



INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

CURSO DE FORMACIÓN

# Gestión de KPI de Mantenimiento

## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal

#### **BACKLOG**

El índice clave para el manejo de la carga de trabajo en mantenimiento.

Una de las excusas que comúnmente escuchamos como razón por la cual las organizaciones de mantenimiento no pasan de un ambiente reactivo a uno planificado es el agobiante trabajo que tiene su personal día a día.

Backlog en ingles significa “Acumulación de trabajo no completado”, y es la más clara definición de lo que significa este término en el ámbito de la planificación y programación de mantenimiento.

El Backlog no es más que el trabajo que ha sido planificado pero que no se ha programado, el trabajo planificado y programado pero que no se ha ejecutado o aquel que se ha iniciado, pero no se ha completado. .





## 04. Indicadores de Mantenimiento

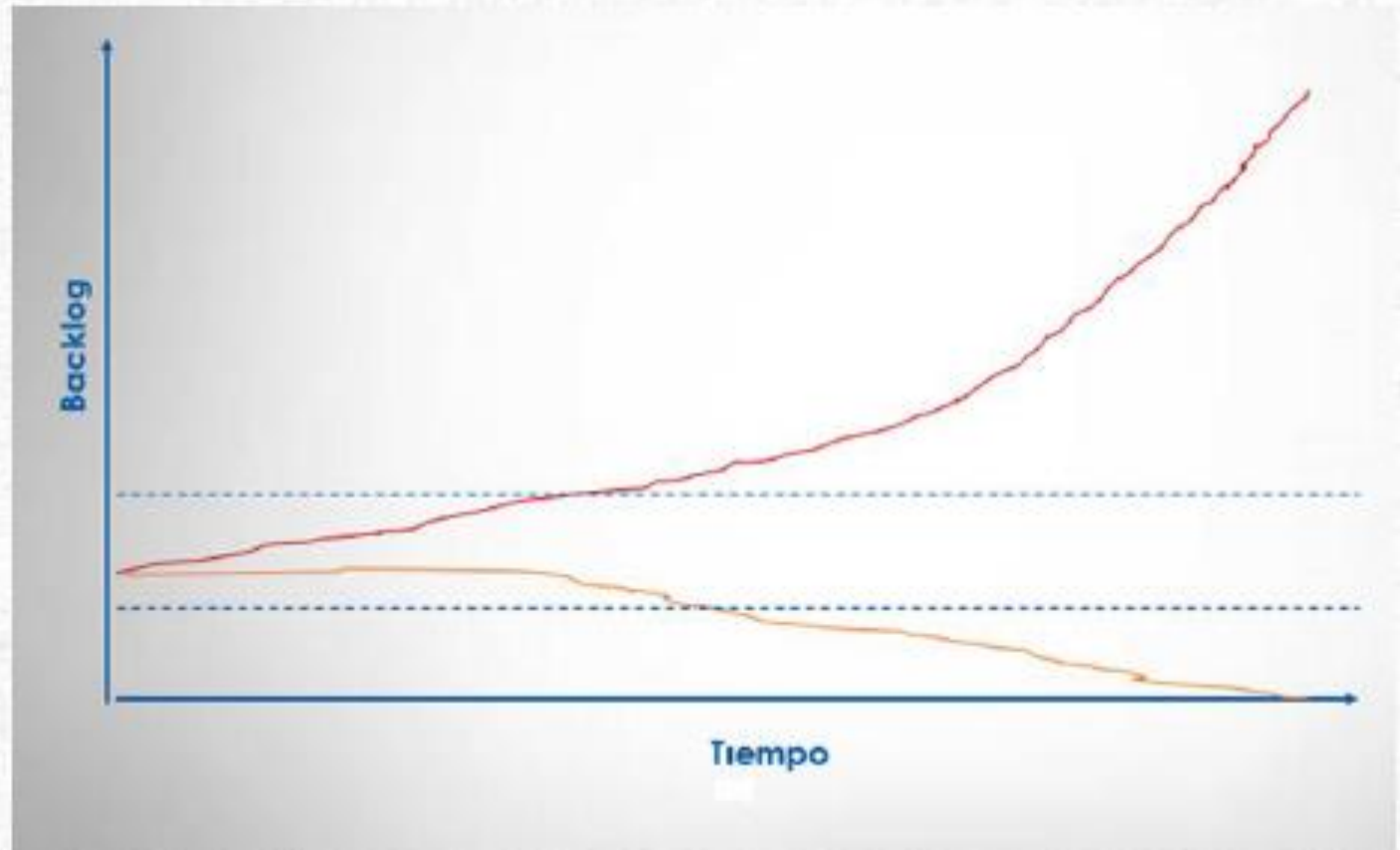
### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal

