOCKS MODELO DEL LOTE ECONOMICO (EOQ)

ITEM		1000014213 DILUYENTE, VIDEO JET , 16-8425Q, X 0,95 L	
Tasa de tenencia (t)	25%	% / año	
Costo del Pedido de Compra (K)	85	\$	
Demanda anual del ítem (D)	241	unidad / año	
Costo unitario del ítem (b)	85,70	\$ / unidad	
	27		
<b>Lote Económico (EOQ)</b>	<b>44</b>	<b>unidades</b>	
Valor esperado del Plazo Aprov. (PA)	0,52	mes	
Valor esperado Demanda (E[D])	20	unidad / mes	
Nivel de servicio al cliente (Zsc)	1,65		
Desvío Estándar Demanda (sd)	6,14	unidad / mes	
<b>Punto de pedido (PP)</b>	<b>18</b>	<b>unidades</b>	
Stock de seguridad (SS)	8	unidades	
Cantidad de P.C. Anuales	5	P.C. / año	
Stock Máximo	62	unidades	
Stock Mínimo	18	unidades	

Consumos	
Jun-03	17
Jul-03	19
Ago-03	12
Sep-03	20
Oct-03	18
Nov-03	20
Dic-03	12
Ene-04	22
Feb-04	18
Mar-04	32
Abr-04	31
May-04	20
<b>Total</b>	<b>241</b>

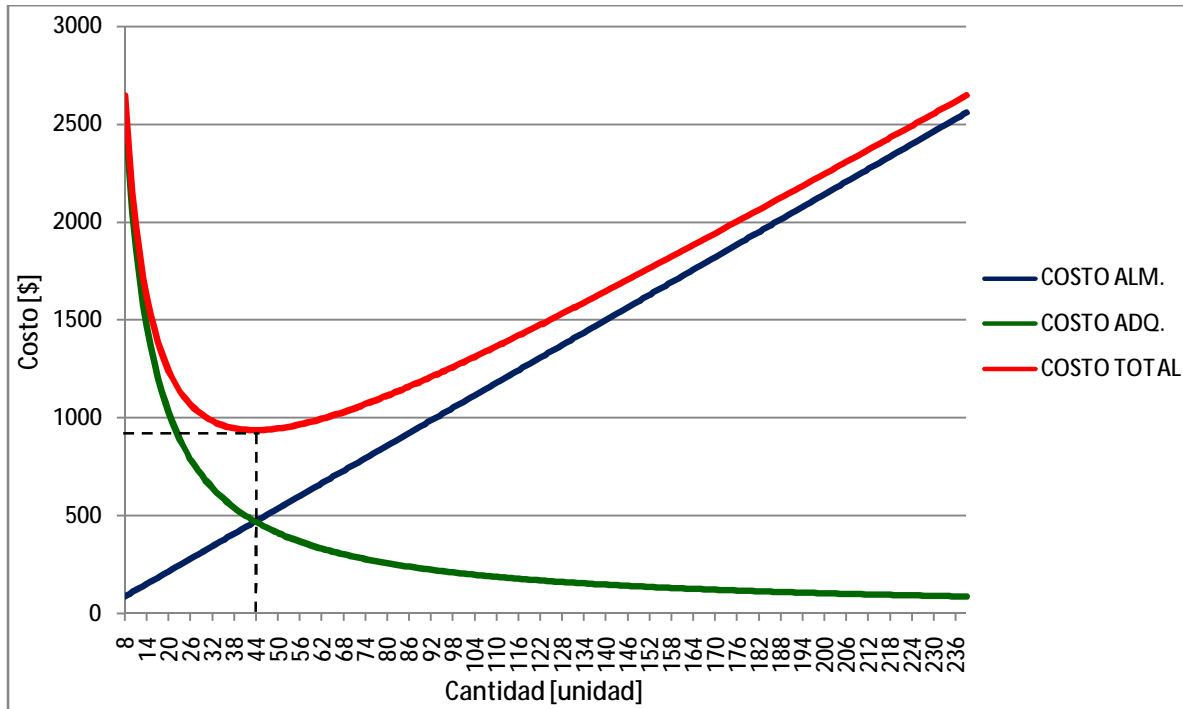
Plazo de Aprovechamiento	
Plazo N°1	11
Plazo N°2	15
Plazo N°3	15
Plazo N°4	13
Plazo N°5	20
Plazo N°6	19
Plazo N°7	
Plazo N°8	
Plazo N°9	
Plazo N°10	
Plazo N°11	
Plazo N°12	
<b>Promedio</b>	<b>16</b> días

Como se puede observar, el Lote Económico en este caso es de 44 unidades, las cuales deben ser solicitadas cuando el Stock llegue a 18 unidades (Punto de Pedido).

Esto se traduce en aproximadamente 5 pedidos de compra anuales, teniendo siempre un Stock de Seguridad de 8 unidades.

Está claro que cualquier cambio en las variables de cálculo (demanda, plazo de aprovisionamiento, costo del pedido, costo del ítem, etc.) generará resultados diferentes, por lo cual deben realizarse revisiones periódicas de del sistema para asegurar que la cantidad solicitada y el punto de pedido sigan siendo los óptimos.

Veamos las curvas de costos del ejemplo presentado:



Como se puede apreciar, al solicitar 44 unidades el Costo Total de Gestión es el mínimo, garantizando que esa cantidad se corresponde con el Lote Económico.

El Costo de Almacenamiento se calcula de la siguiente manera:

$$C_{alm} = b \cdot t \cdot \frac{Q}{2}$$

Donde:

$C_{alm}$ : Costo de Almacenamiento [\$]

$b$ : Costo unitario del ítem (\$/unidad)

$t$ : Costo de almacenar una unidad monetaria por un años [%/año]

$Q$ : Cantidad solicitada en el pedido de compras [unidad]

El Costo de Adquisición se calcula de la siguiente manera:

$$C_{adq} = \frac{D}{Q} \cdot K$$

Donde:

*C<sub>adq</sub>*: Costo de Adquisición [\\$]

*D*: Demanda anual del ítem [unidad/año]

*K*: Costo de emisión de un Pedido de Compras [\\$]

*Q*: Cantidad solicitada en el pedido de compras [unidad]

Si sumamos ambos costos, nos da como resultado el Costo Total:

$$C = b \cdot t \cdot \frac{Q}{2} + \frac{D}{Q} \cdot K$$

que al derivar e igualar a cero se obtiene:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot K}{b \cdot t}} = EOQ$$

Utilice este modelo, haga los cálculos y compruebe que esta sencilla herramienta le devolverá excelentes resultados en la gestión de su inventario.

---

Nicolás Garrido es Ingeniero Industrial, Facilitador TPM y Analista de Vibraciones Nivel III. Lideró durante diez años la Gestión de Mantenimiento Predictivo y se desarrolló en cuatro pilares del Programa de TPM en Unilever de Argentina S.A., auditado por el JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas).

Actualmente se desempeña como Coordinador de Proyecto en ID Ingeniería de Venezuela.