#### BACKLOG

$$\text{BACKLOG} = \frac{\text{Horas-Hombre necesarias para ejecutar los trabajos pendientes}}{\text{Horas por semana} \times \text{Nº de trabajadores disponibles}}$$

Es recomendable hacer el cálculo de Backlog por especialidad y áreas de trabajo, para representarlos gráficamente y tener una mejor visualización, análisis y control.

Depende de cada empresa, mundialmente es aceptado entre 2 y 4 semanas.





## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal **BACKLOG**

#### **Análisis del Backlog**

**Mantenimiento tiene más trabajo del que puede manejar bajo las condiciones actuales.**

**Backlog Optimo:  
2 a 4 Semanas.**

**No hay suficiente trabajo disponible para elaborar una buena programación.**



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal BACKLOG

#### Análisis del Backlog

**Mantenimiento tiene más trabajo del que puede manejar bajo las condiciones actuales.**

Backlog Optimo:  
2 a 4 Semanas.

No hay suficiente trabajo disponible para elaborar una buena programación.

- Poco personal.
- Falta de control.
- Presupuesto bajo.
- Baja capacitación.
- Falta de programación.
- Poco o nula herramienta.
- Desmotivación del personal.
- Escasa cantidad de repuestos.



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal BACKLOG

#### Análisis del Backlog

Mantenimiento tiene más trabajo del que puede manejar bajo las condiciones actuales.

Backlog Optimo:  
2 a 4 Semanas.

**No hay suficiente trabajo disponible para elaborar una buena programación.**

- Falta de control.
- Baja capacitación.
- Demasiado personal.
- Falta de programación.
- Exceso de trabajo contratado.



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal

#### **BACKLOG: EJEMPLOS**

Asumamos que nuestra fuerza laboral es de 50 técnicos de mantenimiento y que el tiempo disponible a la semana es de 40 Horas (5 días x 8 Horas = 40), es decir, tenemos una capacidad laboral bruta de 2 000 HH/semana. Supongamos también que tenemos 500 OT en backlog que acumulan un tiempo estimado de ejecución de 4 000 HH.

Entonces el backlog será:

$$\text{Backlog} = (4000 \text{ HH}) / (2000 \text{ HH/semana}) = 2 \text{ semanas}$$

En pocas palabras, significa que se necesitan dos semanas de trabajo para poder ejecutar y completar las 500 OT atrasadas, con una fuerza de trabajo de 50 técnicos de mantenimiento en condiciones estándar.



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal

#### BACKLOG: EJEMPLOS

Especialidad	#Técnicos
Mec.	6
Elec.	3
Sold.	1

hs Sem	48	hs
Ausentismo	0.4	hs / día
Reuniones	1	hs / día
Refrigerio	1	hs.técnico / día
MP	10 9	HH mec / día HH elec / día

710 HH pendientes en 150 OTs			
Pendientes	HH Mec.	HH Elec.	HH Sold.
	320	210	180
hs / día	8	8	8
Total HH	48	24	8
Ausentismo HH	2.4	1.2	0.4
Reuniones HH	6	3	1
Refrigerio HH	6	3	1
MP HH	10	9	-
HH Disponible	23.6	7.8	5.6
Días	13.6	26.9	32.1
Semanas	2.27	4.48	5.35
TOTAL Semanas	12.1		



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal

#### BACKLOG

#### CASO A

En una empresa de servicios de mantenimiento, el planner entrega la información mensual para el cálculo del backlog al analista de confiabilidad.

El analista realiza el cálculo y encuentra los valores del Backlog, con la expresión:

$$\text{Backlog (Listo)} = \frac{\text{Trabajo Listo}}{\text{Capacidad de personal disponible}} \text{ (semanas)}$$

Con la información recibida de planeamiento el valor del cálculo para este indicador nunca superaba la unidad, variaba entre 2 y 2.1 semanas.

Es decir el valor del backlog para este servicio de mantenimiento era lo mejor. Duda de este valor, puesto que otro indicador que es el cumplimiento de los trabajos programados en horas no superaba el 50% en promedio para un mejor valor en su clase de 90%. Entonces, cómo entender que por un lado el backlog indicara que, la cantidad de trabajo programado para su ejecución fuera tan baja y el indicador de trabajo programado presentara tan bajo cumplimiento.



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal

#### BACKLOG

#### CASO A

El siguiente paso fue revisar la definición de backlog y encontrar que para la SMRP habían ahora dos tipos de Backlog: el Backlog Listo (Ready) y el Backlog Planeado (Planned). De ambas, el Backlog listo es el que se corresponde con la definición “clásica” de Backlog. La definición del Backlog listo es como sigue:

“Trabajo que ha sido preparado para ejecución, es decir, el planeamiento necesario ha sido completado, los materiales procurados y los requerimientos de personal han sido estimados”.

De esta definición se desprende que el Backlog no es solo el trabajo atrasado de la semana anterior que no se completó por falta de recursos de horas-hombre sino también el trabajo que está programado para la semana que inicia. Adicionalmente, la información sobre el trabajo programado no ejecutado (atrasado) el planner lo limitaba al del último mes. Finalmente los trabajos eran computados sobre las horas cronológicas de la orden de trabajo (OT) y no las horas hombre del personal involucrado. Estas tres distorsiones o si queremos llamarlas “no conformidades” producían los errores en el cálculo del Backlog, que resultaba en valores bajos, que no se correspondían con la realidad del trabajo de mantenimiento.



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal **BACKLOG**

#### **CASO A**

RESULTADO: Hechas las correcciones, el valor del backlog pasó a estar en el orden de las 5 semanas, un valor acorde con el estado de la programación de los trabajos en este servicio.

En resumen, los errores en el cálculo del backlog en este caso fueron:

- No inclusión de las horas programadas de la semana presente.
- Limitar las horas programadas no ejecutadas al último mes precedente.
- Usar horas cronológicas de la OT en lugar de las horas hombre de las OT.
- Desconocimiento en las definiciones y elementos del cálculo del Backlog.



## 04. Indicadores de Mantenimiento



### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal

#### BACKLOG

##### CASO B

Otro caso de Backlog, igualmente dentro de un servicio de mantenimiento tercerizado. Esta vez el valor de Backlog era alto en el orden de las 5 a 7 semanas. Esto motivaba el reclamo del cliente a la empresa contratista del servicio de mantenimiento. Este atraso en el cumplimiento de los trabajos, reflejado en el Backlog, implicaba que la contratista del servicio debiera proveer mayor cantidad de personal para ejecutar los trabajos del Backlog a su costo.

Según estaba establecido en el contrato del servicio, las órdenes de trabajo son planeadas por el personal del cliente y enviadas al contratista para programación. Procedieron a revisar la condición de las OT enviadas para programar y se constató que estas OT distaban mucho de ser un trabajo planeado. Un trabajo planeado es definido por la SMRP como:

“Trabajo en el cual todas las labores, materiales, herramientas, consideraciones de seguridad y coordinación con el responsable del activo han sido estimadas y comunicadas antes del inicio del trabajo”.



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal

#### **BACKLOG**

#### **CASO B**

La revisión de las OT recibidas para programar mostraba un alto porcentaje de ellas sin incluir materiales, otras incluyendo materiales no requeridos, o incluyendo materiales sin stock en almacén. Las horas planeadas estimadas para los trabajos estaban subestimadas. Es decir, se enviaban a programación órdenes que no habían sido integralmente planeadas contradiciendo la definición de trabajo planeado. Esto simplemente conducía a que estas OT ya estuvieran destinadas a formar parte de Backlog desde el momento en que fueron recibidas por Programación.

Adicionalmente, debido a la deficiente información de las horas estimadas para las OT, se usaba un extraño algoritmo adhoc que multiplicaba el número de OT en el Backlog por unas horas-hombre promedio estimadas por especialidad.

**RESULTADO:** Los errores del cálculo del backlog en este caso fueron:

Planeamiento no conforme de las órdenes de trabajo enviadas a programación.

No uso de las horas hombre estimadas en las órdenes de trabajo, sino de una equivalencia arbitraria.



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Indicadores para evaluar la Gestión Semanal **BACKLOG**

#### **RECOMENDACIONES**

Todo trabajo que se realice debe estar amparado en una orden de trabajo.

Organizar adecuadamente el backlog por sistema o criticidad para facilitar la programación de tareas.

Generar indicadores de control. Hay varios tipos recomendados dependiendo del tipo de negocio o industria en la que se esté trabajando: Cantidad y comportamiento del backlog.

Comportamiento del backlog por categoría (repuesto, mano de obra, etc.).

Comportamiento del backlog por sistema.

Edad del backlog (en días).

Backlog por prioridad.

Backlog mayor a 30 días, mayor a 90 días.



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Importancia de la interrelación entre Indicadores

Generalmente se requiere más de un indicador para mostrar tendencias o interrelaciones entre indicadores.

Veamos un ejemplo...

Un Gerente de Operaciones solicita al Gerente de Mantenimiento un reporte sobre la eficacia de los esfuerzos de mantenimiento para reducir las emergencias.

El Gerente de Mantenimiento envía un correo con los siguientes datos:

<u>% Emergencias (Horas-Hombre)</u>	
<b>Febrero 2020</b>	<b>14 %</b>
<b>Marzo 2020</b>	<b>11 %</b>

Concluye su correo indicando que los resultados muestran que se va por buen camino.



## 04. Indicadores de Mantenimiento

### Importancia de la interrelación entre Indicadores

El Gerente de Operaciones solicita complementar los datos con el % de sobretiempo.

El Gerente de Mantenimiento responde, enviando lo siguiente:

	% Emergencias (Horas-Hombre)	% Sobretiempo (Horas-Hombre)
<b>Febrero 2020</b>	<b>14 %</b>	<b>12 %</b>
<b>Marzo 2020</b>	<b>11 %</b>	<b>32 %</b>

Finalmente el GO pide mayor detalle de los KPI, teniendo como respuesta lo siguiente (de parte del Gerente de Mantto):

	% Emergencias (Horas-Hombre)	% Sobretiempo (Horas-Hombre)
<b>Febrero 2020</b>	$\% E = \frac{HE}{HE + HMP} = \frac{500}{500 + 3000} = 14 \%$	$\% ST = \frac{HST}{HST + HN} = \frac{420}{420 + 3080} = 12 \%$
<b>Marzo 2020</b>	$\% E = \frac{HE}{HE + HMP} = \frac{500}{500 + 4000} = 11 \%$	$\% ST = \frac{HST}{HST + HN} = \frac{1420}{1420 + 3080} = 32 \%$

HE=Horas de Emergencias  
HMP=Horas de Mantenimiento Planificado  
HST=Horas de Sobretiempo  
HN=Horas Normales



# Inventarios MRO

Son las piezas y materiales comprados por una empresa para conformar adecuadamente el inventario de existencias que brindará apoyo a sus necesidades de funcionamiento interno.

El mundo de la contabilidad considera MRO como “material indirecto”, mientras que el “material directo” es todo aquel que forma parte del producto terminado. En esencia, inventarios MRO se refiere efectivamente a la gestión de piezas de repuesto para los equipos críticos de producción, instalaciones y equipos de transporte de los que las empresas dependen diariamente. El reto es mantener en almacén suficiente material para lograr altos niveles de disponibilidad.





# ¿Cómo optimizar los inventarios MRO?



Minimizando su  
valor sin poner en  
riesgo la continuidad  
operacional.





## Costos involucrados





# Inventarios MRO

¿Cuáles son las principales diferencias entre la gestión de inventarios para mantenimiento y otros inventarios?

- La variedad de artículos.
- La demanda.
- Los precios.
- La criticidad.

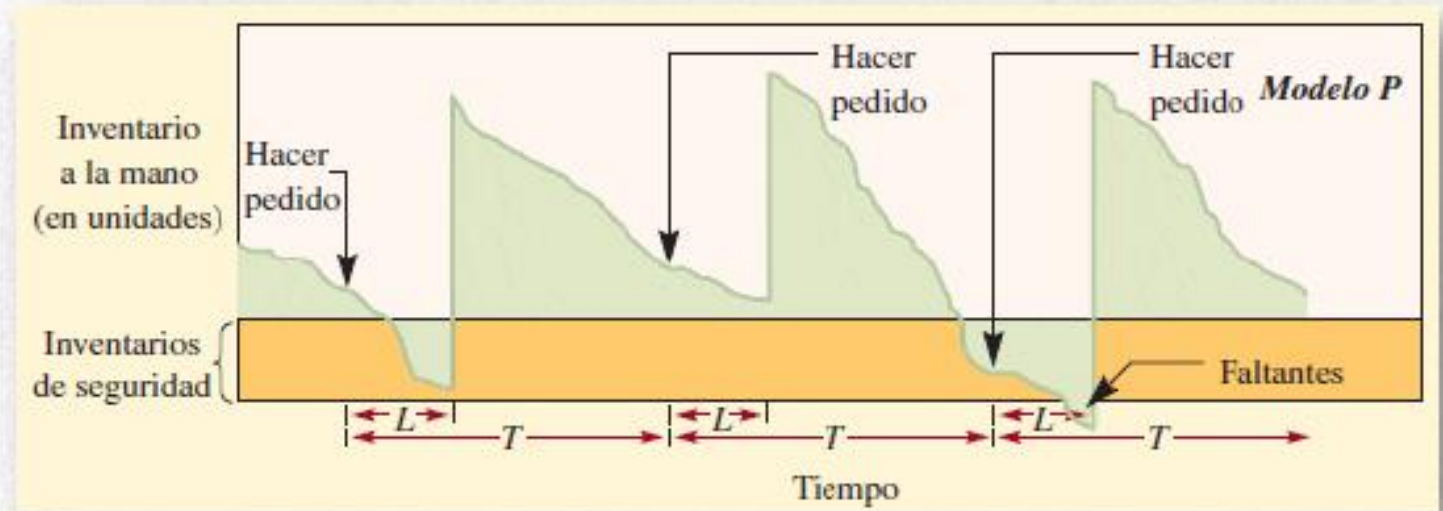




# Inventarios MRO

¿Cuáles son las etapas para optimizar el nivel de inventarios de mantenimiento en cualquier empresa?

1. Clasificar los materiales.
2. Desincorporar materiales obsoletos.
3. Determinar tasa de utilización.
4. Calcular el punto de pedido.
5. Calcular la cantidad de pedido.
6. Implementar acciones.





# Inventarios MRO

¿Cómo clasificar los materiales en el inventario?

1. **Técnica XYZ:**  
Clasificación por valor en existencia.
2. **Método CRITICIDAD-VALOR:**  
Combinación de criticidad y valor.
3. **Técnica ABC:**  
Clasificación por valor de rotación.





# Método CRITICIDAD - VALOR

CRITICIDAD	
3	Alta
2	Media
1	Baja

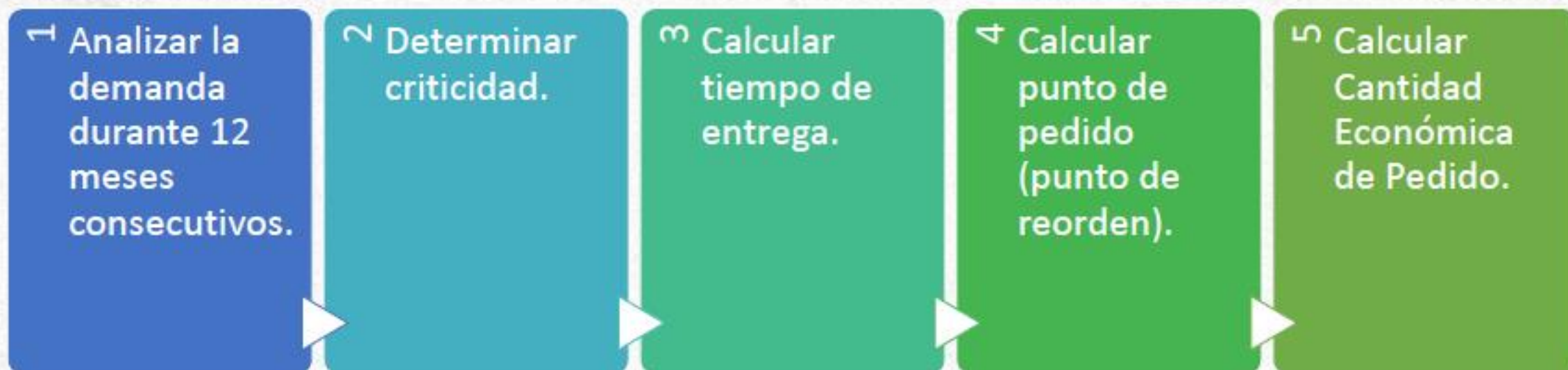
VALOR	
X	Alta
Y	Media
Z	Baja

Código Criticidad-Valor	%Variedad	%Valor
3X	2.1	52.5
3Y	11.5	4.1
3Z	32.3	0.5
2X	2.6	23.1
2Y	10.3	6.5
2Z	24.5	2.5
1X	0.3	1.9
1Y	4.2	5.3
1Z	12.2	3.6



# Pasos para Optimizar el Inventario

De MATERIALES DE ALTA ROTACIÓN:

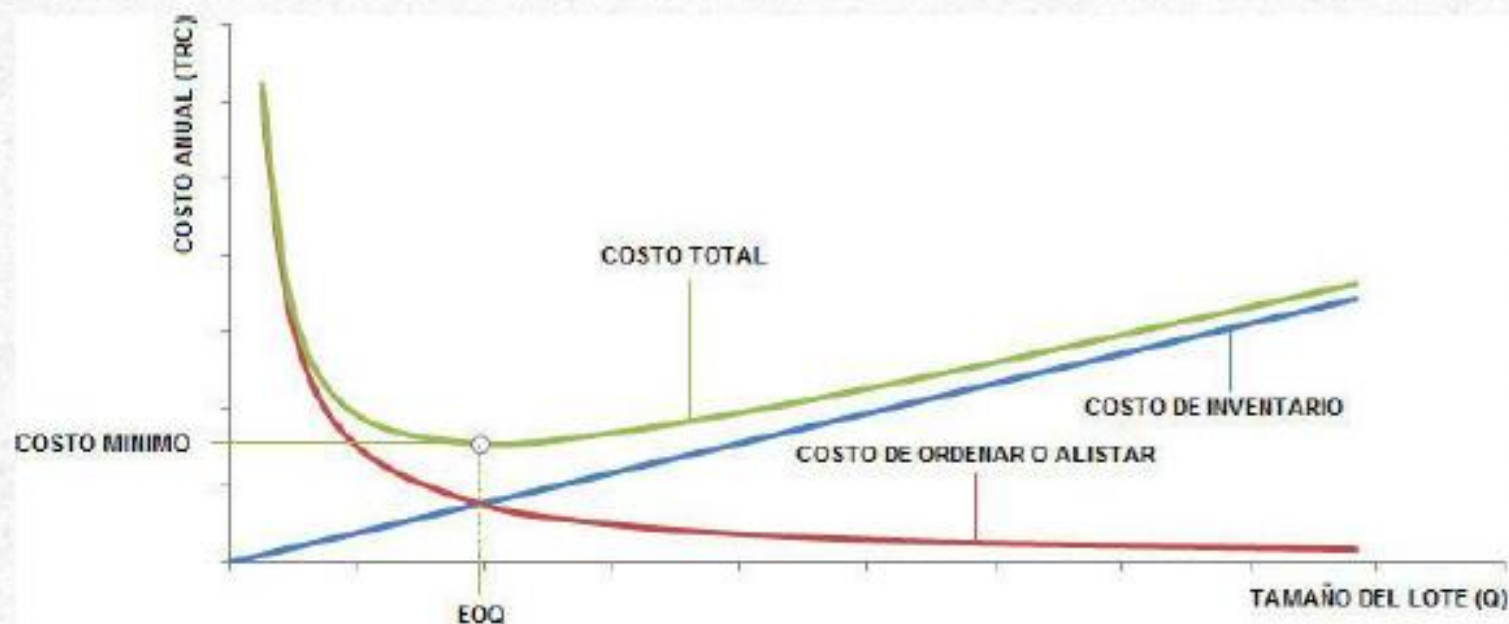




# EOQ (Economic Order Quantity)

## CONTROL DE INVENTARIOS CON DEMANDA DETERMINÍSTICA

La Cantidad Económica de Pedido (EOQ) es un modelo de cantidad fija el cual busca determinar mediante la intersección gráfica (igualdad cuantitativa) de los costos de ordenar y los costos de mantenimiento el menor costo total posible (este es un ejercicio de optimización matemática).





**Hipótesis: Demanda: Conocida y constante**

**Plazo de entrega del pedido: Conocido y constante**

¿Cuál debe ser el tamaño del lote pedido?

¿Con qué frecuencia deben efectuarse los pedidos?

**COSTO TOTAL = COSTO DE COMPRA + COSTO DE MANTENIMIENTO DEL INVENTARIO**

$$\text{CT} = \text{CC} + \text{CM}$$



$$\text{CT} = \frac{D}{Q} \times A + \frac{Q}{2} \times U \times I$$

Donde:

**CT = Costo total anual**

**D = Demanda anual para el artículo en inventario (unidades/año)**

**Q = Cantidad de Pedido para reaprovisionar el inventario (unidades)**

**A = Costo de colocación, recepción y ubicación de un pedido**

**U = Costo del artículo (precio unitario)**

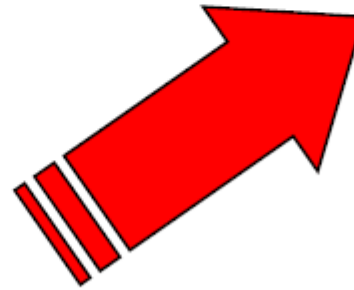
**I = Costo del mantenimiento del inventario como % del valor del inventario (%/año)**



$$CM = \frac{Q}{2} \times U \times I$$

Son los costos acumulados desde que el artículo es colocado en el almacén.

El porcentaje I del valor del inventario para asignar los costos de mantenimiento del inventario se basa en:



- ✓ Tasas de interés
- ✓ Impuestos
- ✓ Seguros
- ✓ Obsolescencia
- ✓ Alquileres
- ✓ Depreciación
- ✓ Desperdicio



Ejemplo:

Asumamos que para el artículo del ejemplo anterior:

$U = 100 \$ / \text{unid}$

$D = 56 \text{ unid} / \text{año}$

$A = 30 \$ / \text{pedido}$

$I = 20 \% \text{ (del valor del inventario)}$

$Q = 6 \text{ unid} / \text{pedido}$

$$CC = \frac{D}{Q} \times A$$

$$CC = \frac{56 \text{ unid} / \text{año}}{6 \text{ unid} / \text{pedido}} \times 30 \$ / \text{pedido} = 280 \$ / \text{año}$$

$$CM = \frac{Q}{2} \times U \times I$$

$$CM = \frac{6 \text{ unid} / \text{pedido}}{2} \times 100 \$ / \text{unid} \times 0.20 = 60 \$ / \text{año}$$

$$\text{COSTO TOTAL} = 280 \$ + 60 \$ = 340 \$ / \text{año}$$



## EOQ (Economic Order Quantity)

Esta es la cantidad de pedido para la cual el costo total es mínimo y por lo tanto es la cantidad óptima para compras futuras de este artículo.

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times D \times A}{I \times U}}$$

$$\begin{aligned} U &= 100 \$ / \text{unid} \\ D &= 56 \text{ unid} / \text{año} \\ A &= 30 \$ / \text{pedido} \\ I &= 20 \% \end{aligned}$$

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times 56 \times 30}{0.2 \times 100}} = 13 \text{ unid} / \text{pedido}$$



$$\text{NPA} = \frac{D}{\text{LEP}} = \frac{56}{13} = 4,3 \text{ pedidos / año}$$

Otra forma de calcular el NPA es:

$$\text{NPA} = \sqrt{\frac{I \times D \times U}{2 \times A}} = \sqrt{\frac{0,20 \times 56 \times 100}{2 \times 30}}$$

$$\text{NPA} = 4,3 \text{ pedidos / año}$$

Debe hacerse aproximadamente 4 pedidos al año de 13 unidades cada uno.



## Costos del lote económico de pedido (CLEP)

### COSTOS DE COMPRA

$$CC = \frac{D}{Q} \times A$$

$$CC = \frac{56 \text{ unid / año}}{13 \text{ unid / pedido}} \times 30 \$ / \text{pedido} = 130 \$ / \text{año} \quad +$$

### COSTOS DE MANTENIMIENTO

$$CM = \frac{Q}{2} \times U \times I$$

$$CM = \frac{13 \text{ unid / pedido}}{2} \times 100 \$ / \text{unid} \times 0.20 = 130 \$ / \text{año}$$

---


$$\text{CLEP} = 130 \$ + 130 \$ = 260 \$ / \text{año}$$

Otra forma de calcularlo:

$$\text{CLEP} = \sqrt{2 \times D \times U \times A \times I} = \sqrt{2 \times 56 \times 100 \times 30 \times 0.20}$$

$$\text{CLEP} = 260 \$ / \text{año}$$



# Pasos para Optimizar el Inventario

De MATERIALES DE BAJA ROTACIÓN:

1 Analizar la demanda durante los últimos años: 5-10 años.

2 Determinar criticidad.

3 Calcular tiempo de entrega.

4 Calcular tasa de fallas.

5 Calcular Stock Mínimo.



# Conclusiones

- El exceso de inventarios afecta negativamente la rentabilidad.
- La indisponibilidad de repuestos críticos también afecta negativamente la rentabilidad.
- La gran mayoría de materiales utilizados en mantenimiento no tiene una demanda pronosticable.
- Un pequeño porcentaje de materiales tiene un valor muy elevado.
- Para su optimización se requiere utilizar las técnicas apropiadas dependiendo del valor, la criticidad y la tasa de utilización.







INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

